مدیریت فناوری اطلاعات
دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
دورهٔ ۷، شمارهٔ ۴
زمستان ۱۳۹۴
ص. ۸۸۸- ۸۶۵

ارائهٔ مدلی برای ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز

محمد فتحیان[۱]، مهدی مهریار[۲]، محمدرضا غلامیان[۳]

چکیده: مدل‌های ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات تا کنون از دیدگاه‌های متفاوتی به موضوع پرداخته‌اند. از آنجا که فناوری اطلاعات و ارتباطات از دو وجه تمایز مفید و مضر برای محیط زیست برخوردار است، این پژوهش با دخالت بعد محیط زیست، قصد دارد مدل جدید ارزیابی عملکرد را با توجه به محیط زیست ارائه کند. برای نیل به چنین مدلی از تلفیق معیارهای مدل جایزهٔ ملی کیفیت ارتباطات و فناوری اطلاعات جمهوری اسلامی ایران، مدل کارت امتیازی متوازن فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، مدل مدیریت سبز ایران، استانداردهای سازمان جهانی ارتباطات و مدل‌های دیگر بهره برده شد و جامع‌ترین معیارهای مطرح با بازتعریفی در مفاهیم بنیادین چارچوب ارتباطات سبز ارائه شد. بدین منظور با بهره‌گیری از روش تحلیل عاملی اکتشافی و تأییدی، عوامل نهایی شناسایی شدند و به‌کمک روش تحلیل سلسله‌مراتبی به هر یک وزنی اختصاص یافت و مدل هرم سبز ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ارتباطات سبز، ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات، فناوری اطلاعات و ارتباطات، محیط زیست.

۱. استاد گروه مهندسی سیستم، تجارت الکترونیک و زنجیرهٔ تأمین، دانشکدهٔ صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع ـ مدیریت سیستم و بهره‌وری، دانشکدهٔ صنایع، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۳. استادیار گروه مهندسی سیستم، تجارت الکترونیک و زنجیرهٔ تأمین دانشکدهٔ صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۱۳۹٤/۰۸/۱۱
نویسندهٔ مسئول مقاله: محمد فتحیان
E-mail: fathian@iust.ac.ir

مقدمه

فعالیت‌های اقتصادی جهان در حال توسعه است و انرژی، طلایه‌دار رشد با ثبات آن به‌شمار می‌رود. هر روز توانایی‌های بیشتری از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)[1] شناخته می‌شود و کاربران علاقهٔ بیشتری به استفاده از خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان می‌دهند. رشد تعداد کاربران، توسعهٔ زیرساخت‌ها را به‌همراه می‌آورد؛ به‌طوری که این رشد در افزایش هزینه‌ها، موجب افزایش انرژی مصرفی در زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌شود (اُبیدات، آنپالاگان و وُنگانگ، ۲۰۱۲). با وجود افزایش سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، بهره‌وری ارتقا نیافت و این امر در سال‌های گذشته موضوعاتی چون پارادوکس بهره‌وری را مطرح کرد (لوکاس، ۱۹۹۹). اگرچه خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات (برای مثال تجارت الکترونیکی، دورکاری و ارتباطات تصویری) سبب کاهش انرژی مصرفی در سایر ساختارها (مانند حمل‌ونقل) می‌شود (ضیایی و ناطق، ۱۳۹۲ و محمدی و امیری، ۱۳۹۲)، رشد انرژی مصرفی فناوری اطلاعات و ارتباطات رویداد نگران‌کننده‌ای است و در موقعیتی که منابع انرژی محدود است، مانعی برای توسعهٔ خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات ایجاد می‌کند (مک‌کانی، ۲۰۱۱). به‌علاوه با توسعهٔ کمی و کیفی واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به سوی پایداری و در نظرگرفتن محدودیت منابع موجود و تشدید رقابت میان آنها برای جلب رضایت مشتریان، ضرورت بررسی هدفمند نحوهٔ کارکرد این واحدها اهمیت ویژه‌ای می‌یابد (ایرانی و حقیقی، ۱۳۹۲).

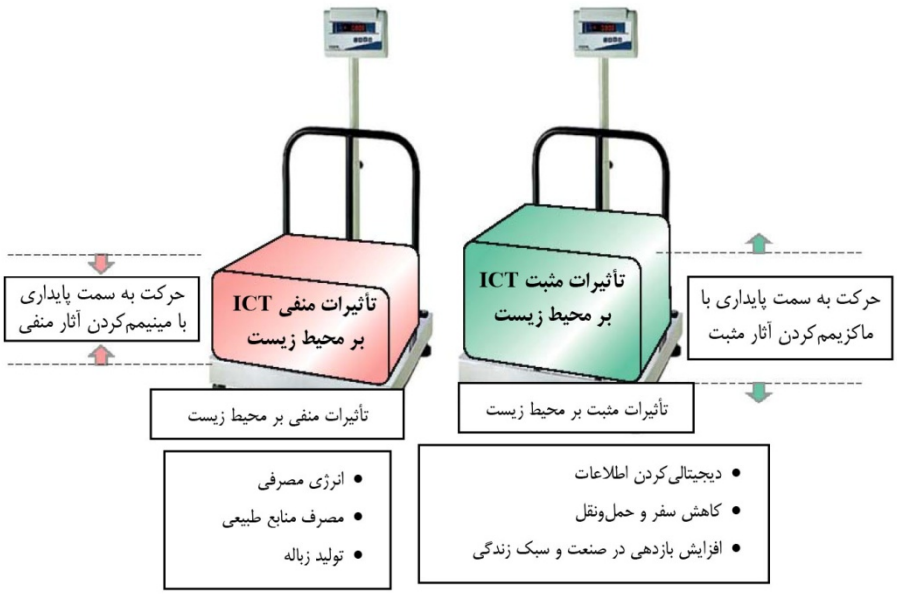
نتایج بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهد روش‌های کیفی ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات، نتایج مطلوب‌تری دارند (حاجی جباری، ۱۹۹۵ و البدوی و کرامتی، ۲۰۰۵).

تجربه نشان داده است، گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات در کسب‌وکار، اغلب مشکلات جدیدی را جایگزین مشکلات قدیمی می‌کند و به سبب آن مزیت‌های پیش‌بینی شده کسب نمی‌شود (اندرسن، ۱۹۹۹). از این رو پیش از به‌کارگیری آن در هر کسب وکاری، باید از پیامدهای فناورانه و مسئولیت اجتماعی آن آگاه شد (حاجی آخوندی، هاشم‌زاده خوراسگانی، رحمانی یوشانلوئی، میرکاظمی مود، ۱۳۹۲).

از دید سازمان جهانی ارتباطات، فناوری اطلاعات و ارتباطات دو جنبهٔ مفید و مضر دارد که باید با کاهش در بُعد منفی آن بر مزیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات افزود (شکل ۱) (اتحادیهٔ جهانی ارتباطات، ۲۰۱۲ و ما و یانگ، ۲۰۱۴).

---

1. Information and Communication Technology (ICT)



شکل ۱. تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط زیست

در سال ۲۰۰۲ انرژی الکتریکی تولیدی برای کارکرد شبکه‌های زیرساختی تولیدکنندهٔ ۴/۳۵ میلیون تن گاز CO_2 در هوا بوده است و پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۰ انتشار این گاز در هوا به حدود ۳۵۰ میلیون تن افزایش یابد (اُبیدات و همکاران، ۲۰۱۲ و چادهوری، ۲۰۱۲).

بر اساس تحقیقات آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا[1]، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید انرژی الکتریکی (شامل انرژی مصرفی در صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات) با حدود ۳۲ درصد در ردهٔ اول قرار دارد و انتشار ناشی از فعالیت‌های حمل‌ونقل کمابیش با ۲۸ درصد در رتبهٔ دوم جای گرفته است، این در حالی است که رتبهٔ سوم به تولید گازهای گلخانه‌ای صنعت اختصاص یافته است (ای. پی. اِی، ۲۰۱۴).

برآورد شده است هر رایانهٔ در حال کار، طی یک سال یک تن دی‌اکسیدکربن تولید می‌کند (کی‌روین، ۲۰۰۶). از آلودگی الکترومغناطیسی نیز نباید غافل شد که حاصل فناوری اطلاعات و ارتباطات است و نمی‌توان به‌صورت ملموسی آن را رصد کرد، اما اثر مخربی دارد که در بلندمدت نمایان می‌شود.

هدف از اجرای این پژوهش، ارائهٔ مدلی نوین برای ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات است که همگرایی بیشتری با محیط زیست داشته باشد. سؤال‌های این

1. United States Environmental Protection Agency (EPA)

پژوهش عبارت‌اند از: ۱. معیارهای مناسب ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد سبز کدام‌اند؟ ۲. اهمیت معیارهای ارزشیابی با رویکرد ارتباطات سبز در ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات چقدر است؟

پیشینهٔ پژوهش

پیشینهٔ نظری

به احتمال زیاد، اصطلاح «فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز» مدت کوتاهی پس از راه‌اندازی داوطلبانهٔ برنامهٔ برچسب «ستارهٔ انرژی» آژانس حفاظت محیط زیست ایالات متحده در سال ۱۹۹۲ ابداع شد که کمابیش با صدور گواهینامهٔ TCO[1] اتحادیهٔ کارکنان حرفه‌ای سوئد (مجموعه‌ای از گواهینامه‌های استاندارد محصول برای تجهیزات دفتری و اداری مانند رایانه، صفحهٔ کلید، چاپگر، گوشی‌های تلفن همراه و مبلمان اداری) مصادف است. سان موروجسان، فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز را این‌گونه تعریف کرد: «مطالعه، طراحی، تولید و ساخت، استفاده و مصرف و در نهایت خلاصی و دورانداختن رایانه‌ها، سرورها به‌همراه زیرسیستم‌هایی مانند مانیتور، چاپگر، دستگاه‌های ذخیرهٔ اطلاعات و سیستم‌های شبکه و ارتباطات به‌صورتی کارآمد و مؤثر با حداقل تأثیر بر محیط زیست» (مورجسان، ۲۰۰۸).

اخیراً این ایده مطرح شده است که کل فرایندهای فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌شکلی دوستانه‌تر و سازگارتر با محیط زیست، اقتصاد و جامعه، رخ دهد. فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز چیزی بیش از این تعریف نیست: «اتخاذ طرز فکر کسب وکار در همان سطح از بهره‌وری و حاشیهٔ سود، اما در حالتی سازگار با محیط زیست». برخی از موارد مهم در ارتباط با کاهش اثر منفی فناوری اطلاعات و ارتباطات عبارت‌اند از (شولز، ۲۰۱۰؛ سینگ، ریشی و شوکلا، ۲۰۱۱ و مک‌کانی، ۲۰۱۱):

۱. طراحی برای پایداری محیط؛
۲. مدیریت برق مصرفی؛
۳. محاسبهٔ بازده انرژی؛
۴. مجازی‌سازی سرورها؛
۵. مسئولیت‌پذیری در برابر اقلام مازاد و مستعمل و مقولهٔ بازیافت؛
۶. کاهش ریسک‌های زیست‌محیطی؛
۷. استفاده از برق تولیدی از انرژی‌های سبز؛

---

1. Telecommunications Certifying Office (TCO)

۸. استفاده از برچسب انرژی برای محصولات تولیدی؛
۹. طراحی مراکز داده و مراکز مخابراتی دوستدار با محیط زیست؛
۱۰. کاهش آلودگی الکترومغناطیسی.

در تعریفی جامع می‌توان مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز را همگرایی تمام ابعاد ساختار مدیریت فناوری اطلاعات و ارتباطات (فنی و مدیریتی) با محیط زیست دانست. مدیریت منابع انسانی فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، رهبری فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، مدیریت مالی فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، مدیریت کالای فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، مدیریت پروژهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز، مدیریت نگهداری و تعمیرات فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز و موارد مشابه دیگر، لایهٔ اولیهٔ همگرایی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز را شکل می‌دهند؛ جایی که رویکردهای کلان سازمان و واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات تدوین می‌شوند. در لایهٔ بعدی زیرساخت‌ها، مواد، تجهیزات، ساختمان و موارد مشابه دیگر قرار می‌گیرد. سازمانی که در تمام ابعاد به محیط زیست توجه خاصی دارد و به این یقین رسیده است که برای رسیدن به پایداری سازمان باید از مسیر پایداری جامعه عبور کند و برای رسیدن به پایداری جامعه باید همگرایی با محیط زیست را جزء اصول اولیهٔ سازمان بداند، در جایگاه ویژه‌ای قرار دارد.

پیشینهٔ تجربی

تکنیک‌ها و روش‌های بسیاری برای ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات معرفی شده‌اند که هر یک از این روش‌ها با تمرکز بر جنبهٔ خاصی از فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند سودآوری و رضایت مشتریان به‌وجود آمده‌اند. مدل‌های ارائه‌شده گرایش متفاوتی همچون گرایش به مباحث فنی و گرایش به مباحث مدیریتی دارند.

مؤسسهٔ IT Governance چارچوبی را با نام COBIT[1] ارائه‌کرده است که مدل خوبی برای کنترل اطلاعات، فناوری اطلاعات و ریسک‌های آن شناخته‌شده و برای پیاده‌سازی و ممیزی راهبری فناوری اطلاعات به‌کار می‌رود. این چارچوب بهترین تجربه‌های عملی در زمینهٔ حاکمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات را دربرمی‌گیرد و مجموعه‌ای از فرایندها، معیارها و سنجه‌های قابل قبول را فراهم می‌کند که بخش DS۱۲ آن به مدیریت فیزیکی محیط اختصاص دارد (ایساکا، ۲۰۱۰؛ کِر و مورثی، ۲۰۱۳ و رئیس سفری، غضنفری و فتحیان، ۲۰۰۹).

1. Control Objectives for Information and related Technology (COBIT)

ETOM[1] مدلی برای صنایع خدمات اطلاعاتی و ارتباطی به‌شمار می‌رود که روند و چرخش کار در خدمات ارتباطی و اطلاعاتی را پایه‌ریزی کرده است و ما را در رسیدن به سازمان منسجم و منظم برای ارائهٔ خدمات مناسب ارتباطاتی و اطلاعاتی یاری می‌دهد (جی. بی، ۲۰۰۴ و نوری مقدم، ۲۰۱۱).

چارچوب ITIL[2] با نگاهی نوین به فرایندهای راهبردی، طراحی، ارائه و پشتیبانی در حوزهٔ مدیریت خدمات فناوری اطلاعات، بهبود ارائه و پشتیبانی این خدمات را فراهم می‌کند و هم‌سویی با الزامات کسب‌وکار را ارتقا می‌بخشد. ITIL فرایند ارزیابی را این‌گونه تعریف کرده است: «ارزیابی فرایندی عمومی است که مشخص می‌کند آیا عملکرد قابل قبول است، آیا ارزش پول پرداختی را دارد و برای استفاده پذیرفتنی است (هووارد، ۲۰۱۱ و جان ون بون و همکاران، ۲۰۱۱: ۴۷۲).

در نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست[3]، استانداردهای متنوعی وجود دارد که به‌طور مشخص یک بعد آن به محیط زیست اختصاص دارد و آن را معیاری جداگانه در نظر گرفته و بررسی می‌کند.

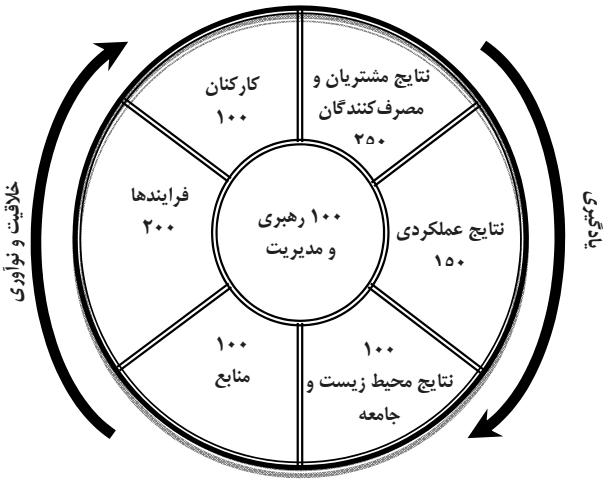
سازمان جهانی ارتباطات، مجموعه‌ای از استانداردها و شیوه‌ها را با استفاده از رویکرد ارتباطات سبز به‌منظور ارزیابی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، در دو جنبهٔ انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فناوری اطلاعات و ارتباطات و میزان جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای بررسی می‌کند. شیوه‌های مطرح در بیش از ۶۰ ارگان برخوردار از سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات خصوصی در حال توسعه است که از میان آنها می‌توان به گروه کنوانسیون بین‌المللی در تغییرات آب‌وهوایی (UNFCCC)[4] و برنامهٔ محیط زیست سازمان ملل متحد (UNEP)[5] اشاره کرد (اتحادیهٔ جهانی ارتباطات، ۲۰۱۳).

جایزهٔ ملی کیفیت ارتباطات و فناوری اطلاعات جمهوری اسلامی ایران (ICTINQA)[6] نیز نوعی جایزهٔ کشوری است که به استناد مصوبهٔ شورای عالی استاندارد و توسط وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات پایه‌گذاری شده است. این جایزه همه‌ساله بر اساس مدل ارزیابی کیفیت ایران ـ که شورای سیاستگذاری آن را تأیید کرده است ـ برای شناسایی واحدهای برتر در زمینه‌های ارتباطات و فناوری اطلاعات (ICT) و انتخاب و معرفی برترین‌ها برگزار می‌شود (وزارت

---

1. Enhanced Telecom Operations Map (ETOM)
2. Information Technology Infrastructure Library (ITIL)
3. Health and Safety Environment-Management System (HSE-MS)
4. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
5. United Nations Environment Programme (UNEP)
6. I.R.IRAN ICT National Quality Award (ICTINQA)

ارتباطات و فناوری اطلاعات، ۲۰۱۱). هدف و مبنای این جایزه، اهمیت مدیریت کیفیت در عرصهٔ ارتباطات و فناوری اطلاعات به‌منظور ارتقای سطح کیفیت ارائهٔ خدمات زیربنایی دولت الکترونیکی و نیز، مزیت‌های نسبی و رقابتی این نوع خدمات در اقتصاد ملی است. نمای مدل جایزهٔ ملی کیفیت ایران بر اساس چرخی طراحی شده است که نمادی از حرکت را نشان می‌دهد (شکل ۲). این مدل هفت معیار را دربرمی‌گیرد که چهار معیار آن به توانمندسازها و سه معیار دیگر به نتایج اختصاص دارد. معیار نتایج محیط زیست و جامعه به‌عنوان معیاری جداگانه در بخش نتایج دسته‌بندی شده است (وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، ۲۰۱۱).

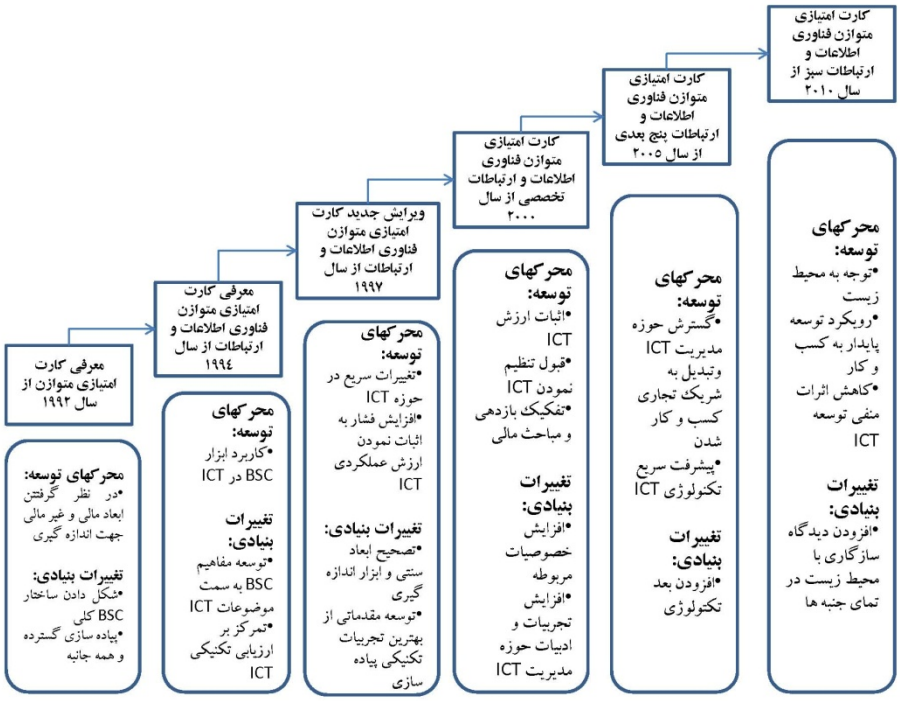


شکل ۲. نمای مدل جایزهٔ ملی کیفیت ایران (ICTINQA)

در اواسط سال ۱۹۹۲، برای نشان‌دادن ایده‌هایی در خصوص فناوری اطلاعات و ارتباطات، الگویی از کارت امتیازی متوازن اولیه به‌عنوان پایه‌ای برای مدیریت استراتژیک کسب‌وکار در حوزهٔ فناوری اطلاعات و ارتباطات و اندازه‌گیری کارایی و میزان تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی در سازمان‌ها، به‌صورت ویژه طراحی و منتشر شد و به‌دلیل مفاهیم پیچیده‌ای که در این دهه وجود داشت، رشد کرد و با نام کارت امتیازی توسعه‌یافتهٔ ITBSC معرفی شد (کرم، ۲۰۰۷). در مدل استاندارد کارت امتیازی متوازن فناوری اطلاعات و ارتباطاتی که گریمبرگن آن را طراحی و پیاده‌سازی کرد، معیارهای مدل کارت امتیازی متوازن، بر اساس فعالیت‌های سیستم اطلاعاتی و ارتباطی در سازمان‌ها به چهار جنبهٔ

ارزش کسب‌وکار، برتری عملیاتی، گرایش به مشتری و جهت‌گیری آینده، تغییر شکل یافت (شعبانی، ناظمی و فراهی، ۲۰۱۰).

بر اساس مطالعات کرَم در سال ۲۰۰۷ (فیورینا، ۲۰۰۷) روند تغییرات و پیشرفت ITBSC بر اساس شکل ۳ بوده است. شایان ذکر است بخش تغییرات پس از سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۰ را نویسنده اضافه کرده است.



شکل ۳. روند تغییرات و پیشرفت ITBSC

در سال ۲۰۰۸ استوارت با ارائهٔ مدل پنج‌بعدی کارت امتیازی متوازن فناوری اطلاعات و ارتباطات، غنای بیشتری به مدل داد و آن را کامل‌تر کرد (استوارت، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸).

نیکنام در سال ۱۳۸۶ برای اخذ مدرک کارشناسی ارشد در دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، پایان‌نامه‌ای با عنوان «ارزیابی عملکرد واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازمان‌ها با استفاده از مدل کارت امتیازی متوازن واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات شرکت ملی نفت ایران» ارائه داد.

در سال‌های اخیر نیز مطالعـاتی در خصـوص کـارت امتیـازی متـوازن فنـاوری اطلاعـات و ارتباطات سبز[1] صورت گرفته است که از آن جمله مـی‌تـوان بـه تحقیقـات جیـووانی مـک‌کـانی (۲۰۰۱) در دانشگاه پلی‌تکنیک میلان و یولیا واتی و چلمو کو در دانشگاه چوسان کرهٔ جنوبی (کو و واتی، ۲۰۱۱) اشاره کرد.

از سویی، مدل مدیریت سبز از سـوی انجمـن مـدیریت سـبز ایـران بـرای توسـعهٔ پـذیرش مسئولیت در حوزه‌های اجتماعی و زیست‌محیطی سازمان‌ها و همگرایی آن با مسئولیت اقتصادی آنان، ارائه شده است. این مدل بر اساس تجربه‌های برتر سـازمان‌هـای موفـق در سـطح ملـی و بین‌المللی و بهره‌برداری از مدل‌های سرآمد طراحی شد و پس از گذشت ده سال و برخورداری از بلوغ جهانی، از طریق جامعهٔ مدیریت سبز اروپا (EAGM)[2] (مستقر در لوزان سوییس)، به‌عنـوان رویکردی مدرن به مدیران ارشد جهانی معرفی شد. این مدل نه‌تنها راهنمای خوبی بـرای تعیـین پروژه‌های بهبود است، بلکه کمک می‌کنـد سـازمان‌هـا بتواننـد قابلیـت‌هـای خـود را در میـزان یکپارچگی مسئولیت‌پذیری اجتماعی، زیست‌محیطی و اقتصادی اندازه‌گیری کننـد (سـرایداریان و امامی، ۲۰۱۱: ۲۷-۷).

هر یک از مدل‌های یادشده از لحاظ میزان پوشش مباحث محیط زیست، موضوعات مدیریتی و فنی فناوری اطلاعات و ارتباطات، به‌گونه‌ای متفاوت عمل می‌کنند. این پژوهش تلاش می‌کند مدل جامعی را برای ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطـات بـا رویکـرد محـیط زیست ارائه کند.

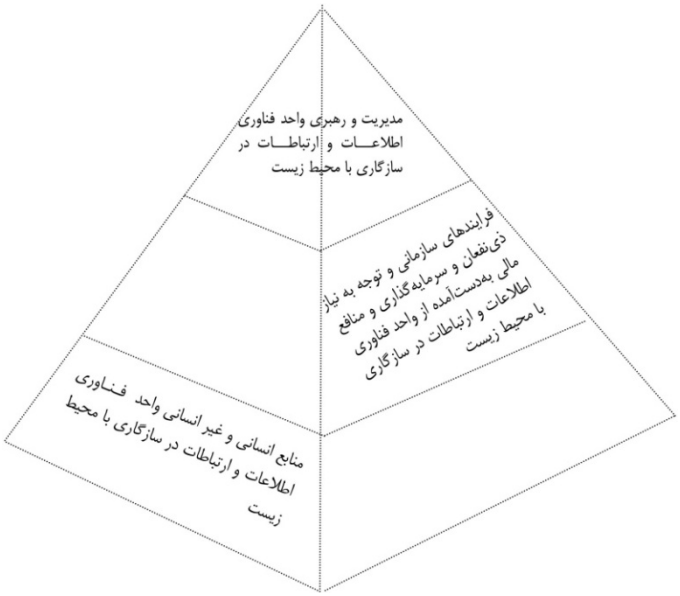
مدل مفهومی پژوهش

با توجه به مدل‌ها و مفاهیم ارائه‌شده، مبنای کار مبتنی بر تلفیق و ترکیبی از مدل مـدیریت سـبز ایران، مدل جایزهٔ ملی کیفیت فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران، کارت امتیازی متوازن فنـاوری اطلاعات و ارتباطات سبز، استانداردهای سازمان جهانی ارتباطات سـری ال (ITU-T L Series) (اتحادیهٔ جهانی ارتباطات، ۲۰۱۱/۰۲)، مفاهیم و رویکرد مدیریت یکپارچهٔ HSE-MS و مفاهیم و دیدگاه‌های محققان ارائه می‌شـود. مـدل‌هـای یادشـده بیشـترین حـوزه‌هـا و نـواحی سـازمان و رویکردهای ارزیابی را پوشش می‌دهند و می‌توانند مبنای مناسـبی بـرای ارائـهٔ مـدل پیشـنهادی ارزیابی فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد سبز باشند.

---

1. Green ICT BSC
2. European Association for Green Management

با توجه به ادبیات پیش‌گفته، مدل ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد سبز، متشکل از پنج بعد پیشنهادی است. این ابعاد عواملی را دربرمی‌گیرد که در ارتباط با سازمان است و عبارت‌اند از: ۱. مدیریت و رهبری واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست؛ ۲. منابع فیزیکی (سخت‌افزار، تجهیزات، مواد، ساختمان و...) واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست؛ ۳. منابع انسانی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست؛ ۴. فرایندهای سازمانی و توجه به نیاز ذی‌نفعان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست؛ ۵. سرمایه‌گذاری و منافع مالی به‌دست‌آمده در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست. نمای کلی مدل به‌شکل هرمی انتخاب شده است که پایدارترین حجم را دارد و با قرار دادن معیارهای یادشده دور محوری‌ترین عامل، یعنی مدیریت و رهبری سبز، می‌توان به واحد پایداری دست یافت. هرم سبز واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات مدل مفهومی پیشنهادی است که در شکل ۴ نمایش داده شده است.



شکل ٤. هرم سبز ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از نظر هدف، توسعه‌ای است؛ زیرا راهکار و مدل ارائه‌شدهٔ آن در تمام بخش‌های سازمان به‌کار برده می‌شود. از نظر گردآوری داده‌ها، از نوع توصیفی ـ پیمایشی است؛ زیرا

اطلاعات از ادبیات موضوع و برپایهٔ اطلاعات دریافتی از صاحب‌نظران و متخصصان فن گردآوری و تجزیه‌وتحلیل می‌شود.

جمعیت هدف، متخصصان فناوری اطلاعات و ارتباطات، واحدهای بهداشت، ایمنی و محیط زیست[1] و تعالی سازمان و افراد درگیر در امور ارزیابی عملکرد و سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات، اعم از مشاوران و فعالان این زمینه است.

در جدول ۱ با الگوگیری از مدل‌های یادشده، به بازتعریف مفاهیم و ارزش‌های بنیادین و بیان معیارهای ارزیابی عملکرد فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز در مدل پنج‌بعدی پیشنهادشده پرداخته شده است.

جدول ۱. ابعاد و معیارهای مدل پیشنهادی ارزیابی عملکرد واحدهای ICT با رویکرد ارتباطات سبز

۱. مدیریت و رهبری واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (L&M)*

منابع: GMM, ۲۰۱۱ و ICTINQA, ۲۰۱۱

رهبران واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در شکل‌گیری آینده که با مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی همراه است، اهمیت شایان توجهی دارند و برای ایجاد ارزش‌ها و موارد اخلاقی، همچون الگو عمل می‌کنند.

معیارها

۱. حمایت از بازنگری آرمان، راهبرد، ارزش ها و اصول اخلاقی و دینی با رویکرد مدیریت سبز برای دستیابی به موفقیت پایدار توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۲. توجه رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در صیانت از اطلاعات شرکت و کارکنان در راستای پایداری سازمان؛

۳. حمایت از جاری‌سازی رویکردها، نظام ها و فرایندهای مدیریت سبز توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۴. تقویت فرهنگ سازمانی برای پاسخگویی و پذیرش تعهد نسبت به اهداف زیست‌محیطی سازمان توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۵. مشارکت فعال رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش‌ها، سمینارهای تخصصی و فعالیت‌های جمعی به‌منظور پیشبرد و تقویت مسئولیت زیست‌محیطی سازمان؛

۶. حمایت از بهبود روابط با ذی‌نفعان بر اساس اهداف زیست‌محیطی سازمان توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات (توجه به تأمین کالا و خدمات از شرکت‌های با رویکرد سبز)؛

۷. حمایت از شکل‌گیری و مدیریت بسترهای لازم برای تعامل نظام‌مند با ذی‌نفعان (استفاده از زیرساخت‌های سایر ارگان‌ها به جای احداث مجدد با حفظ امنیت) سازمان با هدف کسب موفقیت پایدار و سازگاری با محیط زیست توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۸. تأکید بر شناخت عوامل درونی و بیرونی تأثیرگذار بر موفقیت پایدار سازمان و اولویت‌بندی تغییرات برای غلبه بر چالش های زیست‌محیطی توسط رهبر، مدیر و رئیس واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات.

1. Health and Safety Environment (HSE)

ادامهٔ جدول ۱

۲. منابع (سخت‌افزار، تجهیزات، مواد، ساختمان و...) واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (SR)*

منابع: Green ICTBSC, G.Maccani, ۲۰۱۱ و GMM, ۲۰۱۱ و ICTINQA, ۲۰۱۱ و ITU-T, L. Series, ۲۰۱۱/۱۲

هر آنچه در تولید کالا و ارائهٔ خدمات (به‌جز کارکنان و منابع انسانی) دخالت دارد و به روشی تلاش در سازگاری با محیط زیست دارد، بررسی می‌شود.

معیارها

۹. استفاده از سخت‌افزارها و تجهیزات منطبق بر فناوری‌های سبز در جهت حفظ انرژی، استفاده از انرژی‌های پاک و کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی (آلودگی بر اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی‌های الکترومغناطیس و...) در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۱۰. بهره‌مندی از برنامهٔ مشخص برای نگهداری و بهبود ساختمان‌ها، تجهیزات و مواد با رویکرد سبز در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۱۱. مدیریت بهینه‌سازی مصرف مواد و تجهیزات و منابع فنی از طریق افزایش کارایی، استفاده از منابع تجدیدپذیر، بازیافت و کاهش ضایعات در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای سازگاری با محیط زیست؛

۱۲. رعایت قوانین و مقررات HSE هنگام امحای مواد و تجهیزات مستعمل و اسقاطی در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای سازگاری با محیط زیست.

۳. منابع انسانی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (HR)*

منابع: Green ICTBSC, G.Maccani, ۲۰۱۱ و Green ICTBSC, Y.Wati, C.Koo, ۲۰۱۱ و GMM, ۲۰۱۱ و ICTINQA, ۲۰۱۱

واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات قابلیت‌های منابع انسانی سازمان را در سطح فردی، تیمی و سازمانی با هدف توسعهٔ مسئولیت زیست‌محیطی سازمان مدیریت کند و با ایجاد نظام ترغیب و تشویق، فضای خلاقیت و نوآوری سبز را توسعه دهد.

معیارها

۱۳. تدوین راهبرد توانمندسازی منابع انسانی سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات برای دستیابی به اهداف سبز سازمان؛

۱۴. ایجاد بسترهای مناسب برای مشارکت منابع انسانی واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و نمایندگان آنان در دستیابی و بهبود اهداف زیست‌محیطی سازمان؛

۱۵. طراحی و مدیریت نظام خلاقیت و نوآوری در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای اهداف سازمانی و همگرایی با محیط زیست؛

۱۶. طراحی و مدیریت نظام ترغیب و تشویق کارکنان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات با هدف دستیابی به موفقیت پایدار؛

۱۷. مدیریت انطباق مهارت‌ها و شایستگی‌های کارکنان برای ارتقای کیفیت محصول و خدمات در راستای نیل به سازمانی سبز در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۱۸. توجه به کاهش تأثیرات مخرب فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روابط انسانی و پایداری روانی منابع انسانی؛

۱۹. توجه به کاهش میزان آسیب‌های شغلی و درصد بیماری کارکنان سازمان در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات برای کسب موفقیت پایدار؛

۲۰. توجه به افزایش فعالیت بشردوستانه، ورزشی، فرهنگی و آموزشی در برابر مسئولیت اجتماعی سازمان و کسب موفقیت پایدار؛

۲۱. مدیریت برنامه‌های آموزشی و توسعهٔ منابع انسانی با هدف دستیابی به اهداف واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات و ارائهٔ خدمات و محصولات با کیفیت در جهت توسعهٔ پایدار؛

۲۲. مدیریت و ارتقای سطح آگاهی، دانش و فرهنگ کارکنان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات و واحدهای دیگر سازمان برای کار با تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات و رعایت مقررات ایمنی؛

ادامهٔ جدول ۱

۲۳.	مدیریت جابه‌جایی شغلی و افزایش انگیزه با هدف دستیابی به واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز؛
۲۴.	مدیریت و اجرای تفویض اختیار و افزایش قدرت تصمیم‌گیری با رعایت مقررات امنیتی و سازگاری با محیط زیست در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات.
٤. فرایندهای سازمانی و توجه به نیازهای ذی‌نفعان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (P) *	
منابع: Green ICTBSC, G.Maccani, ۲۰۱۱ و Green ICTBSC, Y.Wati, C.Koo, ۲۰۱۱ و GMM, ۲۰۱۱ و ICTINQA, ۲۰۱۱ و ITU-T, L. Series, ۲۰۱۱, ۲۰۱۲	
واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق فرایندها و عملکردهایی همسو با راهبردهای سبز که برای تصمیم‌گیری بر اساس مسئولیت‌پذیری زیست‌محیطی به‌منظور خلق نتایج متوازن و پایدار به‌کار گرفته می‌شوند، مدیریت می‌شوند.	
معیارها	
۲۵.	شناسایی و طراحی فرایندهای رویکرد سبز به‌کمک استانداردهای مدیریت زیست‌محیطی (مانند ISO۱۴۰۰۱) در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۲۶.	تعیین اهداف زیست‌محیطی برای فرایندهای واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۲۷.	اجرای آزمایشی فرایندهای جدید یا بهبودیافته از لحاظ آثار زیست‌محیطی در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۲۸.	توجه به کاهش موازی‌کاری به‌مثابهٔ رویکرد سبز در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۲۹.	مدیریت افزایش میزان پایداری شبکه‌های ارتباطاتی و مخابراتی و پیشگیری از نابسامانی در شبکه‌های فناوری اطلاعات به‌مثابهٔ رویکردی در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست؛
۳۰.	توجه به افزایش کیفیت خدمات و محصولات ارائه‌شدهٔ واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات از دید کاربران و مدیران سازمان در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست؛
۳۱.	توجه به کاهش خسارت‌ها و حادثه‌های زیست‌محیطی در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست؛
۳۲.	توجه به کاهش میزان خرابی ساختمان‌ها و تجهیزات واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست؛
۳۳.	مراوده با مراجع رسمی و قانونگذاران در راستای اجرای مسئولیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۳۴.	مدیریت در طراحی پروژه‌های توسعه و بهبود زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات و فرایندهای اجرایی آن با هدف سازگاری با محیط زیست؛
۳۵.	طراحی و مدیریت نظام تسهیم دانش و اطلاعات برای دستیابی به اهداف تعیین‌شده در سطوح مختلف با رعایت مقررات امنیتی در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات، در راستای توسعهٔ پایدار و همگرایی با محیط زیست؛
۳۶.	انتخاب اقلام با توجه به نیاز مشتری و منطقه (از نظر آب‌وهوایی) با رویکرد افزایش طول عمر تجهیزات؛
۳۷.	مدیریت و اجرای زیبایی بصری در زیرساخت‌های شبکه هنگام طراحی با هدف دستیابی به واحدی پایدار و کم‌هزینه؛
۳۸.	مدیریت و اجرای امنیت فرایندهای واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای پایداری سازمان؛
۳۹.	راهنمایی مشتریان دربارهٔ استفادهٔ مسئولانه از محصولات، به‌منظور پیشگیری یا به حداقل‌رساندن هرگونه آثار منفی آنان بر انسان و محیط زیست در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۴۰.	رسیدگی و پیگیری شکایت‌ها و نگرانی‌های مشتری دربارهٔ آثار نامطلوب زیست‌محیطی محصولات و خدمات واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛
۴۱.	مدیریت دسترسی دانش و اطلاعات با رعایت مقررات امنیتی و آمادگی زیرساخت‌های ارتباطی در مواجهه با بحران در راستای پایداری سازمان.

ادامهٔ جدول ۱

۵. میزان سرمایه‌گذاری و منافع مالی کسب‌شده از واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (F) *

منابع: Green ICTBSC, G.Maccani, ۲۰۱۱ و Green ICTBSC, Y.Wati, C.Koo, ۲۰۱۱ و GMM, ۲۰۱۱ و ICTINQA, 2011 و ITU-T, L. Series, ۲۰۱۱, ۲۰۱۲ و HSE-MS, ۲۰۰۹

واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات با سرمایه‌گذاری مناسب تلاش می‌کند مسئولیت‌های زیست‌محیطی را اجرا کند که این رویکرد ارتقای وجهه و کسب موفقیت پایدار برای سازمان را به ارمغان می‌آورد.

معیارها

۴۲. توجه به کاهش میزان هزینهٔ استهلاک تجهیزات و زیرساخت‌های ارتباطی و اطلاعاتی در راستای پایداری سازمان در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۴۳. توجه به کاهش میزان هزینهٔ نگهداری و تعمیر ساختمان ها و تجهیزات واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست؛

۴۴. توجه به افزایش صرفه‌جویی مالی با کاهش حادثه‌ها و آسیب‌های جانی و مالی در راستای پایداری و همگرایی با محیط زیست در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۴۵. توجه به افزایش میزان صرفه جویی و افزایش درآمد با بهینه‌سازی تولید و ارائهٔ خدمات در راستای پایداری سازمان در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات؛

۴۶. توجه به افزایش درآمد با ارتقای جایگاه و وجههٔ سازمان در بازار به‌دلیل رفتار سبز سازمان؛

۴۷. توجه به میزان سرمایه‌گذاری‌های صورت‌گرفته در راستای ترویج، آموزش و توسعهٔ فرهنگ مسائل زیست‌محیطی در واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات.

L&M: بعد اول، یعنی مدیریت و رهبری واحدهای ICT همگرا با محیط زیست؛

SR: بعد دوم یا منابع زیرساختی؛

HR: بعد سوم یا منابع انسانی؛

P: بعد چهارم یا فرایندها؛

F: بعد پنجم، یعنی میزان سرمایه‌گذاری و منافع مالی.

حجم جامعهٔ آماری، ۴۰۰ نفر از متخصصانی در نظر گرفته شده است که در سازمان‌های حاکمیتی و قانونگذار متفاوتی کار می‌کنند. خبرگانی در سازمان‌های ارتباطات زیرساخت ایران، تنظیم مقررات و صدور مجوز فرکانسی، حفاظت محیط زیست ایران، پژوهشکدهٔ فضای مجازی ایران (مرکز تحقیقات مخابرات ایران)، انجمن مدیریت سبز ایران، پژوهشکدهٔ سبز دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده‌های کامپیوتر و صنایع دانشگاه علم و صنعت ایران و خبرگان شرکت‌های فعال در این حوزه، شرکت‌های ارتباطات سیار، ایرانسل، رایتل و مبین نت، جامعهٔ آماری را شکل می‌دهند. تعداد نمونه به‌کمک فرمول کوکران به‌دست آمد که منجر به تعیین تعداد ۱۹۶ نفر شد. پرسشنامهٔ اول به‌منظور بررسی معیارهای مطرح‌شده در جدول ۱ در مقیاس پنج‌تایی لیکرت توزیع شد. پایایی پرسشنامه به‌کمک نرم‌افزار SPSS بررسی شد؛ بدین ترتیب که آلفای کرونباخ

برای سؤال‌های پرسشنامهٔ اول ۰/۸۸۲ و آلفای کرونباخ استانداردشده ۰/۹۱۱ به‌دست آمد. این مقادیر نشان می‌دهد سؤال‌ها از همپوشانی و همسویی خوبی برخوردارند و پاسخ‌دهندگان با آگاهی و دقت کامل به سؤال‌ها پاسخ داده‌اند. برای پایایی پرسشنامهٔ دوم که به جدول‌های مقایسه‌های زوجی اختصاص دارد، از درصد ناسازگاری استفاده شده است.

با توجه به مدل پیشنهادشده که در قالب ۴۷ معیار طراحی شده است، در مرحلهٔ اول به‌کمک نرم‌افزار SPSS، تحلیل عاملی اکتشافی صورت می‌پذیرد و با پذیرش مؤلفه‌هایی با ارزش ویژه برابر یا بیشتر از یک، عوامل یا ابعاد اصلی مدل که دست‌کم ۵۰ درصد از واریانس کل را تبیین می‌کند، به‌دست می‌آید (طلوعی اشلقی، صفاکیش و پورابراهیمی، ۲۰۱۱: ۴۷۴). در این بخش، از شیوهٔ استخراج عوامل با رویکرد حداکثر درست‌نمایی[1] استفاده شده است. در ادامه با بهره‌مندی از چرخش واریماکس[2] و حذف معیارهایی با بار عاملی کمتر از ۰/۵، عوامل و معیارهای مهم‌تر به‌دست می‌آید و در نهایت عوامل با توجه به معیارها نام‌گذاری می‌شوند. در مرحلهٔ دوم به‌منظور بررسی صحت مدل، تحلیل عاملی تأییدی در نرم‌افزار لیزرل اجرا می‌شود. پس از تعیین مدل ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز، به‌کمک پرسشنامهٔ دوم (ماتریس مقایسه‌های زوجی) به معیارها و عوامل مدل در قالب روش تحلیل سلسله‌مراتبی وزن داده می‌شود.

یافته‌های پژوهش

ابتدا با بهره‌مندی از روش تحلیل عاملی اکتشافی، عوامل و معیارهای مهم‌تر استخراج می‌شود. آزمون KMO میزان کفایت نمونه‌گیری را نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر، ضریب KMO ۰/۸۴۲ به‌دست آمده است که نشان می‌دهد داده‌ها برای تحلیل مؤلفه‌های اساسی مناسب‌اند.

پس از اعمال چرخش واریماکس، از میان ۴۷ معیار پیشنهادشده تنها ۲۹ معیار بار عاملی بیشتر از ۰/۵ داشتند و به‌عنوان معیارهای مهم‌تر انتخاب شدند (جدول ۳). همچنین از میان ۱۱ عامل اولیه با ارزش ویژهٔ یک یا بیشتر (جدول ۲)، تنها پنج عامل که نتیجهٔ چرخش واریماکس است، به‌عنوان عوامل اصلی در جدول ۳ باقی می‌مانند و حدود ۵۰ درصد از واریانس را نیز پوشش می‌دهند.

---

1. Maximum Likelihood
2. Varimax

جدول ۲. عوامل به‌دست‌آمده از تحلیل عاملی اکتشافی

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
۱	۱۰/۱۴۹	۲۱/۵۹۳	۲۱/۵۹۳	۹/۱۴۳	۱۹/۴۵۳	۱۹/۴۵۳
۲	۵/۳۰۶	۱۱/۲۸۹	۳۲/۸۸۲	۵/۴۰۴	۱۱/۴۹۸	۳۰/۹۵۲
۳	۳/۱۵۰	۶/۷۰۳	۳۹/۵۸۵	۲/۸۲۹	۶/۰۲۰	۳۶/۹۷۲
۴	۲/۹۴۷	۶/۲۷۰	۴۵/۸۵۵	۲/۵۶۱	۵/۴۴۹	۴۲/۴۲۱
۵	۲/۰۲۸	۴/۳۱۶	۵۰/۱۷۱	۱/۶۸۷	۳/۵۸۸	۴۶/۰۱۰
۶	۱/۶۱۶	۳/۴۳۸	۵۳/۶۱۰	۰/۸۱۵	۱/۷۳۵	۴۷/۷۴۵
۷	۱/۴۷۹	۳/۱۴۸	۵۶/۷۵۷	۰/۷۶۴	۱/۶۲۶	۴۹/۳۷۱
۸	۱/۲۵۰	۲/۶۶۰	۵۹/۴۱۸	۰/۶۷۵	۱/۴۳۶	۵۰/۸۰۶
۹	۱/۱۷۱	۲/۴۹۱	۶۱/۹۰۹	۰/۶۶۰	۱/۴۰۴	۵۲/۲۱۱
۱۰	۱/۱۲۸	۲/۴۰۱	۶۴/۳۱۰	۰/۷۳۷	۱/۵۶۸	۵۳/۷۷۸
۱۱	۱/۰۴۵	۲/۲۲۳	۶۶/۵۳۳	۰/۶۲۱	۱/۳۲۱	۵۵/۰۹۹

با در نظرگرفتن ارتباط موضوعی معیارهای به‌دست‌آمده، زیر هر عامل در جدول ۳، عوامل پنج‌گانه نامگذاری شده‌اند. بر این اساس عامل اول با توجه به معیارهای قرارگرفته در ستون اول با عنوان فرایندهای سازمانی و نیز با توجه به نیاز ذی‌نفعان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (P)؛ عامل دوم با توجه به معیارهای مشخص در ستون دوم با عنوان مدیریت و رهبری واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (L&M)؛ عامل سوم با توجه به معیارهای قرارگرفته در ستون سوم با عنوان منابع انسانی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (HR)؛ عامل چهارم با توجه به معیارهای قرارگرفته در ستون چهارم با عنوان میزان سرمایه‌گذاری و منافع مالی به‌دست‌آمده از واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (F) و دست آخر عامل پنجم با توجه به معیارهای قرارگرفته در ستون پنجم با عنوان منابع واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (SR) نامگذاری می‌شوند. بنابراین این نتایج با دسته‌بندی اولیه در مدل پیشنهادی کاملاً همخوانی دارد. در ادامه به‌کمک نرم‌افزار لیزرل صحت مدل بررسی می‌شود.

مطابق جدول ۳ پس از اعمال چرخش واریماکس از میان ۴۷ معیار پیشنهادی تنها ۲۹ معیار هستند که دارای بار عاملی بیشتر از ۰/۵ بوده و به عنوان معیارهای مهمتر انتخاب می شوند همچنین از میان یازده عامل اولیه با ارزش ویژه یک یا بیشتر (مطابق جدول ۲) تنها پنج عامل به

عنوان عوامل اصلی در جدول ۳ که نتیجه چرخش واریماکس است باقی می ماندکه حدود پنجـاه درصد از واریانس را نیز پوشش می‌دهند.

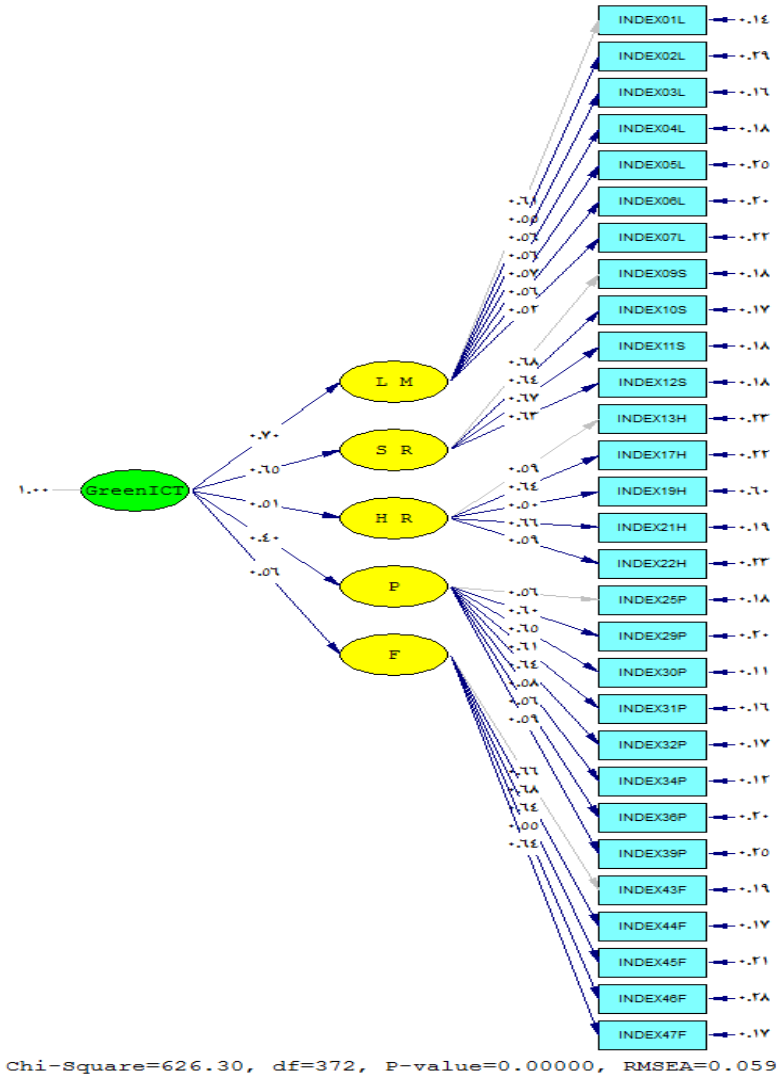
جدول ۳. ماتریس چرخش‌یافته به‌شیوهٔ واریماکس

Rotated Factor Matrixa						Rotated Factor Matrixa					
معیار	Factor					معیار	Factor				
	۱	۲	۳	٤	٥		۱	۲	۳	٤	٥
INDEX01L		۰/۸۰۱				INDEX22H			۰/۷۴۸		
INDEX02L		۰/۶۹۱				INDEX25P	۰/۷۹۰				
INDEX03L		۰/۷۸۱				INDEX29P	۰/۷۷۹				
INDEX04L		۰/۷۶۶				INDEX30P	۰/۸۸۸				
INDEX05L		۰/۷۳۵				INDEX31P	۰/۸۱۱				
INDEX06L		۰/۷۴۹				INDEX32P	۰/۸۰۷				
INDEX07L		۰/۶۹۴				INDEX34P	۰/۸۳۵				
INDEX09S	۰/۷۹۱					INDEX36P	۰/۸۱۱				
INDEX10S	۰/۸۰۳					INDEX39P	۰/۷۵۴				
INDEX11S	۰/۷۵۷					INDEX43F					۰/۸۱۰
INDEX12S	۰/۷۸۰					INDEX44F					۰/۸۱۶
INDEX13H			۰/۷۶۹			INDEX45F					۰/۷۹۵
INDEX17H			۰/۸۲۸			INDEX46F					۰/۷۳۴
INDEX19H			۰/۶۰۱			INDEX47F					۰/۸۰۴
INDEX21H			۰/۸۱۰								

جدول ٤. نتایج برازش مدل ارائه‌شده در نرم‌افزار لیزرل

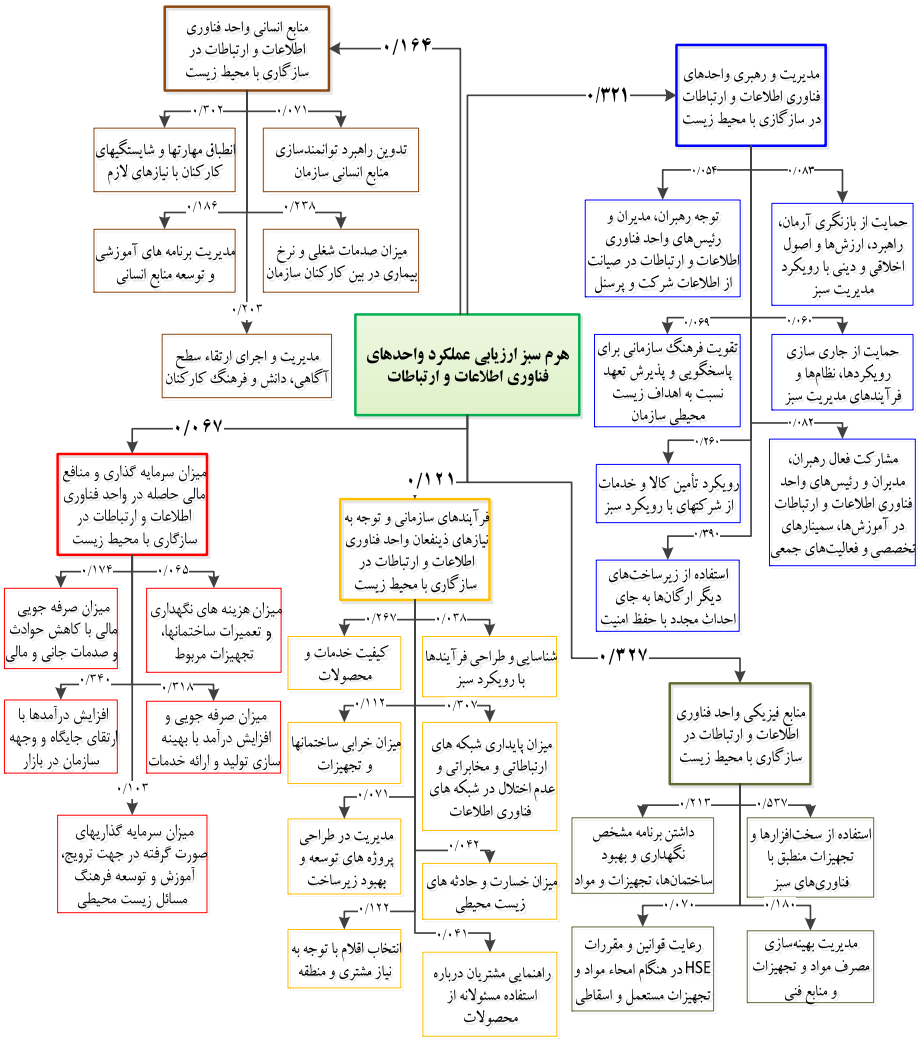
معیارها	نام معیار	اختصار	نتایج	حد مطلوب
	مربع کای	χ^2	۶۲۶/۳	–
معیارهای برازش مطلق	نیکویی برازش	GFI	۰/۸۲	≥۰/۹
	نیکویی برازش اصلاح‌شده	AGFI	۰/۸۰	≥۰/۸
	برازش هنجارنشده	NNFI	۰/۹۷	≥۰/۹
	برازش هنجارشده	NFI	۰/۹۴	≥۰/۹
معیارهای برازش تطبیقی	برازش تطبیقی	CFI	۰/۹۷	≥۰/۹
	برازش نسبی	RFI	۰/۹۳	≥۰/۹
	برازش افزایشی	IFI	۰/۹۷	≥۰/۹
	برازش مقتصد هنجارشده	PNFI	۰/۸۶	≥۰/۵
معیارهای برازش مقتصد	ریشهٔ میانگین مربعات خطای برآورد	RMSEA	۰/۰۵۹	≤۰/۰۸
	مربع کای بهنجارشده به درجهٔ آزادی	χ^2/df	۱/۶۸	≤۳

همان‌طور که در شکل ۵ و نتایج برازش جدول ۴ مشاهده می‌شود، مدل از برازش بسیار مطلوبی برخوردار است و قابلیت تعمیم دارد. شایان ذکر است که طی ۲۰ سال گذشته دست کم ۲۴ معیار برازش پیشنهاد شده است. تمام این معیارهای برازش برای حذف خطای نوع دوم پیشنهاد شده‌اند (مؤمنی، دشتی، بایرام‌زاده و سلطان‌محمدی، ۲۰۱۳: ۱۵۰).



شکل ۵. مدل اولیهٔ ارزیابی عملکرد واحدهای ICT با رویکرد ارتباطات سبز منتج از تحلیل عاملی تأییدی

در انتها با به‌کاربردن تکنیک تحلیل سلسله‌مراتبی AHP، به عوامل و معیارها وزن داده می‌شود. پس از جمع‌آوری داده‌های ۲۰ تن از خبرگانی که پرسشنامهٔ اول را پاسخ دادند و به‌دست‌آوردن ماتریس مقایسه‌های زوجی آنها، مدل نهایی ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد سبز، به‌همراه وزن عوامل و معیارها در قالب شکل ۶ طراحی شد.



شکل ٦. مدل نهایی ارزیابی عملکرد واحدهای ICT با رویکرد ارتباطات سبز

ضریب ناسازگاری کل مدل ۰/۰۶ به‌دست آمد که درستی و معتبربودن ماتریس‌های مقایسهٔ زوجی را نشان می‌دهد.

تحلیل و ارزیابی مدل

پس از اجرای پژوهش مشخص شد که ۵ بعد و ۲۹ معیار می‌توانند ارزیابی مطلوبی از عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز ارائه دهند. شایان ذکر است که معیارهای حذف‌شده بی‌اهمیت نیستند، بلکه از اهمیت کمتری برخوردارند.

همان‌طور که در شکل ۶ مشخص است، وزن عوامل مدل ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز عبارت‌اند از: ۱. مدیریت و رهبری واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (۰/۳۲۱)؛ ۲. منابع فیزیکی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (۰/۳۲۷)؛ ۳. منابع انسانی واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (۰/۱۶۴)؛ ۴. فرایندهای سازمانی و توجه به نیازهای ذی‌نفعان واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (۰/۱۲۱)؛ ۵. میزان سرمایه‌گذاری و منافع مالی به‌دست‌آمده از واحد فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری با محیط زیست (۰/۰۶۷). جدول ۵ به مقایسهٔ تحلیلی مدل‌های یادشده و مدل پیشنهادی هرم سبز ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات پرداخته است.

جدول ۵. بررسی و مقایسهٔ تحلیلی مدل‌های مرسوم با مدل پیشنهادشده

روش رتبه‌بندی ابعاد و ارزیابی واحدها	پوشش مباحث همگرایی با محیط زیست	پوشش مباحث مدیریتی ICT	پوشش مباحث فنی ICT	مدل
RADAR	فقط در یکی از ابعاد مدل مطرح‌شده	به‌طور کامل	در حد متوسط	ICTINQA
BSC	به‌طور کامل	در حد متوسط	به‌طور کامل	Green ICT BSC
---	به‌طور کامل	در حد ضعیف	به‌طور کامل	ITU-T L. Seriece
ADLI-LeTCI	به‌طور کامل	پوشش مباحث مدیریتی عمومی	---	GMM
AHP	به‌طور کامل	به‌طور کامل	به‌طور کامل	مدل پیشنهادی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هرم سبز، ارزیابی عملکرد واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات با رویکرد ارتباطات سبز، شامل بعد محوری مدیریت و رهبری واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سازگاری محیط زیست است. دو بعد منابع فیزیکی و منابع انسانی واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در یک سمت هرم و دو بعد فرایندهای سازمانی و توجه به نیاز ذی‌نفعان و میزان سرمایه‌گذاری و منافع مالی

به‌دست‌آمده از واحدهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سمت دیگر هرم قرار دارند. با برقراری معیارهای بیان‌شده در دو جناح هرم و برپایی زمینهٔ اولیهٔ قوی در سازمان حول محوریت مدیریت و رهبری، می‌توان با برخورداری از همگرایی مطلوب در محیط زیست به واحد پایدار دست یافت، واحدی که هم خود و هم جامعه از فعالیت‌های آن بهره‌مند می‌شوند.

واحدهایی که رتبهٔ بهتری را کسب می‌کنند پایداری مطلوب‌تر دارند و همگرایی بیشتری با محیط زیست برقرار می‌کنند. چنین واحدهایی در پایداری سازمان برای رسیدن به اهداف کلی، تأثیر شایان و بسزایی خواهند داشت.

برای تحقیقات آتی می‌توان به بررسی اعتبار مدل در سازمان‌هایی با ویژگی‌های مختلف شبیه سازمان‌های تولیدی و خدماتی به‌طور جداگانه پرداخت و مشخص کرد نوع سازمان می‌تواند در ابعاد و معیارهای مدل اثرگذار باشد یا خیر. تبیین بیشتر نظام‌ها و راهکارهای مدیریتی و فنی فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توجه به محیط زیست در سطوح سازمانی تا ملی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. همچنین با مطالعات بیشتر در طراحی، ساخت و بهره‌برداری از فناوری اطلاعات و ارتباطات، می‌توان به همسویی بیشتر با محیط زیست رسید. پیوند و ارتباط سازمان‌های فعال در فناوری اطلاعات و ارتباطات با سازمان‌های دوستدار محیط زیست و همکاری هرچه بیشتر این دو حوزه نیز می‌تواند مفید واقع شود.

References

Albadvi, A. & Keramati, A. (2005). A model for evaluation of information technology effects on organizational productivity: The role of complementary investments. *Modares Technical and Engineering,* 18(35): 35-45. (*in Persian*)

Andresen, J. L. (1999). Evaluation of IT in the Danish construction industry. *Sixth European Conference on Information Technology Evaluation*, Uxbridge, 01/01/1999.

Chowdhury, G. (2012). How digital information services can reduce greenhouse gas emissions. *Online Information Review,* 36(4): 489-506.

Cram, A. (2007). The IT balanced scorecard revisited. *Information Systems Control Journal,* 5 (33): 1-5.

EPA. (2014). Greenhouse Gas Inventory Data Explorer. from http://www .epa.gov/climatechange/ghgemissions/inventoryexplorer/#allsectors/allgas/econsect/all.

Fiorina, C. (2007). The IT Balanced Scorecard Revisited. *Information Systems Control Journal,* 3, from www.isaca.org.

GB921, T. (2004). *Enhanced Telecom Operations Map (eTOM)-The business process framework:* Approved Version 4.0, TM Forum Guidebook, from www.tmforum.org.

Hajiakhoondi, E., Hashemzadeh Khorasgani, G., Rahmany Youshanlouei, H. & Mirkazemi Mood, M. (2014). Proposing a Model to Evaluate Communication Technologies in Mobile Communication Industry. *Journal of Information Technology Management*, 5(4): 47-66.

Haj-jabbari, S. (1995). *An Analysis of Correlation Between IT Investment And The Company Performance Within The Life Insurance Industry in The United Kingdom.* (M.s. Thesis), Bolton Institute.

Howard, D. (2011). *IT Release Management: A Hands-on Guide*, printed inThe USA, CRC Press.

Irani, M. & Haghighi, M. (2014). The Impact of Social Networks on the Internet Business Sustainability (With Emphasis on the Intermediary Role of Entrepreneurial Purpose of Online Branches of Mellat Bank's Portal). *Journal of Information Technology Management*, 5(4): 23-46.

ISACA. (2010). *DS12 Manage the Physical Environment*. from https://www.isaca.org/popup/Pages/DS12-Manage-the-Physical-Environment.aspx.

ICTINQA. (2011a). *National Quality Award Association*. Tehran: Ministry OF I.C.T Retrieved from http://www.tic.ir/content/media/image/ 2012/01/11709_ orig. pdf. (*in Persian*)

ICTINQA. (2011b). *National Quality Award structure*. Tehran: Ministry OF I.C.T Retrieved from http://ictinqa.ir/pages/p19. (*in Persian*)

ITU-T, Telecommunication Standardization Sector of ITU (2011/02). *Overview and general principles of methodologies for assessing the environmental impact of information and communication technologies.*

ITU, Telecommunication Standardization Sector of ITU (2013). *Green ICT Standards* (A Path to environmental sustainability) pp. 24.

Kerr, D. S. & Murthy, U. S. (2013). The importance of the CobiT framework IT processes for effective internal control over financial reporting in organizations: An international survey. *Information & Management,* 50(7): 590-597.

Kirwin, B. (2006). IT performance reporting inadequacies impact IT value proposition. *Gartner, Junho*.

Lucas, H.C. (1999). *Information technology and the productivity paradox: Assessing the value of investing in IT*: Oxford University Press New York.

Ma, M. & Yang, Y. (2014). *Green Communications and Networks*. (Vol. 54): WIT Press.

Maccani, G. (2011). *Green IT balanced scorecard.* (Master of science), Milan Polytechnic, Milan.

Mohammadi, A. & Amiri, Y. (2014). A Survey on Identification & Explanation of Factors Affecting IT Innovation Adoption in Governmental Organizations Using SEM. *Journal of Information Technology Management*, 5(4): 195-218.

Momeni, M., Dashti, M., Bayramzadeh, S. & Soltan Mohammadi, N. (2013). *Structural Equation Modeling*. (Vol. 1). Tehran: Momeni, Mansour. (*in Persian*)

Murugesan, S. (2008). Harnessing green IT: Principles and practices. *IT professional,* 10(1): 24-33.

Nourimoghadam, M. (2011). eTOM - The Business Process Framwork for the Information and Comunications Services Industry. *Telecommunication's world magazine*, 85 (4): 59-62. (*in Persian*)

Obaidat, M. S., Anpalagan, A. & Woungang, I. (2012). *Handbook of Green Information and Communication Systems*: Academic Press is an imprint of Elsevier., USA.

Raeis Safari, M., Ghazanfari, M. & Fathian, M. (2009). COBIT A Suitable Framework for Measuring IT Governance in Organizations. *Journal of Information and Communication Technology,* 1(1-2): 55-65.

Saraidarian, M. & Emami, M. H. (2011). *Green Management Model*. Tehran: Iranian Society for Green Management. (*in Persian*)

Schulz, G. (2010). *The green and virtual data center*. USA: Auerbach Publications.

Shabani, M., Nazemi, E., & Farahi, A. (2010). Introduction of Organizational Knowledge Assessment Model in Information Technology based on Organizational Maturity. *Paper presented at the National Congress of Challenges of Management and Leadership in Iranian organizations*, Islamic Azad University - Science and Research Branch Esfahan. July 15, (*in Persian*)

Singh, A., Rishi, M. & Shukla, R. (2011). *Green management and environmental sustainability: a case of ITC Green Center*.

Stewart, R. A. (2008). A framework for the life cycle management of information technology projects: Project IT. *International Journal of Project Management,* 26(2): 203-212 .

Stewart, R. A. & Mohamed, S. (2001). Utilizing the balanced scorecard for IT/IS performance evaluation in construction. *Construction Innovation: Information, Process, Management,* 1(3): 147-163.

Toloei Ashlaghi, A., Safakish, S. & Poorebrahimi, A. (2011). *Multivariate Statistical Analysis (Vol. 1).* Tehran: Islamic Azad University E-campus. (*in Persian*)

Van Bon, J., De Jong, A., Kolthof, A., Pieper, M., Tjassing, R., Van der Veen, A. & Verheijen, T. (2011). *Foundations of IT Service Management Based on ITIL, Volume 3*. (M. R. Jamshidi, Trans.). Tehran: Arianaghalam. (*in Persian*)

Wati, Y. & Koo, C. (2011). An Introduction to the Green IT Balanced Scorecard as a Strategic IT Management System. *Paper presented at the System Sciences (HICSS), 2011 44 Hawaii International Conference on*.

Ziaei, M. S. & Nategh, T. (2014). Telework Architecture Framework of the Ministry of Labour and Public Affairs. *Journal of Information Technology Management*, 5(4): 119-138. (*in Persian*)