

# بررسی ارتباط بین شاخص‌های ارتقای رگولاتوری و شاخص‌های توسعه ICT

مدیریت

اطلاعات

دوره ۶، شماره ۲  
پاییز و زمستان ۱۳۹۹

مهران نیک‌آریا

استادیار، گروه فناوری اطلاعات، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران، ایران

مجتبی مازوچی<sup>۱</sup>

استادیار، پژوهشکده فناوری اطلاعات، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

علی محمد منتظری

دکتری مهندسی برق، پژوهشکده فناوری ارتباطات، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

فتانه ایازی

کارشناس ارشد مهندسی کامپیوتر، پژوهشکده فناوری ارتباطات، پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات، تهران، ایران

**چکیده:** صنعت فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، پیشران توسعه کشورهاست، به‌ویژه با حرکت کشورها به سمت اقتصاد و تحول دیجیتال، بر اهمیت این صنعت افزوده شده است. از سوی دیگر، عملکرد رگولاتوری ICT هر کشور به‌عنوان نهاد سیاست‌گذار در حوزه ICT، در وضعیت ICT آن کشور نقش بسزایی دارد. چنانچه رگولاتوری ICT کشوری بتواند سیاست‌های خود را به‌نحوی اتخاذ کند که به توسعه ICT آن کشور منجر شود، بسیار کارآمد خواهد بود. در این مقاله، بر آن شدیم تا به‌منظور ایجاد هم‌افزایی میان توسعه ICT و سیاست‌های رگولاتوری ICT یک کشور، میزان ارتباط بین انواع شاخص‌های توسعه‌یافتگی ICT کشورها و شاخص‌های ارتقای رگولاتوری ICT آنها را بسنجیم. در این راستا، با تحلیل اطلاعات ۶۳ کشور که به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند و با استفاده از ابزارهای تحلیلی و آماری، بین زیر شاخص‌های این دو حوزه، ارتباطی معنادار به‌دست آمد. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، اندازه، قدرت و اختیارات رگولاتوری (کمیت رگولاتور) هر کشور، با توسعه‌یافتگی صنعت ICT آن کشور، ارتباط معناداری ندارد. برعکس، کیفیت خدمات رگولاتور و ایجاد بستر سالم برای همکاری و رقابت بین بازیگران (کیفیت رگولاتوری) هر کشور، با توسعه‌یافتگی صنعت ICT همان کشور، ارتباط مستقیم و شدیدی دارد. نتایج این پژوهش، به‌کمک آزمون‌های نرمال‌بودن داده‌ها از طریق آزمون‌های کولموگروف - اسمیرنوف و شاپیرو - ویلک، استفاده از ضریب هم‌بستگی پیرسون، آزمون فرض آماری بر اساس توزیع t-student با درجه آزادی ۲-۱۱، جدول توزیع t، کوواریانس و رگرسیون خطی به‌دست آمده است. همچنین، اثبات شد که نتایج این پژوهش را می‌توان با اطمینان ۹۵ درصد، به تمامی کشورها بسط داد.

**کلیدواژه‌ها:** اولویت‌بندی سیاست‌های ارتقای رگولاتوری، توسعه صنعت ICT، ضریب هم‌بستگی پیرسون، رگرسیون خطی، آزمون فرض آماری

## مقدمه

امروزه، با توجه به حجم عظیم بازار و خدماتی که در حوزه ICT وجود دارد و نهادها، سازمان‌ها، شرکت‌ها و کسب‌وکارهای زیادی که بر پایه فناوری اطلاعات و ارتباطات بنا شده‌اند، رگولاتوری در بخش ICT از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این حجم بزرگ بازار و اطلاعاتی که در آن مبادله می‌شوند و همچنین همه‌گیر شدن خدمات فناوری اطلاعات و ارتباطات، به یک مدیریت و رگولاتوری دقیق، قوی و با برنامه نیاز دارد. این رگولاتور می‌بایست از یک طرف به فکر توسعه صنعت ICT باشد، به طوری که دورافتاده‌ترین مناطق نیز از خدمات ICT بهره‌مند شوند و از طرف دیگر، به فکر کیفیت خدماتی باشد که در اختیار کاربران قرار می‌گیرد (ITU-D, 2018a). چنین رگولاتوری باید روابط بین اپراتورها، قیمت و تعرفه‌ها، چارچوب همکاری و رقابت بین بازیگران، نظارت بر عملکرد و کیفیت اپراتورها، تخلف‌ها و جریمه‌ها و مواردی از این قبیل را مدیریت کند. در سایه چنین رگولاتوری باید بستری برای رقابت و شکوفایی کسب‌وکارها فراهم شود تا صنعت ICT کشور هم‌گام با نیازهای مردم و بازار پیش رفته و توانایی رقابت در سطح جهانی را داشته باشد (World Bank, 2000). یکی از کامل‌ترین و معتبرترین مراجع در خصوص تعیین و مقایسه سطح و بلوغ رگولاتوری حوزه ICT کشورها، گزارش‌های سالانه رصدی است که انجمن جهانی مخابرات (ITU) منتشر کرده است (ITU-D, 2017b, ITU-D, 2018b).

از طرف دیگر، وجود رگولاتوری که دارای قدرت، اختیارات و سیستم مدیریتی مناسب باشد، نه تنها موجب توسعه صنعت ICT یک کشور می‌شود، بلکه با توجه به وابستگی سایر صنایع و کل جامعه اقتصادی، اجتماعی، علمی و... به صنعت ICT، می‌بایست موجب توسعه کل جامعه نیز بشود (Fransman, 2010). برای نشان دادن میزان توسعه‌یافتگی و بلوغ یک کشور در حوزه ICT و حوزه‌های وابسته می‌توان از شاخص‌ها و معیارهای مناسبی مانند شاخص جهانی توسعه‌یافتگی ICT، میزان آمادگی و توسعه‌یافتگی شبکه ارتباطی، میزان اتصالات جهانی، شاخص جهانی نوآوری، سطح دانش و دانش اختصاصی حوزه ICT و شاخص رقابت جهانی استفاده کرد. اتحادیه جهانی مخابرات (ITU-D 2017b, ITU-D, 2017a)، انجمن جهانی اقتصاد (Dutta and Lanvin, 2017) و سایر مؤسسه‌های تحقیقاتی بین‌المللی (Dutta, Lanvin and Wunsch-Vincent, 2019, MBRF, 2019, Huawei, 2019)، نحوه اندازه‌گیری و میزان شاخص‌های مختلف مربوط به توسعه‌یافتگی و بلوغ کشورها در حوزه ICT در اسناد و گزارش‌های جهانی را بیان کرده‌اند که در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد. یکی از رسالت‌های رگولاتوری حوزه ICT آن است که موجب بهبود و ارتقای شاخص‌های توسعه ICT یک کشور شود. یعنی یک رگولاتور باید طوری به فکر توسعه خود و فضای کسب‌وکار بازیگران و تنظیم محیط باشد که بهترین شکل توسعه و رشد در حوزه ICT و صنایع وابسته رخ دهد (Word Bank, 2000 & Fransman, 2010).

افزون بر این، بر اساس مطالعات انجام‌شده، یکی از ارکان اصلی در توسعه و پیشرفت در حوزه‌های مختلف، رقابت و همکاری بین بازیگران و فعالان آن حوزه است (Porter, 1990؛ خدادادکاشی، ۱۳۸۸؛ میراحسنی، ۱۳۹۲ و بختیاری و شایسته، ۱۳۹۱). با توجه به نفوذ صنعت ICT و اساسی بودن آن در حوزه‌های صنعت، اقتصاد، فرهنگ، آموزش، پژوهش و غیره مطالعات مختلفی برای نشان دادن این

تأثیرات انجام شده است ( Ani, et al. 2014, Balamoun-Lutz, 2003, Gudanescu, Nicolau and Mitran, 2010, Meng and Mingzhi, 2002, Oladapo 2006, Sassi and Goaid, 2013, Chen and Watanabe, 2006). همگی این پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در شرایط و دنیای امروزی رشد و توسعه صنعتی، اقتصادی و اجتماعی و غیره در گروه توسعه صنعت ICT است.

با توجه به اهمیت صنعت ICT به‌عنوان یک صنعت پیشران در توسعه کشورها، به‌خصوص با حرکت کشورها به سمت اقتصاد و تحول دیجیتال و همچنین جایگاه ویژه رگولاتوری ICT یک کشور به‌عنوان نهاد سیاست‌گذار در حوزه ICT، ایجاد یک هم‌افزایی میان توسعه ICT و سیاست‌های رگولاتوری ICT، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، در این پژوهش به دنبال شناسایی ارتباطی معنادار بین زیرشاخص‌های ارتقای رگولاتوری و شاخص‌های توسعه صنعت ICT با استفاده از روش‌های علمی هستیم تا در نتیجه، اولویت‌های اصلی رگولاتوری به‌منظور توسعه صنعت ICT کشور تعیین شود. به بیان دیگر، به دنبال آن هستیم تا مشخص کنیم، رگولاتوری با ارتقای چه نوع یا چه دسته شاخص‌هایی، می‌تواند بیشترین رشد را در توسعه ICT کشور ایجاد کند. در گام نخست، می‌خواهیم مشخص کنیم که آیا رشد و بلوغ رگولاتوری حوزه ICT به رشد و توسعه صنعت ICT کمک می‌کند یا خیر؟ در سطح بعدی می‌خواهیم نشان دهیم که رشد و بلوغ چه بخش‌ها و شاخص‌هایی از رگولاتوری، بیشتر به توسعه صنعت ICT کمک می‌کند، کدام بخش کمتر کمک می‌کند و کدام بخش‌ها تأثیری بر این توسعه ندارند؟ در این خصوص، شاخص‌ها و زیرشاخص‌های رتبه‌بندی، بلوغ و نسل رگولاتوری در یک طرف و شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات را در طرف دیگر، موضوع پژوهش قرار می‌دهیم. سپس با استفاده از ابزارهای آماری و علمی به دنبال پاسخ به این پرسش‌ها هستیم که:

- آیا رشد و ارتقای رگولاتوری به توسعه صنعت ICT یک کشور کمک می‌کند یا به بیان دیگر، بین این دو شاخص ارتباط معناداری وجود دارد؟
- اگر چنین ارتباطی وجود دارد، کدام یک از زیرشاخص‌های توسعه و بلوغ رگولاتوری در توسعه ICT کشورها نقش پررنگ‌تری دارد؟
- کدام زیرشاخص‌های توسعه رگولاتوری در توسعه ICT کشورها نقشی ندارند؟
- اگر رگولاتوری کشوری به فکر توسعه ICT آن کشور است، ابتدا باید کدام زیرشاخص خود را ارتقا دهد؟

در ادامه مقاله، ابتدا ضرورت انجام پژوهش را بررسی می‌کنیم. در بخش بعدی، توسعه فرضیه و مبانی نظری پژوهش بیان می‌شود و در انتهای همین بخش، روش انجام پژوهش توضیح داده می‌شود. در بخش بعدی در خصوص یافته‌ها و نتایج پژوهش صحبت خواهد شد و در نهایت، در انتهای مقاله نتیجه‌گیری شده است.

## ضرورت انجام پژوهش

تاکنون در خصوص چرایی، اهمیت و ساختار، فعالیت‌ها و... رگولاتوری، در دنیا صحبت شده است. اینکه وظیفه رگولاتور چیست و دلیل وجود آن برای یک صنعت و بازار چگونه است. اما تا کنون در خصوص

اینکه یک رگولاتور باید به چیزهایی اهمیت دهد، چگونه خود را ارتقا دهد که موجب توسعه صنعت و بهبود وضعیت کسب و کارها و بازیگران شود، صحبتی نشده است. حتی ITU نیز تبدیل شدن به رگولاتوری نسل چهارم را در گروهی ارتقا در شاخص‌هایی دانسته که به جامعه و صنعت، هیچ کمکی نکرده و هیچ توسعه‌ای را نتیجه نمی‌دهد (ITU-D, 2018b, ITU-D, 2018a).

با توجه به برنامه‌ریزی و سرمایه‌گذاری‌های دولت و ساختار رگولاتوری کشور در حوزه ICT و با توجه به مصوبات و الزامات رگولاتوری حوزه ICT، بیشتر تمرکز رگولاتوری روی افزایش قدرت، میزان نفوذ، مانیتورینگ، افزایش فشار و ضمانت اجرای مصوبات و همچنین نظارت بیشتر در حوزه مربوطه و بازیگران این بخش است. در حالی که با توجه به مطالعات و نتایج این پژوهش، افزایش قدرت، دخالت، نظارت و سیاست‌هایی از این قبیل، موجب پیشرفت نداشتن در حوزه ICT و ارتقای صنعت می‌شود. در این پژوهش به دنبال این هستیم که نشان دهیم، یک رگولاتور برای توسعه صنعت و همچنین بهبود فضای کسب و کار به طور دقیق باید به دنبال ارتقای چه شاخص‌هایی باشد.

در کشورهای پیشرفته و توسعه‌یافته، رگولاتوری به خصوص در صنعت ICT به سمت خودرگولاتوری سوق پیدا کرده است و رگولاتورهای این کشورها دیگر در اموری مانند افزایش اندازه و قدرت خود و تعیین حدود و قصور با استفاده از خط‌کش‌های قدرت فعالیت نمی‌کنند و تمام تمرکز و انرژی خود را روی مقابله با انحصار، رویه‌های ضد رقابتی، بهبود فضای همکاری و کسب و کار بازیگران و ایجاد هم‌افزایی برای توسعه صنعت و حمایت قرار داده‌اند.

در این پژوهش، میزان ارتباط بین انواع شاخص‌های توسعه‌یافتگی ICT و شاخص‌های ارتقای رگولاتوری ICT کشورها سنجیده می‌شود تا بتوان میان توسعه ICT و سیاست‌های رگولاتوری ICT یک کشور، هم‌افزایی ایجاد کرد. بر همین اساس، در این پژوهش با استفاده از آمار، اطلاعات و ابزارهای علمی نشان خواهیم داد که توسعه صنعت ICT، به شدت ارتقای فضای همکاری و رقابت وابسته است. در مقابل، رشد و افزایش قدرت رگولاتوری برای ایجاد حدود و قصور و بایدها و نبایدهای صنعت ICT، هیچ تأثیری بر رشد این صنعت نداشته و گاه جواب معکوس نیز می‌دهد.

### توسعه فرضیه پژوهش و مبانی نظری

در این بخش از مقاله، ابتدا به تعریف شاخص‌های رشد و ارتقای رگولاتوری و شاخص‌های توسعه صنعت ICT می‌پردازیم. در انتها، بعد از معرفی و شناختن این شاخص‌ها، فرضیه‌های مقاله را در خصوص وجود ارتباط یا ارتباط‌های معنادار بین رشد و ارتقای شاخص‌های رگولاتوری و توسعه صنعت ICT یک کشور مطرح می‌کنیم و در بخش بعد، این فرضیه‌ها را رد یا تأیید خواهیم کرد.

### شاخص رتبه‌بندی و سنجش میزان بلوغ رگولاتورهای حوزه ICT

در این بخش از پژوهش، به دنبال شناسایی شاخص‌هایی هستیم که نشان‌دهنده سطح و بلوغ رگولاتوری حوزه ICT هر کشور باشند.

جدول ۱. شاخص‌های ارزیابی رگولاتوری کشورها در دسته‌های چهارگانه

اندازه و اختیارات رگولاتور	دامنه فعالیت رگولاتور	دستورالعمل نظارتی	چارچوب رقابت
وجود تنظیم‌گری مجزا و مستقل در حوزه ICT	چه کسی مسئول تنظیم موارد زیر است؟	وجود و اعتبار انواع مجوز	وجود رقابت در بخش‌های بازار زیر
تنظیم‌گر دارای اختیار در تصمیم‌گیری	تعهدات در کیفیت سرویس و نظارت بر کیفیت خدمات	معافیت از مجوز	خدمات خط ثابت محلی و راه دور (خانگی و بین‌المللی)
مسئولیت‌پذیری و جواب‌گویی تنظیم‌گری	ارائه پروانه یا مجوز	الزامات اپراتورهای به ارائه پیشنهاد اتصال متقابل و پاسخ	سرویس‌های اینترنت موبایل (g3, g4 و غیره)
درصد بودجه و درآمد تنظیم‌گری	تعیین نرخ ارتباطات و اتصالات و تنظیم قیمت	تعیین قیمت‌های خدمات ارتباط عمومی	مودم سیمی، DSL <sup>۱</sup>
مشارکت عمومی قبل از تصمیم‌گیری توسط تنظیم‌گر	واگذاری و تخصیص فرکانس‌های رادیویی	نظارت بر کیفیت خدمات ملزم‌شده	خط اجاره (لینک انتقال)
قدرت اجرایی تنظیم‌گر	اجرا و نظارت بر طیف	الزام به اشتراک‌گذاری زیرساخت‌های اپراتورهای موبایل	درگاه اینترنت بین‌الملل
وجود تحریم‌ها یا مجازات اعمال شده از جانب تنظیم‌کننده	سرویس جهانی و بین‌المللی و دسترسی	الزام به اشتراک‌گذاری زیرساخت‌های موجود	اپراتور اصلی خط ثابت (عمومی، جزئی یا کاملاً خصوصی)
وجود سازوکار حل اختلاف در تنظیم‌گر	صداوسیما (پخش و انتقال رادیو و تلویزیون)	الزام به ارائه هم‌مکانی/ اشتراک‌گذاری سایت	مفهوم حقوقی انحصار یا SMP <sup>۲</sup>
وجود سیستم درخواست تصمیم‌گیری مجدد	محتوای پخش	الزام تفکیک دسترسی به حلقه محلی	معیارهای استفاده شده در تعیین سلطه یا SMP
داشتن قدرت در رقابت	محتوای اینترنت	وجود مجوز تجارت طیف ثانویه	تجارت طیف ثانویه مجاز
	مدیریت فناوری اطلاعات	وجود مجوز مهاجرت باند مجاز	مشارکت/ مالکیت بازیگران خارجی در:
	موارد مربوط به مصرف‌کننده (حفظ حقوق مصرف‌کننده)	الزامات قابلیت حمل شماره از اپراتورهای ثابت (تراپرد)	اپراتورهای مبتنی بر تجهیزات
		الزامات قابلیت حمل شماره از اپراتورهای تلفن همراه (تراپرد)	اپراتورهای مبتنی بر طیف
		کاربران اجازه استفاده از VoIP را دارند	اپراتورهای سرویس محلی/ اپراتورهای خدمات درازمدت
		وجود برنامه ملی مربوط به توسعه پهن باند	اپراتورهای خدمات بین‌المللی
			ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت (ISPs)
			ارائه‌دهندگان خدمات ارزش‌افزوده

منبع: ITU-D, 2018a, ITU-D, 2018b

- Digital Subscriber Line
- Significant Market Power

یکی از کامل‌ترین و معتبرترین فعالیت‌های موجود در این راستا، ارائه گزارش رصد رگولاتوری‌های حوزه ICT است که سالانه توسط انجمن جهانی مخابرات منتشر می‌شود (ITU-D, 2018a, ITU-D, 2018b). در این گزارش، میزان بلوغ و کیفیت رگولاتوری‌های حوزه ICT کشورها بر اساس ۵۰ شاخص در چهار دسته کلی زیر (جدول ۱) تعیین می‌شود:

۱. اندازه و اختیارات رگولاتور<sup>۱</sup> (تمرکز بر عملکرد تنظیم‌کننده جداگانه)؛
  ۲. دامنه فعالیت رگولاتور<sup>۲</sup> (چه چیزی را تنظیم می‌کند)؛
  ۳. دستورالعمل نظارتی رگولاتور<sup>۳</sup> (چه مقرراتی در مباحث اصلی وجود دارد)؛
  ۴. چارچوب رقابت‌پذیری<sup>۴</sup> در بخش ICT (سطح رقابت در بخش‌های اصلی بازار).
- در فرایند رصد رگولاتوری کشورها، ابتدا به تمام ۵۰ شاخص موجود در جدول ۱، از بین صفر، ۱ و ۲، نمره‌ای به هر کشور تعلق می‌گیرد. در نهایت، با توجه به امتیاز کسب‌شده یک کشور، هر یک از چهار دسته اصلی بر حسب تعداد شاخص‌ها، امتیازی کسب خواهد کرد. در این پژوهش، از این امتیازها به‌منظور تعیین ارتباطات بین توسعه‌یافتگی ICT و هر یک از این دسته‌های چهارگانه مربوط به بلوغ رگولاتوری استفاده شده است. شایان ذکر است، ITU با توجه به امتیاز نهایی که از مجموع امتیاز این چهار دسته حاصل می‌شود، مطابق جدول ۲، میزان بلوغ و نسل رگولاتوری یک کشور را مشخص می‌کند. گفتنی است، روابط و روش محاسبه دقیق میزان بلوغ رگولاتوری یک کشور، به‌طور دقیق و کامل در گزارش ITU مطرح شده است.

جدول ۲. تعیین نسل‌های رگولاتوری کشورها با توجه به امتیاز کسب‌شده

نسل رگولاتوری	بازه نمره کسب‌شده	معرفی نسل رگولاتوری
G1	بین ۰ تا ۴۰	تنظیم‌گری انحصاری - دستوری و کنترل
G2	بین ۴۰ تا ۷۰	اصلاحات اساسی - آزادسازی جزئی و خصوصی‌سازی در طول لایه‌ها
G3	بین ۷۰ تا ۸۵	فعال‌سازی سرمایه‌گذاری، نوآوری و دسترسی - تمرکز دوگانه بر تحریک رقابت در ارائه خدمات و محتوا و حفاظت از مصرف‌کنندگان
G4	بین ۸۵ تا ۱۰۰	تنظیم‌گری یکپارچه - هدایت و رهبری با استفاده از اهداف سیاسی اقتصادی و اجتماعی

منبع: ITU-D, 2018a, ITU-D, 2018b

### شاخص‌های سنجش توسعه‌یافتگی حوزه ICT

در این بخش از پژوهش، برای شناسایی و ارزیابی وضعیت بلوغ کشورهای مورد مطالعه در حوزه ICT از نظر میزان توسعه‌یافتگی، سطح رقابت، دانش، نوآوری و وضعیت شبکه ارتباطی، شاخص‌های معتبر جهانی استخراج و بررسی می‌شوند. در ادامه، این شاخص‌ها به‌همراه زیرشاخص‌های مربوطه بیان می‌شود.

1. Regulatory authority
2. Regulatory mandates
3. Regulatory regime
4. Competition framework

- شاخص توسعه‌یافتگی ICT

شاخص توسعه‌یافتگی ICT (IDI)<sup>۱</sup> به صورت سالانه توسط اتحادیه جهانی مخابرات (ITU) برای ۱۷۶ کشور ارائه می‌شود. اتحادیه جهانی مخابرات با توجه به میزان نفوذ، بهبود خدمت‌رسانی و درصد کاربرانی که از خدمات مختلف ICT استفاده می‌کنند، برای هر کشور امتیازی بین صفر تا ۱۰ به دست آورده و با توجه به این امتیاز، کشورها را از نظر توسعه‌یافتگی ICT با یکدیگر مقایسه می‌کند. زیرشاخص‌های IDI در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. زیرشاخص‌های توسعه‌یافتگی ICT (IDI)

میزان استفاده از ICT	توانمندی و مهارت ICT	آمادگی و در دسترس بودن ICT
درصد کاربران استفاده‌کننده از اینترنت ثابت	میانگین سال تحصیلات اولیه	درصد خانوارهای دارای یک کامپیوتر
درصد کاربران استفاده‌کننده از شبکه متحرک	نرخ ثبت نام در مقاطعه متوسطه و اکادمیک	درصد خانوارهای دارای اینترنت
درصد استفاده شخصی هر نفر از اینترنت	متوسط نرخ ثبت نام در مقاطع تحصیلی عالی	درصد پهنای باند اینترنت بین‌الملل برای هر کاربر اینترنت
		درصد جمعیتی که به شبکه 3G و LTE دسترسی دارند.
		درصد کاربران شبکه پهن باند ثابت

منبع: ITU-D, 2018c, ITU-D, 2017a

در (ITU-D (2017a) و (ITU-D (2018c) متدولوژی جمع‌آوری اطلاعات کشورها، امتیاز دادن و نحوه محاسبه امتیاز نهایی، شرح داده شده است.

- شاخص آمادگی شبکه (NRI)<sup>۲</sup>

شاخص آمادگی شبکه، میزان بلوغ و کیفیت شبکه ارتباطی هر کشور را بیان می‌کند. انجمن جهانی اقتصاد<sup>۳</sup>، به صورت سالانه این شاخص را ارائه می‌دهد. این انجمن، شاخص‌های مربوط به آمادگی شبکه ۱۳۹ کشور را بررسی کرده و به هر کشور، امتیازی بین ۲ تا ۶ می‌دهد. توضیحات مربوط به زیرشاخص‌های NRI و نحوه محاسبه امتیاز هر کشور در پژوهش (Dutta and Lanvin, 2019) آمده است.

- شاخص جهانی نوآوری (GII)<sup>۴</sup>

شاخص جهانی نوآوری، شاخصی است که میزان نوآوری و شکوفایی صنعتی کشورها را نشان می‌دهد و می‌توان بر اساس آن، کشورها را با یکدیگر مقایسه کرد. اطلاعات مربوط به شاخص GII کشورها در

---

1. ICT Development Index  
2. Network Readiness Index  
3. The World Economic Forum  
4. Global Innovation Index

فعالیتی مشترک بین دانشگاه کرنل، مؤسسه INSEAD و سازمان جهانی مالکیت معنوی (WIPO) استخراج شده و به‌طور سالانه در گزارشی با عنوان شاخص جهانی نوآوری منتشر می‌شود. در این گزارش، زیرشاخص‌ها و امتیاز کلی نوآوری ۱۲۶ کشور با یکدیگر مقایسه شده‌اند. شایان ذکر است که این زیرشاخص‌ها، کلی و جامع بوده و به صنعت یا حوزه خاصی از فناوری مربوط نیستند، اما بیانگر وضعیت نظام نوآوری کشورها هستند. از این رو، می‌توان از آنها برای بررسی وضعیت نوآوری در صنعت ICT کشورها نیز استفاده کرد. گفتنی است، در بخش یافته‌های پژوهش، ارتباط و سطح معناداری این شاخص با سایر شاخص‌های توسعه ICT بررسی می‌شود. زیرشاخص‌های GII و نحوه محاسبه و اندازه‌گیری آنها در (Dutta et. al, 2019) آمده است.

• شاخص جهانی رقابت (CGI)<sup>۱</sup>

انجمن جهانی اقتصاد به‌صورت سالانه میزان رقابت‌پذیری جهانی کشورها را محاسبه کرده و بر اساس آن، کشورها را رتبه‌بندی می‌کند. زیرشاخص‌های رقابت‌پذیری در جدول ۴ آمده است. شاخص CGI نیز عمومی است و برای استفاده در بررسی رقابت‌پذیری صنعت ICT کشورها، تناقضی ندارد. از این رو، نتایج آن در این پژوهش به‌کار گرفته شده است. گفتنی است، در بخش یافته‌های پژوهش با استفاده از ابزارهای علمی، میزان وابستگی توسعه ICT و شاخص رقابت‌پذیری کشورها سنجش شده است.

جدول ۴. زیرشاخص‌های رقابت‌پذیری (CGI)

فعال‌کننده‌های محیط	بازارهای	سرمایه انسانی	اکوسیستم نوآوری
مؤسسه‌های زیرساخت	بازار محصول	سلامت	پویایی تجارت
مقبولیت فناوری اطلاعات و ارتباطات	بازار کار	مهارت	قابلیت نوآوری
ثبات اقتصادی	سیستم مالی		
	اندازه بازار		

منبع: Schwab (2019)

توضیحات تکمیلی در خصوص این زیرشاخص‌ها و نحوه محاسبه امتیاز و رتبه هر کشور در پژوهش Schwab (2019) آمده است.

• شاخص جهانی دانش (GKI)<sup>۲</sup>

مؤسسه‌های تحقیقاتی امارات متحده عربی از سال ۲۰۱۷ شاخص GKI مربوط به ۱۳۴ کشور را در قالب ۷ زیرشاخص محاسبه کرده و به‌صورت سالانه منتشر می‌کند. شاخص GKI نیز عمومی بوده و تناقضی برای استفاده در بررسی سطح دانش ICT کشورها ندارد. از این رو، نتایج آن در این پژوهش به‌کار گرفته

1. Global Competitiveness Index  
2. Global Knowledge Index



شده است. توضیحات تکمیلی در خصوص این شاخص و نحوه محاسبه امتیاز و رتبه هر کشور در (2019) MBRF آمده است.

• شاخص اتصالات جهانی (GCI)<sup>۱</sup>

تمرکز این شاخص بیشتر در زمینه توسعه فناوری اطلاعات و اندازه بازار این حوزه است. شرکت هواوی، به صورت سالانه گزارش GCI را منتشر کرده که نتایج آن برای ۸۰ کشور در دسترس است. در این شاخص، میزان توسعه‌یافتگی، کیفیت زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و کیفیت شبکه پهن باند کشورها در چهار دسته عرضه، تقاضا، تجربه و توانایی، بررسی و ارزیابی می‌شود. زیرشاخص‌های مربوط به GCI در جدول ۵ مشاهده می‌شود. (برای توضیحات تکمیلی در خصوص زیرشاخص‌های GCI و نحوه محاسبه امتیاز و رتبه هر کشور به Huawei, 2018 مراجعه کنید).

جدول ۵. زیرشاخص‌های GCI

توانایی	تجربه	تقاضا	عرضه	
- هزینه پژوهش و توسعه - ثبت اختراعات ICT - نیروی کار ماهر IT - توسعه‌دهندگان نرم‌افزار	- خدمات ارائه شده دولت الکترونیک - خدمات مشتریان - مخابرات - میزان مشارکت اینترنت - سرعت دانلود پهن باند	- میزان دانلود اپلیکیشن‌ها - میزان نفوذ تلفن‌های هوشمند - میزان تراکنش‌های تجارت الکترونیک - میزان کامپیوترهای خانگی	- سرمایه‌گذاری‌های ICT - سرمایه‌گذاری مخابرات - قوانین ICT - پهنای باند جهانی اینترنت	زیرساخت‌های اساسی
- توان رشد پهن باند ثابت - توان رشد پهن باند متحرک	- پهن باند ثابت مقرون به صرفه - پهن باند متحرک مقرون به صرفه	- تعداد کاربران پهن باند ثابت - تعداد کاربران پهن باند متحرک	- میزان فیبر نوری - پوشش شبکه 4G	پهن باند
- توان رشد مراکز داده	- مراکز داده موفق و مجهز	- تجهیزات مراکز داده	- سرمایه‌گذاری‌های مراکز داده	مراکز داده
- توان رشد رایانش ابر	- ابرهای موفق و مجهز	- میزان مهاجرت به ابر	- سرمایه‌گذاری‌های رایانش ابری	رایانش ابری
- توان رشد کلان داده	- خدمات کلان داده موفق و مجهز	- میزان تحلیل اطلاعات	- سرمایه‌گذاری‌های کلان داده	کلان داده
- توان رشد اینترنت اشیا	- خدمات اینترنت اشیا موفق و مجهز	- میزان تجهیزات نصب شده اینترنت اشیا	- سرمایه‌گذاری‌های اینترنت اشیا	اینترنت اشیا

منبع: Huawei, 2018

### فرضیه‌های پژوهش

با توجه به شاخص‌های توسعه صنعت ICT و شاخص‌های ارتقا و رشد رگولاتوری، فرضیه‌هایی که به دنبال اثبات یا رد آنها هستیم، به شرح زیر مطرح می‌شوند:

- رشد و بهبود شاخص‌های اندازه و اختیارات رگولاتور، در توسعه صنعت ICT یک کشور تأثیری ندارد.
- رشد و بهبود شاخص‌های دامنه فعالیت رگولاتور، در توسعه صنعت ICT یک کشور تأثیری ندارد.
- رشد و بهبود شاخص‌های دستورالعمل نظارتی رگولاتور، در توسعه صنعت ICT یک کشور تأثیر مستقیم ندارد.
- رشد و بهبود شاخص‌های چارچوب رقابتی رگولاتور، در توسعه صنعت ICT یک کشور تأثیر مستقیم ندارد.

### روش‌شناسی پژوهش

برای اثبات یا رد این فرضیه‌ها و همچنین به دست آوردن ارتباطی منطقی و معنادار بین شاخص‌های توسعه رگولاتوری و شاخص‌های توسعه ICT که در بخش‌های پیش بیان شده‌اند، از روش‌ها و ابزارهای علمی و آماری استفاده خواهیم کرد. به همین منظور، اطلاعات ۶۳ کشور که در پیوست مقاله مشاهده می‌شود، از منابع و گزارش‌های معتبر جهانی که در بخش سوم و چهارم به تفصیل بیان شده‌اند، گردآوری شده‌اند. لیست اولیه کشورها، ابتدا بر اساس موجود بودن اطلاعات مربوط به شاخص‌ها انتخاب شده‌اند و از بین این کشورها، ۶۳ کشور به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند که همراه با اطلاعات تمامی شاخص‌هایی که دارند، در پیوست الف مقاله قرار داده شده‌اند. به منظور استفاده از روش‌های علمی و آماری، برای بررسی داده‌ها و ارتباطات بین آنها باید پارامتریک و نرمال بودن داده‌ها آزمون شود. در این خصوص، با استفاده از آزمون کولموگوروف-اسمیرنوف (K-S)<sup>۱</sup> و آزمون شاپیرو-ویلک (S-W)<sup>۲</sup>، پارامتریک و نرمال بودن داده‌ها بررسی می‌شود (Razali and Yap, 2011). در صورت نرمال بودن داده‌ها، بررسی وابستگی داده و محاسبه میزان همبستگی داده از ضریب همبستگی پیرسون استفاده خواهد شد. در صورت داشتن همبستگی بین داده‌ها، باید نتایج به دست آمده را با استفاده از روش‌های آزمون فرض به کل جامعه آماری بسط داد (Ross, 2004).

برای بررسی و انجام آزمون فرض، با فرض نرمال بودن داده‌ها می‌توان آزمون فرض پارامتریک t-student را انجام داد (Casella and Berger, 2001, Ross 2004):

1. Kolmogorov-Smirnov test  
2. Shapiro-Wilk test

$$\text{رابطه ۱)} \quad r = \frac{n\sum(XY) - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n\sum(X^2) - (\sum X)^2][n\sum(Y^2) - (\sum Y)^2]}}$$

ضریب همبستگی پیرسون =  $r$

مقدار ضریب همبستگی پیرسون ( $r$ ) بین  $-1$  و  $1$  تغییر می‌کند. اگر  $r = -1$  باشد، به معنای همبستگی کامل منفی بین دو متغیر است، اگر  $r = 0$  باشد، به معنای نبود همبستگی بین دو متغیر و اگر  $r = 1$  باشد، به معنای همبستگی کامل مثبت بین دو متغیر است.

بعد از اندازه‌گیری ضریب همبستگی و تعیین وابستگی یا وابستگی نداشتن متغیرها، باید این میزان وابستگی و قابل بسط بودن نتایج به جامعه را آزمون کرد که آزمون فرض با توجه به نوع صحت همبستگی از توزیع t-Student با درجه آزادی  $n-2$  و با استفاده از آماره زیر انجام می‌گیرد:

$$\text{رابطه ۲)} \quad t^* = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، با فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها این محاسبات انجام می‌گیرند. در اینجا فرض صفر و فرض  $1$  به‌صورت زیر بیان می‌شوند:

$$H_0: r = 0, \quad H_1: r \neq 0$$

که فرض صفر نبود همبستگی بین داده‌ها را نشان می‌دهد و به‌دنبال رد آن هستیم (Ross, 2004). (Casella and Berger, 2001).

اگر در جدول،  $|t^*| > t$  باشد، فرض صفر رد می‌شود و به آن معنا است که در سطح  $\alpha$  یا میزان اطمینان  $(100 - \alpha)\%$  همبستگی وجود دارد.

## یافته‌های پژوهش

در این بخش از مقاله با استفاده از روش‌های علمی و ارزیابی داده‌ها، ارتباط بین شاخص‌های بیان شده در بخش‌های قبل، بررسی و تحلیل می‌شود و به پرسش‌های پژوهش و اثبات یا رد فرضیه‌های پژوهش با استفاده از تعیین ارتباط بین رشد و بهبود هر یک از چهار شاخص رگولاتوری و تأثیر آنها بر شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، پاسخ خواهیم داد.

در این راستا، با استفاده از ابزارها و روش‌های بیان شده در بخش «بیان مسئله»، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون‌های معتبر، ارزیابی شده و سپس، ارتباط میان شاخص‌های مختلف با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون و معادله خط رگرسیون بررسی می‌شود. در نهایت، درستی روابط به‌دست‌آمده میان شاخص‌های توسعه صنعت ICT و شاخص‌های رگولاتوری با استفاده از آزمون‌های فرض، آزمایش می‌شود.

### بررسی نرمال بودن داده‌ها

در این پژوهش، برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از دو آزمون کولموگروف - اسمیرنف (K-S) و شاپیرو - ویلک (S-W) در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شده که نتایج آن در جدول ۶ مشاهده می‌شود.

جدول ۶. نتایج حاصل از بررسی نرمال بودن داده‌های استفاده‌شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد

آزمون شاپیرو - ویلک	آزمون کولموگروف - اسمیرنف	اطلاعات آماری			$\alpha = 0.05$ $n = 63$
		انحراف معیار	میان	$\bar{X}$	
p-Value	p-Value				GCI
۰/۱۱	۰/۸۴	۱۳/۳۲	۶۱/۸	۶۱/۶۸	
۰/۰۵۱	۰/۵۰	۱/۶۱	۵/۶۷	۵/۵۸۹	IDI
۰/۰۶۳	۰/۴۲	۱۲/۲۷	۳۷/۵۹	۳۸/۹۵	GII
۰/۰۷۸	۰/۵۴	۰/۹۹۶	۴/۳	۴/۲۷	NRI
۰/۰۶۱	۰/۵۰	۱۷	۵۴/۵	۵۳/۷۶	KI(ICT)
۰/۰۸۷	۰/۴۸	۱۲/۲۱	۴۹	۴۹/۷۵	KI

در آزمون‌های K-S و S-W انجام شده، فرض صفر و فرض مقابل به‌صورت زیر تعریف شده‌اند:

$H_0$ : داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند

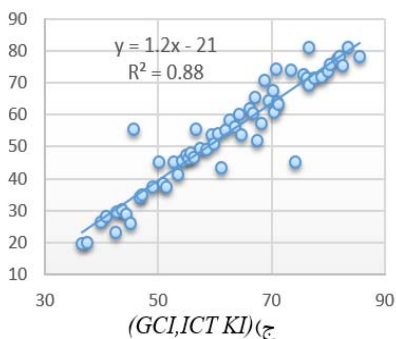
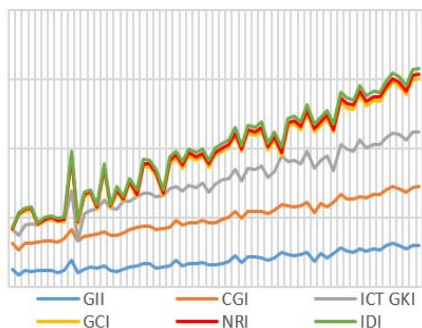
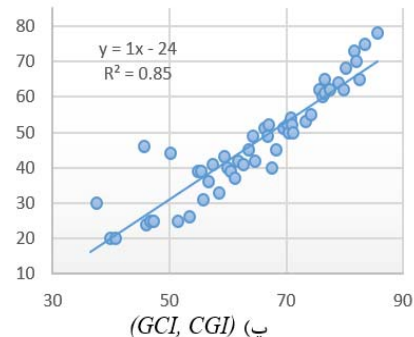
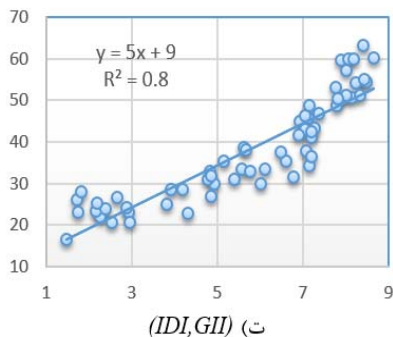
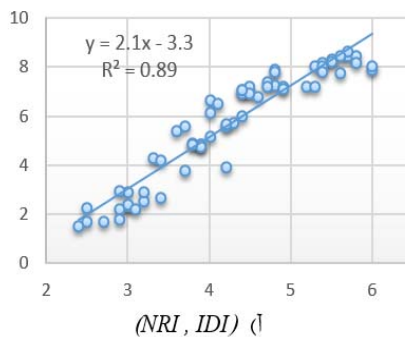
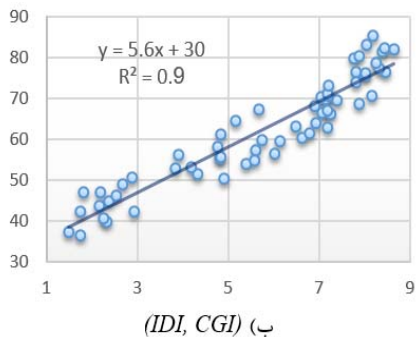
$H_1$ : داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند

برای رد فرض صفر در آزمون‌های بالا، یعنی تأیید اینکه داده‌ها از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند، مقدار p-Value باید کمتر از ۰/۰۵ باشد. در غیر این صورت، فرض صفر پابرجا بوده و تأیید می‌کند که داده‌ها، پارامتریک بوده و از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. همان‌طور که در جدول ۶ نشان داده شده است، تمامی داده‌ها در این مقاله از توزیع نرمال پیروی می‌کنند، از این رو، می‌توان از ضریب هم‌بستگی پیرسون برای تعیین نوع و میزان هم‌بستگی متغیرها استفاده کرد. همچنین برای اثبات درست و معنادار بودن این هم‌بستگی، از آزمون t-Student با درجه آزادی  $n - 2$  استفاده می‌شود.

### بررسی ارتباط بین شاخص‌های توسعه ICT

در این بخش، برای نشان دادن ارتباط مستقیم شاخص‌های توسعه ICT با یکدیگر، ضریب هم‌بستگی و رگرسیون خطی بین آنها را به‌دست می‌آوریم. با استفاده از ضریب هم‌بستگی پیرسون و معادله خط رگرسیون نشان داده شده است که تمامی پارامترهای توسعه فناوری اطلاعات، با یکدیگر ارتباطی معنادار و قوی دارند (شکل ۱). یعنی ارتقای یک پارامتر توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، ارتقای سایر پارامترهای توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات را نتیجه می‌دهد.

برای نشان دادن نوع و میزان وابستگی بین شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، کواریانس و ضریب هم‌بستگی بین متغیرها نیز محاسبه شده (جدول ۷) که این نتایج، نشان‌دهنده وجود ارتباطی معنادار و قوی بین پارامترهای توسعه فناوری اطلاعات است.



شکل ۱. میزان هم‌بستگی و نوع ارتباط بین پارامترهای توسعه ICT به‌همراه معادله خط رگرسیون و ضریب هم‌بستگی. آ. ارتباط معنادار بین شاخص آمادگی شبکه و شاخص توسعه ICT، ب. ارتباط معنادار بین شاخص توسعه ICT و شاخص رقابت‌پذیری، پ. ارتباط معنادار بین شاخص اتصال جهانی و شاخص رقابت‌پذیری، ت. ارتباط معنادار بین شاخص توسعه ICT و شاخص نوآوری، ج. ارتباط معنادار شاخص رقابت‌پذیری و شاخص دانش ICT و د. نوع هم‌بستگی و ارتباط تمامی شاخص‌های توسعه صنعت ICT با یکدیگر.

جدول ۷. میزان کوواریانس و ضریب همبستگی بین پارامترهای توسعه ICT

$\sum x_i y_i$						$(\sum x_i)^2$	$\sum x_i^2$	$\sum x_i$	
KI	KI(ict)	NRI	GII	IDI	GCI				
۱۹۹۸۰۵/۳	۲۱۹۴۱۶	۱۷۳۸۸/۹	۱۵۷۲۳۶/۷	۲۴۱۳۷/۹	COV, CORR	۱۵۰۹۸۶۶۴/۵	۲۵۰۶۶۳/۲	۳۸۸۵/۷	GCI
۱۹۵۳۲/۹	۲۱۵۴۸/۲	۱۶۸۴/۱	۱۵۳۴۰/۱۵۰	COV, CORR	و ۰/۸۹ ۳۵/۹	۱۳۳۴۷۳/۳	۲۴۲۱/۸	۳۶۵/۳	IDI
۱۲۶۷۲۶/۹	۱۳۹۳۳۶/۷	۱۰۹۴۱/۷	COV, CORR	و ۰/۸۶ ۲۳/۶	و ۰/۹۴ ۱۵۵/۸	۵۷۲۵۰۶۱/۱	۱۰۰۴۸۶/۸	۲۳۹۲/۷	GII
۱۳۹۴۲/۲	۱۵۳۰۳	COV, CORR	و ۰/۹۳ ۱۱/۶	و ۰/۹۰ ۲	و ۰/۹۶ ۱۲/۷	۷۲۴۶۸/۶۴	۱۲۱۱/۸	۲۶۹/۲	NRI
۱۷۷۹۵۲/۸	COV, CORR	و ۰/۹۷ ۱۶	و ۰/۹۲ ۱۹۳	و ۰/۹۰ ۲۳/۵	و ۰/۹۴ ۲۱۳	۱۱۱۱۰۸۸۸/۹	۱۹۶۸۴۴/۰۲	۳۳۳۳/۳	KI (ICT)
COV, CORR	و ۰/۹۵ ۱۹۸	و ۰/۹۵ ۱۲	و ۰/۹۵ ۱۴۳	و ۰/۹۰ ۲۴/۴	و ۰/۹۲ ۱۵۳/۶	۹۱۵۶۶۷۶	۱۶۲۵۶۰/۲۵	۳۰۲۶	KI

برای بررسی درستی نتایج به دست آمده، در جدول ۷ و شکل ۱ و بسط نتایج به دست آمده به کل نمونه، از آزمون فرض ضریب همبستگی پیرسون بر اساس توزیع t-student با درجه آزادی  $n-2$  استفاده شده است. برای این بررسی، فرض صفر و فرض مقابل به صورت زیر در نظر گرفته می شود:

$H_0$ : همبستگی بین داده های جامعه وجود ندارد.

$H_1$ : همبستگی بین داده های جامعه وجود دارد.

مقدار آماره به دست آمده از این آزمون فرض مطابق با رابطه ۲ در جدول ۸ نشان داده شده است. با مقایسه مقادیر  $t^*$  و مقادیر موجود در جدول توزیع t-Student، فرض صفر برای همگی آماره های بالا رد می شود، یعنی در کل جامعه، بین شاخص های توسعه ICT، همبستگی بیان شده در جدول ۷ و شکل ۱ در سطح اطمینان ۹۵ درصد وجود دارد.

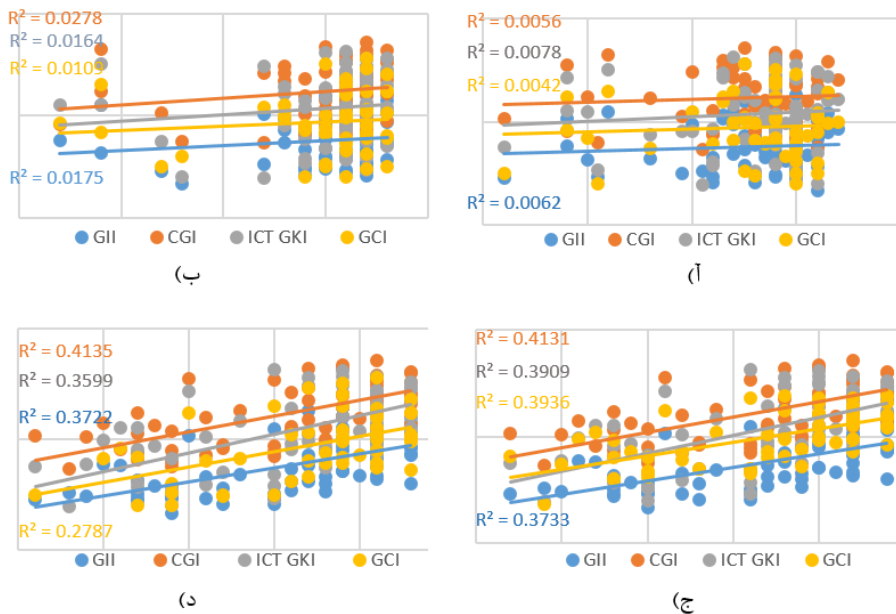
جدول ۸. نتایج آزمون فرض برای بررسی همبستگی بین پارامترهای توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات

GCI	KI(ICT)	KI	CGI	GII	IDI	مقدار آماره $t^*$
۷/۲۹۴	۷/۴۶۵	۷/۳۴۸	۷/۳۳۷	۷/۱۷۶	۷/۲۷۳	NRI
۷/۸۹۶	۷/۲۹۴	۷/۲۹۱	۷/۰۸۳	۶/۹۵۵		IDI
۷/۳۶۳	۷/۰۸۸	۷/۲۷۹	۷/۲۲۲			GII
۷/۱۲۷	۷/۲۵۰	۷/۲۷۸				CGI
۷/۳۴۸	۷/۳۵۲					KI
۷/۰۸۱						KI(ICT)

### بررسی وجود ارتباط معنادار بین شاخص‌های رشد رگولاتوری و شاخص‌های توسعه ICT

در این بخش از پژوهش، برای پاسخ دادن به پرسش‌های پژوهش و رد یا اثبات فرضیه‌های پژوهش، به دنبال استخراج رابطه‌ای معنادار بین پارامترهای توسعه ICT و ارتقای رگولاتوری هستیم. به این منظور، میزان وابستگی خطی بین پارامترهای توسعه ICT و پارامترهای ارتقای رگولاتوری با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون به دست آمده که نتایج آن در جدول ۹ مشاهده می‌شود. مطابق با جدول ۹، بین پارامترهای اندازه و اختیار رگولاتوری و دامنه فعالیت رگولاتوری و شاخص‌های توسعه فناوری، ارتباط معناداری مشاهده نشده است (چون ضریب همبستگی پیرسون به صفر نزدیک است). از طرف دیگر، بین پارامترهای دستورالعمل‌های نظارتی و چارچوب رقابت‌پذیری و شاخص‌های توسعه ICT ارتباطی قوی و معنادار وجود دارد.

برای توضیح بهتر و مشهودتر در این خصوص، نمودار توزیع پارامترها و خط رگرسیون مربوطه در شکل ۲ نشان داده شده است که نتایجی مشابه با نتایج جدول ۹ ارائه می‌دهد.



شکل ۱. نمودار ارتباط بین شاخص‌های توسعه ICT و شاخص‌های ارتقای رگولاتوری برای چهار شاخص رگولاتوری و چهار شاخص توسعه ICT، به همراه ضریب همبستگی هر یک. آ. نبود همبستگی معنادار بین شاخص اندازه و اختیارات رگولاتور و شاخص‌های توسعه ICT، ب. نبود همبستگی معنادار بین شاخص دامنه فعالیت رگولاتور و شاخص‌های توسعه ICT، ج. وجود همبستگی معنادار بین شاخص دستورالعمل‌های نظارتی و شاخص‌های توسعه ICT و د. وجود همبستگی معنادار بین شاخص چارچوب رقابت و شاخص‌های توسعه ICT.

جدول ۹. میزان ضریب همبستگی پیرسون بین پارامترهای توسعه ICT و شاخص‌های ارتقای رگولاتوری

ماتریس همبستگی	اندازه و اختیارات رگولاتور	دامنه فعالیت رگولاتور	دستورالعمل‌های نظارتی	چارچوب رقابت
NRI	۰/۰۶	۰/۰۱	۰/۵۷	۰/۴۸
IDI	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۶۱	۰/۶۸
GII	۰/۱۳	۰/۰۸	۰/۶۱	۰/۷۲
GCI	۰/۱۷	۰/۰۸	۰/۶۴	۰/۷۶
CGI	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۷۲	۰/۴۹
KI	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۶۳	۰/۵۲
KI(ICT)	۰/۱۳	۰/۰۹	۰/۶۰	۰/۶۸

برای بررسی درستی نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۹ و شکل ۲ و بسط نتایج به‌دست‌آمده به‌کل نمونه نیز از آزمون فرض ضریب همبستگی پیرسون بر اساس توزیع t-student با درجه آزادی  $n-2$  استفاده شده است. در این آزمون فرض فرضیه صفر و مقابل به‌صورت زیر تعریف شده است:

- فرض صفر (ضریب همبستگی در جامعه آماری برابر صفر است).
  - فرض مقابل (ضریب همبستگی در جامعه آماری مخالف صفر است).
- نتایج این بررسی از طریق آزمون فرض برای صحت ضریب همبستگی در جدول ۱۰ ارائه شده است.

جدول ۱۰. نتایج بررسی معناداری میزان وابستگی پارامترهای توسعه ICT و شاخص‌های ارتقای رگولاتوری

مقدار آماره $t^*$	اندازه و اختیارات رگولاتور	دامنه فعالیت رگولاتور	دستورالعمل‌های نظارتی	چارچوب رقابت
NRI	۰/۴۸۰	۰/۰۴۱	۴/۳۸۹	۲/۹۳۴
IDI	۰/۰۵۱	-۰/۱۲۵	۴/۶۹۸	۳/۰۶۸
GII	۱/۰۲۳	۰/۶۱۲	۴/۷۱۱	۳/۵۲۵
GCI	۰/۳۹۰	۰/۵۸۱	۴/۹۶۳	۳/۳۲۳
CGI	۰/۹۱۱	۰/۸۵۳	۵/۰۱۱	۴/۲۱۰
KI	۰/۷۶۶	۰/۵۲۸	۴/۸۴۳	۳/۳۶۰
KI(ICT)	۰/۱۳	۰/۶۸۲	۴/۶۳۳	۳/۳۵۰

با توجه به جدول توزیع  $t$  با درجه آزادی  $n-2$  در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $\alpha = 0.05$ ) داریم:

$$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} = 2.000 \quad \text{رابطه ۳}$$

با توجه به مقدار رابطه ۳ و نتایج به‌دست‌آمده از جدول ۱۰، می‌توان نتیجه گرفت که برای دو ستون خاکستری، فرض صفر رد می‌شود (زیرا  $t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-2\right)} > t^*$ )، یعنی با اطمینان ۹۵ درصد، بین شاخص‌های



توسعه ICT و دو شاخص چارچوب رقابت‌پذیری و دستورالعمل نظارتی در کل جامعه، هم‌بستگی وجود دارد. ولی با توجه به مقدار به‌دست‌آمده در دو ستون سفید، فرض صفر پابرجاست، یعنی در جامعه بین متغیرهای یاد شده با اطمینان ۹۵ درصد هم‌بستگی وجود ندارد. بنابراین با اطمینان می‌توان تأیید کرد که نتایج آزمون، نشان‌دهنده روابط به‌دست‌آمده است.

بنابراین، مطابق با نتایج جدول ۹ و شکل ۲ و آزمون فرض انجام‌شده، برخی شاخص‌های ارتقای رگولاتوری دارای وابستگی و ارتباط معناداری با شاخص‌های توسعه صنعت ICT نبوده و رشد و بهبود آنها، تأثیری بر توسعه ICT یک کشور ندارد (زیرا ضریب هم‌بستگی آنها در جدول ۹ به صفر نزدیک است). در این خصوص، شاخص‌های اندازه و کمیت رگولاتوری و مسئولیت‌های رگولاتوری با تمام زیرشاخص‌های خود با توسعه صنعت ICT ارتباط معناداری ندارند.

به‌عنوان یک جمع‌بندی از یافته‌های پژوهش، پاسخ پرسش‌های پژوهش به شرح زیر به دست آمد: نخست اینکه وجود ارتباط معناداری بین رشد و ارتقای رگولاتوری و توسعه صنعت ICT یک کشور اثبات شد و ثابت شد که بین شاخص‌های توسعه ICT و دو شاخص چارچوب رقابت‌پذیری و دستورالعمل نظارتی در کل جامعه، ارتباطی قوی و معنادار وجود دارد. همچنین اثبات شد که برخی از شاخص‌های ارتقای رگولاتوری دارای وابستگی و ارتباط معناداری با شاخص‌های توسعه صنعت ICT نبوده و رشد و بهبود آنها، تأثیری بر توسعه ICT یک کشور ندارد. در این خصوص، شاخص‌های اندازه و کمیت رگولاتوری و مسئولیت‌های رگولاتوری با تمام زیرشاخص‌های خود، دارای ارتباط معناداری با توسعه صنعت ICT نیستند. این یعنی، هرچه رگولاتوری یک کشور از نظر اندازه و قدرت بزرگ‌تر بوده و دامنه فعالیت‌ها و مسئولیت‌های آن گسترده‌تر باشد، عاملی بر توسعه‌یافتگی ICT آن کشور نیست. بنابراین، هرچه رگولاتوری یک کشور در خصوص شاخص‌های چارچوب رقابت و بهبود فضای کسب‌وکار و محیط همکاری بین بازیگران، بهتر عمل کند و از این شاخص‌ها امتیاز بالاتری دریافت کند، می‌تواند بیانگر آن باشد که این کشور در شاخص‌های توسعه ICT نیز اوضاع بهتری خواهد داشت و از نظر توسعه‌یافتگی صنعت ICT پیشرفته‌تر است.

### نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت صنعت ICT به‌عنوان یک صنعت پیشران در توسعه کشورها، به‌خصوص با حرکت کشورها به سمت اقتصاد و تحول دیجیتال و همچنین نقش بسزای عملکرد رگولاتوری ICT یک کشور به‌عنوان نهاد سیاست‌گذار در حوزه ICT در وضعیت ICT آن کشور، ایجاد یک هم‌افزایی میان توسعه ICT و سیاست‌های رگولاتوری ICT، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در این راستا، در این پژوهش وجود ارتباطی معنادار بین زیرشاخص‌های ارتقای رگولاتوری و شاخص‌های توسعه صنعت ICT بررسی شد. بدین منظور، اطلاعات و آمارهای معتبر منتشرشده در خصوص شاخص‌های توسعه صنعت ICT و همچنین گزارش رصد رگولاتوری منتشرشده توسط اتحادیه جهانی مخابرات استخراج، استفاده و تحلیل شده‌اند. در این راستا، ۶۳ کشور به‌صورت کاملاً تصادفی انتخاب شدند. ابتدا با استفاده از آزمون‌های

کولموگروف - اسمیرنوف و شاپیرو - ویلک نشان داده شد که تمامی داده‌ها از توزیع نرمال پیروی می‌کنند. از این رو، برای تعیین نوع و میزان هم‌بستگی متغیرها از ضریب هم‌بستگی پیرسون، کوواریانس و رگرسیون خطی و همچنین برای صحت‌سنجی نتایج به‌دست‌آمده از آزمون فرض ضریب هم‌بستگی پیرسون بر اساس توزیع t-student با درجه آزادی  $n-2$  استفاده شد. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود روابطی معنادار بین شاخص‌های ارتقای رگولاتوری و شاخص‌های توسعه ICT هستند. همچنین نشان داده شده که اندازه، اختیارات و دامنه فعالیت رگولاتوری تأثیر معناداری بر رشد و توسعه ICT آن کشور ندارد، بلکه فراهم کردن محیطی پویا برای همکاری و رقابت بازیگران حوزه ICT، به‌شدت بر توسعه صنعت ICT کشورها تأثیرگذار است. بنابراین توصیه می‌شود که به‌منظور توسعه صنعت ICT، رگولاتور یک کشور به‌جای بالا بردن مسئولیت‌ها و تعهدات و بزرگ‌تر کردن اندازه و قدرت خود (چه اجرایی و چه نظارتی)، بر بهبود فضای کسب‌وکار و شرایط همکاری بین بازیگران و از همه مهم‌تر، بهبود فضای رقابتی تمرکز کند.

### فهرست منابع

- بختیاری، صادق؛ شایسته، افسانه (۱۳۹۱). بررسی تأثیر بهبود فضای کسب‌وکار بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب با تأکید بر ایران. *فصلنامه علوم اقتصاد*، ۶(۱۹)، ۱۷۵-۲۰۴.
- خدادادکاشی، فرامرز (۱۳۸۸). دیدگاه‌های مختلف در مورد مفهوم و نظریه رقابت و تطبیق آن با وضعیت رقابت در بخش صنعت ایران. *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۷(۵۱)، ۲۵-۴۰.
- میراحسنی، منیرالسادات (۱۳۹۲). شاخص‌های رقابت‌پذیری ایران و برخی کشورهای جهان از منظر گزارش مجمع جهانی اقتصاد. *مجله اقتصادی*، ۹ (و ۱۰)، ۱۰۷-۱۲۸.
- Baliamoune-Lutz, M. (2003). An analysis of the determinants and effects of ICT diffusion in developing countries. *Information Technology for Development*, 10(3), 151-169.
- Casella, G., & Berger, R. L. (2001). *Statistical Inference*, (2th Edition). Florida: Duxbury Press of University of Florida.
- Chen, C., & Watanabe, C. (2006). Diffusion, Substitution and Competition Dynamism inside the ICT Market: A Case of Japan. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(6), 731-759.
- Dutta, S., & Lanvin, B. (2019). *The Network Readiness Index 2019: Towards a Future-Ready*. Washington D.C.: Portulans Institute. Retrieved from <https://networkreadinessindex.org/wp-content/uploads/2020/03/The-Network-Readiness-Index-2019-New-version-March-2020.pdf>
- Dutta, S., Lanvin, B., & Wunsch-Vincent, S. (2019). *Global Innovation Index: Energizing the World with Innovation*. Cornell University, WIPO, INSEAD. Retrieved from <https://www.globalinnovationindex.org/Download.aspx?file=/userfiles/file/reportpdf/gi-i-full-report-2019.pdf>

- Fransman, M. (2010). *The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation*. New York: Cambridge University Press.
- Huawei. (2018). *Global Connectivity Index 2018*. Huawei.
- ITU. (2017a). *ICT Development Index*. Geneva: ITU. Retrieved from [www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html](http://www.itu.int/net4/ITU-D/idi/2017/index.html)
- ITU. (2017b). *Quality of Service regulation manual*. Geneva: ITU. Retrieved from [www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.QOS\\_REG01-2017-PDF-E.pdf](http://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.QOS_REG01-2017-PDF-E.pdf)
- ITU. (2018a). *Global ICT Regulatory Outlook*. Geneva: ITU. Retrieved from [https://www.itu.int/dms\\_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.REG\\_OUT01-2018-PDF-E.pdf](https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-BB.REG_OUT01-2018-PDF-E.pdf)
- ITU. (2018a). *Measuring the Information Society Report vol 1 and 2*. Geneva: ITU. Retrieved from <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/publications/misr2018.aspx>
- ITU. (2018b). *ICT Regulatory Tracker*. Geneva: ITU. Retrieved from <https://www.itu.int/net4/itu-d/irt/#/tracker-by-country/regulatory-tracker/2018>
- MBRF. (2019). *Global Knowledge Index*. MBRF.
- Nicoleta, G., Nicolau, A., & Mitran, D. (2010). ICT Strategy Support for Business Development and Innovation. *Internal Auditing and Risk Management*, 4(20), 27-36.
- Oladapo, A. A. (2006). The Impact of ICT on Professional Practice in the Nigerian Construction Industry. *Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 24(2), 1-19.
- Porter, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nation*. New York: Simon and Schuster.
- Qingxuan, M. & Mingzhi, L. (2002). New Economy and ICT development in Chin. *Information Economics and Policy*, 14(2), 275-295.
- Razali, N. M., & Wah Y. B. (2011). Power comparisons of Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov, Lilliefors and Anderson–Darling tests. *Journal of Statistical Modeling and Analytics*, 2(1), 21–33.
- Ross, S. M. (2004). *Introduction to Probability and Statistics for Engineers and Scientists, 3th Edition*. Los Angeles: Elsevier Academic Press.
- Sassi, S., & Goaid, M. (2013). Financial development, ICT diffusion and economic growth: Lessons from MENA region. *Telecommunications Policy*, 37(4), 252-261.
- Schwab, K. (2019). *The Global Competitiveness Report*. World Economic Forum. Retrieved from [www3.weforum.org/docs/WEF\\_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf)
- Wilson, A., Ugwunta, D., Okwo, M., & Eneje, B. (2014). How Telecommunication Development Aids Economic Growth: Evidence from ITU ICT Development Index (IDI) Top Five Countries for African Region. *International Journal of Business, Economics and Management*, 1(2), 16-28.
- World Bank. (2000). *Telecommunications Regulation Handbook*. Washington D.C.: World Bank. Retrieved from <http://documents1.worldbank.org/curated/en/390451468780890888/pdf/multi0page.pdf>

# Investigating the Relationship between Regulatory Promotion Indicators and ICT Development

**Mehran Nikarya**

*Assistant Professor, Department of Information Technology, Iranian Research Organization for Science and Technology (IROST), Tehran, Iran*

**Mojtaba Mazoochi<sup>1</sup>**

*Assistant Professor, Information Technology Research Faculty, ICT Research Institute, Tehran, Iran*

**Ali Mohammad Montazeri**

*PhD of Electrical Engineering, Communication Technology Research Faculty, ICT Research Institute, Tehran, Iran*

**Fataneh Ayazi**

*MSc. of Computer Engineering, Communication Technology Research Faculty, ICT Research Institute, Tehran, Iran*

**Abstract:** The information and communication technology (ICT) industry is the driving force of the development of countries. Especially, the importance of this industry has been increased when, countries are moving towards economics and digital transformation. On the other hand, the ICT regulatory as a policy-making body in the field of ICT has a significant role in the ICT situation of that country. It would be very effective if a country's ICT regulator could adopt its policies in a way that would lead to the development of that country's ICT as well. In this article, we want to create a synergy between the ICT development and ICT regulatory policies of a country, we examined the relationship between the types of ICT development indicators of countries and their ICT regulatory improvement indicators. In this regard, by using analytical and statistical tools, 63 randomly selected countries are investigated and a meaningful correlation between sub-indices of these two domains is extracted. According to the results, the size, power and authority of a national regulatory body has no meaningful relation with the development status of the ICT industry in the country. On the contrary, the quality of regulatory services and establishment of a healthy competitive environment for cooperation and competition between actors (regulatory maturity) in a country are strongly linked to the development of its ICT industry. The results obtained in this paper are analyzed using Kolmogorov-Smirnoff and Shapiro-Wilk tests, Pearson correlation coefficient, t-student distribution test with n-2 degree of freedom, t-distribution table, covariance and linear regression. The results and conclusions can be applied to all countries with a confidence level of 95%.

**Keywords:** Prioritizing regulatory promotion policies, ICT industry development, Pearson correlation coefficient, Linear regression, Statistical hypothesis test

---

1. Corresponding Author: mazoochi@itrc.ac.ir