مهندسی صنایع و مدیریت شریف
دوره‌ی ۱ - ۲۶، شماره‌ی ۱، ص. ۳۹-۵۱

طراحی مدلی جدید برای ارزیابی آمادگی حوزه‌ی زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کشورها

محمدرضا حنفی‌زاده (کارشناس ارشد)
عباس سقایی (دانشیار)
دانشکده‌ی فنی و مهندسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی
کارو لوکس (استاد)
دانشکده‌ی فنی و مهندسی، دانشگاه تهران

هدف این نوشتار، طراحی و ساخت مدلی جدید به‌منظور اندازه‌گیری میزان آمادگی زیرساخت[1] و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات[2]، و تجزیه و تحلیل شکاف دیجیتالی میان کشورها در این حوزه است. این مدل از ۱۰ شاخص اصلی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات[3] ساخته شده است و دارای دو بعد«دسترسی فناوری اطلاعات و ارتباطات» و «پوشش موبایل و هزینه دسترسی» می‌باشد. در این نوشتار با استفاده از روش‌های داده‌کاوی، روش مونت‌کارلو زنجیره‌ی مارکوف[4] به‌منظور برآورد مقادیر گم‌شده و تحلیل عاملی چندمرحله‌یی[5] برای ترکیب شاخص‌ها، محدودیت‌ها و مشکلات زیادی که مدل‌های موجود دارند مانند کمبود داده برای تحلیل زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات، استفاده از وزن مساوی یا نظرات خبرگان برای ترکیب شاخص‌ها دوری جسته می‌شود.

واژگان کلیدی: زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات، شاخص مرکب، تحلیل عاملی، مونت‌کارلو زنجیره‌ی مارکوف.

reza_hanafizadeh@yahoo.com
abbas_saghaei@yahoo.com
lucas@ipm.ac.ir

مقدمه

به‌باور دانشمندان علوم اجتماعی ما هم‌اکنون در عصر اطلاعات زندگی می‌کنیم،[1] عصری که در آن دانش و اطلاعات نوعی کالا به‌شمار می‌آیند. کشورهای زیادی در تلاش‌اند تا به جرگه‌ی جامعه اطلاعاتی جهانی بپیوندند، جایی که همه‌ی افراد بدون استثناء می‌توانند به‌منظور توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی‌شان، اطلاعاتی ایجاد، دریافت و از آن استفاده کنند.[2] اما حرکت به سمت جامعه‌ی اطلاعاتی نیازمند تلاش‌های بسیاری است و فرایند کنترل و ارزیابی پیشرفت در رسیدن به اهداف چنین جامعه‌یی حیاتی است.[3] به‌منظور درک این‌که آیا حرکت به سمت جامعه‌ی اطلاعاتی به‌طور واقعی آغاز شده است یا این‌که فعالیت‌ها در یک مسیر درست صورت می‌گیرد، وجود معیارهایی برای اندازه‌گیری میزان سازگاری عناصر یک جامعه برای پیاده‌سازی و به‌کارگیری فنّاوری اطلاعات و ارتباطات ضروری است.[4] افزون بر این، بدون شناخت وضعیت کنونی شیوه‌های پیاده‌سازی و استفاده از فنّاوری‌های اطلاعات و ارتباطات، نمی‌توان درک درستی از خط مشی‌های آینده داشت.

در طول چند سال گذشته مدل‌ها و ابزارها زیادی برای ارزیابی میزان آمادگی یک جامعه برای ورود به دنیای شبکه‌یی طراحی شده است. این مدل‌ها که «مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیک» نامیده می‌شوند، میزان آمادگی جامعه را برای سودبردن از منافع توسعه‌ی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات اندازه‌گیری می‌کنند. آمادگی الکترونیک مفهوم نسبتاً جدیدی است که با نفوذ سریع اینترنت در سراسر جهان و پیشرفت چشم‌گیرِ استفاده از فنّاوری اطلاعات درکسب و کار و صنعت، توسعه یافته است.[2] این مفهوم به‌جهت فراهم‌آوردن یک چارچوب یک‌پارچه برای ارزیابی وسعت و عمق شکاف دیجیتالی میان کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه، در اواخر دهه‌ی ۱۹۹۰ میلادی شکل گرفت.[4] یک مرور سطحی بر هرکدام از مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیک، نشان‌گر میزان آمادگی اقتصاد یا جامعه برای سودبردن از جامعه‌ی اطلاعاتی و تجارت الکترونیک است.[5] در بررسی دقیق‌تر اما، مدل‌ها تعاریف بسیار متفاوتی از آمادگی الکترونیک دارند، از روش‌های مختلفی برای ارزیابی استفاده می‌کنند و ارزیابی آنها در اهداف، استراتژی‌های و نتایج متفاوت است.[5]

اولین تلاش‌ها برای تعریف آمادگی الکترونیک در سال ۱۹۹۸ و در قالب پروژه‌ی خط‌مشی سیستم‌های رایانه‌یی[6] انجام گرفت.[2] در این پروژه یک مدل خودارزیابی با نام «راهنمای آمادگی برای زندگی در دنیای مبتنی بر شبکه[7]» ارائه شد.[6] در این مدل آمادگی الکترونیک به‌صورت میزان آمادگی جامعه برای مشارکت در دنیای مبتنی بر شبکه تعریف شده است.[5و6] پس از توسعه‌ی اولین تعریف، مرکز توسعه‌ی بین‌المللی دانشگاه هاروارد[8] در سال ۲۰۰۰ میلادی با همکاری شرکت ماشین‌های تجاری بین‌المللی[9] مدلی تحت عنوان «آمادگی برای‌دنیای مبتنی بر شبکه: راهنمایی برای کشورهای در حال توسعه[10]» ارائه کرد.[7] همچنین مجمع جهانی اقتصاد[11]، اینسید[12] و اینفودو[13] در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ میلادی مدلی با عنوان «شاخص آمادگی شبکه[14]» با تعریفی مشابه مدل پروژه‌ی خط‌مشی سیستم‌های رایانه‌یی

تاریخ: دریافت ۱۳۸۶/۹/۳، داوری ۱۳۸۷/۱۰/۱، پذیرش ۱۳۸۷/۷/۲۲.

توسعه دادند.[۸] برخلاف این مدل‌ها که بر ارزیابی میزان آمادگی جامعه برای مشارکت در دنیای مبتنی بر شبکه تمرکز دارند، مدل‌های «راهنمای ارزیابی آمادگی تجارت الکترونیک[۱۵]» متعلق به شرکت اقتصادی آسیا ـ اقیانوسیه[۱۶] (۲۰۰۰ میلادی)،[۹] «ارزیابی آمادگی انجمن ملل جنوب شرقی آسیای الکترونیک[۱۷]» متعلق به انجمن ملل جنوب شرقی آسیا[۱۸] (۲۰۰۱ میلادی)[۱۰] و مدل «ریسک تجارت الکترونیک: درک فرصت‌های آمادگی الکترونیک جهانی[۱۹]» متعلق به مؤسسه‌ی بین‌المللی مک‌کانل[۲۰] (سال ۲۰۰۰ میلادی)[۱۱] آمادگی الکترونیک را آمادگی یک جامعه برای مشارکت در اقتصاد دیجیتالی تعریف می‌کنند. علاوه بر تعاریف فوق برخی مدل‌ها تعاریف ویژه‌یی از آمادگی الکترونیک ارائه می‌دهند.

مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیک، برحسب تعاریف متفاوت خود از آمادگی الکترونیک، اهداف متفاوتی برای ارزیابی در نظرگرفته‌اند به‌طوری که هدف مدل‌های دانشگاه هاروارد و پروژه خط‌مشی سیستم‌های رایانه‌یی تعیین میزان آمادگی افراد و سازمان‌ها برای مشارکت در دنیای مبتنی بر شبکه است،[۱۲] در حالی که هدف مدل‌های ارائه‌شده توسط پیمان خدمات و فنّاوری اطلاعات جهانی، شرکت اقتصادی آسیا-اقیانوسیه، مؤسسه‌ی فنّاوری ماساچوست، مؤسسه‌ی بین‌المللی مک‌کانل و مرکز تحقیقات تجارت الکترونیک دانشگاه تگزاس (در مدلی با نام «اندازه‌گیری اقتصاد اینترنتی[۲۱]» در سال ۱۹۹۹ میلادی)، ارزیابی آمادگی اقتصاد دیجیتالی و تجارت الکترونیک است.[۹،۵و۱۱-۱۵] برخی دیگر از مدل‌ها مانند مدل‌های ارائه‌شده توسط دانشگاه مری‌لند، شرکت بین‌المللی داده‌ها[۲۲] (در مدلی با نام «شاخص جامعه‌ی اطلاعاتی[۲۳]» در سال ۲۰۰۰ میلادی)، برنامه‌ی توسعه‌ی سازمان ملل[۲۴] (در مدلی با نام «شاخص دست‌یابی به فنّاوری[۲۵]» در سال ۲۰۰۱ میلادی)، و سازمان جهانی مخابرات[۲۶] (در مدلی با نام «شاخص دسترسی شبکه[۲۷]» در سال ۲۰۰۳ میلادی)، ارزیابی میزان دسترسی و استفاده از فنّاوری اطلاعات را هدف قرار داده‌اند.[۵،۱۲و۱۶] علاوه بر این مدل‌ها، محققین دانشکده‌ی جامعه‌شناسی دانشگاه ایالتی اوهایو[۲۸] در سال ۱۹۹۹ میلادی مدلی با نام «تحلیل بین کشوری توسعه اینترنت[۲۹]»[۱۷] و در سال ۲۰۰۳ میلادی مدلی تحت عنوان «چارچوبی برای ارزیابی آمادگی الکترونیک ملت‌ها[۳۰]»[۱۸] و با هدف مشخص‌کردن عوامل کمک‌کننده به افزایش آمادگی الکترونیک یک کشور معرفی کردند.

علی‌رغم تنوع در تعاریف آمادگی الکترونیک، مدل‌های مختلف به‌طور متوسط سطوح توسعه‌ی زیرساخت، اتصال، دسترسی به اینترنت، خدمات و کاربردها، سرعت شبکه، کیفیت دسترسی شبکه، سیاست‌های فنّاوری اطلاعات و ارتباطات، برنامه‌های آموزشی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات، منابع انسانی، سواد رایانه‌یی و محتوای مرتبط را اندازه‌گیری کرده و روی این ابعاد تمرکز دارند.[۲]

پس از مشخص‌ساختن تعریف آمادگی الکترونیک، اهداف ارزیابی و ابعادی که تمرکز بر آنها به‌منظور انجام ارزیابی ضروری است، گام بعدی تعیین روش و نحوه‌ی اندازه‌گیری این ابعاد است. چنان‌که بیان شد، مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیک از روش‌های مختلفی برای ارزیابی استفاده می‌کنند. این روش‌ها را می‌توان در ۴ دسته طبقه‌بندی کرد:

- مدل‌هایی که برای ارزیابی آمادگی الکترونیک از پرسش‌نامه استفاده کرده‌اند، نظیر: پروژه‌ی خط‌مشی سیستم‌های رایانه‌یی،[۶] مدل ارائه شده توسط مرکز توسعه‌ی بین‌المللی دانشگاه هاروارد،[۱۹] مدل ارائه شده توسط شرکت اقتصادی آسیا ـ اقیانوسیه،[۹] پیمان خدمات و فنّاوری اطلاعات جهانی،[۱۳] امپریکا ج. م .ب. ج،[۲۰] مدل «شاخص‌های مخابراتی جهانی[۳۱]» (ارائه شده توسط اتحادیه‌ی جهانی مخابرات در سال ۲۰۰۳ میلادی)،[۲۱] شاخص آمادگی شبکه[۸] و مدل دانشگاه مری‌لند.[۱۲و۱۴]
- مدل‌هایی که از روش‌های تحلیل آماریِ اطلاعات کشورها در زمینه‌ی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات استفاده کرده‌اند مانند: واحد اقتصاددانان هوشمند،[۲۲] مدل ارائه‌شده توسط محققین دانشکده‌ی جامعه‌شناسی دانشگاه ایالتی اوهایو[۱۷و۱۸] و مدل ارائه‌شده در مقاله‌ی «شاخص‌های آماری برای نمایش و کنترل سیستم فنّاوری اطلاعات و ارتباطات[۳۲]» (۲۰۰۵ میلادی).[۲۳]
- مدل‌هایی که از تحلیل‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی برای توصیف، تجزیه و تحلیل وضعیت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات در کشورها استفاده کرده‌اند مانند: مدل دانشگاه تگزاس[۵] و مدل ارائه شده توسط مدل ارائه‌شده توسط محققین دانشکده‌ی جامعه‌شناسی دانشگاه ایالتی اوهایو.[۱۸]
- مدل‌هایی که از مطالعات مدل‌های گذشته استفاده کرده‌اند مانند: شاخص آمادگی شبکه(استفاده کننده از مدل دانشگاه هاروارد به‌عنوان مدل مرجع و دو مدل مشارکت عصر اطلاعاتی[۳۳] ارائه‌شده توسط انگلستان و مدل بنیاد اروپایی مدیریت کیفیت[۳۴])،[۲۱] شاخص فرصت دیجیتالی[۳۵] (۲۰۰۵ میلادی) ارائه‌شده توسط اتحادیه‌ی‌جهانی مخابرات (که از متدولوژی‌های شاخص دسترسی دیجیتالی و شاخص توسعه‌ی انسانی[۳۶] بهره می‌گیرد)،[۲۴] مؤسسه‌ی همکاری توسعه‌ی بین‌المللی سوئد (استفاده کننده از مدل دانشگاه هاروارد)[۲۵] و کنفرانس سازمان ملل در تجارت و توسعه (استفاده کننده از مطالعات گذشته برای اندازه‌گیری توسعه‌ی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات).[۲۶]

برخی از مدل‌ها برای ارزیابی آمادگی الکترونیک از ترکیبی از روش‌های فوق بهره برده‌اند: گروه موزاییک[۱۲و۱۴] و مؤسسه‌ی بین‌المللی مک‌کانل.[۱۱]

علاوه بر مدل‌های فوق سازمان‌ها و نهادهای بین‌المللی به‌منظور کاهش شکاف داده‌های فنّاوری اطلاعات و ارتباطات، و تنظیم استانداردها و هماهنگ‌سازی آمارهای فنّاوری اطلاعات و ارتباطات نسبت به ارائه‌ی شاخص‌های اصلی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات اقدام کرده‌اند.

در سال ۲۰۰۵ میلادی، سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه با همکاری اتحادیه‌ی جهانی مخابرات، کنفرانس سازمان ملل در تجارت و توسعه، یونسکو، کمیسیون اقتصادی کشورهای آمریکای لاتین و حوزه‌ی دریای کارائیب[۳۷]، سازمان ملل، کمیسیون اقتصادی و اجتماعی کشورهای آسیای غربی سازمان ملل و دفتر آمار جامعه‌ی اروپایی[۳۸]، شاخص‌های اصلی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات را ارائه دادند.[۲۷] این شاخص‌ها نتایج فرایند نظرسنجی وسیع انجام‌شده در پروژه‌ی «مشارکت در اندازه‌گیری فنّاوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه» با اداره‌های آمار ملی است. این شاخص‌ها نیز در ۴ دسته طبقه‌بندی شده‌اند:[۲۷]

- زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات؛
- دسترسی و استفاده از فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به‌وسیله‌ی افراد و خانوارها؛
- استفاده از فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به‌وسیله‌ی کسب‌وکارها؛
- توزیع فنّاوری اطلاعات و ارتباطات و تجارت در کالاهای فنّاوری اطلاعات و ارتباطات.

هدف اصلی در ارائه‌ی این شاخص‌ها کمک به کشورهای در حال توسعه درخصوص پژوهش‌های فنّاوری اطلاعات و ارتباطات و افزودن سؤالات برای تولید داده‌های قابل مقایسه‌ی بین‌المللی به مجموعه‌ی داده‌های موجود است.[۲۷] در نوشتاری با عنوان «استخراج شاخص‌های اصلی اندازه‌گیری فنّاوری اطلاعات و ارتباطات: ایجاد مجموعه‌یی یک‌پارچه و غنی از شاخص‌های اصلی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات» در سال ۱۳۸۶ شمسی، با هدف پرکردن شکاف کمبود آمار و اطلاعات،

شاخص‌های فنّاوری اطلاعات و ارتباطات و پوشش نقاط ضعف شاخص‌های اصلی موجود ارائه شده است.[۲۸]

در ایران نیز در سال ۱۳۸۶ شمسی، نوشتاری با عنوان «طراحی متدولوژی تدوین مدل ارزیابی آمادگی الکترونیک ایران» برای ارزیابی آمادگی الکترونیک ایران ارائه شد.[۲۹] در این نوشتار متدولوژی ویژه‌یی برای تدوین مدل ارزیابی آمادگی الکترونیک ایران در چهار مرحله‌ی اصلی طراحی شده است.

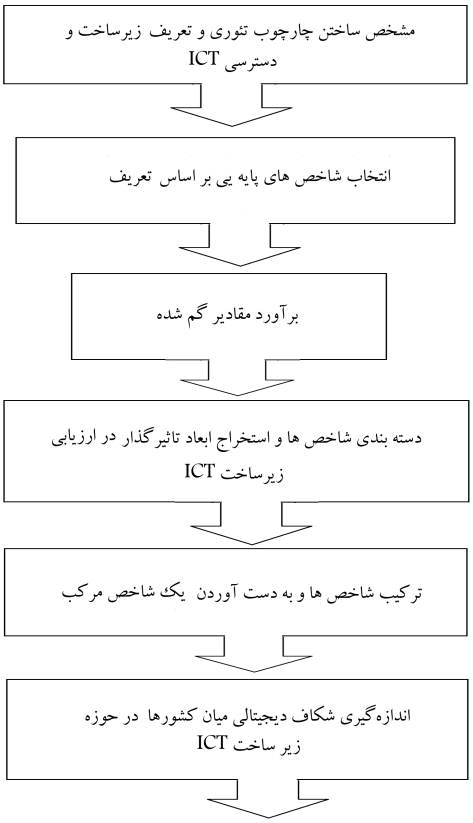
با مطالعه و بررسی مدل‌ها، مشخص می‌شود که آنها در ارزیابی آمادگی الکترونیک، به حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات تمرکز خاصی دارند؛ به‌طوری که برخی از آنها مانند شاخص دسترسی دیجیتالی، شاخص فرصت دیجیتالی، شاخص جامعه‌ی اطلاعاتی در ارزیابی آمادگی الکترونیک تنها روی این حوزه تمرکز داشته‌اند. اهمیت این جنبه‌ی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات از آنجا مشخص می‌شود که بدون زیرساخت فراگیر، عده‌ی کمی به شبکه‌های ارتباطی دسترسی دارند و می‌توانند از منافع حاصل از جامعه‌ی اطلاعاتی استفاده کنند.[۳۰] بنابراین بیشتر راهکارهای الکترونیک ملی، مؤلفه‌های مبتنی بر زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات یک کشور را شامل می‌شوند. از سوی دیگر، علاوه بر شکاف و فاصله‌ی دیجیتالی میان کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته، زیرساخت کشورهای در حال توسعه از نظر محیط قانونی و سطح رقابت در بازار نیز به‌طور قابل توجهی متفاوت‌اند.[۳۰] این موارد ضرورت ارزیابی حوزه‌ی زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کشورها و اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی میان آنها با سایر کشورها را نمایان می‌سازد. استفاده از شاخص مرکب (مدل) برای این منظور به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه که در آن شکاف دیجیتالی مسئله‌یی مهم شمرده می‌شود، بسیار حیاتی است.[۳] شاخص‌های مرکب مجموع وزینی از چند زیرشاخص‌اند که بر بخش‌ها یا حوزه‌های خاصی از توسعه‌ی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات یک کشور (مانند زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات) تمرکز دارند. این شاخص مقادیرِ مجموعه‌یی از شاخص‌های متفاوت را به مقداری واحد تبدیل می‌کند و به‌این ترتیب یک کشور می‌تواند خودش را با کشورهای دیگر و همچنین وضعیت موجودش را با وضعیت سابقش مقایسه کند. از طریق این مقایسه‌ها می‌توان ابزاری مؤثر و سریع برای شناخت نقاط قوت و ضعف نسبی فراهم آورد و بر مسائل کلیدی تمرکز کرد. همچنین مقایسه‌ها می‌توانند به سیاست‌گذاران در ارزیابی موفقیت فعالیت‌های مربوط به فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کمک کنند.[۳۰]

در ادامه‌ی این نوشتار با ساخت یک شاخص مرکب (مدل) به ارزیابی حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کشورها، و اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی میان آنها می‌پردازیم. بدین‌منظور ابتدا به بیان اهداف و مراحل ساخت شاخص مرکب، و سپس به آزمون و اعتبارسنجی مدل طراحی‌شده خواهیم پرداخت. پس از آن ضمن بررسی نتایج تحقیق، به اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی می‌پردازیم و نهایتاً نتیجه‌گیری نهایی ارائه خواهد شد.

اهداف و مراحل ساخت شاخص مرکب

هدف از طراحی شاخص مرکب، فراهم آوردن اطلاعات کمّی در مورد مفهوم زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات است که به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست. بدین‌ترتیب می‌توان کشورها را در این حوزه با یکدیگر مقایسه و شکاف دیجیتالی میان آنها را اندازه‌گیری کرد.

نقطه‌ی شروع ساخت شاخص مرکب، شناخت عواملی است که حوزه‌ی



شکل ۱. ساختار کلی ساخت شاخص مرکب.

زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات را ارزیابی می‌کنند. این شاخص‌ها از پیش‌زمینه‌ی نظریِ مفهوم زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات حاصل می‌شوند. سپس نسبت به برآورد مقادیر گم‌شده برای افزایش تعداد کشورهایی که داده‌های آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد اقدام می‌شود. مرحله‌ی بعد دسته‌بندی شاخص‌ها و ترکیب آنها برای ساخت شاخص مرکب است. نهایتاً از این شاخص مرکب برای ارزیابی آمادگی زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات هر کشور و اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی میان آنها در این حوزه استفاده می‌شود. در شکل ۱ ساختار کلی ساخت شاخص مرکب نمایش داده شده است.

مشخص کردن چارچوب نظری

اولین گام در ساخت یک مدل (شاخص مرکب) تعریف و مشخص‌ساختن پدیده‌یی است که می‌بایست اندازه‌گیری شود. از این طریق می‌توان طبیعت چندبعدی پدیده‌ی مورد نظر، جنبه‌های مجرد آن و روابط میان این جنبه‌ها را بررسی کرد. براساس تعریف، شاخص‌های پایه‌یی که شاخص مرکب را به وجود می‌آورند، شناسایی و انتخاب می‌شوند.

کم‌ترین شرط لازم برای آمادگی الکترونیک، دسترسیِ کافی به زیرساخت شبکه است. بدون دسترسی به شبکه‌های ارتباطی اعم از تلفن ثابت، همراه و اینترنت هیچ جامعه‌یی نمی‌تواند در دنیای مبتنی بر شبکه شرکت کند. دسترسی و زیرساخت فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به‌صورت ترکیبی از مؤلفه‌های دسترسی، توانایی پرداخت هزینه‌های استفاده از شبکه، و همچنین نرم‌افزارها و سخت‌افزارهای لازم برای ارتباط شبکه تعیین و تعریف می‌شود.[۳۱] کیفیت و سرعت شبکه نیز (در موارد استفاده از شبکه) عواملی مهم و تأثیرگذارند.[۳۱] به‌طور کلی زیرساخت اطلاعات و ارتباطات

به شبکه‌های اطلاعاتی و مخابراتی اشاره می‌کند که از طریق آنها نسبت به ارسال، ذخیره و دریافت اطلاعات اقدام می‌شود.[۳۰]

انتخاب شاخص‌های پایه

براساس تعریف فوق، شاخص‌هایی که جنبه‌های مختلف این حوزه از فنّاوری اطلاعات و ارتباطات را اندازه‌گیری می‌کنند، انتخاب می‌شوند. در انتخاب این شاخص‌ها علاوه بر مرتبط‌بودن آنها با حوزه‌ی مورد نظر، وجود آمار و اطلاعات آنها برای بیشترکشورها در نظرگرفته می‌شود. در این نوشتار از شاخص‌های حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات (شاخص‌های اصلی که توسط سازمان ملل ارائه شده است)، برای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.[۲۷] ویژگی شاخص‌های فوق عبارت است از:

- تعریف ارائه‌شده در این نوشتار برای زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات را کاملاً پوشش می‌دهند.[۲۷]
- مورد توافق و تأکید خبرگان جهانی برای ارزیابی حوزه‌های مختلف فنّاوری اطلاعات و ارتباطات هستند.[۲۴و۲۷]
- داده‌های مربوط به این شاخص‌ها برای اکثرکشورهای جهان موجودند.
- بر استفاده فردی منطبق‌اند و دسترسی افراد را اندازه‌گیری می‌کنند.[۲۷] این شاخص‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

برآورد مقادیرگم‌شده و مشخص‌ساختن حوزه‌ی جغرافیایی تحقیق

در این نوشتار داده‌ها و مقادیر شاخص‌ها برای کشورهای مختلف ازگزارش توسعه‌ی مخابرات /فنّاوری اطلاعات و ارتباطات جهان، ارائه‌شده توسط اتحادیه‌ی بین‌المللی مخابرات (۲۰۰۶ میلادی) گردآوری شده است.[۳۲] قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها و استفاده از مقادیر عددی شاخص‌ها توجه به نکات زیر ضروری است:

- تمامی مقادیر عددی شاخص‌ها درکشورهای مختلف، در سال ۲۰۰۴ میلادی اندازه‌گیری شده‌اند.

جدول ۱. شاخص‌های پایه‌ی انتخاب‌شده برای ساخت شاخص مرکب.

شاخص‌های پایه	کد شاخص
خطوط تلفن ثابت به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۱
مشترکان موبایل سلولی به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۲
رایانه‌ها به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۳
مشترکان اینترنت به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۴
مشترکان اینترنت پهن باند به‌ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۵
پهنای باند اینترنت بین‌الملل به‌ازای هر نفر	کد ۶
درصد جمعیت پوشش داده شده به‌وسیله‌ی تلفن موبایل سلولی	کد ۷
تعرفه‌ی دسترسی به اینترنت (۲۰ ساعت در ماه)، به دلار آمریکا و به‌عنوان درصدی از درآمد سرانه	کد ۸
تعرفه‌ی موبایل سلولی (۱۰۰ دقیقه استفاده در ماه)، به دلارآمریکاو به‌عنوان درصدی از درآمد سرانه	کد ۹
درصد محل‌های با مراکز دسترسی به اینترنت عمومی (PIAC) برحسب تعداد افراد (شهری/روستایی)	کد ۱۰
دستگاه‌های تلویزیون به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۱۱
دستگاه‌های رادیو به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد ۱۲

- از آنجاکه برای شاخص «درصد محل‌های با مراکز دسترسی به اینترنت عمومی» درکشورهای مختلف مقادیر عددی وجود ندارد و همچنین برای بیش از ۵۰ درصد کشورها، شاخص «تعداد دستگاه‌های رادیو» دارای مقدار عددی نیست، این دو شاخص از مدل حذف می‌شوند.
- چون برای بیشتر شاخص‌های پایه در بعضی کشورها داده وجود ندارد، لازم است از روشی خاص برای برآورد این مقادیر استفاده شود. روش‌های متعددی برای برآورد مقادیرگم‌شده وجود دارد. از مزایای برآورد مقادیرگم‌شده می‌توان به کمینه‌کردن گرایش[۳۹] و استفاده از داده‌هایی که جمع‌آوری آنها پرهزینه است، اشاره کرد. در حالی که عیب اصلی برآورد مقادیر از دست رفته این است که الگوریتم انتخاب‌شده برای برآورد در نتایج تأثیرگذار است.[۳۳]

در این نوشتار برای کمینه‌کردن عدم قطعیتی که به‌علت وجود مقادیرگم‌شده به وجود می‌آید از روش برآورد چندگانه و به‌طور خاص از مونت کارلو زنجیره‌ی مارکوف براساس الگوریتم برآورد استفاده می‌شود.[۳۳و۳۴] عملکرد این روش مبتنی بر دو فرض است:

۱. فرض تصادفی‌بودن مقادیرگم‌شده[۴۰]: مقادیرگم‌شده در شاخص‌های پایه به مقادیر مشاهده شده وابسته‌اند.

۲. داده‌ها از یک توزیع نرمال چندمتغیره استخراج شده‌اند.

در مونت‌کارلو زنجیره‌ی مارکوف، چنان زنجیره‌ی بلندی از داده‌ها ساخته می‌شود که توزیع داده‌ها به حالت ثابت برسد.[۳۵] در هر مرحله، داده‌های گم‌شده با استفاده از شبیه‌سازی از توزیع مرحله‌ی قبل برآورد شده و توزیع مرحله‌ی بعد با استفاده از داده‌های مشاهده‌شده و داده‌های برآوردشده در همان مرحله به دست می‌آید. این عمل آن‌قدر تکرار می‌شود تا به توزیعی ثابت و ایستا برسیم. مقادیر برآوردشده از این توزیع مقادیر مطلوب خواهند بود. در این تحقیق برای برآورد مقادیرگم‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS، این فرایند ۲۰۰ بار تکرار شده است. در مرحله‌ی آخر به داده‌هایی می‌رسیم که توزیع آنها با توزیع مرحله‌ی قبل آن یکی است. به بیان دیگر در دو مرحله‌ی آخر میانگین و واریانس به دست آمده از داده‌ها برابر است. با حذف کشورهایی که مقادیرگم‌شده‌ی آنها زیاد است و امکان برآورد آنها با دقت بالا وجود ندارد، در نهایت مقادیر عددی ۱۰ شاخص برای ۱۵۰ کشور، برای اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی آماده می‌شوند.

نمونه‌یی از داده‌های شاخص‌ها به‌همراه مقادیر برآورد شده که با رنگ مشخص شده‌اند، در ضمیمه‌ی ۱ نمایش داده شده است.

نرمال‌سازی شاخص‌ها

شاخص‌های انتخاب شده برای ترکیب و ساخت شاخص مرکب واحدهای اندازه‌گیری مختلفی دارند. به‌منظور یکسان‌سازی واحدهای شاخص‌ها در این مرحله آنها را نرمال می‌کنیم. روش‌های زیادی برای نرمال‌سازی شاخص‌ها وجود دارد که در این نوشتار از روش استانداردسازی طبق رابطه‌ی ۱ استفاده می‌شود:[۱]

$$i_{qc} = \frac{x_{qc} - x_{qc=\bar{c}}}{\sigma_{qc=\bar{c}}} \qquad (۱)$$

که در آن x_{qc} مقدار عددی شاخص پایه‌ی qام درکشور cام، $x_{qc=\bar{c}}$ میانگین مقادیر عددی کشورها در شاخص qام و $\sigma_{qc} = \bar{c}$ انحراف استاندارد شاخص qام در میان کشورها است. بدین‌ترتیب علاوه بر این که واحدهای همه‌ی شاخص‌ها یکسان می‌شود، میانگین شاخص‌ها صفر و انحراف معیار آنها معادل ۱ می‌شود.

جدول ۲. ماتریس همبستگی میان شاخص‌های پایه.

شاخص‌ها	کد ۱	کد ۲	کد ۳	کد ۴	کد ۵	کد ۶	کد ۷	کد ۸	کد ۹	کد ۱۱
کد ۱	۱									
کد ۲	۰٫۸۴۵(**)	۱								
کد ۳	۰٫۸۸۴(**)	۰٫۷۵۲(**)	۱							
کد ۴	۰٫۸۲۲(**)	۰٫۷۳۶(**)	۰٫۸۷۹(**)	۱						
کد ۵	۰٫۷۱۸(**)	۰٫۶۳۴(**)	۰٫۷۹۱(**)	۰٫۸۲۸(**)	۱					
کد ۶	۰٫۵۶۸(**)	۰٫۵۱۳(**)	۰٫۶۶۹(**)	۰٫۷۱۴(**)	۰٫۶۷۵(**)	۱				
کد ۷	۰٫۵۹۱(**)	۰٫۶۳۶(**)	۰٫۴۶۹(**)	۰٫۴۵۱(**)	۰٫۳۷۷(**)	۰٫۲۷۱(**)	۱			
کد ۸	۰٫۴۸۱(**)	۰٫۴۸۵(**)	۰٫۳۶۲(**)	۰٫۳۱۷(**)	۰٫۲۴۲(**)	۰٫۱۷۹(*)	۰٫۶۸۳(**)	1		
کد ۹	۰٫۵۶۸(**)	۰٫۵۸۵(**)	۰٫۴۴۸(**)	۰٫۴۰۵(**)	۰٫۳۳۴(**)	۰٫۲۴۲(**)	۰٫۶۹۸(**)	۰٫۸۳۰(**)	۱	
کد ۱۱	۰٫۷۷(**)	۰٫۷۵۸(**)	۰٫۷۴۱(**)	۰٫۶۶۱(**)	۰٫۵۹۰(**)	۰٫۵۹۵(**)	۰٫۵۴۱(**)	۰٫۴۴۹(**)	۰٫۵۴۵(**)	۱

**. همبستگی با سطح معنی‌داری ۰٫۰۱ *. همبستگی با سطح معنی‌داری ۰٫۰۵

تحلیل چندمتغیره و دسته‌بندی شاخص‌ها

تحلیل چندمتغیره طبیعتی اکتشافی دارد و در ارزیابی مناسب‌بودن مجموعه داده‌ها مفید است. با استفاده از این روش می‌توان جنبه‌ها و حوزه‌های مختلف پدیده‌ی مورد اندازه‌گیری را کشف کرد.[۳۶] در این قسمت ضمن تحقیق در روابط میان شاخص‌ها، با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی[۴۱] و تحلیل عاملی، نسبت به شناسایی خصیصه‌هایی از داده‌ها که به فهم بهتر حوزه‌ی مورد بررسی کمک می‌کند، و نیز کشف الگوهای جدید در روابط شاخص‌ها اقدام می‌کنیم.

تحلیل مؤلفه‌های اصلی یک روش آماری چندمتغیره است که مجموعه‌ی متغیرها را به گروهی از مؤلفه‌های جدید، از طریق ترکیب‌های خطی متغیرهای اصلی تبدیل می‌کند. این روش مؤلفه‌ها را برحسب واریانس توضیح داده شده توسط هر مؤلفه و به‌ترتیب نزولی رتبه‌بندی می‌کند.[۳۷،۳۸] ماتریس همبستگی میان شاخص‌ها که مبنای تحلیل مؤلفه‌های اصلی است، در جدول ۲ نشان داده شده است. تحلیل همبستگی نشان می‌دهد که ضریب همبستگیِ ۱۴ زوج از شاخص‌ها بیشتر از ۰٫۷۰ است.

قبل از استفاده از تحلیل عاملی لازم است ساختار همبستگی میان داده‌ها بررسی شود و کافی‌بودن میزان همبستگی میان شاخص‌ها برای استفاده از تحلیل عاملی مشخص شود. برای این امر از دو آزمایش شاخص کفایت نمونه‌گیری قیصر-میر-اولکین[۴۲] (KMO) و آزمایش بارتلت[۴۳] استفاده می‌شود.[۳۶] شاخص KMO آماره‌یی برای مقایسه‌ی ضرایب همبستگی شاخص‌ها با ضرایب همبستگی جزئی شاخص‌ها است.[۳۹] برای استفاده از تحلیل عاملی، مقدار آماره‌ی KMO باید بزرگ‌تر از ۰٫۶ باشد ولی برای پایایی نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی، این مقدار می‌بایست بزرگ‌تر از ۰٫۸ باشد. همچنین از آزمایش بارتلت برای آزمایش فرض صفر، که بیان می‌کند شاخص‌ها در ماتریس همبستگی غیرهمبسته‌اند، استفاده می‌شود.[۳۷] در جدول ۳ نتایج حاصل از این آزمایش‌ها، که با استفاده از نرم‌افزار SPSS به دست آمده، ارائه شده است. نتایج این جدول مشخص می‌سازد که داده‌ها برای استفاده از تحلیل عاملی مناسب‌اند.

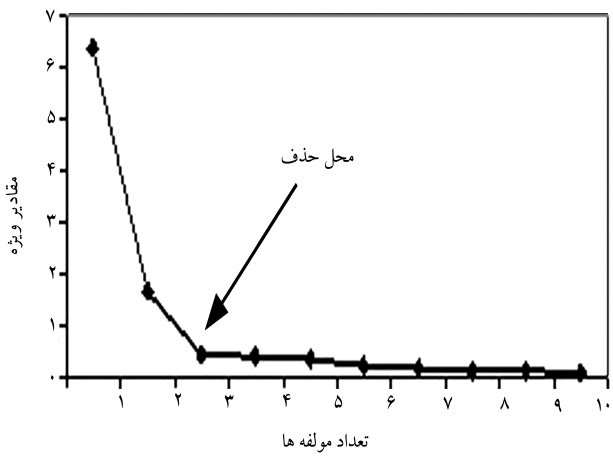
در جدول ۴ واریانس توضیح داده‌شده به‌وسیله‌ی مؤلفه‌ها، که همان مقادیر ویژه‌ی ماتریس کوواریانس شاخص‌ها هستند، ارائه شده است. در ارتباط با تعداد مؤلفه‌هایی که در تحلیل مؤلفه‌های اصلی، به‌منظور ممانعت از هدررفتن مقدار زیادی از اطلاعات می‌بایست حفظ شود، نظرات متفاوتی وجود دارد. انتخاب تعداد مؤلفه‌های استخراج‌شده زمانی متوقف می‌شود که تنها مقدار کمی از تغییرپذیری تصادفی باقی مانده باشد؛ انتخاب این میزان تغییرپذیری اختیاری است.[۳۶] محک‌های متفاوتی برای انتخاب تعداد مؤلفه‌ها در تحلیل مؤلفه‌های اصلی وجود دارد که دو مورد از معروف‌ترین آنها در این نوشتار مورد استفاده قرار گرفته است. اولین معیار برای انتخاب تعداد مؤلفه‌ها، محک قیصر است که در آن تمام مؤلفه‌ها با مقدار ویژه‌ی بزرگ‌تر از ۱ انتخاب می‌شوند.[۳۶] نتایج نشان می‌دهد که دو مؤلفه‌ی اصلی برای ۱۰ شاخص، دارای مقدار ویژه‌ی بزرگ‌تر از ۱ هستند. دومین معیار برای انتخاب «نمودار سنگریزه[۴۴]» است.[۳۶] در این نمودار مقادیر ویژه‌ی ماتریس کوواریانس شاخص‌ها به‌صورت نزولی رسم شده است؛ جایی که نمودار شکسته شده و از یک شیب تند به شیب مایل‌تر می‌رسد نقطه‌یی است که در رابطه با تعداد

جدول ۳. آزمایش بارتلت و قیصر- میر- اولکین (KMO).

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	۰٫۹۰۴
Approx. Chi-Square Bartlett's Test of Sphericity	۱۴۶۳٫۶۶۶
df	۴۵
Sig.	۰٫۰۰۰

جدول ۴. واریانس کل توضیح داده شده توسط مؤلفه‌ها.

مؤلفه	واریانس کل	درصد از کل واریانس	درصد تجمعی واریانس
۱	۶٫۳۶۵	۶۳٫۶۴۶	۶۳٫۶۴۶
۲	۱٫۶۶۴	۱۶٫۶۳۷	۸۰٫۲۸۳
۳	۰٫۴۷۰	۴٫۶۹۶	۸۴٫۹۷۹
۴	۰٫۴۰۴	۴٫۰۴۰	۸۹٫۰۱۸
۵	۰٫۳۳۸	۳٫۳۸۵	۹۲٫۴۰۳
۶	۰٫۲۱۳	۲٫۱۲۸	۹۴٫۵۳۱
۷	۰٫۱۹۷	۱٫۹۷۳	۹۶٫۵۰۴
۸	۰٫۱۵۴	۱٫۵۳۷	۹۸٫۰۴۱
۹	۰٫۱۱۵	۱٫۱۴۸	۹۹٫۱۸۹
۱۰	۰٫۰۸۱	۰٫۸۱۱	۱۰۰٫۰۰۰



شکل ۲. نمودار سنگریزه‌ی مؤلفه‌ها.

مؤلفه‌ها تصمیم‌گیری می‌شود. چنان که در شکل ۲شاهده می‌شود، با استفاده از این نمودار نیز تنها دو مؤلفه انتخاب می‌شوند.[۳۶] جدول ۴ نشان می‌دهد که اولین مؤلفه ۶۳ درصد کل واریانس، و مؤلفه‌ی دوم ۱۶ درصد کل واریانس را توضیح می‌دهند، به‌طوری که در مجموع بیش از ۸۰ درصد کل واریانس توسط این دو مؤلفه توضیح داده می‌شود. بدین‌ترتیب توانسته‌ایم با از دست‌دادن مقدار کمی از اطلاعات فضای مسئله را از ۱۰ متغیر به ۲ بعد کاهش دهیم. بعد از تصمیم‌گیری در رابطه با تعداد مؤلفه‌های حفظ‌شده در مدل، محموله‌های عاملی[۴۵] شاخص‌ها به مؤلفه‌های انتخاب‌شده تخصیص داده می‌شود و برای تفسیر بهتر نتایج از دَوَران واریماکس[۴۶] استفاده می‌شود.[۴۰] در این دوران، مؤلفه‌های اصلی در فضای دوبعدی چنان دوران می‌یابند که محموله‌ی عاملی هر شاخص فقط روی یکی از دو جهت بیشینه شوند.[۴۱] بعد از استخراج مؤلفه‌ها می‌توان از انواع مختلف دوران استفاده کرد. این دوران‌ها شامل دوران‌های متعامد[۴۷] (مانند دوران واریماکس) و دوران‌های اریب[۴۸] (مانند دوران پروماکس[۴۹]) می‌شوند. در دوران‌های متعامد باید مؤلفه‌های استخراج‌شده غیرهمبسته باشند ولی در دوران‌های اریب مؤلفه‌ها می‌توانند همبسته باشند. از آنجا که مؤلفه‌های استخراج‌شده به‌وسیله‌ی تحلیل عاملی از هم مستقل و غیرهمبسته‌اند در اینجا از دوران‌های متعامد، که معروف‌ترین آنها دوران واریماکس است، استفاده می‌کنیم.[۴۲] ماتریس مؤلفه‌های دوران‌یافته در جدول ۵ نمایش داده شده است.

با توجه به جدول ۵ درمی‌یابیم که شاخص زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات یک شاخص چندبعدی است و می‌توان شاخص‌ها را در دو بعد به‌صورت جدول ۶ آراست. این ابعاد را «دسترسی» و «پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی» نام‌گذاری می‌کنیم.

وزن‌دهی و ترکیب شاخص‌ها

برای محاسبه‌ی میزان آمادگی هر کشور در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات، ابتدا شاخص‌ها در هر بعد با استفاده از تحلیل عاملی وزن‌دهی می‌شوند و شاخصی مرکب برای هر بعد ساخته می‌شود. سپس با ترکیب خطی ابعاد و استفاده‌ی مجدد از تحلیل عاملی، شاخصی مرکب از زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات برای هر کشور طراحی می‌شود. این رویه‌ی ساخت شاخص موجب می‌شود تا بتوان کشورها را براساس شاخصی مجرد از زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات مقایسه و رتبه‌بندی کرد.

جدول ۵. ماتریس مؤلفه‌های دوران‌یافته.

شاخص	مؤلفه	
	سیاه اول	دوم
کد ۱	٫۷۹۹	٫۴۷۳
کد ۲	٫۷۰۵	٫۵۳۵
کد ۳	٫۸۹۳	٫۲۹۰
کد ۴	٫۹۰۹	٫۲۲۶
کد ۵	٫۸۷۶	٫۱۳۱
کد ۶	٫۸۲۴	٫۰۲۴
کد ۷	٫۲۸۹	٫۸۱۶
کد ۸	٫۰۹۹	٫۹۱۲
کد ۹	٫۲۱۳	٫۸۹۹
کد ۱۱	٫۷۰۷	٫۴۶۳

جدول ۶. دسته‌بندی شاخص‌ها در ابعاد.

بعد	شاخص	کد
دسترسی فناوری اطلاعات و ارتباطات	خطوط تلفن ثابت اصلی به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد۱
	مشترکان موبایل سلولی به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد۲
	رایانه‌ها به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد۳
	مشترکان اینترنت به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد۴
	مشترکان اینترنت پهن باند به ازای هر ۱۰۰۰ نفر	کد۵
	پهنای باند اینترنت بین الملل به ازای هر نفر	کد۶
	دستگاه‌های تلویزیون به ازای هر ۱۰۰ نفر	کد۱۱
پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی	جمعیت پوشش داده‌شده به‌وسیله‌ی موبایل	کد۷
	هزینه‌های دسترسی اینترنت	کد۸
	هزینه موبایل سلولی	کد۹

ترکیب شاخص‌ها در هر بعد

در این بخش با استفاده از تحلیل عاملی، شاخص‌ها در هر بعد وزن‌دهی و ترکیب می‌شوند و میزان آمادگی هر کشور در هر بعد اندازه‌گیری می‌شود. برای وزن‌دهی به شاخص‌ها در هر بعد، ابتدا تحلیل عاملی را روی داده‌های این شاخص‌ها اعمال می‌کنیم. در این مرحله برخلاف مرحله‌ی قبل که از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (تحلیل عاملی) برای کاهش داده‌ها استفاده شد، تمامی مؤلفه‌های هر بعد را، که برای بعد اول ۷ مؤلفه و برای بعد دوم ۳ مؤلفه است، انتخاب می‌کنیم. سپس از ماتریس محموله‌های عاملی دوران‌یافته که براساس دوران واریماکس دوران یافته‌اند، برای وزن‌دهی استفاده می‌کنیم. جدول ۷ و ۸ ماتریس محموله‌های عاملی دوران‌یافته برای شاخص‌های دوبعد را نشان می‌دهد. وزن نرمال‌شده‌ی هر شاخص در هر عامل که عبارت است از توان دوم محموله‌ی عاملی شاخص تقسیم بر مجموع توان دوم‌های محموله‌های عاملی شاخص‌ها در آن عامل، با استفاده از رابطه‌ی ۲ به دست می‌آید:[۴۳]

$$w_{ik}^{j} = \frac{(l_{ik}^{j})^{۲}}{\sum_{i}(l_{ik}^{j})^{۲}} \qquad (۲)$$

به‌طوری که:

$$\begin{cases} j = ۱ & ; i,\ k = ۱, ۲, ..., ۷ \\ j = ۲ & ; i,\ k = ۱, ۲, ۳ \end{cases}$$

w_{ik}^{j} = وزن شاخص iام در عامل kام و در بعد jام

I_{ik}^{j} = محموله عاملی شاخص iام از عامل kام و در بعد jام

که در آن $\frac{(l_{ik}^{j})^{۲}}{\sum_{i}(l_{ik}^{j})^{۲}}$ نشان‌دهنده‌ی سهم واریانس عامل kام در بعد jام است که توسط شاخص iام توضیح داده می‌شود.[۴۱]

وزن شاخص‌ها در عامل‌های مختلف، در دو بعد «دسترسی» و «پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی» در جداول ۹ و ۱۰ آمده است.

در مرحله‌ی بعد برای به دست آوردن میزان آمادگی هرکشور در هر بعد، ابتدا یک ترکیب خطی از مقادیر شاخص‌های هر عامل در هر بعد که همان جمع وزن‌دار و نرمال‌شده‌ی شاخص‌ها در هر عامل و در هر بعد است را با استفاده از رابطه‌ی ۳ به دست می‌آوریم:

$$F_{kc}^{j} = \sum_{i} w_{ik}^{j} I_{ic}^{j}$$

$$\begin{cases} j = ۱ & ; i,\ k = ۱, ۲, ..., ۷ \\ j = ۲ & ; i,\ k = ۱, ۲, ۳ \\ c = ۱, ۲, ..., ۱۵۰ \end{cases}$$

I_{ic}^{j} = مقدار شاخص iام درکشور cام و در بعد jام (۳)

F_{kc}^{j} = مقدار عامل kام درکشور cام و در بعد jام

نهایتاً برای به دست آوردن مقادیر آمادگی هرکشور در هر بعد، یک ترکیب خطی از

جدول ۷. ماتریس محموله‌های عاملی دوران‌یافته‌ی بعد دسترسی.

	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم	عامل هفتم
کد ۱	۰٫۵۰۳	۰٫۳۲۰	۰٫۲۰۲	۰٫۳۷۰	۰٫۳۵۷	۰٫۲۲۵	۰٫۵۳۸
کد ۲	۰٫۸۳۷	۰٫۲۴۸	۰٫۱۸۵	۰٫۳۴۹	۰٫۱۸۹	۰٫۱۶۶	۰٫۱۳۷
کد ۳	۰٫۳۴۵	۰٫۳۹۷	۰٫۳۰۸	۰٫۳۳۳	۰٫۶۳۹	۰٫۲۵۴	۰٫۲۱۰
کد ۴	۰٫۳۵۰	۰٫۴۵۳	۰٫۳۷۲	۰٫۲۲۹	۰٫۳۱۱	۰٫۵۹۴	۰٫۱۷۹
کد ۵	۰٫۲۵۰	۰٫۸۳۵	۰٫۳۲۷	۰٫۲۰۳	۰٫۲۰۸	۰٫۱۷۹	۰٫۱۳۱
کد ۶	۰٫۱۶۳	۰٫۲۷۳	۰٫۸۹۲	۰٫۲۲۵	۰٫۱۵۵	۰٫۱۴۵	۰٫۰۸۸
کد ۱۱	۰٫۳۵۰	۰٫۲۰۰	۰٫۲۶۵	۰٫۸۳۵	۰٫۱۸۸	۰٫۱۲۸	۰٫۱۳۴

جدول ۸. ماتریس محموله‌های عاملی دوران‌یافته‌ی بعد پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی.

	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
کد ۷	۰٫۹۰۶	۰٫۲۹۷	۰٫۳۰۱
کد ۸	۰٫۳۳۹	۰٫۸۴۳	۰٫۴۱۷
کد ۹	۰٫۳۵۳	۰٫۴۳۲	۰٫۸۳۰

جدول ۹. وزن شاخص‌ها در عامل‌های مختلف، در بعد دسترسی.

	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم	عامل چهارم	عامل پنجم	عامل ششم	عامل هفتم
کد ۱	۰٫۱۸۰	۰٫۰۷۶	۰٫۰۳۲	۰٫۱۱۳	۰٫۱۶۵	۰٫۰۹۰	۰٫۶۷۷
کد ۲	۰٫۴۹۸	۰٫۰۴۶	۰٫۰۲۷	۰٫۱۰۱	۰٫۰۴۶	۰٫۰۴۹	۰٫۰۴۴
کد ۳	۰٫۰۸۵	۰٫۱۱۸	۰٫۰۷۴	۰٫۰۹۲	۰٫۵۳۰	۰٫۱۱۴	۰٫۱۰۳
کد ۴	۰٫۰۸۷	۰٫۱۵۳	۰٫۱۰۸	۰٫۰۴۳	۰٫۱۲۶	۰٫۶۲۵	۰٫۰۷۵
کد ۵	۰٫۰۴۴	۰٫۵۲۱	۰٫۰۸۳	۰٫۰۳۴	۰٫۰۵۶	۰٫۰۵۷	۰٫۰۴۰
کد ۶	۰٫۰۱۹	۰٫۰۵۶	۰٫۶۲۱	۰٫۰۴۲	۰٫۰۳۱	۰٫۰۳۷	۰٫۰۱۸
کد ۱۱	۰٫۰۸۷	۰٫۰۳۰	۰٫۰۵۵	۰٫۵۷۶	۰٫۰۴۶	۰٫۰۲۹	۰٫۰۴۲

جدول ۱۰. وزن شاخص‌ها در عامل‌های مختلف، در بعد پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی.

	عامل اول	عامل دوم	عامل سوم
کد ۷	۰٫۷۷۴	۰٫۰۹۰	۰٫۰۹۵
کد ۸	۰٫۱۰۸	۰٫۷۲۱	۰٫۱۸۳
کد ۹	۰٫۱۱۸	۰٫۱۸۹	۰٫۷۲۳

مقادیر عامل‌ها در هر بعد را با استفاده از رابطه‌ی ۴ محاسبه می‌کنیم:

$$CI_{c}^{j} = \sum_{k} w_{k}^{j} F_{kc}^{j}$$

$$\begin{cases} j = ۱ & ; k = ۱, ۲, ..., ۷ \\ j = ۲ & ; k = ۱, ۲, ۳ \\ c = ۱, ۲, ..., ۱۵۰ \end{cases} \quad (۴)$$

لازم به ذکر است که وزن هر عامل در هر بعد عبارت است از سهم واریانس آن بعد که توسط عامل مورد نظر توضیح داده می‌شود و با استفاده از رابطه‌ی ۵ به دست می‌آید:

$$w_{k}^{j} = \frac{\sum_{i}(l_{ik}^{j})^{۲}}{\sum_{k}\sum_{i}(l_{ik}^{j})^{۲}}$$

$$\begin{cases} j = ۱ & ; i, k = ۱, ۲, ..., ۷ \\ j = ۲ & ; i, k = ۱, ۲, ۳ \end{cases} \quad (۵)$$

جدول ۱۱ ساختار ترکیب شاخص‌ها در هر بعد را نشان می‌دهد.

ترکیب ابعاد و ساخت شاخص مرکب برای ارزیابی آمادگی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات

در این قسمت مقادیر آمادگی دو بعد، ترکیب شده و شاخصی مجرد و مرکب برای اندازه‌گیری آمادگی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به دست

جدول ۱۱. ساختار ترکیب شاخص‌ها در هر بعد.

شاخص	عامل‌ها			
	F_1	F_2	...	F_i
$I1$	W_{11}^j	W_{12}^j	...	W_{1i}^j
$I2$	W_{21}^j	W_{22}^j	...	W_{2i}^j
⋮	⋮	⋮		⋮
Ii	W_{i1}^j	W_{i2}^j	...	W_{ii}^j

شاخص‌ها	کشورها			
	C_1	C_2	...	C_{150}
$I1$	I_{11}^j	I_{12}^j	...	I_{1150}^j
$I2$	I_{21}^j	I_{22}	...	I_{2150}^j
⋮	⋮	⋮		⋮
Ii	I_{i1}^j	I_{i2}^j	...	I_{i150}^j

وزن عامل‌ها در هر بعد	عامل‌ها	کشورها			
		C_1	C_2	...	C_{150}
w_1^j	$F1$	F_{11}^j	F_{12}^j	...	F_{1150}^j
w_2^j	$F2$	F_{21}^j	F_{22}^j	...	F_{2150}^j
⋮	⋮	⋮	⋮		⋮
w_i^j	Fi	F_{i150}^j	F_{i150}^j	...	F_{i150}^j
آمادگی هر کشور در هر بعد		CI_1^j	CI_2^j	...	CI_{150}^j

می‌آید. برای انجام این کار ابتدا مقادیر آمادگی دو بعد، به دست آمده از مرحله‌ی قبل را نرمال می‌کنیم و سپس مرحله‌ی وزن‌دهی شاخص‌ها را برای این مقادیر تکرار می‌کنیم. وزن ابعاد در هر عامل و ترکیب مقادیر ابعاد در هر عامل با استفاده از روابط ۶ و ۷ به دست می‌آیند.

$$w_{jk} = \frac{(l_{jk})^2}{\sum_{j=1}^{2}(l_{jk})^2} \qquad k = 1, 2$$

w_{jk} = وزن بعد jام در عامل kام

l_{jk} = محموله عاملی بعد jام از عامل kام (۶)

$$F_{kc} = \sum_{j=1}^{2} w_k^j CI_c^j$$

$$\begin{cases} k = 1, 2 \\ c = 1, 2, ..., 150 \end{cases}$$

CI_c^j = مقدار بعد jام در کشور cام

F_{kc} = مقدار عامل k ام در کشور c ام (۷)

همچنین مقادیر هر عامل با استفاده از روابط ۸ و ۹ وزن‌دهی و ترکیب شده و میزان آمادگی هر کشور در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به دست می‌آید.

$$w_k = \frac{\sum_{j=1}^{2}(l_k^j)^2}{\sum_{k=1}^{2}\sum_{j=1}^{2}(l_k^j)^2} \qquad (۸)$$

$$CI_c^{readiness} = \sum_{k=1}^{2} w_k F_{kc} \qquad (۹)$$

با استفاده از این روش عینی وزن‌دهی، هم‌پوشانی اطلاعاتی بین دو یا چند شاخصی که به میزان زیادی با یکدیگر همبسته‌اند، اصلاح شده و شاخصی که به‌طور نسبی می‌تواند سهم بیشتری از واریانس و تغییرپذیری داده‌ها را توضیح دهد، وزن بیشتری می‌گیرد.[۴۴] از آنجا که میان شاخص‌های حوزه‌ی مورد بررسی همبستگی بالایی وجود دارد و هدف این نوشتار مقایسه و رتبه‌بندی کشورها و به دست آوردن شکاف دیجیتالی میان آنهاست، این روش وزن‌دهی نسبت به سایر روش‌ها (مانند استفاده از وزن‌های مساوی برای شاخص‌ها، یا استفاده از نظرات خبرگان) ترجیح داده می‌شود.

آزمایش و اعتبارسنجی مدل

به‌منظور آزمایش و کسب اعتبار مدل (شاخص مرکب)، آن را با چهار شاخص آمادگی که قبلاً طراحی شده‌اند مقایسه می‌کنیم.[۱۸] این شاخص‌ها که جزو معروف‌ترین شاخص‌های آمادگی الکترونیک‌اند عبارت‌اند از:
شاخص جامعه‌ی اطلاعاتی (طراحی‌شده توسط شرکت بین‌المللی داده‌ها)، شاخص آمادگی شبکه (ساخته شده توسط مجمع جهانی اقتصاد)، شاخص نمایش شکاف دیجیتالی (ارائه‌شده توسط اوربیکام)، شاخص دسترسی دیجیتالی و شاخص فرصت دیجیتالی (طراحی شده توسط سازمان جهانی مخابرات). در جدول ۱۲ وجود یا عدم وجود شاخص‌های مدل در این شاخص‌ها، و در جدول ۱۳ تعداد شاخص‌های این مدل‌ها و تعداد کشورهای بررسی شده توسط مدل‌ها ارائه شده است.

در ضمیمه‌ی ۲ رتبه‌ی کشورهای مختلف در مدل پیشنهادی، با رتبه‌ی آنها در دیگر مدل‌ها و نیز با رتبه‌ی آنها براساس میزان درآمد ناخالص ملی به‌ازای هر نفر مقایسه شده است. همچنین ضریب همبستگی رتبه‌یی اسپیرمن میان رتبه‌های هرکدام از مدل‌ها با مدل پیشنهادی و درآمد سرانه آورده شده است. چنان‌که مشاهده می‌شود رتبه‌ی کشورها در مدل پیشنهادی، بسیار به رتبه‌ی کشورها در سایر مدل‌ها نزدیک است و مدل مذکور رفتار سایر مدل‌ها را تکرار می‌کند که این امر نشان‌دهنده‌ی مناسب‌بودن برازش مدل و معتبر بودن آن است.

در سال ۲۰۰۳ میلادی ثابت شد که میان آمادگی الکترونیک و درآمد ناخالص ملی به‌ازای هر نفر همبستگی نزدیکی وجود دارد.[۴۵] از این موضوع می‌توان برای اثبات اعتبار مدل و نتایج آن استفاده کرد. در این تحقیق این موضوع از دو منظر مختلف بررسی و اثبات می‌شود.

۱. مقایسه‌ی رتبه‌ی کشورها براساس دو شاخص: مقدار بالای ضریب همبستگی رتبه‌یی اسپیرمن (۰/۹۳۵) میان رتبه‌های کشورها براساس آمادگی‌شان و رتبه‌های آنها براساس درآمد سرانه، مؤید صحت نتایج این تحقیق است.

۲. استفاده از رگرسیون میان آمادگی کشورها و درآمد سرانه‌ی آنها و نیز مشخص ساختن میزان ضریب تعیین میان این دو شاخص: برای انجام این کار ابتدا مقادیر آمادگی را با استفاده از رابطه‌ی ۱۰ نرمال کرده و به مقادیر بین صفر تا ۱ تبدیل می‌کنیم:[۴۶]

$$CI_c^n \frac{CI_c - \min_c(CI_c)}{\max_c(CI_c) = \min_c(CI_c)} \qquad (۱۰)$$

در این رابطه نشان‌گر مقادیر نرمال‌شده‌ی میزان آمادگی کشورها است. در شکل ۳ رگرسیون آمادگی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کشورها، برحسب درآمد سرانه‌ی آنها نشان داده شده است.

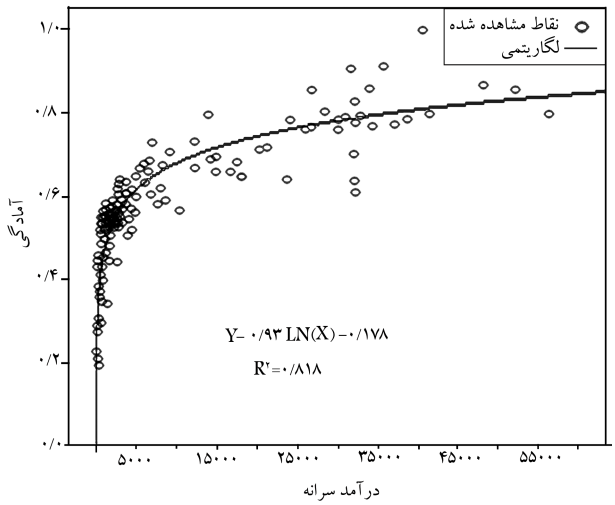
با توجه به بالا بودن ضریب تعیین میان آمادگی کشورها و درآمد سرانه‌ی آنها ($R^2 = 0/818$) بار دیگر معتبربودن صحت مدل تأیید و اثبات می‌شود.

جدول ۱۲. وجود یا عدم وجود شاخص‌های مدل در سایر شاخص‌ها.

شاخص‌های مدل	شاخص دسترسی دیجیتالی	شاخص فرصت دیجیتالی	شاخص آمادگی شبکه	شاخص جامعه اطلاعاتی	مدل اوربیکام
کد ۱	√	√	√		√
کد ۲	√	√		√	√
کد ۳		√	√	رایانه‌ها به‌ازای هر خانواده	√
کد ۴	کاربران اینترنت	√	خانواده‌های آنلاین	کاربران اینترنت	کاربران اینترنت
کد ۵	√	√		پهنای باند خانواده‌ها	
کد ۶	√	√			
کد ۷		√			
کد ۸	√	√	√		
کد ۹		√			
کد ۱۱			√		خانواده‌های دارای تلویزیون

جدول ۱۳. تعداد شاخص‌ها و تعداد کشورهای مورد بررسی در شاخص پیشنهادی و سایر شاخص‌ها.

	مدل پیشنهادی	شاخص دسترسی دیجیتالی	شاخص فرصت دیجیتالی	شاخص آمادگی شبکه	شاخص جامعه اطلاعاتی	مدل اوربیکام
تعداد شاخص‌ها	۱۰	۸	۱۵	۴۸	۲۳	۱۲
تعداد کشورهای مورد بررسی	۱۵۰	۱۷۸	۵۳	۱۰۴	۵۵	۱۳۹



شکل ۳. رگرسیون آمادگی برحسب درآمد سرانه.

خروجی مدل: اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی

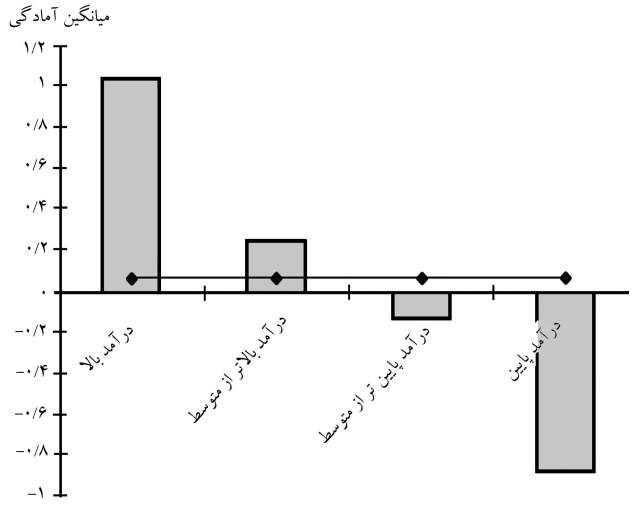
از آنجا که تعداد کشورها بسیار زیاد است و امکان بررسی دو به دو آنها برای محاسبه‌ی شکاف دیجیتالی در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات مقدور نیست، کشورها را براساس شرایط اقتصادی و میزان آمادگی آنها دسته‌بندی، و شکاف میان کشورهای دسته‌های مختلف را بررسی و تجزیه و تحلیل می‌کنیم.

دسته‌بندی کشورها براساس شرایط اقتصادی

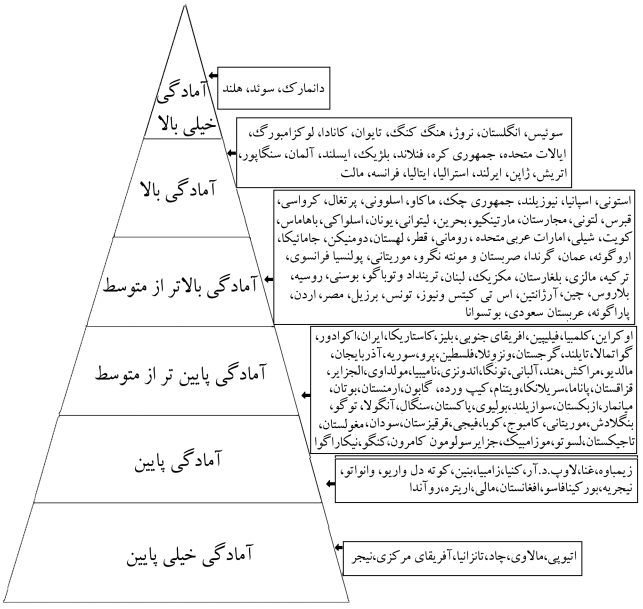
بانک جهانی کشورها را براساس درآمد سرانه به چهار دسته ـ کشورهای با درآمد بالا، کشورهای با درآمد بالاتر از متوسط، کشورهای با درآمد پایین‌تر از متوسط و کشورهای با درآمد پایین ـ تقسیم‌بندی کرده که می‌توان از این تقسیم‌بندی برای مقایسه‌ی آمادگی کشورها و تجزیه و تحلیل شکاف میان‌آنها استفاده کرد. جدول ۱۴ تعداد کشورها را در هر دسته (از مجموع ۱۴۹ کشور مورد بررسی که درآمد سرانه‌شان موجود است) را نشان می‌دهد. همچنین در شکل ۴ میانگین آمادگی کشورها در هر دسته از درآمد سرانه، با یکدیگر و با میانگین آمادگی کل کشورها مقایسه شده است.

جدول ۱۴. تعداد کشورها در هر دسته از درآمد سرانه.

	درآمد بالا	درآمد بالاتر از متوسط	درآمد پایین‌تر از متوسط	درآمد پایین
تعداد کشورها	۳۸	۲۹	۴۱	۴۱



شکل ۴. مقایسه‌ی میانگین آمادگی کشورها در هر دسته از درآمد سرانه با یکدیگر و با میانگین آمادگی کل.



شکل ۵. نحوه‌ی قرارگرفتن کشورها در هر دسته براساس میزان آمادگی.

دسته‌بندی کشورها براساس میزان آمادگی الکترونیک

از آنجا که مقادیر آمادگی کشورها در سطح معنی‌دار ۰٫۰۱ در بازه سه‌برابر انحراف‌معیار از میانگین $(\mu - 3\sigma, \mu + 3\sigma)$ قرار می‌گیرند، می‌توان آنها را براساس واریانس آمادگی‌ها دسته‌بندی کرد و در میان این دسته‌ها به تجزیه و تحلیل شکاف دیجیتالی پرداخت:

۱. کشورهای با آمادگی خیلی بالا: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu-2\sigma, \mu+3\sigma)$؛

۲. کشورهای با آمادگی بالا: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu - \sigma, \mu + 2\sigma)$؛

۳. کشورهای با آمادگی بالاتر از متوسط: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu, \mu+\sigma)$؛

۴. کشورهای با آمادگی پایین‌تر از متوسط: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu-\sigma, \mu)$؛

۵. کشورهای با آمادگی پایین: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu - 2\sigma, \mu - \sigma)$؛

۶. کشورهای با آمادگی خیلی پایین: کشورهای با مقادیر آمادگی در بازه $(\mu-3\sigma, \mu-2\sigma)$.

شکل ۵ نحوه‌ی قرارگرفتن کشورها در هر دسته را براساس میزان آمادگی در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات نشان می‌دهد.

براساس این دسته‌بندی می‌توان میانگین آمادگی کشورهای مختلف در هر دسته را با میانگین آمادگی کشورها در سایر دسته‌ها مقایسه کرد و به تجزیه و تحلیل شکاف دیجیتالی میان دسته‌های مختلف پرداخت. بر این اساس، بیشترین شکاف میان کشورهای دسته‌های مختلف در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات به‌ترتیب میان کشورهای دسته اول با دسته ششم، کشورهای دسته دوم با دسته ششم، و کشورهای دسته اول با دسته پنجم است. کم‌ترین اختلاف و فاصله‌ی توسعه‌یافتگی به‌ترتیب در بین کشورهای دسته سوم با دسته چهارم، کشورهای دسته اول با دسته دوم و کشورهای دسته پنجم با دسته ششم مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

این تحقیق با هدف طراحی شاخص مرکبی (مدل) برای اندازه‌گیری شکاف دیجیتالی میان کشورها در حوزه‌ی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات و با استفاده از روش‌های داده‌کاوی ـ که در این نوشتار عبارت‌اند از: مونت کارلو زنجیره مارکوف و تحلیل عاملی چندمرحله‌یی ـ انجام گرفته است. شاخص مرکب پیشنهادی، دومین شاخص الکترونیک بعد از شاخص فرصت دیجیتالی است که براساس شاخص‌های فنّاوری اطلاعات و ارتباطات مورد توافق جامعه‌ی بین‌المللی (شاخص‌های اصلی) ساخته شده است، با این تفاوت که در شاخص پیشنهادی ۱۵۰ کشور و در شاخص فرصت‌های دیجیتالی ۵۳ کشور مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرارگرفته‌اند. برخلاف شاخص فرصت دیجیتالی که از روش وزن‌دهی مساوی استفاده شده است، در این شاخص مرکب برای اصلاح هم‌پوشانی اطلاعاتی میان شاخص‌های با همبستگی بالا از روش تحلیل عاملی چندمرحله‌یی استفاده شده است.

شاخص‌های استفاده شده در این مدل مهم‌ترین شاخص‌ها برای اندازه‌گیری جامعه‌ی اطلاعاتی‌اند، لذا مدل پیشنهادی ابزاری ارزش‌مند برای الگوبرداری توسط کشورهای مختلف است.[۴۷]

از آنجا که شاخص‌های استفاده شده در این مدل مورد توافق جامعه‌ی بین‌المللی هستند، مقادیر عددی آنها در طول زمان به‌وسیله‌ی کشورهای بیشتری جمع‌آوری می‌شوند و این امر باعث افزایش جامعیت مدل می‌شود.

مزیت بعدی استفاده از شاخص‌های اصلی در مدل پیشنهادی این است که به‌علت وجود مقادیر عددی برای این شاخص‌ها در بیشتر کشورها، امکان استفاده از روش‌های آماری و تجزیه و تحلیل نتایج افزایش یافته است.

این مدل از دو بعد «دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات» و «پوشش موبایل و هزینه‌های دسترسی» تشکیل شده است و از آن می‌توان برای مقایسه‌ی آمادگی زیرساخت و دسترسی فنّاوری اطلاعات و ارتباطات کشورها و نیز تجزیه و تحلیل شکاف دیجیتالی در این حوزه استفاده کرد. همچنین می‌توان کشورها را براساس شرایط اقتصادی و غیره دسته‌بندی کرد و شکاف دیجیتالی میان آنها را اندازه‌گیری کرد.

از معایب این مدل می‌توان به عدم حساس بودن آن نسبت به تغییرات نرخ رشد شاخص‌ها در طول زمان اشاره کرد. برای غلبه بر این مشکل، می‌توان با استفاده از متدولوژی سری‌های زمانی شکاف‌های پویا و تغییرپذیر را تجزیه و تحلیل کرد.[۴۷] از معایب دیگر این مدل می‌توان به استفاده از همبستگی میان شاخص‌ها برای وزن‌دهی به آنها و ساختن مدل نام برد؛ چراکه همبستگی میان شاخص‌ها فقط رفتار گذشته‌ی آنها را منعکس می‌کند و ساختار سیستم مورد اندازه‌گیری را در آینده نشان نمی‌دهد. برای حل این مشکل نیز می‌توان از مدل‌های علت و معلولی یا مدل‌های سیستم‌های دینامیکی استفاده کرد.[۴۸]

پانوشت

1. infrastructure
2. information and communication technology
3. core ICT indicators
4. markov chain monte carlo (MCMC)
5. multi_stage factor analysis
6. computer system policy project (CSPP)
7. readiness guide for living in the networked world
8. center for international development at Harvard University (CID)
9. international business machines corporation (IBM)
10. readiness for the networked world: a guide for developing countries
11. world economic union (WEF)
12. INSEAD
13. Info Dev
14. networked readiness index (NRI)
15. E-commerce readiness assessment guide
16. Asian pacific economic cooperation (APEC)
17. e-ASEAN readiness assessment
18. association of southeast asian nations (ASEAN)
19. risk E-business: seizing the opportunity of global E -readiness
20. McConnell
21. measuring the internet economy
22. international data corporation (IDC)
23. information society index (ISI)
24. united nations development programme (UNDP)
25. technology achievement index (TAI)
26. international telecommunications union (ITU)
27. digital access index (DAI)
28. Ohio
29. cross national analysis of internet development
30. a framework for measuring national e-readiness
31. world telecommunication indicators (WTI)
32. statistical indicators for monitoring and controlling the ICT system
33. information age partnership (IAP)
34. european foundation for quality management (EFQM)
35. digital opportunity index (DOI)
36. human development index (HDI)
37. united nations economic commission for latin america and the caribbean (UNECLAC)
38. statistical office of the european communities (EUROSTAT)
39. bias
40. missing at random assumption, (MAR)
41. principal component analysis (PCA)
42. the Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) measure of sampling adequacy
43. Bartlett's test of sphericity
44. scree-plot
45. factor loading
46. varimax rotation
47. orthogonal
48. oblique
49. Promax

منابع

1. Department of Information Technology (DIT), INDIA: E-Readiness Assessment Report, (2004) (available online at: http://www.mit.gov.in).
2. Mutula, S.M., and van Brakel, P. "An evaluation of e-readiness assessment tools with respect to information access: Towards an integrated information rich tool", *Int J. of Information Management,* **26**, pp. 212–223 (2006).
3. United Nations Information Society Indicators, (2005); available online at: http://www.un.org.
4. Hanafizadeh, P.; Hanafizadeh M.R., and Khodabakhshi, M. "Taxonomy of e-readiness assessment measures", *International Journal of Information Management,* In press (2008) doi:10.1016/j.ijinfomgt.2008.06.002.
5. Grigorovici, D.M. et.al., *Weighing The Intangible: Towards A Framework For Information Society Indices,* E-business Research Center University Park (2002).
6. Computer Systems Policy Project (CSPP) Readiness Guide for Living in the Networked World,(1998), (available online at: http://www.cspp.org).
7. Center for International Development at Harvard University Readiness for the Networked World, A Guide for Developing Countries, (2000); (available online at: http://www.cid.harvard.edu.)
8. World Economic Forum, The Networked Readiness Index: Measuring the Preparedness of Nations for the Networked World, (2001-2002); (available online at: http://www.weforum.org.)
9. Asian Pacific Economic Corporation (APEC), e-commerce readiness assessment guide, (2000); (availableonlineat: http://www.ecommerce.gov/apec/.)
10. Association of Southeast Asian Nations e-ASEAN Readiness Assessment, (2001); (available online at: http://www.e-asean.info/.)
11. McConnell International E-readiness Report, Risk E-Business: Seizing the Opportunity of Global E-Readiness, (2000); (available online at: http://www.mcconnellinternational.com.)
12. Bridges, Comparison of E-Readiness Assessment Models, (2001); (available online at: http://www.bridges.org.)
13. The World Information Technology and Services Alliance, International Survey of Electronic Commerce (2000); available online at: http://www.witsa.org/papers.
14. Choucri, N. et.al. *Global e-Readiness- for WHAT?,* Massachusetts Institute of Technology, Cambridge (2003).
15. Barua, A. et.al. *Measuring the Internet Economy,* Center for Research in Electronic Commerce, Graduate School of Business, The University of Texas at Austin (1999).
16. Minges, M. *Evaluation of e-Readiness Indices in Latin America and the Caribbean,* United Nation's Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), (2005); (available online at: http://www.eclac.org.)
17. Robison, K.K., and Crenshaw, E.M. "Post-industrial transformations and cyber-space: a cross-national analysis of Internet development", *Social Science Research,* **31**, pp. 334-363 (2002).

18. Bui, T.X.; Sankaran, S., and Sebastian, L.M. "A framework for measuring national e-readiness", *Int Journal of Electronic Business,* **1**(1), pp. 3-22 (2003).
19. World Economic Forum, The Networked Readiness Index: Measuring the Preparedness of Nations for the Networked World, (2002-2003), (available online at: http://www.weforum.org.)
20. emperica Gmbh, *Europe Benchmarking Framework,* (2001); (available online at: http://www.sibis-eu.org.)
21. International Telecommunication Union, World Telecommunication Development Report, Access Indicators For The Information Society, (2003); (available online at: http://www.itu.int.)
22. Economist Intelligence Unit , The 2001 e-readiness rankings, (2001); (available online at: http://www.eiu.com.)
23. Beroggi, E.G.G.; Täube, V.G. and Lévy, M. "Statistical indicators for monitoring and controlling the ICT system", *Int. J. Technology, Policy and Management,* **1**(5), pp. 93-120 (2005).
24. International Telecommunication Union, measuring digital opportunity, (2005); (available online at: http://www.itu.int.)
25. Bridges, E-readiness Assessment Tools Comparison, (2005); available online at: http://www.bridges.org.
26. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), *Information and Telecommunication Technology (ICT) development indices,* (2003); available online at: http://measuring-ict.unctad.org.
27. United Nations, Core ICT indicators; Partnership on Measuring ICT for Development, (2005); (available online at: http://www.un.org.)
28. Hanafizadeh, P.; Khodabakhshi, M., and Hanafizadeh, M.R. "Extracting Core indicators for ICT measurement: building a rich integrated set of core ICT indicators", *Iranian Journal of Management Sciences,* **2**(5), pp. 1-33 (2007), (in Persian).
29. Hanafizadeh, P.; Hanafizadeh, M.R., and Khodabakhshi, M. "Designing a methodology for presenting Iran's e-readiness assessment model", *Journal of Science & Technology Sharif,* In Press (2007).
30. World Bank, Monitoring & Evaluation Toolkit for E-Strategies Results, (2005); (available online at: http://www.world bank.org.)
31. Macintyre, G., and Ramnarine, D. *National ICT Strategy Development e-Readiness Assessment Report,* Ministry of Public Administration & Information, Trinidad and Tobago (2003).
32. International Telecommunication Union, *World Telecommunication Development Report,* (2006); (available online at: http://www.itu.int.)
33. Little, R.J.A., and Rubin, D.B. *Statistical analysis with missing data,* New York: John Wiley & Sons (2002).
34. Roderick, L.J.A., and Rubin, D.B. *Statistical analysis with missing data,* New York: John Wiley, 2nd Ed., (2002).
35. Schafer, J.L. *Analysis of Incomplete Multivariate Data,* New York: Chapman and Hall (1997).
36. Nardo, M. et al. *Tools for Composite Indicators Building,* European Communities, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Econometrics and Statistical Support to Antifraud Unit, Italy (2005).
37. Hutcheson, G., and Sofroniou N. *The Multivariate Social Scientist: Introductory Statistics Using Generalized linear Models,* Thousand Oaks, CA: Sage Publications (1999).
38. Hair, J.F.; Anderson, R.E.; Tatham, R.L., and Black, W.C. *Multivariate Data Analysis, 5th Edn Prentice Hall International,* Upper Saddle River, NJ (1998).
39. Sampler, J.L. "Redefining industry structure for the information age", *Strategic Management Journal,* **19** pp. 343-55 (1998).
40. Sricharoen, T., and Buchenrieder, G. "Principal component analysis of poverty in northern Thailand", *Conference on International Agricultural Research for Development,* Stuttgart-Hohenheim, (October 2005).
41. Johnson, R.A., and Wichern, D.W. *Applied Multivariate Statical Analysis,* Prentice Hall, 5 Edition (2002).
42. Abdi, H. *Encyclopedia of Social Sciences Research Methods*, Thousand Oaks (CA): Sage. Edited by Lewis-Beck M., Bryman, A., Futing T. (Eds.) (2003).
43. Nicoletti, G.; Scarpetta, S., and Boylaud, O. "Summary indicators of product market regulation with an extension to employment protection legislation", *Economics department working papers,* 226, ECO/WKP(99),18 (2000).
44. Pennoni, F., and Tarantola, S. *The European E-Business Readiness Index Based on The Year 2004 Data Of 26 Countries,* European Commission (2005).
45. Grigorovici, D.M. et.al., "InfoMetrics: a structural equation modeling approach to information indicators and e-readiness measurement", *15th Biennial Conference of the International Telecommunication Society,* Berlin, Germany (September 2004).
46. Archibugi, D., and Coco, A., "A new indicator of technological capabilities forDeveloped and developing countries (ArCo)", *World development,* **32**(4), pp. 629-654 (2004).
47. Vehovar, V.; Sicherl, P.; Hüsing, T., and Dolnicar, V. "Methodological challenges of digital divide measurements", *The Information Society,* **22**(5), pp. 279-290 (2006).
48. Sterman J.D. *Business Dynamic System Thinking and Modeling for a Complex World,* Irwin: McGraw-Hill (2000).

پیوست

ضمیمه ۱.

کشورها	کد ۱	کد ۲	کد ۳	کد ۴	کد ۵	کد ۶	کد ۷	کد ۸	کد ۹	کد ۱۱
کیپ ورده	۱۵٫۵۶	۱۳٫۹۴	۱۰٫۱۷	۱٫۲	۰٫۶	۲۱٫۲	۸۰٫۷۶	۳۳٫۳	۲۷٫۹	۱۰٫۵
آفریقای مرکزی	۰٫۲۶	۱٫۵۳	۰٫۲۸	۰٫۱	۱۳٫۲۱	۰٫۱	۶۲٫۳۸	۷۷۳٫۱	۸۵٫۱	۰٫۵
چاد	۰٫۱۵	۱٫۳۹	۰٫۱۷	۰	۱۸٫۳۲	۰٫۴	۴۵٫۵۱	۴۲۷٫۷	۱۲۴٫۴	۰٫۵
شیلی	۲۱٫۵۳	۶۲٫۰۸	۱۳٫۸۷	۸٫۸	۵۹٫۲۵	۸۲۴٫۳	۱۰۰	۶	۱۶٫۲	۵۳٫۴
چین	۲۳٫۹۸	۲۵٫۷۶	۴٫۰۸	۵٫۵	۱۹٫۸۴	۵۷٫۳	۸۶٫۴۶	۱۱٫۱	۱٫۶۳	۳۸٫۲
کلمبیا	۱۷٫۱۴	۲۲٫۹۵	۵٫۵۳	۱٫۷	۲٫۰۱	۱۲۲٫۷	۹۱٫۱۷	۱۲٫۲	۶٫۹	۲۵٫۱
کونگو	۰٫۳۶	۱۰٫۰۵	۰٫۴۵	۰	۲۷٫۱۱	۰٫۳	۸۰	۲۲۳٫۸	۵۸٫۷	۱٫۳
کاستاریکا	۳۱٫۶۲	۲۱٫۷۳	۲۱٫۸۹	۲٫۹	۶٫۵۸	۱۱۸۸٫۶۵	۷۲٫۱۵	۶٫۹	۱٫۵	۲۲٫۵
کوته دل واریو	۱٫۴۳	۹٫۰۷	۱٫۵۵	۰٫۱	۱۶٫۹۱	۲٫۴	۵۵	۳۰۳٫۲	۵۰٫۳	۱۳٫۵
کورواسی	۴۲٫۷۴	۶۳٫۵۸	۱۹٫۰۷	۱۳٫۷	۱۲۰٫۳۴	۳۱۹٫۳	۹۸	۵٫۳	۴٫۵	۳۲
کوبا	۶٫۷۸	۰٫۶۷	۲٫۶۵	۰٫۱	۲۷٫۶۶	۷٫۷	۵۰	۳۷٫۷	۲۱٫۲	۲۶٫۲
زامبیا	۲٫۶۷	۳٫۵۶	۸٫۴۱	۰٫۳	۰٫۷۵	۴٫۶	۷۸٫۷	۴۲٫۸	۱۰۹٫۱	۵٫۱

ضمیمه ۲.

کشورها	امتیازها	مدل پیشنهادی	شاخص دسترسی دیجیتالی	شاخص فرصت دیجیتالی	شاخص آمادگی شبکه	شاخص جامعه اطلاعاتی	مدل اوربیکام	رتبه براساس وزن مساوی	درآمد سرانه (GNI)	رتبه براساس GNI
دانمارک	۲٫۳۲۵	۱	۲	۲	۴	۵	۱	۱	۴۰,۶۵۰	۵
سوئد	۱٫۸۵۳	۲	۱	۱	۶	۱	۲	۳	۳۵,۷۷۰	۸
هلند	۱٫۸۲۹	۳	۶	۸	۱۶	۷	۴	۲	۳۱,۷۰۰	۱۷
سوئیس	۱٫۶۲۹	۴	۱۳	۴	۹	۸	۳	۶	۴۸,۲۳۰	۳
انگلستان	۱٫۵۶۶	۵	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲	۱۴	۴	۳۳,۹۴۰	۱۰
نروژ	۱٫۵۶۴	۶	۵	-	۱۳	۴	۵	۷	۵۲,۰۳۰	۲
هنگ کنگ	۱٫۵۵۵	۷	۷	۵	۷	۱۴	۹	۸	۲۶,۸۱۰	۲۳
تایوان، چین	۱٫۴۰۲	۸	۹	۷	۱۵	۱۸	-	۲۱	*۳۲,۱۱۲	۱۳
کانادا	۱٫۲۷۶	۹	۱۰	۱۱	۱۰	۶	۶	۹	۲۸,۳۹۰	۲۱
لوکزامبورک	۱٫۲۴۷	۱۰	۱۶	-	۱۷	-	۱۲	۲۰	۵۶,۲۳۰	۱
ایالات متحده	۱٫۲۴۲	۱۱	۱۱	۱۰	۵	۲	۷	۱۸	۴۱,۴۰۰	۴
جمهوری کره	۱٫۲۳	۱۲	۴	۳	۲۴	۲۲	۱۷	۲۸	۱۳,۹۸۰	۳۵
فنلاند	۱٫۲۱۵	۱۳	۸	-	۳	۳	۸	۱۵	۳۲,۷۹۰	۱۱
بلژیک	۱٫۱۹۸	۱۴	۲۰	۱۵	۲۶	۱۵	۱۳	۵	۳۱,۰۳۰	۱۸
ایسلند	۱٫۱۹۴	۱۵	۳	-	۲	-	۱۰	۱۶	۳۸,۶۲۰	۶
آلمان	۱٫۱۷۳	۱۶	۱۸	۱۳	۱۴	۱۳	۱۸	۱۰	۳۰,۱۲۰	۱۹
سنگاپور	۱٫۱۷۳	۱۷	۱۴	۶	۱	۱۱	۱۱	۱۴	۲۴,۲۲۰	۲۵
اتریش	۱٫۱۳۱	۱۸	۱۷	۱۴	۱۹	۱۶	۱۵	۱۱	۳۲,۳۰۰	۱۲
ژاپن	۱٫۱۱۳	۱۹	۱۵	۹	۸	۱۰	۱۹	۳۲	۳۷,۱۸۰	۷
ایرلند	۱٫۰۸۷	۲۰	۲۵	-	۲۲	۱۹	۲۰	۱۲	۳۴,۲۸۰	۹
استرالیا	۱٫۰۷۶	۲۱	۱۹	۱۶	۱۱	۹	۱۶	۳۰	۲۶,۹۰۰	۲۲
ایتالیا	۱٫۰۶۳	۲۲	۲۲	۱۸	۴۵	۲۳	۲۷	۲۶	۲۶,۱۲۰	۲۴
فرانسه	۱٫۰۴۸	۲۳	۲۳	۱۷	۲۰	۲۱	۲۲	۱۹	۳۰,۰۹۰	۲۰
مالت	۰٫۸۹۲	۲۴	۲۹	-	۲۸	-	۲۶	۲۷	۱۲,۲۵۰	۳۷

ادامه ضمیمه ۲.

استونی	۰/۸۶۷	۲۵	۲۷	-	۲۵	-	۲۴	۱۷	۷, ۰۱۰	۴۴
اسپانیا	۰/۸۰۷	۲۶	۲۸	۲۰	۲۹	۲۴	۲۸	۲۲	۲۱, ۲۱۰	۲۷
نیوزیلند	۰/۷۹۴	۲۷	۲۱	-	۲۱	۱۷	۲۳	۳۱	۲۰, ۳۱۰	۲۸
جمهوری چک	۰/۷۵۱	۲۸	۳۰	۲۱	۴۰	۲۷	۳۲	۲۵	۹, ۱۵۰	۳۹
ماکاو، چین	۰/۷۲۳	۲۹	۳۴	-	-	-	۳۱	۲۳	*۳۲, ۱۱۲	۱۴
اسلوونی	۰/۶۹۴	۳۰	۲۴	-	۳۲	-	۲۵	۲۹	۱۴/۸۱۰	۳۳
پرتغال	۰/۶۷۲	۳۱	۳۲	-	۳۰	۲۶	۲۹	۳۶	۱۴/۳۵۰	۳۴
کرووآسی	۰/۶۴۱	۳۲	۴۱	-	۵۸	-	۳۹	۴۲	۶/۵۹۰	۴۶
قبرس	۰/۶۳۲	۳۳	۲۶	-	۳۷	-	۳۰	۴۴	۱۷, ۵۸۰	۳۰
لتونی	۰/۵۹۱	۳۴	۴۴	-	۴۳	-	۴۰	۴۹	۵/۷۴۰	۴۹
مجارستان	۰/۵۷۴	۳۵	۳۵	۲۲	۳۸	۲۸	۳۳	۳۴	۸, ۲۷۰	۴۱
مارتینکیو**	۰/۵۴۵	۳۶	-	-		-	-	۶۵		
بحرین	۰/۵۴۴	۳۷	۳۷	-	۳۳	-	۴۲	۳۸	۱۲/۴۱۰	۳۶
لیتوانی	۰/۵۳۹	۳۸	۴۶	-	۵۶	-	۳۶	۳۵	۵/۴۶۰	۵۰
یونان	۰/۵۰۷	۳۹	۳۱	-	۴۲	۲۹	۴۳	۴۰	۱۶/۶۱۰	۳۱
اسلواکی	۰/۴۹۶	۴۰	۴۰	-	۴۸	-	۳۷	۲۴	۶/۴۸۰	۴۷
باهاماس	۰/۴۹۴	۴۱	۳۶	-	-	-	-	۴۷	۱۴/۹۲۰	۳۲
کویت	۰/۴۴۱	۴۲	۵۴	-	-	-	۵۱	۵۴	۱۷/۹۷۰	۲۹
شیلی	۰/۴۳۵	۴۳	۴۲	۲۵	۳۵	۳۲	۴۱	۳۷	۴/۹۱۰	۵۲
امارات	۰/۴۰۹	۴۴	۳۳	-	۲۳	۲۵	۴۴	۴۶	۲۳/۷۷۰	۲۶
رومانی	۰/۳۹	۴۵	۶۲	-	۵۳	۳۱	۵۵	۵۱	۲/۹۲۰	۶۹
قطر	۰/۳۷۷	۴۶	۴۵	-	-	-	۳۴	۳۹	*۳۲/۱۱۲	۱۵
لهستان	۰/۳۶۶	۴۷	۳۹	۲۳	۷۲	۳۰	۳۸	۴۱	۶/۰۹۰	۴۸
دومنیکن	۰/۳۶۲	۴۸	۴۸	-	-	-	-	۴۳	۳/۶۵۰	۶۵
جامائیکا	۰/۳۴۳	۴۹	۵۲	-	۴۹	-	۶۰	۱۳	۲/۹۰۰	۷۰
اروگوئه	۰/۳۰۷	۵۰	۴۷	-	۶۴	-	۴۵	۴۸	۳/۹۵۰	۵۹
عمان	۰/۲۷۸	۵۱	۸۰	-	-	-	۷۷	۵۵	۷/۸۹۰	۴۲
گرنادا	۰/۲۷۸	۵۲	۵۵	-	-	-	-	۴۵	۳/۷۶۰	۶۲
صربستان و مونته نگرو	۰/۲۷۴	۵۳	۷۱	-	۷۹	-	۶۳	۶۳	۲/۶۲۰	۷۴
موریتانی	۰/۲۶	۵۴	-	-	۴۷	-	۵۴	۶۹	۴/۶۴۰	۵۵
پولنسیا فرانسوی	۰/۲۳۴	۵۵	-	-	-	-	-	۵۲	*۳۲/۱۱۲	۱۶
ترکیه	۰/۲۱۹	۵۶	۶۳	۲۹	۵۲	۴۵	۵۸	۵۷	۳/۷۵۰	۶۳
مالزی	۰/۲۱۴	۵۷	۴۳	۲۴	۲۷	۳۵	۴۹	۶۱	۴/۶۵۰	۵۴
بلغارستان	۰/۲۰۸	۵۸	۵۱	-	۷۳	۳۶	۴۸	۶۴	۲/۷۴۰	۷۱
مکزیک	۰/۲۰۷	۵۹	۵۷	۲۸	۶۰	۴۴	۵۷	۶۷	۶/۷۷۰	۴۵
لبنان	۰/۱۶۱	۶۰	۶۰	-	-	-	۵۳	۷۰	۴/۹۸۰	۵۱
ترینداد و توباگو	۰/۱۴۵	۶۱	۵۰	-	۵۹	-	۵۶	۶۲	۸/۵۸۰	۴۰
بوسنی	۰/۱۲۵	۶۲	۶۷	-	۸۹	-	-	۷۸	۲/۰۴۰	۸۷
روسیه	۰/۱۲۴	۶۳	۵۶	۲۷	۶۲	۴۰	۵۹	۶۶	۳/۴۱۰	۶۷
بلاروس	۰/۱۱	۶۴	۵۹	-	-	-	-	۷۶	۲/۱۲۰	۸۵
چین	۰/۰۹۷	۶۵	۷۴	۳۲	۴۱	۵۱	۷۲	۷۱	۱/۲۹۰	۹۶
آرژانتین	۰/۰۹	۶۶	۴۹	۲۶	۷۶	۳۳	۴۶	۵۰	۳/۷۲۰	۶۴
اس تی کیتس ونیوز	۰/۰۸	۶۷	۳۸	-	-	-	-	۷۲	۷/۶۰۰	۴۳
تونس	۰/۰۷۶	۶۸	۸۲	-	۳۱	-	۸۵	۸۳	۲/۶۳۰	۷۳
برزیل	۰/۰۵۶	۶۹	۵۸	۳۵	۴۶	۴۲	۵۰	۵۹	۳/۰۹۰	۶۸
مصر	۰/۰۴۸	۷۰	۸۵	۳۱	۵۷	۵۰	۹۰	۹۱	۱/۳۱۰	۹۵

ادامه ضمیمه ۲.

اردن	۰/۰۴	۷۱	۷۰	-	۴۴	۴۹	۶۹	۸۲	۲/۱۴۰	۸۳
پاراگوئه	۰/۰۱۹	۷۲	۸۸	-	۹۸	-	۸۷	۷۴	۱/۱۷۰	۹۹
عربستان سعودی	۰/۰۱۷	۷۳	۷۲	-	-	۴۱	۶۲	۸۰	۱۰/۴۳۰	۳۸
بوتسوانا	۰/۰۰۸	۷۴	۷۶	-	۵۰	-	۸۹	۹۰	۴/۳۴۰	۵۷
اوکراین	−۰/۰۰۱	۷۵	۷۸	-	۸۲	-	۷۵	۷۹	۱/۲۶۰	۹۷
کلمبیا	−۰/۰۰۵	۷۶	۶۹	۳۳	۶۶	۴۶	۶۴	۶۸	۲/۰۰۰	۸۸
فیلیپین	−۰/۰۰۹	۷۷	۷۹	۳۷	۶۷	۴۷	۸۳	۷۵	۱/۱۷۰	۱۰۰
آفریقای جنوبی	−۰/۰۱۷	۷۸	۶۸	۳۶	۳۴	۳۸	۶۸	۸۶	۳/۶۳۰	۶۶
بلیز	−۰/۰۲۴	۷۹	۶۶	-	-	-	۶۱	۵۸	۳/۹۴۰	۶۰
کاستاریکا	−۰/۰۲۷	۸۰	۵۳	-	۶۱	۳۴	۵۲	۳۳	۴/۶۷۰	۵۳
ایران	−۰/۰۳۲	۸۱	۷۷	-	-	-	۷۶	۹۸	۲/۳۰۰	۷۹
اکوادور	−۰/۰۳۳	۸۲	۸۳	-	۹۵	۴۳	۷۸	۸۸	۲/۱۸۰	۸۲
گواتمالا	−۰/۰۳۴	۸۳	۹۰	-	۸۸	-	۹۲	۷۷	۲/۱۳۰	۸۴
تایلند	−۰/۰۷۹	۸۴	۶۱	۳۰	۳۶	۴۸	۶۶	۸۱	۲/۵۴۰	۷۵
گرجستان	−۰/۰۹۱	۸۵	۹۶	-	۹۱	-	۸۰	۵۶	۱/۰۴۰	۱۰۴
ونزوئلا	−۰/۱۰۹	۸۶	۶۵	۳۴	۸۴	۳۹	۶۵	۸۴	۴/۰۲۰	۵۸
فلسطین	−۰/۱۰۹	۸۷	۹۱	-	-	-	-	۹۲	۱/۱۲۰	۱۰۳
پرو	−۰/۱۲۶	۸۸	۷۳	۳۸	۹۰	۵۳	۷۳	۶۰	۲/۳۶۰	۷۸
سوریه	−۰/۱۳۵	۸۹	۱۰۹	-	-	-	۹۸	۱۰۸	۱/۱۹۰	۹۸
آذربایجان	−۰/۱۵۳	۹۰	۱۱۲	-	-	-	-	۹۵	۹۵۰	۱۰۸
مالدیو	−۰/۱۶۰	۹۱	۸۱	-	-	-	-	۸۷	۲/۵۱۰	۷۶
مراکش	−۰/۱۶۹	۹۲	۱۰۲	-	۵۴	-	۹۷	۸۹	۱/۵۲۰	۹۳
هند	−۰/۱۷۷	۹۳	۱۰۳	۴۰	۳۹	۵۴	۱۰۷	۱۱۴	۶۲۰	۱۱۷
آلبانی	−۰/۱۸۵	۹۴	۸۷	-	-	-	۹۴	۹۴	۲/۰۸۰	۸۶
تونگا	−۰/۱۸۷	۹۵	-	-	-	-	-	۹۹	۱/۸۳۰	۸۹
اندونزی	−۰/۲۰۳	۹۶	۱۰۰	۳۹	۵۱	۵۲	۹۵	۱۰۴	۱/۱۴۰	۱۰۱
نامیبیا	−۰/۲۰۴	۹۷	۸۹	-	۵۴	-	۸۲	۱۰۹	۲/۳۷۰	۷۷
مولداوی	−۰/۲۲۶	۹۸	۹۸	-	-	-	۷۱	۸۵	۷۱۰	۱۱۵
الجزایر	−۰/۲۲۸	۹۹	۹۵	-	۸۰	-	۱۰۲	۹۳	۲/۲۸۰	۸۰
قزاقستان	−۰/۲۳۱	۱۰۰	۸۴	-	-	-	-	۹۷	۲/۲۶۰	۸۱
پاناما	−۰/۲۵۱	۱۰۱	۶۴	-	۶۹	۳۷	۷۰	۵۳	۴/۴۵۰	۵۶
سریلانکا	−۰/۲۹۱	۱۰۲	۹۲	-	۷۱	-	۱۰۳	۱۰۵	۱/۰۱۰	۱۰۶
ویتنام	−۰/۳۲۱	۱۰۳	۱۰۶	-	۶۸	-	۱۰۴	۹۶	۵۵۰	۱۲۲
کیپ ورده	−۰/۳۲۵	۱۰۴	۸۶	-	-	-	-	۱۰۲	۱/۷۷۰	۹۰
گابون	−۰/۳۳۲	۱۰۵	۱۰۱	-	-	-	۹۶	۷۳	۳/۹۴۰	۶۱
ارمنستان	−۰/۳۷۶	۱۰۶	۱۰۷	-	-	-	۸۴	۱۰۶	۱/۱۲۰	۱۰۲
بوتان	−۰/۴۰۹	۱۰۷	۱۳۳	-	-	-	-	۱۲۱	۷۶۰	۱۱۳
میانمار	−۰/۴۳۴	۱۰۸	۱۲۲	-	-	-	۱۳۶	۱۳۳	*۵۰۷	۱۲۵
ازبکستان	−۰/۴۴۰	۱۰۹	۱۰۵	-	-	-	-	۱۱۲	۴۶۰	۱۲۸
سوازیلند	−۰/۴۵۰	۱۱۰	۹۷	-	-	-	-	۱۲۳	۱/۶۶۰	۹۲
بولیوی	−۰/۴۸۰	۱۱۱	۹۳	-	۹۹	-	۸۶	۱۰۰	۹۶۰	۱۰۷
پاکستان	−۰/۵۱۲	۱۱۲	۱۱۱	-	۶۳	۵۵	۱۱۲	۱۲۹	۶۰۰	۱۱۹
سنگال	−۰/۵۱۹	۱۱۳	۱۳۲	-	-	-	۱۰۹	۱۰۴	۶۷۰	۱۱۶
آنگولا	−۰/۵۵۹	۱۱۴	۱۳۹	-	۱۰۱	-	۱۳۲	۱۱۱	۱/۰۳۰	۱۰۵
توگو	−۰/۵۶۶	۱۱۵	۱۱۸	-	-	-	۱۰۵	۱۱۰	۳۸۰	۱۳۶
بنگلادش	−۰/۵۷۳	۱۱۶	۱۱۷	-	۱۰۰	-	۱۲۵	۱۳۴	۴۴۰	۱۳۰

ادامه ضمیمه ۲.

موریتانی	۱۳۱	۱۱۷	−۰٫۵۷۷	-	-	-	۱۱۵	۱۰۷	۴۲۰	۱۳۱
کامبوج	۱۲۰	۱۱۸	−۰٫۶۳۲	-	-	-	۱۲۶	۱۲۸	۳۲۰	۱۴۰
کوبا	۹۴	۱۱۹	−۰٫۶۴۵	-	-	-	۱۰۱	۱۱۷	*۱٫۶۸۶	۹۱
فیجی	۷۵	۱۲۰	−۰٫۶۵۷	-	-	-	۷۴	۱۱۶	۲٫۶۹۰	۷۲
قرقیزستان	۱۰۴	۱۲۱	−۰٫۶۵۸	-	-	-	۹۱	۱۱۹	۴۰۰	۱۳۲
سودان	۱۳۴	۱۲۲	−۰٫۶۶۲	-	-	-	۱۱۱	۱۲۲	۵۳۰	۱۲۴
مغولستان	۹۹	۱۲۳	−۰٫۶۷۹	-	-	-	۸۸	۱۲۰	۵۹۰	۱۲۰
تاجیکستان	۱۱۳	۱۲۴	−۰٫۷۱۸	-	-	-	-	۱۰۱	۲۸۰	۱۴۲
لسوتو	۱۱۶	۱۲۵	−۰٫۷۳۶	-	-	-	-	۱۱۵	۷۴۰	۱۱۴
موزامبیک	۱۳۸	۱۲۶	−۰٫۷۳۷	-	۹۶	-	۱۲۷	۱۱۳	۲۵۰	۱۴۴
جزایر سولومون	۱۱۹	۱۲۷	−۰٫۸۴۲	-	-	-	-	۱۴۰	۵۵۰	۱۲۱
کامرون	۱۲۴	۱۲۸	−۰٫۸۴۸	-	-	-	۱۲۰	۱۳۲	۸۰۰	۱۰۹
کنگو	۱۲۳	۱۲۹	−۰٫۸۶۸	-	-	-	-	۱۱۸	۷۷۰	۱۱۱
نیکاراگوآ	۱۱۵	۱۳۰	−۰٫۸۷۷	-	۱۰۳	-	۹۳	۱۳۰	۷۹۰	۱۱۰
زیمبابوه	۱۰۸	۱۳۱	−۰٫۹۱۰	-	۹۴	-	۹۹	۱۲۴	۶۲۰	۱۱۸
غنا	۱۲۵	۱۳۲	−۰٫۹۲۹	-	۶۵	-	۱۱۹	۱۲۶	۳۸۰	۱۳۵
لاو پ.د.آر	۱۲۶	۱۳۳	−۱٫۰۰۶	-	-	-	۱۱۶	۱۳۸	۳۹۰	۱۳۳
کنیا	۱۱۴	۱۳۴	−۱٫۰۴۵	-	۷۵	-	۱۱۳	۱۲۵	۴۶۰	۱۲۷
زامبیا	۱۲۱	۱۳۵	−۱٫۰۵۰	-	۸۱	-	۱۱۸	۱۴۵	۴۵۰	۱۲۹
بنین	۱۳۷	۱۳۶	−۱٫۱۲۰	-	-	-	۱۲۱	۱۴۲	۵۳۰	۱۲۳
کوته دل واریو	۱۳۵	۱۳۷	−۱٫۱۷۶	-	-	-	۱۱۰	۱۲۷	۷۷۰	۱۱۲
وانواتو	۱۱۰	۱۳۸	−۱٫۲۰۶	-	-	-	-	۱۴۷	۱٫۳۴۰	۹۴
نیجریه	۱۲۹	۱۳۹	−۱٫۳۸۸	-	۸۶	-	۱۲۲	۱۳۵	۳۹۰	۱۳۴
بورکینا فاسو	۱۴۴	۱۴۰	−۱٫۳۹۶	-	-	-	۱۳۱	۱۳۶	۳۶۰	۱۳۷
افغانستان	-	۱۴۱	−۱٫۴۴۰	-	-	-	-	۱۴۳	*۵۰۷	۱۲۶
مالی	۱۴۳	۱۴۲	−۱٫۴۹۶	-	-	-	۱۳۴	۱۳۱	۳۶۰	۱۳۸
اریتره	۱۳۶	۱۴۳	−۱٫۴۹۸	-	-	-	۱۳۵	۱۴۶	۱۸۰	۱۴۷
روآندا	۱۳۰	۱۴۴	−۱٫۵۵۵	-	-	-	-	۱۳۷	۲۲۰	۱۴۶
اتیوپی	۱۴۱	۱۴۵	−۱٫۸۲۳	-	۱۰۲	-	۱۳۸	۱۴۹	۱۱۰	۱۴۹
مالاوی	۱۲۷	۱۴۶	−۱٫۹۰۶	-	۹۳	-	۱۳۳	۱۴۱	۱۷۰	۱۴۸
چاد	۱۴۲	۱۴۷	−۱٫۹۲۳	-	۱۰۴	-	۱۳۹	۱۴۴	۲۶۰	۱۴۳
تانزانیا	۱۲۸	۱۴۸	−۱٫۹۲۵	-	۸۳	-	۱۲۳	۱۴۸	۳۳۰	۱۳۹
آفریقای مرکزی	۱۴۰	۱۴۹	−۲٫۰۰۴	-	-	-	۱۳۷	۱۳۹	۳۱۰	۱۴۱
نیجر	۱۴۵	۱۵۰	−۳٫۰۲۴	-	-	-	-	۱۵۰	۲۳۰	۱۴۵
ضریب همبستگی رتبه‌یی اسپیرمن	-	-		۰٫۹۶۲	۰٫۹۶۳	۰٫۸۶۵	۰٫۹۲۳	۰٫۹۶۱	۰٫۹۶۳	***۰٫۹۳۵

*. برای این کشورها مقادیر درآمد ناخالص ملی به‌ازای هر نفر وجود نداشته است و توسط بانک جهانی تخمین زده شده‌اند.

**. درآمد ناخالص ملی این کشور با درآمد ناخالص ملی کشور فرانسه جمع شده و یک‌جا برای کشور فرانسه آمده است.

***. برای محاسبه‌ی ضریب همبستگی رتبه‌یی اسپیرمن میان رتبه‌های کشورها در مدل پیشنهادی، و رتبه‌ی کشورها براساس درآمد ناخالص ملی به‌ازای هر نفر، کشورهایی که مقادیرشان تخمین زده شده است، حذف شده‌اند.