

# آشنایی با فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز

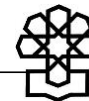
معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی  
دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین

کد موضوعی: ۲۸۰  
شماره مسلسل: ۱۴۴۶۲  
مهرماه ۱۳۹۴

## به نام خدا

### فهرست مطالب

۱.....	چکیده
۲.....	مقدمه
۴.....	۱. گام‌های برداشته‌شده به سوی فناوری اطلاعات سبز
۹.....	۲. رویکردهایی برای حرکت به سوی رایانش سبز
۱۱.....	۳. رایانش سبز در دولت الکترونیکی
۲۲.....	مطلب پایانی
۲۳.....	منابع و مآخذ



## آشنایی با فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز

### چکیده

فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز<sup>۱</sup> و رایانش سبز<sup>۲</sup> که گاهی فناوری سبز<sup>۳</sup> نیز نامیده می‌شود، به‌کارگیری سیستم‌های رایانه‌ای و منابع مرتبط از قبیل نمایشگر، چاپگر، سامانه‌های ذخیره‌سازی و شبکه به‌طور سازگار با محیط زیست، کارآمد و مؤثر با حداقل تأثیر منفی بر محیط زیست را به ارمغان می‌آورد.

در جوامع امروزی همان‌طور که تعداد رایانه‌ها روزبه‌روز در حال افزایش است، مقدار برق مصرف‌شده توسط آنها نیز موجب افزایش محتوای کربن در جو زمین است. این مشکل توسط دولت‌ها و سازمان‌ها درک شده و اقداماتی برای به حداقل رساندن استفاده از انرژی رایانه‌ها در حال شکل‌گیری است. با استفاده از فناوری اطلاعات سبز می‌توان مصرف انرژی را از طریق تکنیک‌های رایانش سبز کاهش داد که این به معنای انتشار کمتر دی‌اکسیدکربن ناشی از سوخت‌های فسیلی در نیروگاه‌ها و حمل‌ونقل است که همچنین صرفه‌جویی منابع مالی و انرژی را به همراه خواهد داشت. فناوری اطلاعات سبز شامل سیاست‌های تشویقی دولت جهت بازیافت و کاهش مصرف انرژی توسط افراد و کسب‌وکارها است. اهداف فناوری اطلاعات سبز شامل کاهش استفاده از مواد خطرناک، به حداکثر رساندن بهره‌وری انرژی در طول عمر محصول و ترویج قابلیت بازیافت و یا زیست‌تخریب‌پذیری محصولات و زباله‌های کارخانه‌ها است ( Sharmila Shinde, Simantini Nalawade, July 2013). در کشور ما با توجه به توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، لزوم توجه به فناوری اطلاعات سبز از ضروریات به‌شمار می‌رود. در این گزارش با انجام مطالعات مرتبط با موضوع به بررسی مفهومی فناوری اطلاعات سبز در برخی کشورها پرداخته می‌شود و پس از آن رویکردها و سیاست‌های رایانش سبز مورد بررسی قرار می‌گیرند. با توجه به اینکه دولت به‌عنوان متولی تنزل اثرات زیست‌محیطی در بخش عمومی است به اصول، استراتژی‌ها و سیاست‌های فناوری اطلاعات سبز در دولت الکترونیک پرداخته می‌شود و در نهایت پیشنهادهایی برای اجرای فناوری اطلاعات سبز در کشور ارائه می‌شود.

۱. Green ICT

۲. Green Computing

۳. Green Technology

## مقدمه

## ۱. فناوری اطلاعات سبز چیست؟

در پی مواجهه با این واقعیت که کره زمین در حال گرم شدن است و از سویی افزایش هزینه‌های انرژی در سازمان‌های دولتی و شرکت‌های خصوصی در سراسر جهان و افزایش سرمایه‌گذاری‌ها در بررسی روش‌های حفاظت از محیط زیست، یک جنبش جهانی روبه‌رشد برای به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌صورت سازگار با محیط زیست به وجود آمده است.

«فناوری اطلاعات سبز» نامی است که برای این جنبش انتخاب شده است و نمایانگر استفاده از

فناوری اطلاعات و ارتباطات با هدف کاهش مصرف انرژی و ضایعات زیست‌محیطی است. (hp, 2011)

در راستای حمایت از فناوری اطلاعات سبز در سال ۱۹۹۱ آژانس حفاظت از محیط زیست<sup>۱</sup> برنامه «روشنایی سبز»<sup>۲</sup> را با هدف ترویج روشنایی با انرژی کارآمد معرفی کرد. این جنبش در سال ۱۹۹۲ توسط انجمن انرژی‌استار<sup>۳</sup> که برنامه بهره‌وری انرژی برای رایانه‌ها و صفحه‌نمایش را پایه‌گذاری کرد دنبال شد و در دهه گذشته نیز رشد سریع رایانش ابری در کسب‌وکار و کاهش هزینه‌های مصرف انرژی برای به راه‌اندازی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات از محرک‌های اصلی فناوری اطلاعات سبز محسوب می‌شوند. (Robert R. Harmon, August, 2009)

فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز در واقع مطالعه و به‌کارگیری روش‌های نوین برای طراحی، ساخت، استفاده و دفع قطعات الکترونیکی به‌صورت سازگار با محیط زیست است. همچنین فناوری اطلاعات سبز راه‌حلی برای مقابله با مشکل زباله‌های الکترونیکی خطرناک به حساب می‌آید که نگرانی‌های تخریب محیط زیست را به همراه دارند. می‌توان گفت فناوری اطلاعات سبز با تولید محصولات سازگار با محیط زیست و تشویق بخش‌های فناوری اطلاعات برای در نظر گرفتن مواردی مانند مجازی‌سازی، مدیریت انرژی و عادات مناسب بازیافت همراه است. (Dr.S., Pratibha, & Soshya, May 2014)

به‌طورکلی این رویکرد در تمام سطوح تولید، مصرف و دفع برای به حداقل رساندن تأثیر فناوری

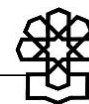
بر محیط زیست جهانی دخالت دارد. (staples, 2015)

تعاریف متعددی از سوی منابع گوناگون برای فناوری اطلاعات سبز ارائه شده است از جمله اینکه مجله رسمی جمهوری فرانسه در سال ۲۰۰۹، فناوری اطلاعات سبز را طراحی و به‌کارگیری فناوری

۱. United States Environmental Protection Agency (EPA)

۲. Green Light

۳. هر محصولی که این لوگو بر روی آن قرار داشته باشد، توسط انجمن Energy Star بررسی شده و میزان مصرف توان و سازگاری آن با محیط زیست مورد تأیید این انجمن بوده است.



اطلاعات و ارتباطات به‌گونه‌ای که کاهش اثرات مخرب انسانی بر محیط زیست را باعث شود، تعریف کرده است. (Green it Consulting, 2015)

با توجه به تعاریف متعددی که ذکر شد، فناوری اطلاعات سبز اصطلاحی کلی با اشاره به راهکارهای آگاهانه برای توسعه، استفاده، بازیافت و استفاده از منابع به شیوه‌ای سازگارتر با محیط زیست است.

تقریباً در تمام عرصه‌های فناوری اطلاعات، پزشکی، حمل‌ونقل و کشاورزی به‌طور غیرمستقیم ماشین‌آلاتی دخالت دارند که نیازمند مصرف انرژی و هزینه‌های گزافی می‌باشند. این تجهیزات و ماشین‌آلات مورد استفاده بشر که به‌ظاهر دارای ویژگی‌ها و مشخصات چشمگیری هستند، می‌توانند در مواردی برای محیط زیست اثرات مخربی داشته باشند. در این راستا فناوری اطلاعات سبز رویکردی برای کاهش استفاده از مواد خطرناک، به حداکثر رساندن بهره‌وری از انرژی در طول عمر محصول و ترویج قابلیت بازیافت و ایجاد قابلیت زیست‌تخریب‌پذیری محصولات از بین رفته و زباله‌های کارخانه‌ها به‌شمار می‌آید که به‌منظور پایداری و حفظ محیط زیست به‌کار برده می‌شود؛ بنابراین با به‌کارگیری اصول فناوری اطلاعات سبز می‌توان به حفاظت از محیط زیست پرداخت. موارد زیر پاره‌ای از اقدامات سبز را برای رسیدن به اهداف سبز بیان می‌کنند:

• استفاده از محصولات دارای لوگوی «انرژی‌استار» که در حفاظت از انرژی و مصرف بهینه کمک می‌کنند.

• به‌کارگیری کاتالوگ‌های مؤسسه<sup>۱</sup> CSCI برای انتخاب محصولات سبز و حامی محیط زیست.

• استفاده از دیودهای ساطع نور ارگانیک<sup>۲</sup> به‌جای صفحه‌نمایش‌های معمول و رایج.

• قطع منبع تغذیه با دستگاه‌های جانبی هنگامی که رایانه خاموش است.

• اهدای رایانه‌های قدیمی و لوازم جانبی دیگر برای کاهش زباله‌های الکترونیکی. این عمل باعث می‌شود علاوه بر کاهش زباله‌ها، اشخاصی که قادر به خرید رایانه نمی‌باشند از این کمک‌ها بهره‌مند شوند. بدین ترتیب محصولات هدایی که قادر به استفاده مجدد نیستند شناسایی شده و با نظارت افراد مسئول به شیوه‌های مناسب دفع خواهند شد.

• با وجود اینکه انتظار می‌رفت ظهور رایانه‌ها اتلاف کاغذ را کاهش دهند، با این حال امروزه اتلاف کاغذ یک مسئله جدی در صنایع است. دسترسی و استفاده آسان از فتوکپی و پرینتر نیز یکی از موارد محرک در اتلاف بدون کنترل کاغذ است که در سیاست‌های فناوری اطلاعات سبز مطرح شده است.

---

۱. The Climate Savers Computing Initiative (CSCI) گروهی غیرانتفاعی از مصرف‌کنندگان، کسب‌وکارها و سازمان‌های حفاظتی تشکیل شده در سال ۲۰۰۷ است که به ترویج فناوری‌های هوشمندی برای بهبود بهره‌وری و کاهش مصرف انرژی کامپیوترها می‌پردازد.

- استفاده از دستگاه‌ها تنها در مواردی که واقعاً ضرورت دارند.
- ساخت دیسک و جعبه‌های موردنیاز برای بازی‌های ویدئویی، مصرف حجم زیادی از منابع را به همراه دارد. تولیدکنندگان بازی‌های ویدئویی می‌توانند بازی‌ها را به صورت آنلاین ارائه دهند که منجر به کاهش زباله‌های الکترونیکی خواهد شد. این حرکت می‌تواند در کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل نیز مؤثر واقع شود.
- استفاده از نرم‌افزار «Local Cooling» می‌تواند بر پایین آوردن انرژی مصرف شده توسط رایانه‌ها تأثیر داشته باشد. این برنامه باعث تنظیم منبع تغذیه و مصرف انرژی رایانه‌ها می‌شود و در به حداقل رساندن مصرف انرژی کمک می‌کند. (Sharmila Shinde Simantini Nalawade, July 2013)

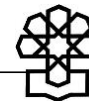
### ۱. گام‌های برداشته شده به سوی فناوری اطلاعات سبز

امروز بسیاری از برنامه‌های دولت‌ها در سراسر جهان متمرکز بر پایداری محیط زیست هستند و در حوزه ارائه طرح‌های فناورانه برای کاهش گازهای گلخانه‌ای تلاش می‌کنند. به عنوان مثال وزارت علم، فناوری و نوآوری دانمارک برای استقرار فناوری سبز تلاش می‌کند و وزارت اقتصاد، تجارت و صنعت ژاپن که در آن اقدامات آغازین فناوری سبز تأسیس شده، یک مدل کارآمد و جامع از سیاست‌های نوآوری سبز ارائه داده است.

وزارت انرژی ایالات متحده<sup>۱</sup> و آژانس حفاظت از محیط زیست نیز در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز اقدامات گسترده‌ای انجام داده‌اند. ایالات متحده معتقد است اگرچه تکنولوژی ممکن است به نوآوری سبز کمک کند، اما پایه‌گذاری سیاست‌های استراتژیک در این زمینه یک عنصر حیاتی به شمار می‌آیند. به منظور تشویق پروژه‌های صرفه‌جویی در انرژی، دولت آمریکا بودجه‌ای به مبلغ ۷۱ میلیارد دلار اختصاص داده است. (Daniel , Jin , & Jingfang, 2011)

توجه به موضوع حیاتی حفاظت از محیط زیست و تأثیر فناوری اطلاعات بر این امر باعث شده که دولت‌ها قوانین و استانداردهایی را در این حوزه وضع کنند. از جمله این موارد که برای حفظ محیط زیست توسط کشورهای مختلف به تصویب رسیده است، استانداردهای EPEAT، WEEE، RoHS و Energy Star 4.0 می‌باشند که در جدول زیر بیان شده‌اند.

۱. US Department of Energy (DoE)



### جدول ۱. استانداردهای حفاظت از محیط زیست مرتبط با فناوری اطلاعات

نام استاندارد یا قانون	پشتیبان	حوزه نظارت	مطلوبیت
RoHS: Restriction of Hazardous Substances	اتحادیه اروپا	مواد خطرناک در تجهیزات برق و الکترونیک	<ul style="list-style-type: none"> <li>براساس این قانون بازگشت محصولات استفاده شده توسط مصرف کنندگان به صورت رایگان است و برای مدیریت صحیح زباله های الکترونیکی به کار می رود.</li> <li>طراحی برای پایداری محیط زیست هدف اصلی است و تولیدکنندگان باید برای فروش محصولات به طرح های انطباق با این استاندارد پیوندند. (RoHS Guide, 2015)</li> </ul>
WEEE: Waste Electrical and Electronic Equipment Directive	اتحادیه اروپا	ضایعات برق و الکترونیک	<ul style="list-style-type: none"> <li>در این استاندارد سرب، جیوه، کادمیوم و ۳ عنصر دیگر به عنوان مواد خطرناک شناسایی شده اند.</li> <li>استفاده از این مواد محدودیت دارد و تنها در موارد خاص استفاده می شود. (WEEE, 2015)</li> </ul>
EPEAT: Electronic Product Environmental Assessment Tool	سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده، گروه انرژی ایالات متحده	مصرف کارآمد انرژی در دسکتاپ ها، نوت بوک ها و صفحه نمایش ها	<ul style="list-style-type: none"> <li>پذیرش این استاندارد به طور کلی داوطلبانه است، اما برای فروشندگان تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات به سازمان های دولتی، جزء شرایط اجباری است. (Green Electronics Council, 2015)</li> </ul>
Energy Star 4.0	سازمان حفاظت از محیط زیست ایالات متحده، گروه انرژی ایالات متحده	مصرف کارآمد انرژی در دسکتاپ ها، نوت بوک ها و ایستگاه های کاری	<ul style="list-style-type: none"> <li>تنظیم مجموعه ای از استانداردها برای منابع تغذیه داخلی و خارجی و حالت های خواب، بیکار و آماده به کار رایانه ها. (energystar, 2015)</li> </ul>

کنسرسیوم شبکه سبز هم یک ابتکار فوق العاده از ارتباط جهانی سازمان ها برای توسعه و حمایت از استانداردها، روش های اندازه گیری، فرآیندها و فناوری های جدیدی است که منجر به بهره وری انرژی در مراکز داده می شوند. (Soshya, May 2014 & Dr.S., Pratibha)

کشورهای در حال توسعه نیز گام هایی به سوی سیاست گذاری های فناوری اطلاعات سبز برداشته اند از جمله اینکه در اجلاس کپنهاگ، هند متعهد شده که انتشار گازهای گلخانه ای در حوزه صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات را حداقل ۲۰ درصد در مقایسه به سطح انتشار سال ۲۰۰۵ کاهش دهد. وزارت محیط زیست و جنگل هند گام هایی را تحت طرح «اقدام ملی در تغییرات آب و هوایی» آغاز کرده است. (Government of India Ministry of Environment and Forest, march 2011)

در آفریقا نیز <sup>۱</sup>Safaricom طرح زباله های الکترونیکی در کنیا را همراه با آفریقای جنوبی ارائه کرده است. اغلب در آفریقا بازیافت به صورت سهل انگارانه، گاه به گاه، بدون قید و بند و بیشتر در محل های دفن زباله و مکان های مهار نشده انجام می گیرد. این موضوعی است که در بیشتر کشورهای

۱. اپراتور شبکه تلفن همراه در کنیا است. Safaricom.

آفریقایی وجود دارد و هنوز سیاستی برای حمایت از محیط زیست و مدیریت زباله‌های الکترونیکی اجرا نشده است.

یکی از مشکلات کشورهای در حال توسعه در حوزه فناوری اطلاعات سبز، واردات دستگاه‌های تقلبی از چین است که دارای کیفیت پایینی هستند و برای محیط زیست تهدید به شمار می‌روند. علاوه بر کیفیت محصولات موضوع دیگری که در فناوری اطلاعات سبز مطرح می‌شود بحث مصرف انرژی توسط تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات است. (Malakata, 2014)

انرژی مصرفی در تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات علاوه بر شبکه‌های مخابراتی، در بسیاری از بخش‌های دیگر بسیار بالا است. مصرف انرژی در فناوری اطلاعات و ارتباطات به شش بخش قابل توجه از قبیل رایانه‌های شخصی و صفحه‌نمایش‌ها (۴۰٪)، دیتاسنترها (۲۳٪)، ارتباطات خطوط ثابت (۱۵٪)، ارتباطات تلفن همراه (۹٪)، شبکه‌های LAN (۷٪) و چاپگرها تقسیم شده است.

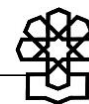
برای اندازه‌گیری مصرف انرژی در حال حاضر معیارهای رایج مربوط به مصرف انرژی، در فناوری اطلاعات سبز نیز به کار می‌روند. برای کمک به درک سازمان‌ها و بهبود بهره‌وری از مراکز داده چندین معیار مرتبط با بهره‌وری از انرژی ارائه شده‌اند. جدول زیر خلاصه‌ای از شاخص‌ها و معیارهای بهره‌وری انرژی را نمایش می‌دهد.

جدول ۲. خلاصه‌ای از شاخص‌ها و معیارهای بهره‌وری انرژی

شاخص	معیار	سطح
مجموع مصرف برق	هزینه برق مصرفی براساس کیلووات	مراکز داده
کارایی برق مصرفی <sup>۱</sup>	نسبت توان تسهیلات به توان تجهیزات	مراکز داده
کارایی زیرساخت‌های مراکز داده <sup>۲</sup>	درصدی از توان که به تجهیزات IT می‌رسد.	مراکز داده
کارایی عملکرد مراکز داده <sup>۳</sup>	نسبت کار انجام‌شده به کل توان تسهیلات	مراکز داده
ابزار تجزیه و تحلیل	عملکرد در هر وات	هر سطحی
SWaP <sup>۴</sup>	Performance/(space x watts)	سیستم
اثرات زیست‌محیطی کربن	مقدار انتشار دی‌اکسید کربن در هر محصول، خدمات و فرآیند، تأسیسات و یا سازمان	هر سطح
عملکرد و توان SPEC <sup>۵</sup>	مصرف برق در سرورها	سیستم

Source: Rivoire, Shah, Ranganathan, Kozyrakis, & Meza, December 2007.

۱. Power Usage Effectiveness (PUE)
۲. Datacenter infrastructure efficiency(DCIE)
۳. Datacenter Performance Efficiency(DCPE)
۴. Space Watts and Power
۵. Standard Performance Evaluation Corporation (SPEC)



سازمان‌ها لازم است آموزش‌هایی برای کاربران به جهت حفاظت از محیط زیست توسط استفاده عاقلانه از تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات داشته باشند. نکات زیر از جمله مواردی است که فناوری اطلاعات سبز برای کمک به حفظ محیط زیست به کاربران توصیه می‌کند:

- رایانه‌ها در هنگام شب و تعطیلات آخر هفته خاموش شوند.
- مقدار متوسطی از روشن و خاموش کردن به رایانه و مانیتور آسیب نمی‌رساند. لازم است کاربران بدانند که عمر یک مانیتور بستگی به مدت زمانی دارد که در حال استفاده است نه تعداد روشن و خاموش کردن‌های آن.
- چاپگرها را تا زمانی که فایل آماده برای چاپ نیست نباید روشن کرد. چاپگر حتی در زمانی که بیکار است انرژی مصرف می‌کند.
- اگر ضرورتی ندارد از ایمیل نسخه چاپی تهیه نشود.
- اگر کاربر مقدار زمان زیادی را صرف کار با رایانه می‌کند، کاهش سطح نور اتاق را باید در نظر بگیرد و ممکن است در دید صفحه‌نمایش نیز کمک کند.
- در حال حاضر رایانه‌ها مجهز به ویژگی مدیریت انرژی و توان هستند. اگر رایانه کاربر دارای این ویژگی است، باید مطمئن شود که فعال است.
- بهترین محافظ صفحه‌نمایش‌ها<sup>۱</sup> واقعاً محافظ نیستند و عاقلانه این است که صفحه‌نمایش را هنگامی که از آن استفاده نمی‌شود خاموش کرد و محافظ صفحه‌نمایش را به‌عنوان گزینه دوم در نظر گرفت.
- استفاده از روش‌های ارتباطی «بدون کاغذ» مانند ایمیل و فکس - مودم.
- هنگام تایپ اسناد، به‌خصوص در حالت پیش‌نویس، استفاده از یک فونت کوچک‌تر و کاهش فاصله بین خطوط، به کاربران توصیه می‌شود.
- بررسی اسناد بر روی صفحه‌نمایش به‌جای چاپ پیش‌نویس و استفاده از پشت کاغذ که سفید است یکی از راهکارها برای صرفه‌جویی در مصرف کاغذ و انرژی چاپگر است.
- استفاده از یک چاپگر که بتواند اسناد را دوطرفه چاپ کند.
- زباله‌های کاغذی را از سایر زباله‌ها برای بازیافت می‌توان جدا کرد.
- اگر واقعاً به صفحه‌نمایش بزرگ نیازی نیست بهتر است از صفحه‌نمایش کوچک استفاده کرد. اگرچه صفحه‌نمایش بزرگ جذاب‌تر است، اما یک صفحه‌نمایش ۱۷ اینچ، ۴۰ درصد بیشتر از یک مانیتور ۱۴ اینچ انرژی مصرف می‌کند.
- از فروشنده رایانه درخواست شود بسته‌بندی قابل بازیافت به مشتریان ارائه کند.

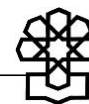
• در چاپگرها از جوهرهای گیاهی به جای جوهرهای نفتی می‌توان استفاده کرد. این جوهرها از منابع تجدیدپذیر ساخته می‌شوند و نیاز کمتری به حلال‌های سمی و خطرناک دارند.

باید گفت تأثیر استراتژی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز در بازار سرمایه دست کم گرفته شده است و بسیاری از مؤسسات و سازمان‌ها به دلیل اهمیت انجام فعالیت‌های بشردوستانه به این مهم روی آورده‌اند؛ اما نتایج حاصله از تجربیات بیانگر این است که فناوری اطلاعات سبز می‌تواند قیمت سهام و ارزش سازمان‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعات مختلف نیز نشان داده شده که کارکنان ترجیح می‌دهند برای یک سازمان آگاه به مسائل محیط زیست فعالیت کنند. تعهد روشن به مسئولیت اجتماعی سازمان‌ها، کارکنان جدید و آینده‌نگر را تحت تأثیر قرار می‌دهد و این امر موجب افزایش اعتماد، وفاداری و رضایت در کارکنان خواهد شد. جدول زیر مزیت‌های فناوری اطلاعات سبز در گروه‌های مختلف اجتماعی را نمایش می‌دهد.

جدول ۳. مزیت‌های فناوری اطلاعات سبز  
در گروه‌های مختلف اجتماعی

تأثیر	گروه
کاهش انتشار دی‌اکسید کربن کاهش مصرف منابع انطباق با الزامات قانونی (در آینده)	محیط زیست / جامعه
کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف انرژی کاهش هزینه‌های عملیاتی مراکز داده کاهش نیاز به سخت‌افزار	سازمان‌ها
افزایش رضایت کارمند افزایش وفاداری استخدام آسان‌تر	کارکنان
بهبود اعتبار افزایش قیمت سهام افزایش ارزش سازمان	بازار سرمایه
افزایش وفاداری مشتری معرفی سازمان به گروه‌های جدیدی از مشتریان افزایش رضایت مشتری	مشتریان
بهبود تصویر سازمان قدردانی از انجام مسئولیت‌های اجتماعی ارتقای ارزش تجاری	وجه عمومی

Source: T-Systems International GmbH, 2009.



اما باید اشاره کرد راهکارهای اثرگذار فناوری اطلاعات سبز بر این حوزه‌ها متشکل از گزینه‌های زیر است:

**ماده‌زدایی:** جایگزینی فعالیت‌های تولیدکننده کربن بالا با گزینه‌های حافظ محیط زیست مانند صدور صورتحساب الکترونیکی به جای صورتحساب کاغذی، کنفرانس از راه دور به جای سفر به جلسات و استفاده از رسانه‌های الکترونیکی به جای لوح فشرده و روزنامه.

**موتور هوشمند:** معرفی فناوری اطلاعات و ارتباطات به بخش تولید برای تغییر مقدار انرژی استفاده شده توسط خطوط تولید به جای موتورهایی که نیاز به خاموش و روشن کردن دارند.

**تدارکات هوشمند:** فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند ارتباطات و برنامه‌ریزی بهتری را در شبکه حمل‌ونقل و تحویل محصول به مشتری موجب شود.

**ساختمان هوشمند:** در حال حاضر ساختمان‌ها و چگونگی استفاده از آنها با هدف مطلوب فاصله زیادی دارند. از فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌توان در ایجاد راه‌حل‌های مبتنی بر سیستم خودکار برای تولید روشنایی و گرمایش، مصرف نور خورشید و یا ایجاد سایه از گرمای ناخواسته بهره گرفت. (Global Action Plan, 2009)

## ۲. رویکردهایی برای حرکت به سوی رایانش سبز

برای حرکت به سوی فناوری اطلاعات سبز و پایداری در حفظ محیط زیست، اقداماتی توصیه شده که شامل موارد زیر است:

**توسعه یک برنامه فناوری اطلاعات سبز پایدار:** گفتگو با رهبران کسب‌وکارها برای قرار دادن طرح‌های فناوری اطلاعات سبز در سیاست‌های سازمانی و دولتی از جمله این موارد است. چنین طرح‌هایی باید شامل سیاست‌های بازیافت، توصیه‌هایی برای دفع تجهیزات مورد استفاده، دستورالعمل‌های دولتی و توصیه‌هایی برای خرید تجهیزات رایانه‌ای سبز باشد. بهترین شیوه‌های استقرار رایانش سبز و سیاست‌های پیرو آن باید چگونگی استفاده صحیح از قدرت، کاهش مصرف کاغذ و همچنین توصیه‌هایی برای تجهیزات جدید و بازیافت ماشین‌آلات قدیمی را پوشش دهند. (hp, 2011)

**یکپارچگی مراکز داده:** مراکز داده که به دلیل مصرف انرژی فوق‌العاده بالا مورد انتقاد قرار گرفته‌اند، کانون اصلی برای حامیان رایانش سبز می‌باشند. مراکز داده به‌طور بالقوه می‌توانند مصرف انرژی و کارآیی فضا و حجم خود را از طریق تکنیک‌هایی مانند ذخیره‌سازی یکپارچه و مجازی‌سازی بهبود بخشند. بسیاری از سازمان‌ها در کشورهای مختلف اقدام به کاهش تعداد مراکز داده و ایجاد مراکز داده یکپارچه کرده‌اند که نتیجه آن مصرف انرژی کمتر است. دولت ایالات متحده نیز با استفاده از فناوری خنک‌کننده تبخیری توانسته حداقل ۱۰ درصد از انرژی مصرفی مراکز داده را کاهش دهد.

**مجازی‌سازی:** مجازی‌سازی اشاره به یک لایه انتزاعی دارد به طوری که فرآیندهای چند سیستم کامپیوتری در یک مجموعه سخت‌افزار فیزیکی اجرا شوند. مجازی‌سازی به افزایش بهره‌وری سخت‌افزار، کاهش هزینه، کاهش مصرف انرژی، کاهش خنک‌کننده‌ها و سازمان‌دهی هزینه‌ها کمک می‌کند که باعث حفظ سرمایه سازمان می‌شود.

**بازیافت:** به دور انداختن تجهیزات الکترونیکی باید در یک مکان مناسب و سازگار با محیط زیست و با شیوه‌ای مسئولانه در برابر محیط زیست انجام شود. کامپیوتر فلزات سمی و آلاینده‌هایی دارد که می‌تواند گازهای گلخانه‌ای مضر را برای محیط زیست تولید و منتشر کند. هرگز نباید رایانه‌ها را در محل‌های دفن زباله دور انداخت. می‌توان آنها را از طرق برنامه‌های سازنده‌ای که در هر دولتی برنامه‌های ویژه مخصوص به خود را دارد، بازیافت کرد یا رایانه‌های قابل استفاده را به یک سازمان غیرانتفاعی اهدا کرد. همچنین بسیاری از مواد مورد استفاده در ساخت سخت‌افزارهای کامپیوتری می‌توانند در فرآیند بازیافت برای استفاده در تولیدات آینده به کار گرفته شوند. استفاده مجدد از قلع، سیلیکون، آهن، آلومینیم و انواع پلاستیک به کار رفته در کامپیوترها می‌تواند هزینه‌های ساخت سیستم‌های جدید را کاهش دهند. دستگاه‌های الکترونیکی، لوازم صوتی و تصویری، تلفن‌های همراه و سایر دستگاه‌ها و قطعات کامپیوتری شامل عناصر ارزشمند و مواد مناسب از جمله سرب، مس، طلا برای احیا می‌باشند. استفاده مجدد از این مواد می‌تواند مصرف و استخراج آنها از محیط زیست را کاهش دهد و منابع آنها برای نسل‌های آینده حفظ شود.

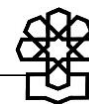
**تصمیم‌گیری در خرید با توجه به سازگاری محصول با محیط زیست: EPEAT**<sup>۱</sup> ابزار ارزیابی سازگاری با محیط زیست در حوزه محصولات الکترونیکی است که توسط شورای الکترونیک غیرانتفاعی سبز تهیه شده است که مزایای زیر را دربر دارد:

- راهنمای ارزیابی خریداران سازمانی، مقایسه و انتخاب رایانه‌های رومیزی، نوت‌بوک‌ها و صفحه‌نمایش‌ها براساس ویژگی‌های زیست‌محیطی.

- ارائه مجموعه‌ای سازگار و روشن از معیارهای عملکردی در طراحی محصولات.
- کوشش‌های سازنده برای کاهش اثرات زیست‌محیطی محصولات با رویکردهای کاهش یا از بین بردن مواد حساس به سازگاری با محیط زیست، طراحی برای طول عمر بالا و کاهش مواد بسته‌بندی.

همه محصولات ثبت شده در EPEAT باید حداقل الزامات، در زمینه اثرات زیست‌محیطی را در برداشته و انرژی کارآمد برای کاهش تغییرات آب‌وهوا در اثر انتشار گازهای گلخانه‌ای را دارا باشند. برای نشان دادن عملکرد اجتماعی و زیست‌محیطی سازمان‌ها، تولیدکنندگان باید مدیریت پایان عمر محصول و گزینه‌های بازیافت برای زمانی که محصولات غیر قابل استفاده می‌شوند را ارائه دهند.

۱. Electronic Product Environmental Assessment Tool



**کاهش مصرف کاغذ:** بسیاری از راهکارهای آسان و آشکار برای کاهش مصرف کاغذ وجود دارد از جمله ایمیل، آرشیو الکترونیکی، استفاده از ویژگی ردیابی تغییرات<sup>۱</sup> در اسناد الکترونیکی، به جای اصلاحات بر روی کاغذ، انجام چاپ اسناد با اطمینان از اینکه از هر دو طرف کاغذ استفاده شده است، بازیافت به طور منظم، استفاده از فونت‌ها و حاشیه‌های کوچک‌تر و چاپ صفحات مورد نیاز برخی از این راهکارها است.

**نگهداری از انرژی و مصرف کارآمد انرژی در رایانش:** تاکتیک‌های مدیریت انرژی می‌تواند انرژی را ذخیره و به حفاظت از محیط زیست کمک کند. استاندارد ACPI<sup>۲</sup>، یک استاندارد صنعتی است که اجازه می‌دهد تا یک سیستم عامل به طور مستقیم صرفه‌جویی مصرف انرژی در سخت‌افزارهایش را کنترل کند. این استاندارد اجازه می‌دهد تا یک سیستم به طور خودکار اجزایی مانند صفحه‌نمایش و دیسک‌های سخت خود را پس از طی یک دوره زمانی از عدم فعالیت خاموش کند.

**کار از راه دور:** کار از راه دور، دورکاری، کار در خانه<sup>۳</sup> و یا کار از خانه<sup>۴</sup> یک شیوه مدیریت کار است که در آن کارکنان از انعطاف‌پذیری در محل و ساعات کار می‌توانند لذت ببرند. شعاری که اغلب در این زمینه تکرار می‌شود این است که «کار چیزی است که شما انجام دهید، نه چیزی است که شما به آن سفر می‌کنید». در حال حاضر دورکاری در فاصله طولانی توسط ابزارهایی مانند شبکه خصوصی مجازی، ویدئوکنفرانس و انتقال صدا بر روی پروتکل IP<sup>۵</sup> تسهیل شده است. می‌توان از این فناوری‌ها برای کاهش هزینه‌های رفت‌وآمد، کاهش آلودگی محیط زیست توسط وسایل نقلیه و کاهش اتلاف زمان استفاده کرد. (Sharmila Shinde Simantini Nalawade, July 2013)

### ۳. رایانش سبز در دولت الکترونیکی

از آنجایی که گستردگی و پیشرفت دولت مدرن وابسته به فناوری اطلاعات و ارتباطات است، در نتیجه این بخش یکی از بخش‌های مهم و قابل توجه دولت به‌شمار می‌رود که متشکل از صدها مراکز داده، هزاران برنامه‌های کاربردی و بسیاری از دستگاه‌های کاربر نهایی است. چنین گستره بزرگی از فناوری اطلاعات و ارتباطات پتانسیل بسیار زیادی برای کمک به دولت سبز با کاهش زباله و بهبود بهره‌وری ارائه می‌دهد؛ بنابراین ضروری است که زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات دولت به شیوه‌ای سبز و کارآ و مقرون‌به‌صرفه عمل کند. مدل زیر، زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات را با وجود فناوری اطلاعات سبز در دولت نشان می‌دهد:

۱. track changes
۲. The Advanced Configuration and Power Interface (ACPI)
۳. working at home (WAH)
۴. working from home (WFH)
۵. Voice over Internet Protocol (VoIP)

شکل مدل زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات با توجه به فناوری اطلاعات سبز



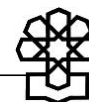
این مدل دارای سه لایه سیاست‌ها، اصول و استراتژی است که با توجه به چرخه حیات محصول که دارای مراحل ساخت و طراحی، عملکرد، استفاده مجدد و بازیافت است، ارائه شده‌اند. در ادامه هر یک از این موارد توضیح داده خواهند شد. (Cabinet Office, March 2011)

### طراحی و ساخت

در کار با تأمین‌کنندگان و شرکای خارجی، دولت باید با همکاری بخش آموزش عالی، دانشگاه‌ها و گروه‌های تحقیقاتی درگیر در زمینه فناوری اطلاعات سبز، به ترویج و آگاهی از منافع مشترک ایده‌های جدید سبز بپردازد که کاهش ضایعات، حداکثر رساندن بهره‌وری از انرژی و بهبود عملکرد را به همراه دارند. (Cabinet Office, March 2011)

### عملکرد

دولت باید با به‌کارگیری تجهیزات مؤثر، تکنیک‌های استفاده مجدد، اشتراک‌گذاری و کاهش ضایعات به بهبود محیط زیست کمک کند و بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات با کاهش مازاد تجهیزات و ایجاد فرصت برای انجام امور از طریق برنامه‌های به اشتراک‌گذاری شده و زیرساخت‌های فراسازمانی که امکان استفاده همزمان و به اشتراک گذاشتن خدماتی مانند منابع انسانی و عملکردهای تجاری برای



چندین سازمان را فراهم می‌کنند، اقدام نمایند. ادارات دولتی و سازمان‌های بخش دولتی باید به‌سوی اشتراک گذاشتن منابع فناوری اطلاعات و ارتباطات گام بردارند. موارد زیر از جمله اقدامات در این حوزه است:

- ایجاد یک پایگاه دانش از دارایی‌ها و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات. این عمل دولت را قادر به شناسایی تجهیزات و برنامه‌های کاربردی مازاد فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌کند که می‌توان آنها را حذف و یا خاموش کرد.
- به اشتراک‌گذاری و استفاده مجدد از زیرساخت‌ها و خدمات در سراسر دولت از طریق برنامه‌هایی مانند ایجاد شبکه خدمات عمومی، رایانش ابری و ارتباطات کنفرانس ویدئویی از راه دور.<sup>۱</sup>
- از بین بردن زوائد، به‌وسیله یکپارچه‌سازی و بهبود سرورها و مراکز داده در سراسر سیستم‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات.

### استفاده مجدد و دفع

هنگامی که تجهیزات و یا خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات مازاد بر نیاز هستند و یا نیاز به جایگزینی دارند، می‌توانند با به‌کارگیری صحیح «سلسله‌مراتب زباله» به شیوه سبز مراحل چرخه حیات خود را طی کنند. این سلسله‌مراتب شامل موارد زیر است:

- استفاده مجدد و یا بازسازی تجهیزات مازاد برای جلوگیری از تدارکات غیرضروری از تجهیزات جدید.

• اهدای تجهیزات مازاد.

• بازیافت و استفاده مجدد از اجزای تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات. (Murugesan, 2010)

اگر تجهیزات واقعاً زباله هستند و باید دور ریخته شوند، باید سیاست‌ها و استانداردهای لازم برای دفع تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات برای حصول اطمینان از سازگاری دولت با محیط زیست و انجام مسئولیت اجتماعی فراهم شود. دولت باید برای از بین بردن ضایعات فرستاده شده به محل‌های دفن زباله و استفاده از «انرژی حاصل از زباله» در تلاش باشد و طرحی برای دفع هرگونه مواد باقی مانده از تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات ارائه کند.

### سیاست‌های رایانش سبز

از آنجایی که دولت‌ها باید طیف وسیعی از سیاست‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و محیط زیست را پایه‌گذاری کنند، سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۱</sup> فهرستی از این موارد را مشخص کرده که جدول زیر این سیاست‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴. سیاست‌های رایانش سبز

سیاست	برنامه
(R&D) تحقیق، توسعه و نوآوری	<ul style="list-style-type: none"> <li>• برنامه‌های R&amp;D</li> <li>• تدارکات ICT سبز</li> <li>• پشتیبانی از نوآوری</li> <li>• درونی‌سازی R&amp;D و نوآوری</li> </ul>
انتشار فناوری اطلاعات سبز و کاربرد و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات	<ul style="list-style-type: none"> <li>• فناوری اطلاعات سبز در کسب‌وکار</li> <li>• استانداردها و جهت‌گذاری‌ها</li> <li>• هدایت کاربران توسط دولت</li> <li>• کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات برای افراد و مالکان</li> <li>• تغییرات سازمانی و دورکاری و...</li> </ul>
آموزش در فناوری اطلاعات و ارتباطات و محیط زیست	<ul style="list-style-type: none"> <li>• آموزش مشتریان و کاربران</li> <li>• خبرگی و مهارت در مدیریت انرژی</li> </ul>

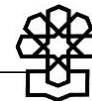
### تحریک تحقیق و توسعه و نوآوری

کاهش اثرات مخرب فناوری اطلاعات و ارتباطات و یا افزایش اثرات مفید آن در توانمندسازی کسب‌وکارها برای حفاظت از محیط زیست، مستلزم توسعه منابع کارآمد فناوری اطلاعات و ارتباطات و برنامه‌های کاربردی در این حوزه است. البته شایان ذکر است افزایش هزینه تحقیق و توسعه در فناوری‌های سبز نیز یک اولویت در بسته‌های محرک اقتصادی اخیر دولت‌ها در OECD و کشورهای بزرگ غیر OECD بوده است. اقدامات زیر مواردی است که دولت در سیاست‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز خود باید به تصویب برسانند.

#### • برنامه‌های تحقیق و توسعه

فعالیت‌های R & D برای استفاده کارآمد از انرژی در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین برنامه‌های کاربردی برای افزایش بهره‌وری انرژی در خارج از این بخش است. به‌عنوان مثال، ژاپن به‌عنوان قسمتی از شروع پروژه فناوری اطلاعات سبز، همکاری صنعت و دانشگاه را با هدف توسعه فناوری‌های کارآمد برای صرفه‌جویی انرژی راه‌اندازی کرده است. به‌عنوان مثالی دیگر، برنامه جامع کره جنوبی برای فناوری اطلاعات سبز در بخش ارتباطات، ترویج فناوری‌های ارتباطاتی جدید میان

1. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)



بخش‌های غیرمرتبط با فناوری اطلاعات برای صرفه‌جویی در انرژی، مانند برنامه‌های کاربردی ترابری هوشمند<sup>۱</sup> است. (Korea Communications Commission [KCC], 2008)

دانمارک نیز، یک صندوق مالی با بودجه قابل توجهی برای تحقیق و توسعه در حوزه‌های فناوری اطلاعات سبز، محاسبات فراگیر و دولت الکترونیک برای انجام پروژه پژوهشی «چگونه توسعه فناوری می‌تواند به یک جامعه سبزتر کمک کند» ایجاد کرده است. این پروژه شامل تحقیق و توسعه در فناوری‌های «جایگزین» سخت‌افزار و نرم‌افزار، بهبود دورکاری و تشکیل جلسات به صورت مجازی است. (Ministry of Science, Technology and Innovation, 2008)

#### • تدارکات فناوری اطلاعات سبز به وسیله دولت

در بسیاری از کشورها، دولت یکی از بزرگ‌ترین خریداران محصولات و خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات است؛ بنابراین، دولت با تنظیم الزامات زیست‌محیطی برای تهیه و تدارک نیازمندی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند به کاهش اثرات زیست‌محیطی ناشی از فناوری اطلاعات و ارتباطات کمک کرده و همچنین می‌تواند با قدرت خرید خود، افزایش رقابت و نوآوری در میان ارائه‌دهندگان سرویس‌ها و خدمات را در این بخش در برداشته باشد. (OECD, 2009)

#### • پشتیبانی از نوآوری

برخی از دولت‌ها به طور مستقیم محرک نوآوری در میان شرکت‌ها و سازمان‌ها می‌باشند، به عنوان مثال با تشویق همکاری میان سازمان‌ها و استقرار شبکه‌های نوآوری و همچنین با ارائه دسترسی به منابع مالی و خدمات پشتیبانی کسب‌وکار، نقش مؤثری را در ایجاد و توسعه برنامه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات ایفا می‌کنند. (OECD, 2009)

#### • درونی‌سازی تحقیق، توسعه و نوآوری

در سال ۲۰۰۸، دانمارک، در همکاری با OECD، کارگاه آموزشی «فناوری اطلاعات و ارتباطات و چالش‌های زیست‌محیطی»، با حضور دولت‌ها، کارشناسان ملی و دانشمندان، نمایندگان سازمان‌های بین‌المللی و... سازمان‌دهی کرده است. (International Energy Agency, 2008)

#### افزایش انتشار ICT سبز و برنامه‌های کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات

دولت موظف است استفاده از فناوری اطلاعات سبز و برنامه‌های کاربردی آن را در میان کسب‌وکارها، خانواده‌ها، سازمان‌ها و مکان‌های عمومی ترغیب کند و به عنوان یک رهبر و پیشگام اقدام به ارائه استانداردها و جهت‌گیری‌ها در این حوزه نماید.

کند بودن حرکت کسب‌وکارها و صنایع به‌سوی فناوری اطلاعات و ارتباطات سبب یک نگرانی عمده برای دولت‌ها به شمار می‌رود. اکثر دولت‌ها در زمان توسعه سیاست‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات سبب اقدام به تشویق کسب‌وکارها برای پذیرش آن، مبتنی بر ارائه بهترین شیوه‌ها برای استفاده مناسب از فناوری اطلاعات و ارتباطات سبب و همچنین ارائه ابزارهای اندازه‌گیری که می‌تواند شفافیت هزینه‌های انرژی را افزایش دهند، می‌کنند. انتظار می‌رود این سیاست‌ها برای افزایش شناسایی و شفاف‌سازی موانع بزرگ سازمان در طول مسیر حرکت به‌سوی فناوری اطلاعات سبب مفید واقع شوند. (Wikberg, 2008)

### ● دولت به‌عنوان پیشگام اولیه

برای پذیرش فناوری اطلاعات سبب در بخش عمومی، دولت می‌تواند اثرات زیست‌محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات خود را کاهش دهد و استفاده از فناوری اطلاعات سبب را در بخش خصوصی تشویق کند. تلاش دولت فقط محدود به افزایش بهره‌وری انرژی از فناوری اطلاعات و ارتباطات عمومی نیست، بلکه تأمین و پذیرش در تمام بخش‌ها را دربر می‌گیرد.

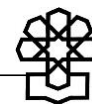
به‌عنوان مثال استراتژی فناوری اطلاعات و ارتباطات سبب در بریتانیا، برای ادارات دولتی اقداماتی از جمله خرید، پیکربندی تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات و زباله‌های الکترونیکی تعریف کرده است. این مجموعه یک لیست از «گام‌های فوری» برای اجرای اولیه برخی از اقدامات ساده اما با اثرگذاری بالا تهیه کرده است، از جمله دستورالعمل‌های چگونگی استفاده از محصولات، افزایش یکپارچگی، تجمیع سرورها و دستگاه‌ها با استفاده از مجازی‌سازی و ماده‌زدایی را در برمی‌گیرد.

### ● کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات برای افراد و خانواده‌ها

فناوری اطلاعات و ارتباطات دولت، سهم مهمی در کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و آموزش مصرف انرژی در خانواده‌ها دارد؛ اما تنها تعداد محدودی از برنامه‌های دولت در جهت ترویج افراد و خانواده‌ها برای استفاده بهینه از برنامه‌های کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌کار گرفته می‌شوند.

«برنامه گردش کار» ایرلند که مبتنی بر یک شبکه محلی حسگر بی‌سیم است، برای اندازه‌گیری ترافیک در اطراف دوبلین استفاده شده و به انتشار این اطلاعات برای خانواده‌ها می‌پردازد. این برنامه افراد را تشویق به استفاده از اطلاعات ترافیک برای تنظیم برنامه‌های رفت و آمد و شرایط کار می‌کند. همچنین برنامه شهرهای خورشیدی استرالیا یک پروژه آزمایشی در مقیاس بزرگ است که در آن توزیع فناوری‌های خورشیدی به‌کار برده شده است. فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند در جهت بهبود بهره‌وری از انرژی، مدیریت بارگذاری،<sup>۱</sup> اندازه‌گیری هوشمند و قیمت‌گذاری هزینه‌ها استفاده شود.

۱. load management



به منظور نظارت و برنامه‌ریزی مصرف انرژی و همچنین صدور صورتحساب نیز می‌توان ابزارهای اندازه‌گیری هوشمند را در خانه‌ها نصب کرد.

(Department of Communications, Energy and Natural Resources, 2008)

#### • تغییرات سازمانی

به‌کارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای ایجاد روش‌های نوین تولید، همکاری‌های سازمانی و میان‌سازمانی مانند دورکاری و کنفرانس از راه دور و حرکت کسب‌وکارها و دولت به سوی ورود به دنیای اینترنت از جمله دولت الکترونیک، کسب‌وکار الکترونیک و تجارت الکترونیک می‌تواند اثرات زیست‌محیطی سازمان را کاهش دهد. (OECD, 2008)

اقدامات اولیه توسط دولت در نروژ و انگلستان در جهت حرکت به سوی فناوری اطلاعات سبز، ترویج استفاده از برنامه‌های کنفرانس از راه دور و همکاری الکترونیکی بوده است.

#### آموزش رایانش سبز

استفاده از برنامه‌های کاربردی فناوری اطلاعات و ارتباطات مستلزم آگاهی افراد در مورد پیامدهای زیست‌محیطی است. دولت باید بکوشد تا دانش عمومی در مورد اثرات سوء فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط زیست را افزایش دهد و همچنین برنامه‌هایی مستمر برای آموزش مهارت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات برای حمایت از محیط زیست پیاده‌سازی کند. این برنامه‌ها می‌تواند به‌کارگیری آموزش الکترونیکی برای افزایش درک و آگاهی افراد از محیط زیست را شامل شود.

#### • آموزش مصرف‌کنندگان و کاربران

راه‌حل‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات هوشمند، مانند خانه هوشمند مصرف انرژی را کاهش نمی‌دهد اگر کاربران همچنان به اسراف انرژی ادامه دهند و الگوهای رفتاری خود را تغییر ندهند. توزیع محصولات فرهنگی می‌تواند یک عنصر مکمل مهم برای سیاست‌ها و برنامه‌های آگاهی‌رسانی در فناوری اطلاعات و ارتباطات تلقی شوند. (Connection Research, April 2010)

#### اصول و زیربنای فناوری اطلاعات سبز

اصول به‌کارگیری فناوری اطلاعات سبز با توجه به مراحل چرخه حیات محصول در چهار دسته طراحی و تولید، عملکرد، استفاده مجدد و دفع تقسیم‌بندی می‌شوند که به‌طور خلاصه در جدول زیر شرح داده شده‌اند. (Cabinet Office, March 2011)

**جدول ۵. اصول به‌کارگیری فناوری اطلاعات سبز با توجه به مراحل چرخه حیات محصول**

اصول و زیربنای رایانش سبز	مراحل چرخه حیات محصول
طراحی اجزا و ماژول‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری به‌طوری‌که نیاز به مصرف انرژی کمتری داشته باشند.	طراحی و تولید
قابلیت همکاری برای استفاده مجدد	
تدوین استانداردهایی از سوی دولت برای خرید و تهیه تجهیزات ICT سازگار با محیط زیست	
مدیریت انرژی	عملکرد
یکپارچه‌سازی/ مجازی‌سازی/ به اشتراک‌گذاری	
بهبود در شیوه‌های انجام کار	
بهره‌برداری از فناوری اطلاعات و ارتباطات در جهت افزایش گستردگی فناوری اطلاعات سبز	استفاده مجدد
افزایش عمر تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات	
به‌کارگیری رویکردهای استفاده مجدد، فروش مجدد و استقرار مجدد	
مدیریت دارایی	دفع
حذف مواد خطرناک با توجه به قانون WEEE	

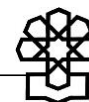
**استراتژی‌های فناوری اطلاعات سبز**

برای انطباق و حرکت فناوری اطلاعات و ارتباطات موجود به‌سوی فناوری سبز، دولت نیازمند تعریف و به‌کارگیری مجموعه‌ای از استراتژی‌ها می‌باشد تا بتواند این مسیر را به‌گونه‌ای کارا و مقرون‌به‌صرفه پییماید. این استراتژی‌ها در مراحل چرخه حیات محصول در جدول زیر به‌طور اختصار آمده و در ادامه تشریح شده‌اند. (Cabinet Office, March 2011)

**جدول ۶. استراتژی‌های فناوری اطلاعات سبز در چرخه حیات محصول**

اصول و زیربنای رایانش سبز	مراحل چرخه حیات محصول
<ul style="list-style-type: none"> <li>• خرید و تدارکات</li> <li>• دستگاه‌های کاربر نهایی</li> </ul>	طراحی و تولید
<ul style="list-style-type: none"> <li>• دستگاه‌های کاربر نهایی</li> <li>• نرم‌افزار خانه<sup>۱</sup></li> <li>• قابلیت‌ها و امکانات</li> </ul>	عملکرد
<ul style="list-style-type: none"> <li>• رایانش ابری</li> <li>• نرم‌افزار خانه</li> <li>• دستگاه‌های کاربر نهایی</li> <li>• قابلیت‌ها و امکانات</li> </ul>	استفاده مجدد
<ul style="list-style-type: none"> <li>• دستگاه‌های کاربر نهایی</li> <li>• مراکز داده</li> </ul>	دفع

۱. App Store



عملکردها باید در راستای تحقق استراتژی‌ها و اصول فناوری اطلاعات سبز انجام گیرند. در جدول زیر اصول فناوری اطلاعات سبز و استراتژی مرتبط با آن ارائه شده است.

جدول ۷. اصول فناوری اطلاعات سبز و استراتژی‌های مرتبط با آن

اصول و استانداردهای فناوری اطلاعات سبز	اجزای استراتژی فناوری اطلاعات سبز
همگانی ساختن استفاده از یک سیستم ثبت دارایی‌های برنامه‌های کاربردی برای استفاده مجدد آنها و شناسایی برنامه‌های کاربردی تکراری و غیر قابل استفاده	برنامه‌های کاربردی و نرم‌افزار خانه
راه‌اندازی نرم‌افزار خانه در دولت الکترونیک برای نگهداری کدهای منبع باز و به‌عنوان راه‌حلی در جهت استفاده مجدد برنامه‌های کاربردی	
ایجاد برنامه‌های جدید با استفاده از کامپوننت‌های موجود و در صورت امکان به‌صورت منبع باز و با به‌کارگیری استانداردهای منبع باز	
انطباق طراحی و عملکرد مراکز داده با استانداردهای روز دنیا و اطمینان از مصرف انرژی آنها مطابق با بهترین روش‌ها	رایانش ابری و مراکز داده
ادغام و یکپارچه ساختن مراکز داده و انتقال سرویس‌ها به فضای رایانش ابری	
استفاده از خنک‌کننده مایع به‌عنوان جایگزینی برای خنک‌کننده با هوا در مراکز داده و چیلرها و...	
امکان دسترسی کاربران به سرویس‌های مبتنی بر استانداردهای باز	دستگاه‌های کاربر نهایی
اطمینان از اینکه قابلیت برگشت‌پذیری شبکه در هنگام بروز اختلال و تحمل شکست، مطابق با محدوده مشخص و از پیش تعیین شده است	
اعمال تنظیمات مصرف انرژی بهینه و پایین برای دستگاه‌ها	
تنظیم استانداردهای جدید خرید تجهیزات در سازمان‌های دولتی و خصوصی و استفاده از کامپیوترهای رومیزی جدید مطابق با استانداردها، ترویج تجهیزات با قابلیت مدیریت قدرت و مصرف انرژی	
استفاده مجدد و به اشتراک‌گذاری دستگاه‌ها و تجهیزات در سراسر بخش‌های عمومی دولت	
اطمینان از پشتیبانی استانداردهای فنی، قابلیت همکاری برای تسهیل یکپارچگی و به اشتراک‌گذاری سرویس‌ها و خدمات	
تصویب استانداردهایی برای خریدهای دولتی در حوزه محصولات فناوری اطلاعات و ارتباطات	تدارکات
نیاز به افراد ماهر در زمینه فناوری اطلاعات سبز برای بهینه‌سازی سرویس‌های خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات و اطلاع‌رسانی برای اعمال برنامه‌های جدید یا تغییر یافته در مسیر فناوری اطلاعات سبز	قابلیت‌ها و امکانات

طراحی برای حرکت به سوی فناوری اطلاعات سبز می‌تواند یک یا ترکیبی از رویکردهای زیر را در

برگیرد:

**رویکرد تاکتیکی افزایشی:** در این روش، سازمان به حفظ وضع زیرساخت‌های فناوری اطلاعات

و سیاست‌های موجود ادامه می‌دهد و اقدامات ساده‌ای برای رسیدن به اهداف سبز خود از قبیل کاهش مصرف انرژی برمی‌دارد و سیاست‌هایی مانند مدیریت انرژی، خاموش کردن کامپیوتر زمانی که از آن

استفاده نمی‌شود و حفظ دمای مطلوب برای اتاق‌ها را اتخاذ می‌کند. این موارد اقدامات آسان و کم‌هزینه‌ای در پیاده‌سازی فناوری اطلاعات سبز به شمار می‌آیند.

**رویکرد استراتژیک:** در این روش، سازمان مقایسه‌ای میان نحوه به‌کارگیری زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات خود و چگونگی استفاده از آن از چشم‌انداز محیط زیست انجام می‌دهد و طرح جامعی برای دستیابی به اهداف فناوری اطلاعات سبز توسعه می‌دهد و طرح‌های متمایز جدیدی را پیاده‌سازی می‌کند.

**رویکرد عمیق سبز:** این رویکرد برپایه اقدامات برجسته در رویکرد استراتژیک گسترش می‌یابد به طوری که سیاست‌های جدیدی برای خنثی کردن کربن و جبران تولید گازهای گلخانه‌ای از جمله کاشت درختان یا استفاده از انرژی سبز تولید شده از انرژی خورشیدی یا بادی را به تصویب می‌رسانند. (Pritchard, 2010)

### مراکز داده و رایانش ابری

برای حرکت به سوی فناوری اطلاعات سبز، باید برنامه‌ای از سوی دولت برای کاهش تعداد مراکز داده دولتی از طریق مجازی‌سازی و تجمیع ارائه شود. این عمل فرصت به حداکثر رساندن بهره‌برداری از سرورها و کاهش تعداد دستگاه‌های مورد نیاز، صرفه‌جویی در انرژی و هزینه‌ها را به همراه خواهد داشت.

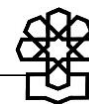
دولت باید برای برطرف ساختن محدودیت‌ها به دنبال استفاده از خدمات ابری به‌عنوان یک راهکار در جهت کاهش انرژی مصرفی برای ارائه خدمات به شهروندان باشد. رایانش ابری می‌تواند از طریق طبقه‌بندی<sup>۱</sup> براساس دسترسی مشترک، برقراری امنیت و ایجاد شرایط دسترسی، تجمیع مراکز داده را ممکن سازد، در نتیجه دستیابی به صرفه‌جویی در انرژی و هزینه‌های اضافی را دربرداشته باشد.

مراکز داده مصرف‌کنندگان بزرگی از منابع انرژی و خنک‌کننده‌ها به‌شمار می‌روند. دولت می‌تواند برای مدیریت انرژی مراکز داده، از یکسری از «بهترین روش‌ها» برای طراحی فیزیکی تأسیسات و دستگاه‌ها و نرم‌افزارهای به‌کاررفته شده استفاده کند و با اعمال این روش‌ها در تمام مراکز داده سازمان‌ها صرفه‌جویی در انرژی را ممکن سازد. (Cabinet Office, March 2011)

### دستگاه‌ها و لوازم جانبی کاربر نهایی

دستگاه‌ها و لوازم جانبی کاربران شامل رایانه‌های شخصی رومیزی و لپ‌تاپ‌ها، تلفن‌های همراه و هوشمند، تبلت، پرینتر، اسکنر، دستگاه‌های کپی و دستگاه‌های دورنگار می‌باشند. دولت باید برای

۱. tiering



توسعه استراتژی دستگاه‌های کاربران، پوشش داده‌ها و برنامه‌های دسترسی به دستگاه‌ها، مجموعه‌ای از استانداردها را در سراسر دولت ارائه کند که ملاحظات فناوری اطلاعات سبز در قلب آن قرار داشته باشد. در برنامه‌های کوتاه‌مدت به‌کارگیری اصول فناوری اطلاعات سبز و استانداردهای خرید، مدیریت و دفع دستگاه‌ها به‌ویژه توسط سازمان‌های دولتی باید لحاظ شود.

دولت باید هزینه‌های زیست‌محیطی و طول عمر دستگاه‌ها را پیش از جایگزینی در نظر بگیرد. گسترش طول عمر دستگاه‌های موجود ممکن است مطلوب‌تر از خرید دستگاه‌های جدید باشد. به‌عنوان مثال، رایانه‌های شخصی رومیزی که به پایان عمر طبیعی خود رسیده‌اند را می‌توان با دوباره پیکربندی به‌عنوان تین کلاینت<sup>۱</sup> استفاده کرد. (Cabinet Office, March 2011)

### قابلیت‌ها و امکانات

برای برقراری سیاست‌های فناوری اطلاعات سبز، دولت نیازمند به تجهیز شدن به کارکنان مناسب در زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات و آگاهی از مهارت‌های سبز است. با توجه به این استراتژی، دولت به چارچوب مهارتی به‌عنوان یک مرجع برای انجام ممیزی مهارت‌های نیروی انسانی، برنامه‌ریزی مورد نیاز برای آینده، استانداردهای شغلی و عملکردی و تخصیص منابع نیاز دارد. (Cabinet Office, March 2011)

### خرید و تدارکات

دولت باید با تشویق تأمین‌کنندگان خود در به‌کارگیری شیوه‌های سبز، قراردادهایی که شامل راهکارهای سبز می‌باشند را ارائه کند. برای انجام این هدف دولت باید موارد زیر را مورد توجه قرار دهد:

- توجه به «هزینه کل مالکیت» در موارد مالی و استانداردهای سبز هنگام مقایسه مناقصه‌ها، از جمله مصرف انرژی، دفع و ارائه خدمات و... .
- برقراری «استانداردهای خرید» در تمام تدارکات فناوری اطلاعات و ارتباطات دولت و ایجاد حداقل مجموعه‌ای از استانداردها برای محاسبه هزینه‌های اثرات زیست‌محیطی در سراسر زندگی یک محصول یا خدمت (از جمله استفاده از انرژی) و حصول اطمینان از ارزیابی فرصت‌هایی برای گسترش سرمایه‌گذاری‌های فعلی و آینده فناوری اطلاعات و ارتباطات. (Cabinet Office, March 2011)

### مطلب پایانی

رایانش سبز طرز تفکری است که دولت‌ها و سازمان‌ها را به سوی پاسخ به این پرسش که چگونه می‌توان تقاضاهای روزافزون حوزه فناوری اطلاعات و ارتباطات را بدون فشار و آسیب به محیط زیست برآورده ساخته و هدایت می‌کند.

باید به این نکته توجه کرد که همواره یک راه جایگزین برای طراحی یک پردازنده و یک سیستم وجود دارد به طوری که پایداری و حفظ محیط زیست را خدشه‌دار نسازد، اما هنوز هم توجه برخی از سازمان‌ها به سوی افزایش قابلیت پردازش و برآوردن نیازهای کسب‌وکار خود بدون ملاحظات زیست‌محیطی است. فناوری اطلاعات سبز در تلاش است تا پنجره جدیدی برای چگونگی استفاده از منابع تجدیدناپذیر به کمک ارائه بهترین شیوه‌ها برای کاهش مصرف انرژی، شیوه‌های نوین خنک‌سازی مراکز داده، بازیافت زباله‌های الکترونیکی و دفع صحیح آنها بگشاید و در این راستا دولت‌ها با پایه‌گذاری مجموعه‌ای از سیاست‌ها و استانداردها می‌توانند نقش بسزایی برای عملی‌سازی برنامه‌های سبز ایفا کنند. (Parichay Chakraborty, 2009; Parichay Chakraborty, 2009). لزوم توجه به فناوری اطلاعات سبز در کشور، با توجه به توسعه کاربری فناوری اطلاعات کشور اهمیت زیادی دارد و باید برای توجه به این اصول و عملیاتی نمودن آنها سیاست‌ها و قوانین توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات با فناوری اطلاعات و ارتباطات همگام شوند و به این منظور نیازمند اصلاح برخی از سیاست‌ها یا تدوین سیاست‌های جدیدی هستیم. اتخاذ سیاست‌هایی در جهت کاهش مصرف کاغذ به الکترونیکی کردن فرآیندهای سازمانی، مجازی‌سازی، بازیافت تجهیزات الکترونیکی، توجه به صرفه‌جویی انرژی تجهیزات فناوری اطلاعات و دورکاری می‌توانند برخی از این سیاست‌ها باشند. تدوین استانداردهای خرید و تدارکات تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش دولتی و تشویق بخش خصوصی و مردم به استفاده از این تجهیزات با اتخاذ سیاست‌های مؤثر و مشوق‌های لازم از قبیل اعطای وام برای خرید تجهیزات فناوری اطلاعات سبز و حمایت از تولیدکنندگان تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور در جهت تولید تجهیزات فناوری اطلاعات سبز با ارائه تسهیلات لازم و کمک به تحقیق و توسعه و نوآوری و تولیدکنندگان نرم‌افزار برای توسعه نرم‌افزارهای کاربردی پشتیبانی‌کننده از فناوری اطلاعات سبز از اقدامات سیاستی مؤثر به شمار می‌روند. به طور خلاصه دولت به منظور اجرای اصول فناوری اطلاعات سبز در حوزه‌های طراحی و تولید، عملکرد، استفاده مجدد و بازیافت تجهیزات فناوری اطلاعات و ارتباطات باید سیاست و برنامه‌های لازم را اتخاذ نماید. نکته دیگر موضوع فرهنگ‌سازی و آموزش آحاد جامعه برای استفاده از تجهیزات فناوری اطلاعات سبز می‌باشند.



1. Cabinet Office) .March 2011 .(Greening Government: ICT Strategy .
2. Chan, T (2010). Inside the Australian Govt. ICT sustainability plan 2010-2015 . Australia.
3. Connection Research) .April 2010 .(A Green IICT Framework,Understandiing and Measuriing Green IICT.
4. Daniel, A. Jin, S & .Jingfang, L .(2011) .Liu-ICTS and The Green Economy-US and Chinese Policy in the 21st century.
5. Department of Communications, Energy and Natural Resources .(2008) .Ireland: available at: [www.dcenr.gov.ie/Corporate+Units/Virtual+Press+Room/Speeches/Minister+Eamon+Ryan+TD+speaking+at+the+OECD+Ministerial+Council+Seoul+Korea+18th+June+2008.htm](http://www.dcenr.gov.ie/Corporate+Units/Virtual+Press+Room/Speeches/Minister+Eamon+Ryan+TD+speaking+at+the+OECD+Ministerial+Council+Seoul+Korea+18th+June+2008.htm).
6. Dr.S. T. Pratibha, S & .Soshya, J) .May 2014 .(GREEN COMPUTING IN DEVELOPED AND DEVELOPING COUNTRIES .International Journal in Foundations of Computer Science & Technology. 4-2.
7. energystar .(2015) .About ENERGY STAR .available at:<http://www.energystar.gov/about/>
8. Global Action Plan .(2009) .Green ICT Handbook,A Guide to Green ICT.
9. Government of India Ministry of Environment and Forest) .march 2011 .(National Mission for Green India .Delhi.
- 10.Green Electronics Council .(2015) .EPEAT Registry .available at:<http://greenelectronicscouncil.org/programs/epeat-registry/>
- 11.Green it Consulting .(2015) .The green IT .available at:[www.greenit-monaco.com/en/the-green-it.html](http://www.greenit-monaco.com/en/the-green-it.html).
- 12.hp .(2011) .Five steps to Green Computing.
- 13.International Energy Agency .(2008) .A Clean Energy New Deal: Ensuring Green Growth in a Time of Economic Crisis .Paris.
- 14.J.Porrirt .(2010) .Green IT a global benchmark,A report on sustainable IT in USA, Australia and India.
- 15.Korea Communications Commission [KCC .(2008)] .New Growth Engine of the Broadcasting and Communications Industry .available at: [eng.kcc.go.kr/html/policy.html](http://eng.kcc.go.kr/html/policy.html).
- 16.Malakata, M .(2014) .Safari.com to tackle Kenya's growing e-waste problem . Computerworld Zambia.
- 17.Ministry of Science, Technology and Innovation .(2008) .Action Plan for Green IT . Denmark: available at: [www.itst.dk/filer/Publications/Action\\_plan\\_for\\_Green\\_IT\\_in\\_Denmark/index.htm](http://www.itst.dk/filer/Publications/Action_plan_for_Green_IT_in_Denmark/index.htm).
- 18.Murugesan, S .(2010) .Going Green with IT: Your Responsibility .Cutter Business— IT Strategies Executive Report.
- 19.OECD .(2008) .OECD Information Technology Outlook, Chapter 7.
- 20.OECD .(2009) .Towards Green ICT Strategies: Assessing Policies and Programmes on ICT and the Environment.
- 21.Parichay Chakraborty, D. B .(2009) .Green computing: Practice of Efficient and Eco-Friendly Computing .International Journal of of Grid and Distributed Computing. 5.
- 22.Pritchard, S .(2010) .IT Going Green: Forces Pulling in Different .Financial Times.
- 23.Rivoire, S .Shah, M .Ranganathan, P. Kozyrakakis, C & .Meza, J) .December 2007 .( Models and Metrics to Enable Energy-Efficiency Optimizations .IEEE Computer Society. 48-39.

24. Robert R. Harmon, N. A) .August, 2009 .(Sustainable IT Services: Assessing the Impact of Green Computing Practices .PICMET .Oregon USA.
25. RoHS Guide .(2015) .RoHS Impacted & Exempted Categories .available at:<http://www.rohsguide.com/rohs-categories.htm>.
26. Sharmila Shinde Simantini Nalawade, A. N) .July 2013 .(Green Computing: Go Green and Save Energy .International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. 4-2.
27. staples .(2015) .What Is Green Computing ?available at:<http://www.staples.com/sbd/cre/tech-services/explore-tips-and-advice/tech-articles/what-is-green-computing.html>.
28. techopedia .(2015) .Green Computing .available at:<http://www.techopedia.com/definition/14753/green-computing>.
29. T-Systems International GmbH .(2009) .Green ICT, The Greening of Business.
30. WEEE .(2015) .weee .available at: <http://www.weeregistration.com/index.html>.
31. Wikberg, J .(2008) .Grön IT-policy blir ofta fiasko på svenska företag.



مرکز پژوهش‌ها  
مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۴۴۶۲

شناسنامه گزارش

عنوان گزارش: آشنایی با فناوری اطلاعات و ارتباطات سبز

نام دفتر: مطالعات ارتباطات و فناوری‌های نوین  
تهیه و تدوین‌کنندگان: مهدی فقیهی، مریم جلیلیان عطار  
ناظر علمی: مهدی فقیهی  
متقاضی: معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی  
ویراستار تخصصی: محمدمین فصیحی  
ویراستار ادبی: \_\_\_\_\_

واژه‌های کلیدی:

۱. فناوری اطلاعات سبز
۲. رایانش
۳. فناوری اطلاعات



تاریخ انتشار: ۱۳۹۴/۷/۶