

پایش شبانگاهی اقتصاد: معرفی یک رویکرد نوین در برنامه‌ریزی منطقه‌ای

رضا اخباری*، علیرضا شکیبایی**، مهدی نجاتی***

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۹/۹

چکیده

وجود ارتباط مثبت میان سطح فعالیت اقتصادی و میزان نور اندازه‌گیری شده در تصاویر ماهواره‌ای در شب، قابل توجه است و مطالعات متعددی این ارتباط را تأیید کرده‌اند. در این تحقیق برای اولین بار این ارتباط در اقتصاد ایران و در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۳ بررسی می‌شود. در ابتدا رویکرد تحلیلی بر مبنای داده‌های نور شبانگاهی (NTL) و فرآیند استخراج داده‌ها تشریح و سپس ارتباط میان NTL و سطح فعالیت اقتصادی بررسی می‌شود. نتایج برآورد الگوهای مختلف رگرسیونی، نشانگر وجود ارتباط مثبت و معنادار میان GDP حقیقی و NTL است و بنابراین انتظار می‌رود میان توزیع درآمد و توزیع NTL که نماگری از توزیع فعالیت‌های اقتصادی است، ارتباط مثبتی وجود داشته باشد. با توجه به کوواریانس میان ضرایب جینی یادشده در سطح استانی، رابطه مثبت بالا تأیید می‌شود که خود نشانگر مشابهت میان توزیع فعالیت‌های اقتصادی و توزیع درآمد در سطح استان‌ها است. بنابراین می‌توان با توزیع یکنواخت‌تر فعالیت‌های اقتصادی، توزیع درآمد را در سطح استان‌ها به سمت برابری بیشتر سوق داد. به عبارت دیگر بایستی در حوزه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، توزیع فعالیت‌های اقتصادی در سطح هر استان به نحوی باشد که توزیع درآمد را به سمت برابری بیشتر سوق دهد.

واژه‌های کلیدی: نور شبانگاهی، سنجش‌ازدور، GDP حقیقی، ضریب جینی.

* دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. akhbari@aem.uk.ac.ir

** دانشیار اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. (نویسنده مسئول). ashakibae@yahoo.com

*** استادیار اقتصاد دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. mehdi.nejati@gmail.com

مقدمه

میزان روشنایی تصاویر ماهواره‌ای در شب به صورت ضمنی رد پایی از فعالیت‌های اقتصادی بشر بر روی کره خاکی را نشان می‌دهد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در علم جغرافیا قدمتی طولانی دارد و می‌توان گفت مهم‌ترین ابزار تحلیلی در این رشته محسوب می‌شود. کاربرد مفاهیم جغرافیایی در علم اقتصاد را می‌توان در شاخه اقتصاد شهری و منطقه‌ای دنبال کرد. این شاخه از علم اقتصاد تا حدود زیادی با به‌کارگیری مفاهیم جغرافیایی و ابزارهای مورداستفاده جغرافی‌دانان، به دنبال یافتن پاسخ سؤالات بنیادین علم اقتصاد با رویکردی جدید است. ارتباط قوی میان علم اقتصاد و جغرافیا را می‌توان در قالب این گزاره که «توده جمعیتی غالباً در حاشیه رودخانه‌ها و یا سواحل دریا اسکان یافته است» ملاحظه کرد (Nordhaus, 2006). در این گزاره به‌طور ضمنی موضوعاتی از قبیل نیاز به تأمین منابع جهت زیستن، دسترسی ساده و کم‌هزینه به منابع، امکان انجام تجارت با دسترسی به دریاها، آزاد، تراکم جمعیت و شکل‌گیری تمدن‌های اولیه در نزدیکی منابع حیاتی و... مطرح می‌شوند که ضرورت مطالعات بین‌رشته‌ای در قالب شاخه اقتصاد شهری و منطقه‌ای را روشن می‌سازد.

تا پیش از سال ۱۹۹۷، استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تنها در تحلیل‌های جغرافی‌دانان و سایر علوم از جمله زمین‌شناسی مرسوم بود و شواهد استفاده از این ابزار در مطالعات اقتصادی تنها به کاربرد نمایشی آن در برخی مطالعات مرتبط با موضوعات اقتصاد شهری محدود می‌شد. با مطالعه الویج و همکاران^۱ (۱۹۹۷)، استفاده گسترده از داده‌های مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای در موضوعات اقتصادی آغاز شد. آن‌ها با تحلیل عکس‌های ماهواره‌ای ۲۱ کشور در شب، همبستگی بالای میان نور متساعد شده از این کشورها و تولید ناخالص داخلی و مصرف الکتریسیته را گزارش کردند. از دیگر مطالعات صورت گرفته در این زمینه می‌توان به دال و همکاران^۲ (۲۰۰۰)، سوتون و

1. Elvidge et al
2. Doll et al

کستانزا^۱ (۲۰۰۲)، ابرن و همکاران^۲ (۲۰۰۵)، دال و همکاران (۲۰۰۶)، سوتون و همکاران^۳ (۲۰۰۷)، چن و نوردهاوس^۴ (۲۰۱۰) اشاره کرد. هدف اصلی در این مطالعات، نشان دادن کاربرد ابزارهای تحلیلی جغرافی‌دانان در علم اقتصاد بوده است. بررسی سیر مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که با اثبات وجود همبستگی میان متغیرهای یادشده، استفاده از ابزار نور شبانگاهی^۵ و کاربرد آن به موضوعات مختلف اقتصادی تعمیم یافته است. به‌عنوان نمونه الویج و همکاران (۲۰۰۹)، نور و همکاران^۶ (۲۰۰۸) و ونگ و همکاران^۷ (۲۰۱۲) به ترتیب موضوع فقر را در سطح جهان، در سطح قاره آفریقا و در کشور چین و در سطح استانی با کمک داده‌های نور شبانگاهی مورد ارزیابی قرار داده‌اند. حال به‌روشنی یکی از مزایای استفاده از ابزار یادشده در تحلیل موضوعات اقتصادی آشکار می‌شود. سه مطالعه اخیر نشان می‌دهند که می‌توان در سطوح مختلف (جهانی، قاره‌ای، کشوری و استانی) از این ابزار بهره برد و صداً البته زمانی این مزیت از اهمیت بالاتری برخوردار می‌شود که آمار رسمی در موضوع مورد مطالعه و یا در سطح مطالعاتی خاص در دسترس نباشد (Li et al, 2016) و یا اینکه تهیه آمار هزینه زیادی در برداشته باشد. به‌عنوان نمونه بنا بر شرایط خاص نهادی حاکم بر کشور کره شمالی، بسیاری از آمارهای مورد نیاز برای تحلیل موضوعات اقتصادی خاص این کشور یا در دسترس نیست و یا از قابلیت اطمینان پایینی برخوردار است. بر این اساس است که لی^۸ (۲۰۱۸) برای تحلیل تأثیر تحریم‌های تحریم‌های بین‌المللی بر نابرابری منطقه‌ای در این کشور، به استفاده از داده‌های نور شبانگاهی روی می‌آورد.

1. Sutton and Costanza
2. Ebener et al
3. Sutton et al
4. Chen and Nordhaus
5. Nighttime light
6. Noor et al
7. Weng et al
8. Li

در زمینه کاربرد این رویکرد نوین در موضوعات مرتبط با اقتصاد محیط‌زیست می‌توان به آلبرتی^۱ (۲۰۰۵) اشاره کرد که ارتباط میان توسعه فضای شهری و کاهش کیفیت خدمات دریافتی شهروندان از محیط‌زیست و منابع طبیعی را مورد تحلیل قرار داده است. همچنین استینکراس^۲ (۲۰۱۷) نیز در این زمینه، اثر انتشار کربن بر منحنی کوزنتس زیست‌محیطی را با بکارگیری داده‌های نور شبانگاهی مورد تحلیل قرار داده است. گیلسپی و همکاران^۳ (۲۰۱۴) جهت ارزیابی اقتصادی مخاطرات زیست‌محیطی، واکنش نورهای شبانگاهی را به خسارت ناشی از تسونامی در اندونزی و بهبود شرایط پس‌از این حادثه مورد ارزیابی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها نشانگر کاهش شدید در میزان نور منتشره پس از واقعه و بازگشت تدریجی میزان نور مشاهده شده طی زمان است. همچنین با توجه به ارتباط خوب نور شبانگاهی با داده‌های مربوط به درآمد خانوار، در این مطالعه نشان داده می‌شود که NTL می‌تواند به‌عنوان پراکسی مناسب برای ارزیابی اقتصادی فجایع زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد. پیرامون کاربرد ابزار یادشده در موضوعات مرتبط با اقتصاد سیاسی می‌توان به هولدر و راسچکی^۴ (۲۰۱۴) اشاره کرد که رانت اقتصادی تعلق یافته به برخی استان‌ها در ۱۲۶ کشور به‌واسطه محل تولد بودن رهبران سیاسی یا سکونت آن‌ها در این استان‌ها، مورد ارزیابی قرار گرفته است. در زمینه توسعه اقتصادی نیز می‌توان به مطالعه پینکوفسکی و سالای مارتین^۵ (۲۰۱۶) اشاره کرد که فقر در سطح جهان را با این ابزار مورد تحلیل قرار داده‌اند. علاوه بر موارد یادشده مطالعات زیادی پیرامون دیگر کاربردهای ابزار NTL صورت گرفته که توسط لی و همکاران (۲۰۱۶) مرور شده است.

-
1. Alberti
 2. Steinkraus
 3. Gillespie et al
 4. Holder and Raschky
 5. Pinkovskiy and Sala-I-Martin

بررسی‌ها نشان می‌دهد که رویکرد تحلیل تصاویر ماهواره‌ای کره زمین در شب و داده‌های مستخرج از آن تاکنون در هیچ مطالعه‌ای پیرامون موضوعات اقتصادی در ایران به کار گرفته نشده است و مطالعه حاضر اولین کار تحقیقاتی در این زمینه خواهد بود. بنابراین لازم است ضرورت انجام تحقیق پیرامون معرفی این رویکرد که کاربرد زیادی در کشورهای درحال توسعه دارد بحث شود (Chen and Nordhaus, 2011; Pinkovskiy & Sala-I-Martin, 2016). با توجه به اینکه در ادبیات موضوع، بر کاربرد بالاتر این رویکرد در کشورهای درحال توسعه تأکید شده، برای شناسایی عواملی که ضرورت انجام این تحقیق و در نتیجه معرفی این ابزار تحلیلی را در کشور توجیه می‌نماید می‌توان بر برخی از خصوصیات نهادی کشورهای درحال توسعه متمرکز شد که وجه تمایز آن‌ها از گروه توسعه‌یافته‌ها محسوب می‌شود. به‌عنوان نمونه ضعف در گردآوری و به‌روزرسانی سریع آمارهای اقتصادی و یا آمارهایی که در تحلیل‌های اقتصادی مورد نیاز است، یکی از ضعف‌های نهادی در کشورهای درحال توسعه از جمله ایران محسوب می‌شود.

جنبه قابل اتکا بودن آمارهای منتشره نیز یکی دیگر از چالش‌هایی است که تحلیلگران اقتصادی به‌واسطه ضعف نهادی در این دسته از کشورها با آن مواجه هستند. از سوی دیگر بالا بودن هزینه گردآوری و یا به‌روزرسانی آمار برخی از متغیرها که خود از دو عامل عدم شفافیت اطلاعات و نبود نهادهای کارا که با هزینه پایین به گردآوری داده‌ها بپردازند، ناشی می‌شود، چالش‌های متعددی را در تحلیل‌های اقتصادی پدید می‌آورد. عامل دیگری که می‌تواند ضرورت رویکرد نوین استفاده از داده‌های روشنایی شب را در کشور توجیه کند، به جغرافیای پهناور کشور و پراکندگی جمعیت بازمی‌گردد. در این رویکرد اطلاعات دورافتاده‌ترین نقاط که احتمالاً مراجعه حضوری برای آمارگیری بسیار هزینه‌بر است نیز به‌سادگی در دسترس قرار می‌گیرد. از جمله مزایای دیگر این رویکرد که ضرورت استفاده از آن را توجیه می‌کند آن است که می‌توان پیامدهای اقتصادی-اجتماعی تقسیمات جدید کشوری را نیز مورد ارزیابی قرار داد.

در شرایطی که وجود ارتباط قوی میان داده‌های NTL و متغیرهای اقتصادی تأیید شود، می‌توان در قالب الگوهای اقتصادسنجی و استفاده از داده‌های NTL، به تحلیل و پیش‌بینی وضعیت اقتصادی در شرایط جدید تقسیمات کشوری پرداخت. به‌عنوان نمونه در این مطالعه، ضریب جینی چند استان مورد ارزیابی قرار گرفته می‌شود که یکی از عوامل انتخاب این استان‌ها، جدیدالتأسیس بودن آن‌هاست. به‌عنوان جمع‌بندی ضرورت انجام تحقیق می‌توان گفت که تمام موارد بالا تسهیلاتی را در تدوین برنامه‌های آمایشی استان‌ها و تهیه اسناد مرتبط با برنامه‌ریزی منطقه‌ای فراهم می‌آورد. با کمک نتایج این تحقیق که کاربرد داده‌های حاصل از نور شبانه‌گاهی در برنامه‌ریزی منطقه و موضوعات مرتبط با توسعه اقتصادی را اثبات می‌کند، امکان برنامه‌ریزی پیرامون توزیع عادلانه‌تر صنایع و در نتیجه فعالیت‌های اقتصادی در سطح استان‌ها فراهم شده و به تبع آن توزیع درآمد میان ساکنین هر استان بهبود خواهد یافت.

به سبب اینکه تحقیق حاضر اولین مطالعه در کشور با رویکرد تحلیل تصاویر ماهواره‌ای در شب است، ضرورت دارد که ابتدا این رویکرد و نحوه استخراج داده‌ها به‌طور دقیق تشریح شود، سپس ارتباط میان انتشار نور در شب و سطح فعالیت‌های اقتصادی - که با GDP حقیقی اندازه‌گیری می‌شود - و مصرف برق مورد ارزیابی قرار گیرد. بنابراین اولین هدف معرفی رویکرد تحلیل نور شبانه‌گاهی و هدف دوم اثبات وجود ارتباط یادشده است. وقتی ارتباط میان انتشار نور در شب و GDP اثبات شود آنگاه به لحاظ منطقی این احتمال وجود دارد که میان الگوی توزیع درآمد و الگوی توزیع جغرافیایی نورهای شبانه‌گاهی که نشان‌گر فعالیت‌های اقتصادی است، ارتباط آماری وجود داشته باشد. بر این اساس سومین هدف، محاسبه ضریب جینی به‌عنوان شاخصی از الگوی توزیع نور شبانه‌گاهی در سطح استانی با استفاده از داده‌های نور شبانه‌گاهی، تعریف می‌شود. در این مرحله نتایج به‌دست آمده در سطح استانی با ضریب جینی درآمدی که توسط مرکز آمار منتشر می‌شود، مقایسه خواهد شد. نتایج حاصل از این بخش اطلاعات مفیدی پیرامون توزیع فضایی فعالیت‌های اقتصادی در سطح کشور

به دست می‌دهد. این اهداف بر مبنای فروضی شکل گرفته‌اند که عبارت است از:
۱- وجود ارتباط مثبت میان NTL و GDP ۲- وجود رابطه مثبت میان ضریب جینی مستخرج از داده‌های نور شبانگاهی و ضریب جینی درآمدی. در صورت تأیید دومین فرض می‌توان گفت ضریب جینی درآمدی در سطح استانی نماگری از پراکندگی فعالیت‌های اقتصادی به لحاظ جغرافیایی است.

برای ارزیابی فروض یادشده، تصاویر ماهواره‌ای مورد نیاز از پایگاه داده پروژه تصویربرداری ماهواره‌ای نیروی هوایی آمریکا (DMSP¹) در بازه زمانی سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳ - که کل داده‌های منتشره را شامل می‌شود و معادل با سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲ است - دریافت و جهت استخراج داده‌های مورد نیاز، نرم‌افزار Arc GIS به کار گرفته شد. نحوه استخراج داده‌های مورد نیاز از این تصاویر در بخش متدولوژی تشریح می‌شود. در ادامه ابتدا مطالعاتی که تاکنون پیرامون بررسی ارتباط میان GDP، مصرف انرژی و NTL انجام شده، مرور می‌شود و سپس تحقیقات صورت گرفته در زمینه محاسبه ضریب جینی مربوط به نور شبانگاهی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در بخش سوم، روش‌شناسی مورد استفاده تشریح می‌شود و سپس ارتباط میان متغیرهای اقتصادی و NTL مدل‌سازی خواهد شد. با اثبات وجود این رابطه، ضریب جینی مستخرج از داده‌های مربوط به تصاویر ماهواره‌ای در سطح استانی و در بازه زمانی مورد بحث، محاسبه و با ضریب جینی درآمدی مقایسه خواهد شد. در نهایت نتایج، تحلیل و جمع‌بندی می‌شود.

مطالعات پیشین

همان‌طور که در مقدمه ذکر شد استفاده از رویکرد تحلیل اقتصادی داده‌های نور شبانگهی تاکنون در ایران انجام‌نشده و بنابراین مطالعات پیشین تنها شامل مطالعات خارجی است که مرور می‌شوند.

الویج و همکاران (۱۹۹۷) اولین مطالعه پیرامون روشنایی شبانگهی و GDP را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ۲۱ کشور انجام دادند. برآورد الگوی رگرسیونی آن‌ها ضریب تعیینی برابر با ۹۷ درصد را بدست داد. از آن زمان تاکنون تحقیقات مشابهی در اتحادیه اروپا (Doll et al, 2006)، چین (Li et al, 013)، ایالات‌متحده (Forbes, 2013) و دیگر کشورها انجام‌شده که ضرایب تعیین بدست آمده میان کل نور متصاعد شده در شب و GDP در بازه ۸۰ تا ۹۰ درصد گزارش شده است.

هندرسون و همکاران^۱ (۲۰۱۲) با بکارگیری روش‌های سنجش‌ازدور و استفاده از NTL، نرخ رشد GDP را مورد تصحیح قرار دادند. آن‌ها با انتخاب کشور میانمار به‌عنوان کشوری با نهادهای ضعیف آماری و در نتیجه قابل‌اتکا نبودن آمار منتشره از سوی نهادهای دولتی، نشان دادند که نرخ رشد سالانه اصلاح‌شده با کمک داده‌های نور شبانگهی ماهواره‌ای، در بازه سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵ عبارت است از ۶/۴۸ درصد درحالی‌که طبق آمار رسمی منتشر شده این مقدار ۱۰/۰۲ درصد اعلام شده بود.

قوش و همکاران^۲ (۲۰۰۹) الگوی رگرسیونی میان درآمد ملی و NTL در ایالات متحده و مکزیک را طراحی کردند و نتیجه قابل‌توجه مبنی بر یک و نیم برابر بودن ارزش ستانده بخش غیررسمی در اقتصاد مکزیک نسبت به بخش رسمی این کشور، بدست آمد.

دال و همکاران (۲۰۰۰) رابطه خطی میان جمعیت، GDP، انتشار گازهای گلخانه‌ای و نور منتشره از سطوح تصویربرداری شده را مورد مطالعه قرار دادند.

1. Henderson et al
2. Ghosh et al

لو^۱ (۲۰۰۲) تحلیلی رگرسیونی میان کل نور شبانگاهی در تصاویر ماهواره‌ای و مصرف برق چین در سال ۱۹۹۷ انجام داد. نتایج این مطالعه نشان داد که همبستگی نزدیکی میان مصرف برق و نور مشاهده‌شده در تصاویر ماهواره‌ای در سطوح استانی و کشوری وجود دارد.

سوتون و همکاران (۱۹۹۷) همبستگی بسیار بالایی را میان تراکم جمعیت و انتشار نور شبانگاهی در قاره آمریکا مشاهده کردند و ضریب تعیین مربوط به رگرسیون خطی برآورد شده، مقدار ۶۳ درصد را نشان می‌دهد.

لتو و همکاران^۲ (۲۰۱۰) کاربرد داده‌های نور شبانگاهی را برای برآورد مصرف الکتریسیته، معرفی کردند. ضرایب تعیین رگرسیون خطی بین مصرف برق و مجموع نور شبانگاهی در ژاپن، چین و هند همچون دیگر کشورهای آسیایی بالاتر از ۶۰ درصد بدست آمد که در وهله اول اثبات می‌کند که استفاده از داده‌های نور شبانگاهی برای برآورد مصرف برق قابل توجیه است.

لی و همکاران^۳ (۲۰۱۳) توانایی تصاویر شبانه دریافتی از ماهواره‌ها را به‌منظور نشان دادن توسعه شهرنشینی چین در سال‌های ۱۹۹۴ تا ۲۰۰۹ مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این مطالعه نشان داد که متغیرهای NTL، جمعیت، مصرف برق و اراضی شهری در چین دارای رابطه معناداری با یکدیگر هستند به‌طوری‌که ضریب تعیین بدست آمده، مقداری بیش از ۸۰ درصد را نشان می‌دهد.

شی و همکاران^۴ (۲۰۱۴) با تحلیل ارتباط رگرسیونی بین GDP، NTL و مصرف برق نشان دادند که مجموع مقدار نور منتشرشده در شب بهتر می‌تواند داده‌های GDP و مصرف برق را در سطح استانی کشور چین شبیه‌سازی کند.

-
1. Lo
 2. Letu
 3. Li et al
 4. Shi et al

الویج و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تفاوت در توزیع میان نور شبانگاهی ثبت‌شده در تصاویر ماهواره‌ای و جمعیت به ارزیابی توسعه نامتوازن در سطوح ملی و منطقه‌ای پرداختند. آن‌ها شاخصی با عنوان شاخص توسعه‌ای نور شبانگاهی (NLDI^۱) طراحی و محاسبه کردند و سپس مقادیر آن را با ضریب جینی درآمدی و شاخص توسعه انسانی مورد مقایسه قرار دادند. مقادیر محاسبه شده NLDI برای سنگاپور، پورتوریکو و ایالات متحده کمترین و برای کیریباتی، جزایر سلیمان و پاپوآنیوگنا بیشترین میزان را نشان داد.

ژو و همکاران^۲ (۲۰۱۵) به منظور اندازه‌گیری نابرابری منطقه‌ای از منظر ارائه خدمات عمومی در سطوح مختلف کشور چین (از سطح کل ایالت‌ها گرفته تا شهرهای هر ایالت) در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰، داده‌های NTL را با داده‌های مربوط به جمعیت، ترکیب کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که نابرابری منطقه‌ای برای کل چین در طول یک دوره ۵ ساله کاهش می‌یابد.

پستالوزی^۳ (۲۰۱۲) در بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد خود وضعیت توزیع NTL در سطح جهان و نابرابری در سطح پراکندگی این متغیر را مورد ارزیابی قرار می‌دهد. وی تصریح می‌کند که در برخی کشورها تمرکز شدیدی در توزیع نور شبانگاهی ملاحظه می‌شود بدین معنا که در برخی کشورها مناطقی با مقادیر زیادی از پیکسل‌های نورانی به صورت متمرکز وجود دارد در حالی که در برخی دیگر از مناطق همین کشورها تمرکز بالایی از نور با شدت بسیار کمتر مشاهده می‌شود. در مقابل کشورهایی قرار دارند که پیکسل‌های نورانی به شکل یکنواخت‌تری در مناطق توزیع شده‌اند. وی در تحلیل خود از ضریب جینی استخراج شده از داده‌های NTL استفاده می‌کند و نشان می‌دهد که پراکندگی فضایی نور شبانگاهی از الگویی بسیار مشابه در

1. Night Light Development Index
2. Xu et al
3. Pestalozzi

بین کشورها تبعیت می‌کند. یافته‌ها حاکی از آن است که مرکزیت نور شبانگاهی به سمت مناطق شهری منتقل می‌شود به نحوی که نشانگر رشد شهرنشینی در دو دهه اخیر است. وی نتیجه‌گیری می‌کند که ضریب جینی در ۱۸ سال اخیر در بسیاری از کشورها روند نسبتاً افزایشی را طی کرده است.

ژو و همکاران^۱ (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای روشنایی شب مربوط به ۳۰ استان چین و اطلاعات GDP و جمعیت در این مناطق، نابرابری‌های اقتصادی اجتماعی را با بکارگیری یک الگوی رگرسیون خطی مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که میزان روشنایی رابطه همبستگی مثبتی با GDP و جمعیت در سطوح ملی و منطقه‌ای دارد. همچنین نویسندگان نشان می‌دهند شاخص نابرابری مستخرج از داده‌های NTL در مقایسه با آنچه از داده‌های آماری حاصل می‌شود، اطلاعات دقیق‌تری پیرامون تفاوت‌ها در سطوح توسعه منطقه‌ای و کشوری بدست می‌دهد و نکته‌ای که مورد تأکید قرار گرفته آن است که نابرابری ملاحظه شده از طریق محاسبه ضریب جینی مربوط به NTL در سطح کشوری، نسبت به سطح شهری، معنادارتر بوده است.

روش شناسی

در این بخش ابتدا نحوه ثبت تصاویر ماهواره‌ای از روشنایی شب در کره زمین معرفی می‌شود و سپس فرآیند استخراج داده از این تصاویر، که با کمک برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار GIS صورت می‌گیرد، تشریح می‌شود. در نهایت یک الگوی رگرسیونی معرفی می‌شود که با کمک آن رابطه میان متغیرهای NTL، GDP و مصرف برق مورد ارزیابی قرار خواهد گرفت.

۱- داده‌های نور شبانگاهی

پروژه تصویربرداری ماهواره‌ای نیروی هوایی آمریکا (DMSP) در مرکز داده ژئوفیزیک ملی (NGDC^۱) که اخیراً به مرکز ملی اطلاعات محیط‌زیستی (NCEI^۲) تغییر نام داده و وابسته به سازمان ملی پدیده‌های اقیانوسی و فضایی (NOAA^۳) آمریکا است، فرم‌های متعددی از تصاویر زمین مرجع^۴، مربوط به روشنایی شبانگاهی شامل فرم خام، تثبیت شده، کالیبره شده و فرم VIIRS^۵ را منتشر می‌کند. از بین این موارد، فرم تثبیت شده بیش از دیگر فرم‌ها، در تحقیقات مورد استفاده واقع می‌شود زیرا علاوه بر این که دارای کیفیت بالاتری است، سابقه داده‌های موجود در این قالب به بیش از دو دهه بازمی‌گردد (Chen, 2014). تشریح دقیق روش‌های مورد استفاده برای ایجاد هر یک از فرم‌های یاد شده و نحوه گردآوری داده‌های مربوطه در مطالعه الویج و همکاران (۱۹۹۷) ارائه شده که چون مباحثی فنی بوده و ارتباط مستقیمی با موضوع این مطالعه ندارد از تشریح آن خودداری می‌شود.

پروژه DMSP به منظور گردآوری اطلاعات مربوط به آب‌وهوای جهانی و سیستم‌های هواشناسی بازطراحی شد و در نتیجه اطلاعات آن به شکل روزانه، به روز می‌شود (Mellander et al, 2015). با توجه به اینکه در ابتدا مأموریت نظامی برای این پروژه تعریف شده بود، داده‌ها در سال ۱۹۷۲ از حالت محرمانه خارج شد و در دسترس عموم قرار گرفت اما تنها داده‌های پس از سال ۱۹۹۲ به صورت دیجیتال تهیه شد که در پایگاه داده مربوطه موجود است. در این پروژه و در بازه زمانی مورد نظر، از ۶ ماهواره استفاده شده که عمر مفید هر کدام از آن‌ها ۶ تا ۸ سال است. هر ماهواره در شبانه‌روز ۱۴ بار به دور زمین می‌گردد و به طور معمول دو ماهواره در هر لحظه به طور هم‌زمان در حال چرخش به دو زمین هستند.

-
1. National geophysical data center
 2. National centers for environmental information
 3. National oceanic and atmospheric administration
 4. Geo-referenced
 5. Visible infrared imaging radiometer suite
 6. <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/downloadV4composites.html>

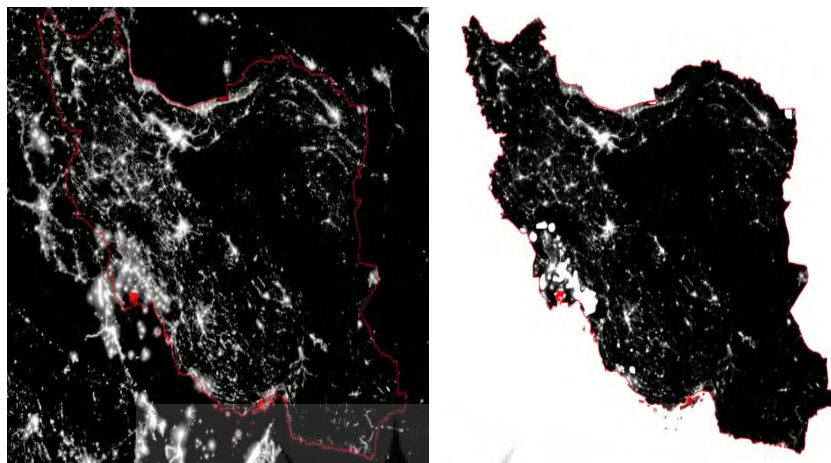
بر این اساس انتظار می‌رود دو ترکیب متفاوت از تصاویر حاصل شود. با توجه به وجود اختلالات جوی مثل پوشش ابر، بازتاب نور ماه از اتمسفر زمین و دیگر عوامل، که مشاهدات از سطح زمین را تحت تأثیر قرار می‌دهد، از مجموعه تصاویر دریافتی در هر ۲۴ ساعت طی یک سال میانگین‌گیری می‌شود تا تصویری واحد ارائه گردد که اطلاعات مربوط به روشنایی در طول یک سال را به همراه دارد. تصاویر ماهواره‌ای موجود، سطح زمین را در مختصات طول جغرافیایی ۱۸۰ تا ۱۸۰- درجه و عرض جغرافیایی ۶۵- تا ۷۵ درجه پوشش می‌دهد. در این مختصات، بخش‌هایی از گرین‌لند، آلاسکا، کانادا، اسکان‌دیناوی و قطب جنوب ثبت نمی‌شوند و با توجه به اینکه طبق برآوردها در این بخش‌های ثبت نشده تقریباً ۱۰ هزار نفر ساکن هستند که حدود ۰/۰۰۰۲ درصد از جمعیت کره زمین را تشکیل می‌دهند (Henderson et al, 2012)، مطالعات در سطح جهانی را با چالش روبرو نمی‌کند.

۲- استخراج داده‌ها و کاربرد GIS

در علم جغرافیا که تحلیل‌ها بر مبنای داده‌ها و اطلاعات زمین مرجع^۲ صورت می‌گیرد، غالباً رویکرد سنجش‌ازدور^۳ به کار گرفته می‌شود. در این رویکرد یکی از روش‌های جمع‌آوری اطلاعات قابل‌اطمینان کمی یا کیفی درباره اشیاء، پدیده‌ها و محیط از طریق تحلیل و تفسیر تصاویر ماهواره‌ای یا پهباد بدون حضور فیزیکی در محل و تماس مستقیم، است. تحلیل و تفسیر تصاویر مستلزم استخراج اطلاعات از آن‌هاست و این کار عموماً با کمک نرم‌افزار Arc GIS صورت می‌گیرد.

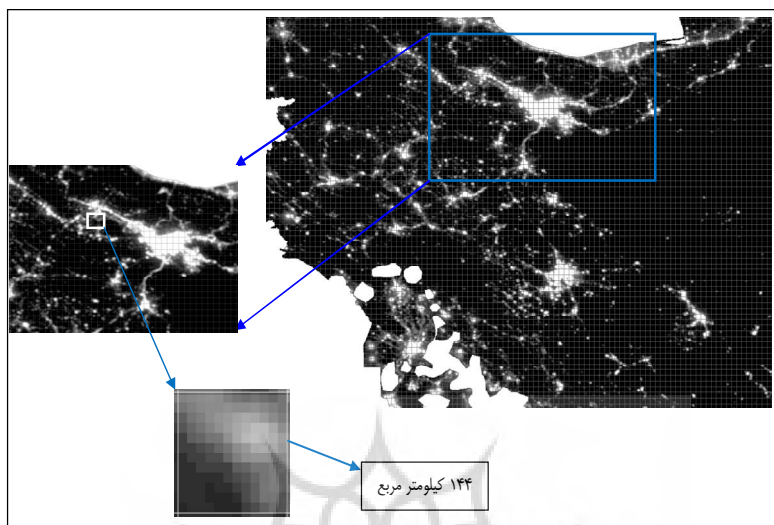
۱- در خصوص جزئیات مربوط به ویژگی‌های فنی تصاویر به پستالوزی (۲۰۱۲) مراجعه شود.

2. geo-graphically referenced information
3. remote sensing



شکل ۱- تصویر ماهواره‌ای ایران در شب

شکل ۱ فرم تعدیل شده (سمت راست) با استفاده از نرم‌افزار را در کنار فرم اصلی (سمت چپ) از عکس ایران در شب را نشان می‌دهد. در فرآیند تعدیل، نور حاصل از کشتی‌ها در دریاها و نور متصاعد شده از سوزاندن گاز فلر حذف شده زیرا در مراحل بعدی استخراج داده‌های روشنایی، ایجاد اخلاص خواهد کرد. به عبارت دیگر مطالعات نشان داده که موارد روشنایی یادشده نه تنها نمی‌تواند در تفسیر ارتباطات موجود میان NTL و متغیرهای اقتصادی قابل توجیه باشد بلکه در محاسبه ضرایب همبستگی ایجاد اخلاص خواهد کرد. به بیانی ساده‌تر، روشنایی حاصل از سوختن گاز فلر یا نور حاصل از کشتی‌ها که در دریا ملاحظه می‌شود، ارتباطی با وضعیت چرخه‌های رونق و رکود اقتصادی ندارد (Pestalozzi, 2012: 17; Henderson et al, 2012). تصویر زیر بخشی از فرآیندی است که با کمک نرم‌افزار GIS و پس از تعدیل فوق، جهت استخراج داده‌ها و تحلیل تصاویر انجام می‌شود.

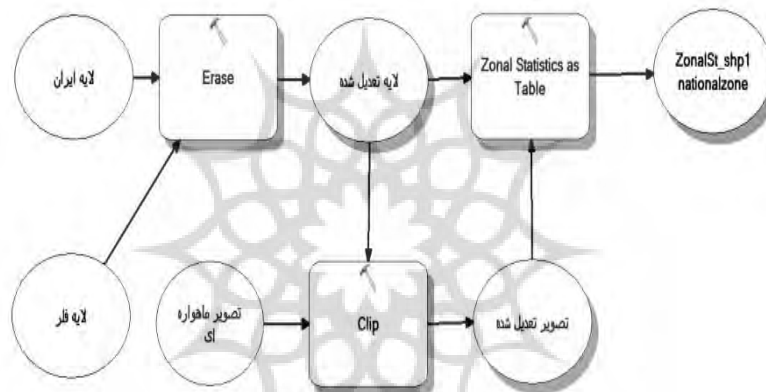


شکل ۲- مفهوم پیکسل و استخراج داده‌ها از تصاویر

تمام تصاویر دیجیتال -فارغ از ماهواره‌ای بودن یا نبودن تصویر- از یک صفحه شطرنجی شامل مربع‌های بسیار کوچکی تشکیل شده که روشن و یا خاموش بودن آن‌ها که همان سفید یا سیاه بودن است، مقادیر ۱ و ۰ را در برمی‌گیرد. این مربع‌های کوچک با نام پیکسل شناخته می‌شود. پیکسل‌های تصاویر ماهواره‌ای در فرم تثبیت شده، در بازه ۰ تا ۶۳ ارزش‌گذاری شده به نحوی که ۶۳ بالاترین شدت نور منعکس شده در تصویر را نشان می‌دهد و در سمت دیگر طیف که البته اعداد بسیار نزدیک به صفر و نه دقیقاً صفر وجود دارد قرار گرفته که نشانگر بهار خواب‌ترین پیکسل‌ها است. در سمت تاریک طیف، مقادیر پیکسل‌ها فاقد اختلاف معنادار از صفر هستند به نحوی که طی فرآیند تعدیل تصاویر در پروژه DMSP، برابر با صفر قرار داده می‌شوند. مطابق عکس ۳ در محیط این نرم‌افزار، صفحه‌ای شطرنجی^۱ با مربع‌هایی به مساحت ۱۴۴ کیلومتر مربع

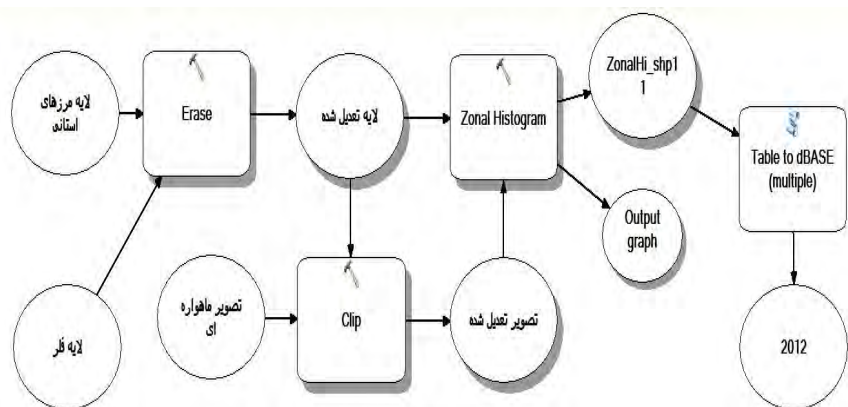
که دربرگیرنده ۱۴۴ پیکسل نورانی به مساحت ۱ کیلومترمربع است، و مقادیر نور را در بازه مقداری ۰ تا ۶۳ ارزش‌گذاری می‌کند، طراحی شده است.

این تصاویر با استفاده از امکان الگوریتم نویسی در نرم‌افزار GIS حاصل شده که در نهایت منجر به استخراج داده‌های موردنظر می‌شود. فرم گرافیکی الگوریتم نوشته‌شده در نرم‌افزار جهت دستیابی به داده‌های میزان روشنایی مربوط به تصاویر ماهواره‌ای به‌قرار زیر است:



شکل ۳- الگوریتم استخراج داده‌ها در سطح ملی

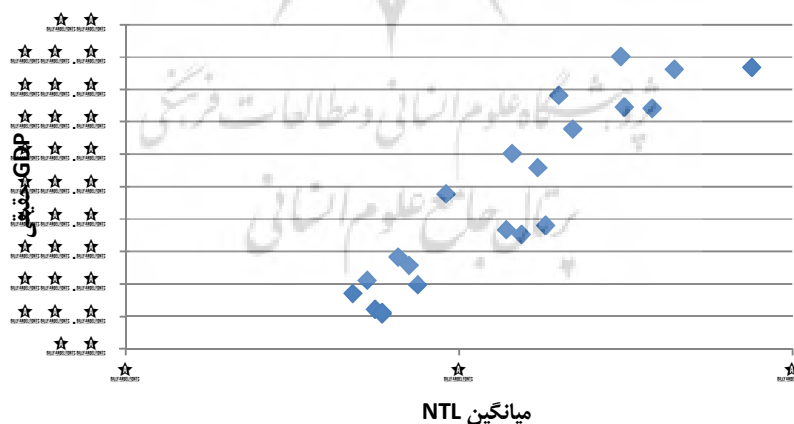
با توجه به اینکه در برآورد الگوی رگرسیون پایه از داده‌ها در سطح ملی استفاده می‌شود، از الگوریتم بالا جهت استخراج مقدار میانگین نور سالانه در سطح ملی، استفاده شده است. برای محاسبه ضریب جینی لازم است داده‌های نور شبانگاهی در سطح استانی و به فرم فراوانی تجمعی استخراج شود. بنابراین الگوریتمی به فرم زیر طراحی و اجرا می‌شود که طبق آن میزان روشنایی در سطح هر استان بدست می‌آید.



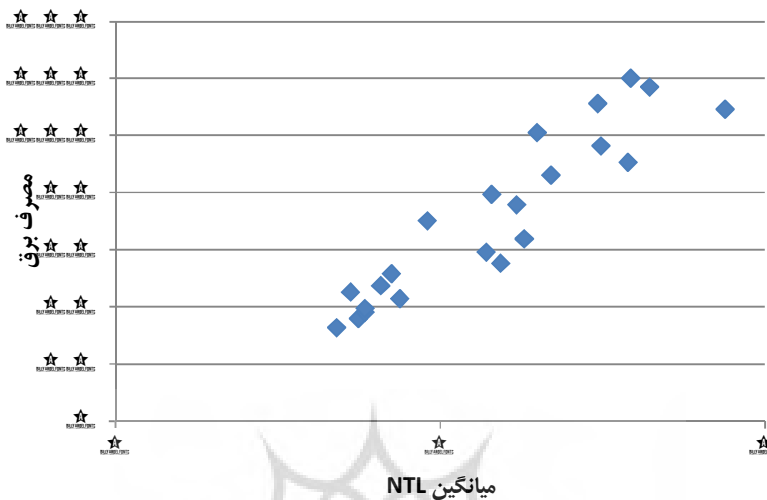
شکل ۴- الگوریتم استخراج داده‌ها در سطح استانی

۳- الگوهای رگرسیونی و ضریب جینی

اکنون با استخراج داده‌های NTL، می‌توان ارتباط میان این متغیر با متغیرهای اقتصادی-اجتماعی از قبیل GDP، جمعیت و مصرف برق را مورد ارزیابی قرار داد. پیش از معرفی الگوهای رگرسیونی، رابطه همبستگی میان متغیر NTL و دیگر متغیرهای یاد شده به صورت نموداری بررسی می‌شود.



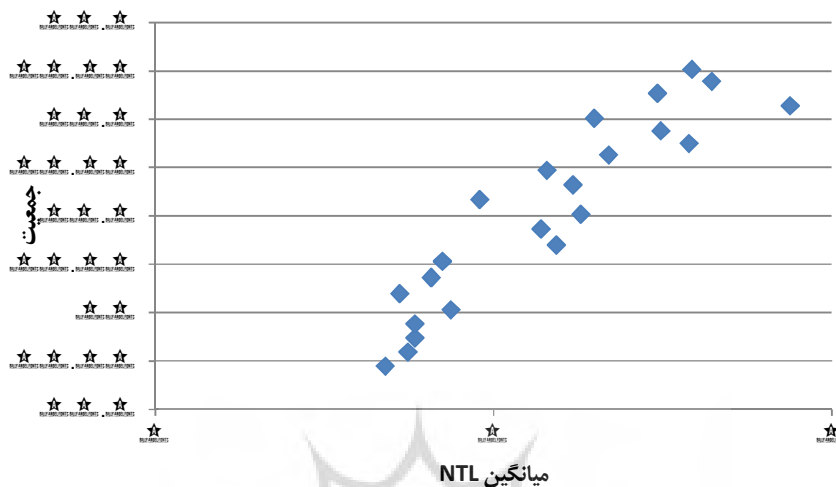
نمودار ۱- همبستگی میان GDP حقیقی و میانگین NTL



نمودار ۲- همبستگی میان مصرف برق و میانگین NTL

مطابق با نمودارهای (۱) و (۲) مصرف برق (برحسب میلیون بشکه معادل نفت خام) و GDP حقیقی با مقدار میانگین میزان روشنایی مشاهده شده در تصاویر ماهواره‌ای طی سال‌های موردبررسی همبستگی مثبت دارد. همچنین رابطه مثبت میان جمعیت و NTL نیز در نمودار (۳) ارائه شده است. لازم به ذکر است که آمار جمعیتی، برآوردی است که توسط مرکز آمار محاسبه شده است. نتیجه اولیه از بررسی این سه نمودار، فرض اول این تحقیق مبنی بر وجود همبستگی مثبت میان متغیر NTL و متغیرهای اقتصادی را رد نمی‌کند.

1. https://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/baravord/_35_95.xlsx?ver=1397-02-22-110039-533



نمودار ۳- همبستگی میان جمعیت و میانگین NTL

الگوهایی که در این مطالعه با روش OLS مورد برآورد قرار گرفته تا حدودی مشابه با الگوهای هندرسون و همکاران (۲۰۱۲) و لی و همکاران^۱ (۲۰۱۷) طراحی شده است. با تحلیل معناداری ضرایب متغیرهای توضیحی الگوهای رگرسیونی که در ادامه معرفی خواهند شد، کاربردی بودن داده‌های NTL در تحلیل‌های اقتصادی اثبات می‌شود. بر این اساس با محاسبه ضریب جینی مربوط به داده‌های نور شبانگاهی در سطح استانی، ارتباط آن با ضریب جینی درآمدی مورد واکاوی قرار خواهد گرفت. در صورتی که مقادیر محاسبه شده برای ضرایب جینی اختلاف معناداری با یکدیگر نداشته باشند و به عبارت دیگر رتبه‌بندی استان‌ها با هر دوی ضرایب نتیجه مشابهی را بدست دهد، می‌توان ضریب جینی مربوط به داده‌های NTL را به عنوان یک پراکسی برای ضریب جینی درآمدی در نظر گرفت و از مزایای آن مطابق آنچه در مقدمه عنوان شد، بهره برد.

1. Li et al

معرفی متغیرها و برآورد

این بخش به سه قسمت تقسیم می‌شود. ابتدا متغیرهای مورد استفاده تشریح می‌شوند و در قسمت دوم الگوهای رگرسیونی مورد برآورد قرار می‌گیرد و در نهایت ضریب جینی مربوط به NTL محاسبه می‌شود.

۱- توصیف داده‌ها

در برآورد الگوی رگرسیونی پایه از ۴ متغیر GDP حقیقی و مربع آن، مصرف برق و NTL در سطح کشور و در بازه زمانی ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲ - معادل با ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۳ میلادی - استفاده شده است. لازم به ذکر است که الزام ایجادشده در مورد انتخاب این بازه زمانی به محدودیت تصاویر ماهواره‌ای موجود در پایگاه داده DMSP بازمی‌گردد. داده‌های مربوط به ضریب جینی درآمدی که توسط مرکز آمار ایران در سطح استانی منتشر شده نیز تنها در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۵ در دسترس است و تنها بخشی از بازه زمانی اصلی مورد بررسی را پوشش می‌دهد.

جدول ۱- معرفی متغیرها

متغیر	تعریف	منبع	فرم نمایش
Y	تولید ناخالص داخلی حقیقی (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳)	بانک مرکزی	Ln (Y), Ln (Y/N)
N	برآورد جمعیت بر اساس سرشماری‌های عمومی نفوس و مسکن	مرکز آمار ^۱	N
E	مصرف نهایی برق (میلیون بشکه معادل نفت خام)	ترازنامه انرژی	Ln (E), Ln (E/N)
NTL	نور شبانگاهی	پایگاه داده DMSP ^۲	Ln (NTL), Ln (NTL/area)
Area	مساحت محاسبه‌شده توسط GIS	محاسبه محقق	Area
G	ضریب جینی مربوط به NTL	محاسبه محقق	G
G	ضریب جینی درآمدی	مرکز آمار	-

(منبع: محاسبه محقق)

۲- معرفی و برآورد الگوی پایه

در این تحقیق ۱۰ الگوی رگرسیونی با روش OLS برآورد^۳ مطابق روابط ریاضی (۱) تا (۱۰) می‌شود. هدف از ارائه فرم‌های مختلف تصریح الگوی رگرسیونی، تحلیل دقیق‌تر ارتباط موجود میان NTL و متغیرهای اقتصادی است. با توجه به اینکه مطالعه حاضر اولین تحقیق پیرامون کاربرد NTL در تحلیل‌های اقتصادی در داخل است، لازم است ابتدا به‌طور دقیق و درعین‌حال فارغ از پیچیده‌سازی موضوع، رفتارشناسی کاملی

1. https://www.amar.org.ir/Portals/0/Files/baravord/_35_95.xlsx?ver=1397-02-22-110039-533

2. <http://www.ngdc.noaa.gov/dmsp/downloadV4composites.html>

۳- تمام برآوردها و آزمون‌ها در این بخش با استفاده از نرم‌افزار 9 Eviews انجام شده است.

از متغیر NTL صورت گیرد. بنابراین سعی شده همچون مطالعاتی که برای اولین بار این موضوع را مدنظر قرار داده‌اند، به ارتباطات یادشده نگریسته شود.

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln(NTL) \quad (۱)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln(NTL) + \beta \ln(E) \quad (۲)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) \quad (۳)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) + \beta \ln(E) \quad (۴)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) + \beta \left[\ln\left(\frac{NTL}{area}\right) \right]^2 \quad (۵)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) + \beta \left[\ln\left(\frac{NTL}{area}\right) \right]^2 + \gamma \ln(E) \quad (۶)$$

$$\ln(Y) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) + \beta \left[\ln\left(\frac{NTL}{area}\right) \right]^2 + \gamma \ln\left(\frac{E}{N}\right) \quad (۷)$$

$$\ln\left(\frac{Y}{N}\right) = C + \alpha \ln(NTL) \quad (۸)$$

$$\ln\left(\frac{Y}{N}\right) = C + \alpha \ln(NTL) + \gamma \ln(E) \quad (۹)$$

$$\ln\left(\frac{Y}{N}\right) = C + \alpha \ln\left(\frac{NTL}{area}\right) + \beta \left[\ln\left(\frac{NTL}{area}\right) \right]^2 + \gamma \ln\left(\frac{E}{N}\right) \quad (۱۰)$$

پیش از برآورد لازم است موضوع مانایی متغیرها مورد آزمون قرار گیرد زیرا همواره در الگوهای اقتصادسنجی و به‌خصوص رگرسیون‌های مبتنی بر داده‌های سری زمانی امکان برآورد رگرسیون جعلی وجود دارد. این وضعیت زمانی به وقوع می‌پیوندد که متغیرهای الگو نامانا باشند و محقق بدون توجه به نامانایی، ضرایب متغیرها را مورد برآورد قرار دهد. در این شرایط درعین‌حالی که ممکن است هیچ رابطه بامفهومی میان متغیرهای الگو وجود نداشته باشد، اما ضریب تعیین بدست آمده بسیار بالا باشد و

استنباط‌های غلطی پیرامون روابط میان متغیرها را پدید آورد (نوفرستی، ۱۳۸۹). تحلیل مانایی یا نامانایی متغیرها با کمک آزمون‌های ریشه واحد صورت می‌گیرد.

۲-۱- آزمون ریشه واحد

استفاده از روش برآورد OLS در کارهای تجربی بر این فرض استوار است که متغیرهای سری زمانی مورد استفاده مانا هستند. از سوی دیگر باور غالب آن است که بسیاری از متغیرهای سری زمانی در اقتصاد نامانا هستند. از این رو لازم است پیش از برآورد الگو، نسبت به مانایی یا نامانایی متغیرها اطمینان حاصل شود و با توجه به هر کدام از این دو وضعیت روش برآورد انتخاب گردد (نوفرستی، ۱۳۸۹). جدول ۲ نتایج آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) و آزمون فیلیپس-پرون (PP) را نشان می‌دهد.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحد

PP		ADF		متغیر
Prob	آماره t تعدیل شده	Prob	آماره t	
۰/۹۷	۰/۳۲	۰/۹۷	۰/۲۹	Ln (Y)
۰/۹۵	۰/۰۷	۰/۹۵	۰/۰۷	Ln (Y/N)
۰/۶۷	-۱/۱۳	۰/۷۸	-۰/۸۳	Ln (NTL)
۰/۶۷	-۱/۱۳	۰/۷۸	-۰/۸۳	Ln (NTL/area)
۰/۶۸	-۱/۱۱	۰/۷۹	-۰/۸۱	Ln (NTL/area)
۰/۵۳	-۱/۴۵	۰/۶۰	-۱/۳۰	Ln (E)
۰/۶۳	-۱/۲۴	۰/۶۷	-۱/۱۳	Ln (E/N)

(منبع: محاسبه محقق)

- محاسبات در حالت وجود عرض از مبدأ صورت گرفته.

با توجه به اینکه در هر دو آزمون ADF و PP فرض صفر بر وجود ریشه واحد و در نتیجه نامانایی تأکید دارد، نتایج بالا نشان می‌دهد که تمام متغیرها، در سطح نامانا هستند و به عبارت دیگر مقادیر مربوط به آماره t ، فرض صفر آزمون‌های بالا را رد نمی‌کند. در این شرایط می‌توان از تفاضل مرتبه اول متغیرها جهت برآورد الگوی رگرسیونی بهره برد. اما نکته مهم آن است که با توجه به محدودیت تعداد داده‌ها، وقتی از تفاضل مرتبه اول متغیرها در برآورد رگرسیون استفاده می‌شود، اطلاعات ارزشمندی در رابطه با سطح متغیرها از دست می‌رود. برای رفع این مشکل روش هم جمعی مطرح می‌شود به نحوی که با کمک این روش بدون نگرانی در مورد برآورد رگرسیون جعلی، می‌توان از سطح متغیرهای سری زمانی جهت تصریح الگو بهره گرفت. طبق مفهوم هم جمعی اگرچه ممکن است دو یا چند متغیر سری زمانی دارای روندی نامانا باشند اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند به گونه‌ای که تفاضل بین آنها مانا است (نوفرستی، ۱۳۸۹). به عبارت دیگر می‌توان گفت هم جمعی، تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که کل سیستم در طول زمان به سمت آن در حرکت است.

۲-۲- آزمون هم جمعی و برآورد الگو

یکی از روش‌ها برای تعیین وجود رابطه هم جمعی میان متغیرها، با عنوان آزمون انگل-گرنجر شناخته می‌شود. در این آزمون ابتدا با روش OLS، یک الگوی رگرسیون میان متغیرهای مورد نظر برآورد می‌شود و سپس جملات خطای این الگو مورد آزمون مانایی به روش دیکی-فولر یا دیکی-فولر تعمیم یافته قرار می‌گیرد. در شرایطی که جملات خطا مانا باشد، نتیجه گرفته می‌شود که متغیرهای مورد بحث هم جمع هستند و می‌توان آنها را به روش OLS و در سطح مورد برآورد قرار داد (نوفرستی، ۱۳۸۶). اگر سری‌های جملات خطای الگوهای (۱) تا (۱۰) که پیش از این معرفی شد را به ترتیب با

ε_1 تا ε_{10} نشان دهیم، نتایج مربوط به آزمون وجود ریشه واحد - یا همان نامانایی سری زمانی - در جملات خطای بالا به قرار جدول ۳ است.

جدول ۳- نتایج آزمون همجمعی انگل-گرنجر

PP		ADF		سری جملات خطا
Prob	آماره t تعدیل شده	Prob	آماره t	
۰/۰۱	-۳/۷۹	۰/۰۱	-۳/۷۴	ε_1
۰/۰۰	-۳/۹۸	۰/۰۰	-۴/۱۰	ε_2
۰/۰۱	-۳/۷۹	۰/۰۱	-۳/۷۴	ε_3
۰/۰۰	-۳/۹۸	۰/۰۰	-۴/۱۰	ε_4
۰/۰۰	-۴/۱۳	۰/۰۰	-۴/۱۳	ε_5
۰/۰۰	-۵/۶۴	۰/۰۲	-۳/۳۸	ε_6
۰/۰۰	-۵/۹۹	۰/۰۱	-۳/۵۵	ε_7
۰/۰۲	-۳/۴۶	۰/۰۲	-۳/۴۰	ε_8
۰/۰۱	-۳/۷۷	۰/۰۰	-۳/۸۷	ε_9
۰/۰۰	-۵/۴۸	۰/۰۲	-۳/۳۱	ε_{10}

(منبع: محاسبه محقق)

نتایج آزمون همجمعی انگل-گرنجر نشان‌دهنده مانایی سری‌های مربوط به جملات خطای الگوهای مختلف برآورد شده است که وجود رابطه بلندمدت میان متغیرهای مورد استفاده را اثبات می‌کند. بنابراین امکان برآورد الگوهای رگرسیونی بدون نیاز به تفاضل‌گیری از متغیرها مهیاست.

جدول ۴- الگوهای رگرسیونی

متغیر وابسته	فرم (۱)	فرم (۲)	فرم (۳)	فرم (۴)	فرم (۵)	فرم (۶)	فرم (۷)	فرم (۸)	فرم (۹)	فرم (۱۰)
	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y)	Ln(Y/N)	Ln(Y/N)	Ln(Y/N)
Ln(NTL)	۰/۸۲*** (۱۰/۶۲)	۰/۰۲ (۰/۲۵)						۰/۵۴*** (۹/۳۱)	۰/۰۳ (۰/۲۷)	
Ln(NTL/area)			۰/۸۲*** (۱۰/۶۲)	۰/۰۲ (۰/۲۵)	-۳/۲۴ (-۰/۵۰۵)	-۷/۹۰*** (-۲/۹۹)	-۷/۵۸*** (-۲/۸۹)			-۸/۰۷*** (-۳/۰۳)
[Ln(NTL/area)] ²					۰/۱۹ (۰/۶۳)	۰/۳۸*** (۳/۰۰)	۰/۳۶*** (۲/۹۱)			۰/۳۸*** (۳/۰۵)
Ln(E/N)							۰/۸۸*** (۹/۷۰)			۰/۵۸*** (۶/۳۵)
Ln(E)		۰/۶۴*** (۷/۷۰)	۰/۶۴*** (۷/۷۰)	۰/۶۴*** (۷/۷۰)		۰/۶۸*** (۹/۶۰)			۰/۴۱*** (۴/۸۲)	
C	۳/۷۰*** (۳/۰۷)	۱۳/۳۲*** (۹/۶۲)	۷/۸۷*** (۹/۷۳)	۱۳/۴۷*** (۱۶/۲۳)	۲/۹۳ (۰/۸۷)	۵۴/۶۰*** (۳/۹۸)	۶۱/۹۱*** (۴/۴۹)	۳/۰۳*** (-۳/۳۶)	۳/۱۵*** (۲/۲۱)	۵۱/۲۷*** (۳/۶۷)
R ²	۰/۸۵	۰/۹۶	۰/۸۵	۰/۹۶	۰/۸۵	۰/۹۷	۰/۹۷	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۹۵
DW	۱/۶۷	۰/۷۹	۱/۶۷	۰/۷۹	۱/۹۰	۱/۸۷	۱/۹۳	۱/۳۴	۰/۷۲	۱/۸۴

(منبع: محاسبه محقق)

- مقادیر داخل پرانتز، آماره t را نشان می‌دهد.

- معناداری ضرایب در سطوح ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد به ترتیب با *، ** و *** نشان داده شده است.

الگوهای تصریح شده را می‌توان از نظر متغیر وابسته به دو بخش تقسیم کرد. متغیر وابسته در فرم‌های (۱) تا (۷)، GDP حقیقی در نظر گرفته شده در حالی که در فرم‌های (۸) تا (۱۰) سرانه GDP حقیقی به عنوان متغیر وابسته تعریف شده است. هدف از این تغییر در متغیر وابسته، بررسی تأثیر احتمالی بر ارتباط میان متغیرهای موجود در الگو است.

الگوهای رگرسیونی در فرم‌های (۱)، (۳) و (۸) را می‌توان به‌عنوان الگوهای پایه در نمایش ارتباط مثبت و معنادار میان متغیرهای NTL و مقدار سرانه آن - که از تقسیم NTL بر مساحت بدست آمده - با GDP حقیقی برشمرد. فرم‌های (۲)، (۴) و (۹) را الگوهای تعمیم‌یافته از سه مورد پیشین می‌نامیم که با اضافه شدن متغیر مصرف برق به فرم‌های (۱)، (۳) و (۸)، تصریح شده‌اند. در فرم (۱)، ساده‌ترین شکل تصریح الگو است به‌نحوی که NTL تنها با GDP حقیقی مرتبط شده و رابطه مثبت و معنادار این دو متغیر نیز با وجود ضریب تعیین نسبتاً بالا مورد تأیید واقع می‌شود. در فرم (۳) نیز از NTL سرانه استفاده شده که باز هم معناداری ارتباط مثبت میان آن و GDP حقیقی مشهود است. در فرم‌های (۲)، (۴) و (۹) ملاحظه می‌شود که با اضافه شدن متغیر مصرف برق، ضریب تعیین افزایش یافته اما علاوه بر اینکه ضرایب مربوط به متغیر نور شبانگاهی که در روابط ریاضی با α نمایش داده شده، بسیار کوچک شده‌اند، دیگر معنادار هم نیستند.

در فرم‌های (۵)، (۶)، (۷) و (۱۰)، تأکید بر بررسی رابطه غیرخطی میان GDP حقیقی و NTL است. طبق شواهد، نمی‌توان ارتباط غیرخطی معناداری میان این دو متغیر بدون لحاظ کردن میزان برق مصرفی، متصور بود. این یافته در فرم (۵) از الگوی رگرسیونی منعکس شده به‌نحوی که ضرایب مربوط به NTL سرانه و توان دوم آن فاقد معناداری آماری است. در مقابل، الگوهای (۶)، (۷) و (۱۰) قرار می‌گیرند که با اضافه شدن مصرف برق به الگو - چه به صورت کل و چه به صورت سرانه -، علاوه بر افزایش ضریب تعیین، منجر به معناداری بالای ضرایب مربوط به متغیر نور شبانگاهی شده است. آنچه در این بین جلب توجه می‌کند، منفی بودن ضریب توان دوم متغیر NTL است که به لحاظ نموداری منجر به تشکیل U برعکس می‌شود. از این موضوع می‌توان با عنوان اثر کوزنتس یاد کرد. تصریح رابطه غیرخطی از درجه دوم میان دو متغیر یادشده پیش از این نیز در ادبیات موضوع وجود داشته که در این رابطه می‌توان به مطالعه لی و همکاران^۱ (۲۰۱۷) اشاره کرد.

مشابه با مباحث کوزنتس در زمینه تغییر توزیع درآمد طی فرآیند رشد و توسعه اقتصادی (Kuznets, 1955) یا آنچه بعدها پیرامون موضوع منحنی کوزنتس زیست‌محیطی مورد تحقیق قرار گرفت (اخباری و آماده، ۱۳۹۶)، می‌توان فرآیندی را متصور شد که طی آن افزایش نور شبانگهی تا سطوح معینی به معنای رشد اقتصادی است و پس‌از آن ارتباط مثبت میان این دو قطع می‌شود و در این شرایط نمی‌توان از NTL به‌عنوان یک پراکسی برای میزان فعالیت‌های اقتصادی جامعه بهره برد. بر این اساس می‌توان این‌گونه استدلال کرد که به همین دلیل مطابق آنچه در مقدمه ذکر شد، اساساً کاربرد داده‌های NTL را در تحلیل اقتصادی کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته محدود می‌کنند، چرا که این دسته از کشورها در مراحل ابتدایی رشد و توسعه قرار دارند و ارتباط مثبت میان متغیرهای یادشده همچنان برقرار است.

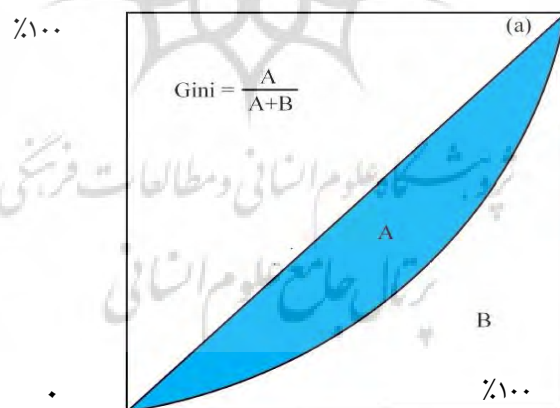
۳- ضریب جینی و پراکندگی نور شبانگهی

حال که ارتباط مثبت و معنادار میان NTL و GDP حقیقی به‌عنوان مهم‌ترین نماگر اقتصادی اثبات شد، می‌توان به تحقیق پیرامون ارتباط میان دیگر شاخص‌های اقتصادی و NTL پرداخت. آنچه در نگاه اول از تصاویر ماهواره‌ای روشنایی در شب جلب نظر می‌کند، پراکندگی و تراکم نقاط نورانی در سطح کشور است. انتظار می‌رود تراکم این نقاط نورانی غالباً در شهرهای بزرگ و اطراف آن بیشتر باشد و هر چه از مراکز شهری دور شویم شاهد پراکندگی بیشتر NTL خواهیم بود. وقتی در طول زمان به نحوه تغییرات پراکندگی نور در سطح کشور نگاه می‌کنیم، تغییراتی در توزیع NTL دیده می‌شود که هر چه بازه زمانی بیشتر شود این تغییرات محسوس‌تر خواهد بود. یکی از روش‌ها برای تحلیل نحوه توزیع متغیرها محاسبه ضریب جینی است. این ضریب مقداری بین صفر و یک را به خود می‌گیرد که مقدار حداکثر برای آن به معنای نابرابری کامل در توزیع متغیر مورد بررسی است و در مقابل، مقدار صفر، توزیع کاملاً برابر را نشان می‌دهد.

در این بخش، ابتدا ضریب جینی مربوط به NTL در سطح استان‌ها و در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲ محاسبه می‌شود و سپس همبستگی آن با ضریب جینی درآمدی مورد تحلیل قرار می‌گیرد. همان‌طور که در بخش مطالعات پیشین نیز ذکر شد، محاسبه این شاخص در تعدادی از مطالعات خارجی دارای سابقه است و آنچه وجه تمایز مطالعه حاضر از پژوهش‌های پیشین در سطح دنیا محسوب می‌شود تحلیل همبستگی میان ضریب جینی حاصل از NTL و ضریب جینی درآمدی است.

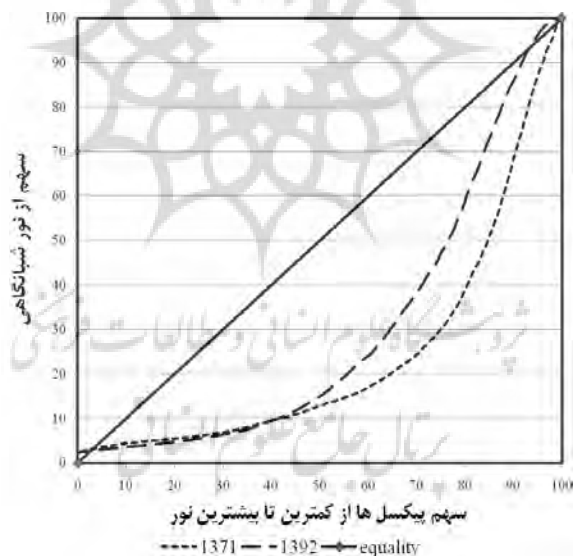
۳-۱- محاسبه پراکندگی NTL

آنچه در محاسبه ضریب جینی NTL اهمیت بسیار دارد، نحوه استخراج داده‌هاست که با کمک آن منحنی لورنز ترسیم و ضریب جینی محاسبه می‌شود. الگوریتمی مشابه با پستالوزی (۲۰۱۲) در نرم‌افزار GIS مطابق با نمودار ۴ اجرا شد که خروجی آن برای رسم منحنی لورنز و محاسبه ضریب جینی به کار گرفته می‌شود. تصویر زیر منحنی لورنز و نحوه محاسبه ضریب جینی را به فرم هندسی نشان می‌دهد.

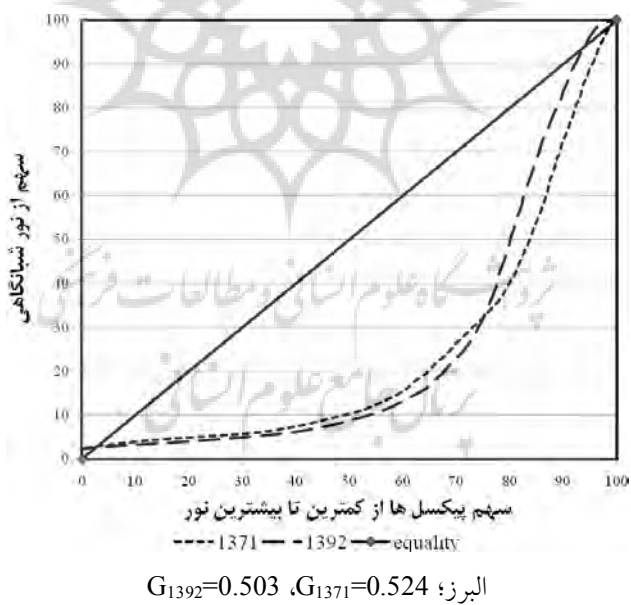
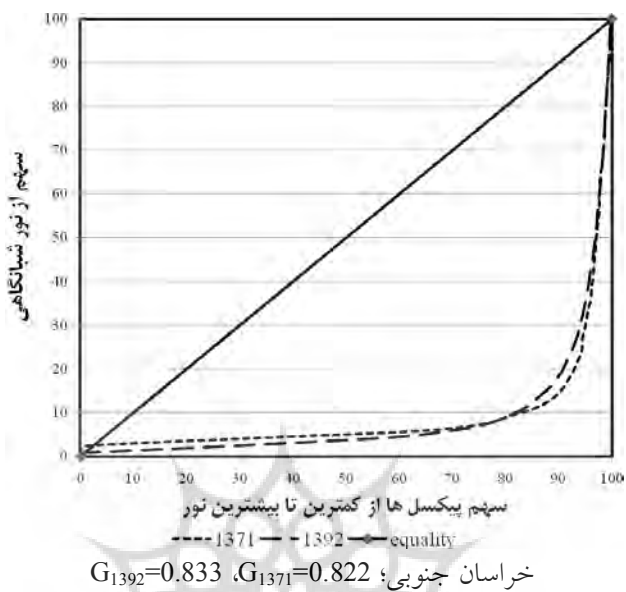


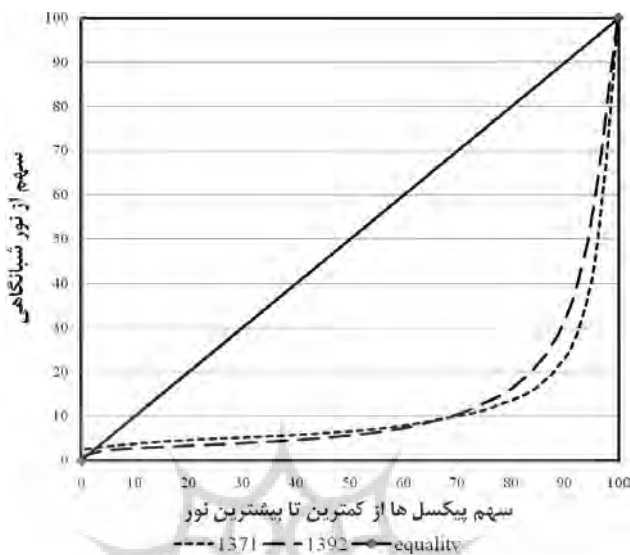
نمودار ۴- منحنی لورنز و ضریب جینی

منحنی رسم شده در داخل مربع بالا همان منحنی لورنز و قطر مربع نشان‌دهنده برابری کامل توزیع متغیر مورد بررسی است. روی محور عمودی فراوانی تجمعی مربوط به NTL و روی محور افقی فراوانی تجمعی پیکسل‌های تصویر از کمترین سهم از نور به بیشترین، قرار می‌گیرد و ضریب جینی از محاسبه نسبت مساحت قسمت تیره به مساحت مثلث شکل گرفته در سمت راست قطر مربع حاصل می‌شود (Zhou et al, 2015). پس از استخراج داده‌ها در قالب هیستوگرام با کمک الگوریتم موجود در نمودار ۵، فراوانی‌های تجمعی مربوط به پیکسل‌های روشن در طبقات تعیین شده در هیستوگرام محاسبه و سهم هر طبقه از میزان کل روشنایی نیز مشخص می‌شود. برای نمونه منحنی لورنز حاصل از داده‌های NTL در سال‌های ۱۳۷۱ و ۱۳۹۲، مربوط به استان‌های تهران، کرمان، البرز و خراسان رضوی در نمودارهای زیر ارائه شده است.



تهران؛ $G_{1392}=0.405$ ، $G_{1371}=0.524$



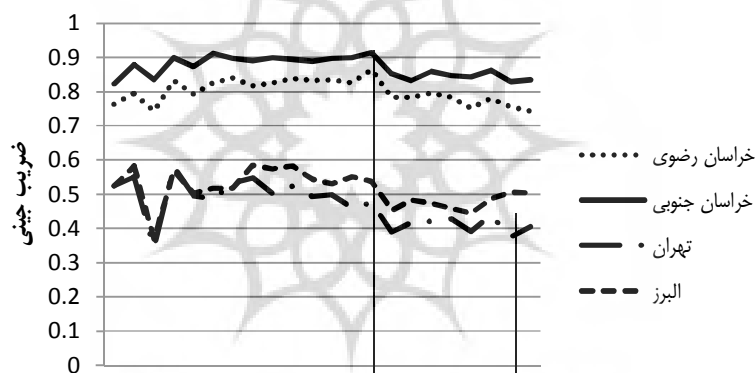


خراسان رضوی؛ $G_{1392}=0.742$, $G_{1371}=0.763$

نمودار ۵- منحنی لورنز استان‌های منتخب و تغییرات ضرایب جینی

انتخاب این چهار استان از بین سایر استان‌ها به دو علت بازمی‌گردد؛ اولاً موضوع تقسیمات کشوری مدنظر بوده است. استان‌های خراسان رضوی و البرز به ترتیب در سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹ از تفکیک استان‌های خراسان و تهران شکل گرفتند. با انتخاب این دو استان و تحلیل ضرایب جینی آن‌ها در بازه زمانی ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲، می‌توان پیامدهای تفکیک را مورد تحلیل قرار داد. در این بین یکی دیگر از مزایای کاربرد NTL نیز نمایان می‌شود. استفاده از NTL امکان تحلیل پیامدهای اقتصادی-اجتماعی شکل‌گیری استان‌های جدید را ممکن می‌سازد. در تحلیل NTL می‌توان با توجه به مرزهای جغرافیایی جدید، داده‌ها را استخراج کرد و بنابراین حتی پیش از اعمال تقسیم‌بندی جدید، می‌توان با توجه به مرزهای استانی موردنظر داده‌های موجود را تحلیل و قابلیت تفکیک استانی را مورد ارزیابی قرار داد.

از سوی دیگر عامل مساحت استان به عنوان عاملی که در پراکندگی نور شبانگاهی و نحوه توزیع آن مؤثر است مدنظر قرار گرفته و بر مبنای آن استان خراسان جنوبی به عنوان سومین استان پهناور کشور انتخاب شده است. با توجه به موقعیت جغرافیایی استان خراسان جنوبی، سهم پایین این استان در GDP (حدود ۰/۶ درصد) که در رده بندی استان‌ها، این استان را در آخرین رتبه قرار می‌دهد و وسعت زیاد، انتظار می‌رود که توزیع نابرابر بالایی را در این استان به لحاظ روشنایی شاهد باشیم که منحنی لورنز و ضریب جینی این استان نیز، این انتظار را تأیید می‌کند. تغییرات ضرایب جینی این استان‌ها در بازه زمانی مورد بررسی به قرار زیر است.



نمودار ۶- روند ضرایب جینی NTL برای چهار استان منتخب

خراسان جنوبی مطابق انتظار ضریب جینی بالاتری را به خود اختصاص داده که نشانگر توزیع نابرابرتر نسبت به استان‌های دیگر است. در چنین شرایطی بیشترین تمرکز نور در مرکز استان قرار خواهد داشت. سال‌های ۱۳۸۳ و ۱۳۸۹ که تقسیمات کشوری اتفاق افتاد، با خطوط عمودی مشخص شده‌اند. این تفکیک در استان خراسان

با توجه به روند تغییرات ضریب جینی، پیامدهای مثبتی را به همراه داشته است به نحوی که از نابرابری توزیع NTL تا حدودی کاسته شده است. در مقابل، روند تغییرات ضریب جینی مربوط به استان‌های تهران و البرز پس از اجرای تقسیمات کشوری، پیامدهای مثبتی را در توزیع نور برای استان تهران به همراه داشته در حالی که توزیع آن در استان البرز به سمت نابرابرتر شدن پیش رفته است. با توجه به آنچه در بخش قبل پیرامون ارتباط مثبت و قوی میان NTL و وضعیت اقتصادی مطرح شد، انتظار بر آن است که تحلیل ضریب جینی درآمدی این استان‌ها نیز یافته‌های بالا را تأیید نماید. بر این اساس انتظار می‌رود که توزیع درآمد در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی بهبود یافته باشد و در استان‌های البرز و تهران شاهد همگرایی اندکی در این ضرایب باشیم.



نمودار ۷- روند ضرایب جینی درآمدی برای چهار استان منتخب

داده‌های ضرایب جینی درآمدی از سال ۱۳۸۴ در دسترس است و این ضریب از سال ۱۳۹۰ برای استان البرز منتشر شده است. طبق نمودار ۷ استان خراسان جنوبی

بالاترین ضریب جینی را ندارد و نابرابری درآمدی در استان‌های خراسان رضوی و جنوبی پس از تفکیک، مشابه با نمودار ۶ رو به کاهش است و تا حدودی همان واگرایی را نیز نشان می‌دهد. در مورد استان تهران نیز روند نزولی قابل مشاهده است اما به دلیل در دسترس نبودن داده‌های مربوط به استان البرز در سال‌های پیش از اجرای تقسیمات کشوری جدید، امکان بررسی نزولی یا صعودی بودن روند وجود ندارد. در مقابل مشابه با نمودار ۶ می‌توان همگرایی‌ای که در سال‌های پایانی بازه مورد بررسی میان روند ضرایب جینی NTL در این دو استان مشاهده می‌شود را در مورد ضرایب جینی درآمدی نیز مشاهده کرد.

جدول ۵- کوواریانس ضرایب جینی NTL و درآمدی

COV (اردبیل, اردبیل) *	۰/۰۰۰۴۳۸
COV (آذربایجان شرقی, آذربایجان شرقی) *	۰/۰۰۰۳۵۵
COV (آذربایجان غربی, آذربایجان غربی) *	۰/۰۰۰۷۹
COV (تهران, تهران) *	۰/۰۰۰۰۲۹۲
	-
COV (بوشهر, بوشهر) *	۰/۰۰۰۳۰۹
COV (چهارمحال بختیاری, چهارمحال بختیاری) *	۰/۰۰۰۰۴۰۲
	-
COV (اصفهان, اصفهان) *	۰/۰۰۰۵۸۱
COV (فارس, فارس) *	۰/۰۰۰۳۶۳
COV (گیلان, گیلان) *	-۰/۰۰۰۲۴
COV (مازندران, مازندران) *	۰/۰۰۰۲۹۸
COV (گلستان, گلستان) *	۰/۰۰۰۵۰۸
COV (همدان, همدان) *	۰/۰۰۰۲۴۷
COV (هرمزگان, هرمزگان) *	۰/۰۰۱۳۹
COV (ایلام, ایلام) *	۰/۰۰۲۵۱۱

COV(کرمان, کرمان)*	۰/۰۰۰۷۴۹
COV(کرمانشاه, کرمانشاه)*	۰/۰۰۰۶۸۴
COV(خوزستان, خوزستان)*	۰/۰۰۰۳۰۷
COV(کهگیلویه و بویراحمد, کهگیلویه و بویراحمد)*	۰/۰۰۰۳۶۱
COV(کردستان, کردستان)*	۰/۰۰۰۵۶۳
COV(لرستان, لرستان)*	۰/۰۰۰۰۶۹۵
	-
COV(خراسان شمالی, خراسان شمالی)*	/۰۰۰۰۰۸۹۷
	.
COV(خراسان رضوی, خراسان رضوی)*	۰/۰۰۰۶۹۴
COV(خراسان جنوبی, خراسان جنوبی)*	۰/۰۰۰۵۱۴
COV(سیستان و بلوچستان, سیستان و بلوچستان)*	۰/۰۰۰۴۵۳
COV(مرکزی, مرکزی)*	۰/۰۰۰۰۲۳۹
COV(قم, قم)*	۰/۰۰۰۶۷۹
COV(یزد, یزد)*	۰/۰۰۰۷۱۴
COV(سمنان, سمنان)*	۰/۰۰۰۰۵
COV(زنجان, زنجان)*	۰/۰۰۰۶۰۳
COV(قزوین, قزوین)*	۰/۰۰۰۴۷۳

(منبع: محاسبات محقق)

ستاره (*) در بالای نام استان ضریب جینی NTE را نشان می‌دهد و نام استان به‌تنهایی نشانگر ضریب جینی درآمدی است.

- استان البرز از جدول زیر کنار گذاشته شده زیرا ضریب جینی درآمدی آن از سال ۱۳۸۹ به بعد منتشر شده و تعداد داده‌های موجود برای محاسبه کوواریانس بسیار اندک است.

ارتباط میان ضرایب جینی NTL و درآمدی مربوط به ۳۰ استان در بازه زمانی ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ - که مقادیر هر دو ضریب به جز استان البرز برای باقی استان‌ها در این بازه موجود است - با محاسبه کوواریانس میان این دو ضریب مطابق جدول ۵، مشخص می‌شود. علت حذف استان البرز از جدول، تعداد بسیار اندک داده‌های ضریب جینی درآمدی در بازه مورد بررسی برای محاسبه کوواریانس و در نتیجه احتمال بالای نامعتبر بودن مقدار آن جهت تعیین ارتباط میان دو متغیر، بوده است. در مورد قریب به اتفاق استان‌ها رابطه مثبت میان این دو ضریب مشاهده می‌شود که نتیجه تجربی حاصل از نمودار ۷ را تأیید می‌کند. باید توجه داشت که مقادیر کوواریانس تحت تأثیر مقیاس داده‌ها قرار می‌گیرد و بر این اساس مقادیر کمی آن قابل تفسیر نیست و صرفاً علامت مقدار محاسبه شده در تفسیر نحوه ارتباط میان متغیرها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نتیجه گیری

با نسبت دادن روشنایی موجود در تصاویر شبانه از سطح زمین که توسط ماهواره‌ها مخابره می‌شود به فعالیت‌های اقتصادی، می‌توان به سادگی متغیرهای اقتصادی را در سطوح پایین‌تر از سطح ملی نیز مورد ارزیابی قرار داد. مطالعات تجربی فراوانی با کمک داده‌های مستخرج از تصاویر نور شبانگاهی پیرامون متغیرهای اقتصادی-اجتماعی و ارتباط مثبت میان آن‌ها در کشورهای مختلف صورت گرفته است. در این تحقیق به‌عنوان اولین کار پژوهشی در اقتصاد ایران، سه هدف تعریف شد؛ اولین هدف معرفی رویکرد تحلیل نور شبانگاهی و نحوه استخراج داده‌ها و دومین هدف، بررسی وجود ارتباط میان این داده‌ها با سطوح فعالیت اقتصادی در سطح ملی است. با اثبات وجود ارتباط یادشده، معرفی یکی از کاربردهای نور شبانگاهی که محاسبه ضریب جینی است و تحلیل ارتباط آن با ضریب جینی درآمدی به‌عنوان سومین و آخرین هدف در این مطالعه، تعریف می‌شود.

پس از استخراج داده‌ها از تصاویر ماهواره‌ای با کمک اجرای چند الگوریتم در نرم‌افزار ArcGIS، ارتباط میان متغیر نور شبانه‌گاهی، که با NTL نشان داده شد، GDP حقیقی و مصرف برق در بازه زمانی سال‌های ۱۳۷۱ تا ۱۳۹۲ با برآورد الگوهای رگرسیونی در سطح ملی مورد بررسی قرار گرفت و ارتباط مثبت و قوی میان سطح فعالیت اقتصادی که با GDP حقیقی نمایندگی می‌شود و NTL در سطح ملی آشکار شد. دستیابی به اهداف اول و دوم راه را برای پیگیری سومین هدف هموار می‌سازد. با کمک داده‌های مستخرج از تصاویر بر اساس الگوریتم نمایش داده شده در تصویر ۵- در قالب هیستوگرام، ضرایب جینی استانی محاسبه شد. در این مرحله می‌توان یکی از مزایای رویکرد تحلیل نور شبانه‌گاهی را مجدداً مورد تأکید قرار داد و آن قابلیت کاربرد تا پایین‌ترین سطوح - به‌عنوان مثال سطوح روستایی - و با صرف کم‌ترین هزینه جهت تحلیل وضعیت اقتصادی-اجتماعی است.

همچنین می‌توان با کمک این رویکرد، صحت داده‌های آماری را مورد بازبینی قرار داد و حتی در مورد سال‌هایی که آماری پیرامون متغیر مورد نظر منتشر نشده، برآوردی مناسب پیرامون متغیر یادشده ارائه داد. به‌عنوان مثال وقتی اثبات می‌شود که ارتباط مثبتی میان متغیر ضریب جینی درآمدی و ضریب جینی NTL وجود دارد، موضوع برآورد ضریب جینی درآمدی برای سال‌های پیش از ۱۳۸۴ که داده‌های آن در دسترس نیست می‌تواند به‌عنوان موضوع مطالعات آینده قرار گیرد. لازم به ذکر است که در پی بررسی دومین فرض تحقیق، ارتباط مثبت اخیر با محاسبه کوواریانس میان ضرایب جینی درآمدی و ضریب جینی NTL در سطح استانی در بازه زمانی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲، اثبات شد.

در مجموع می‌توان گفت اهداف تعیین‌شده در این مطالعه محقق شد و در نتیجه فروض تحقیق که عبارت بودند از: (۱) وجود ارتباط مثبت میان سطح فعالیت در اقتصاد ایران و NTL و (۲) وجود ارتباط مثبت میان ضرایب جینی NTL و درآمدی، تأیید شد. با توجه به تأیید فرض (۱)، تأیید شدن فرض (۲) نشانگر آن است که

ضریب جینی درآمدی علاوه بر توضیح نحوه توزیع درآمد می‌تواند نحوه توزیع فعالیت‌های اقتصادی در سطح استان‌ها را نیز نشان دهد. از این‌رو در برنامه‌ریزی منطقه‌ای و تهیه برنامه‌های آمایشی استان‌ها می‌توان رویکرد تحلیل نور شبانگاهی را در موضوع نحوه توزیع فعالیت‌های اقتصادی، بویژه فعالیت‌های بخش صنعت، در سطح استان مورد استفاده قرار داد.

در شرایطی که ضریب جینی حاصل از تحلیل نور شبانگاهی یک استان مقادیر نزدیک به یک را نشان می‌دهد، که نمایانگر نابرابری توزیع فعالیت‌های اقتصادی در سطح استان است، و به تبع آن نابرابری توزیع درآمدی قابل پیش‌بینی است، بایستی برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران در راستای ایجاد تغییر در الگوی توزیع فضایی فعالیت‌های اقتصادی (و به‌طور خاص فعالیت‌های صنعتی) گام بردارند به نحوی که از تمرکز نور شبانگاهی مشاهده شده در تصاویر ماهواره‌ای در شهرهای بزرگ و عمدتاً مراکز استان‌ها کاسته شود و بر پراکندگی آن در سطح استان‌ها افزوده گردد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد در پی اجرایی شدن سیاست‌هایی که منجر به تشویق فعالیت‌های اقتصادی در مناطق تاریک‌تر استان‌ها می‌شود، از نابرابری درآمدی کاسته خواهد شد و در نتیجه ضریب جینی درآمدی به سمت صفر حرکت کرده و در طول زمان بهبود خواهد یافت.

اثبات ارتباط مثبت میان ضرایب جینی NTL و درآمدی می‌تواند مقدمه‌ای باشد برای مطالعات آتی پیرامون برآورد جینی درآمدی با کمک جینی NTL برای سال‌های پیش از ۱۳۸۴ و تحلیل تغییرات آن در پی اجرای تقسیمات جدید استانی. در پی تحقیق اخیر و اثبات وجود ارتباط مثبت میان NTL و سطوح فعالیت اقتصادی در قالب GDP حقیقی، باب تحقیق پیرامون موضوعات متعدد دیگری از جمله آنچه در قسمت مطالعات پیشین مرور شد، برای مطالعات آتی باز شده است. از جمله مهم‌ترین آن‌ها که نتایج جالب توجهی می‌تواند به دنبال داشته باشد، کاربرد NTL در شناسایی اندازه اقتصاد غیررسمی، بویژه در کشورهای در حال توسعه همچون ایران است که می‌تواند مورد توجه پژوهشگران قرار گیرد.

منابع

- اخباری، رضا و آماده، حمید. (۱۳۹۶)، «کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی در شناسایی صنایع آلاینده: شواهدی از رابطه تجاری ایران-چین»، *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست*، سال نوزدهم، شماره ۷۴: ۱۵-۳۲.
- نوفرستی، محمد. (۱۳۸۹)، *ریشه واحد و هم‌جمعی در اقتصادسنجی*، تهران: مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ سوم.
- Alberti, Marina. (2005). "The effects of urban patterns on ecosystem function." *Journal of International regional science review*, 28(2), 168-192.
- Chen, Xi, and Willian D. Nordhaus. (2010). "Using luminosity data as a proxy for economic statistics." *Journal of Proceedings of the national academy of sciences*, 108, 8589-8594.
- Chen, Xi. (2014). "Making visible the invisible: nighttime lights data and the closing of the human rights information gap." *Journal of Societies without borders*, 9(2), 211-223.
- Doll, N. H., Muller, J. P. and Christopher D. Elvidge. (2000). "Nighttime imagery as a tool for global mapping of socioeconomic parameters and greenhouse gas emissions." *AMBIO a Journal of the human environment*, 29(3), 157-162.
- Doll, N. H. Christopher, Muller, J. P., and Morley, J. G. (2006). "Mapping regional economic activity from night-time light satellite imagery." *Journal of Ecological economics*, 57, 75-92.
- Ebener, Steeve, Christopher M., Ajay T., Christopher D. Elvidge. (2005). "From wealth to health: Modeling the distribution of income per capita at the subnational level using nighttime light imagery." *Journal of international journal of health geographics*, 4(1), 1-17.
- Elvidge, Christopher D., Kimberly Baugh., Vinita Hobson., Eric Kihn., Herbert W. Kroehl., Ethan R. Davis. and David Cocero. (1997). "Satellite inventory of human settlements using nocturnal radiation emissions: a contribution for the global toolchest." *Journal of Global Change Biology*, 3, 387-395.
- Elvidge, Christopher D., Kimberly E. Baugh., Eric Kihn., Kroehl H.W., Ethan R. Davis. and Christopher W. Davis. (1997). "Relation between satellites observed visible near-infrared emissions, population, economic activity and power consumption." *Journal of International journal of remote sensing*, 18(6), 1373-1379.

- Elvidge, Christopher D., Paul C. Sutton, Ghosh Tilottama, Benjamin T. Tuttle, Kimberly E. Baugh, Budhendra Bhaduri, and Edward Bright. (2009). "A global poverty map derived from satellite data." **Journal of Computers and Geosciences**, 35(8), 1652–1660.
- Elvidge, Christopher D., Kimberly E. Baugh, Sharolyn Anderson, Paul C. Sutton, and Ghosh Tilottama. (2012). "The night light development index (NLDI): a spatially explicit measure of human development from satellite data." **Journal of Social geography**, 7(1), 23–35.
- Forbes, Dolores J. (2013). "Multi-scale Analysis of the Relationship between Economic Statistics and DMSP-OLS Night Light Images." **Journal of Giscience & Remote Sensing**, 50(5), 483–499.
- Tilottama, Ghosh., Sharolyn Anderson, Rebecca L. Powell, Paul C. Sutton, and Christopher D. Elvidge. (2009). "Estimation of Mexico's informal economy and remittances using nighttime imagery." **Journal of Remote sensing**, 1(3), 418–444.
- Gillespie, Thomas W., Frankenberg E., Fung Chum, and Duncan Thomas. (2014). "Night-time Lights Time Series of Tsunami Damage, Recovery, and Economic Metrics in Sumatra, Indonesia." **Journal of Remote Sensing Letters**, 5(3), 286–294.
- Henderson, J. Vernon, Adam Storeygard, and David N. Weil. (2012). "Measuring economic growth from outer Space." **Journal of American economic review**, 102(2), 994–1028.
- Holder, Ronald, and Paul A. Raschky. (2014). "Regional favoritism." **Journal of The quarterly journal of economics**, 129(2), 995-1033.
- Kuznets, Simon. (1955). "Economic growth and income inequality." **Journal of The American economic review**, 45, 1-28.
- Lee, Yong S. (2018). "International isolation and regional inequality: evidence from sanctions on North Korea." **Journal of urban economics**, 103, 34-51.
- Letu, Husi, Masanao Hara, Hiroshi Yagi, Kazuhiro Naoki, Gegen Tana, Fumihiko Nishio, and Okada Shuhei. (2010). "Estimating energy consumption from night-time DMPS/OLS imagery after correcting for saturation effects." **Journal of International Journal of Remote Sensing**, 31(16), 4443–4458.
- Li, Xi, Xiaoling L. Chen, Yousong S. Zhao, Jia Xu, Feng R. Chen, and Hui Li. (2013). "Automatic Intercalibration of Night-time Light Imagery Using Robust Regression." **Journal of Remote Sensing Letters**, 4(1), 45–54.

- Li, Xi, Hui M. Xu, Xiao L. Chen, and Chang Li. (2013). "Potential of NPP-VIIRS nighttime light imagery for modeling the regional economy of China." **Journal of Remote Sensing**, 5(6), 3057–3081.
- Li, Deren, Zhao Xia, and Xi Li. (2016). "Remote sensing of human beings – a perspective from nighttime light." **Journal of Geo-spatial information science**, 19(1), 69-79.
- Li, S., Zhang, T., Yang, Z., Li, X. and Xu, H. (2017). "Night time light satellite data for evaluating the socioeconomics in central Asia." **Journal of The international archives of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences**, XLII-2/W7, 1237-1243.
- Mellander, Charlotta, Kevin Stolarick, Zara Matheson, and Jose Lobo. (2015). "Night-time light data: a good proxy measure for economic activity?" **Jornal of PLOS ONE**, 10(10): e0139779. DOI:10.1371/journal.pone.0139779.
- Noor, Abdisalan M., Victor A. Alegana, Peter W. Gething, Andrew J. Tatem, Robert W. Snow. (2008). "Using remotely sensed night-time light as a proxy for poverty in Africa." **Journal of Population Health Metrics**, 6(5), DOI: 10.1186/1478-7954-6-5.
- Lo, C. P. (2002). "Urban Indicators of China from Radiancecalibrated Digital DMSP-OLS Nighttime Images." **Journal of Annals of the Association of American Geographers**, 92(2), 225–240.
- Nordhaus, William D. (2006). "Geography and macroeconomics: new data and new findings." **Journal of Proceedings of the national academy of sciences**, 103(10), 3510-3517.
- Pestalozzi, Nicola. (2012). *Nighttime lights as proxy for the spatial growth of dense urbanized areas. A thesis for the master of art*, Graduate Department of management, technology and economics, ETH Zürich.
- Pinkovskiy, Maxim, and Xavier Sala-i-Martin. (2016). "Light, camera...income! illuminating the national accounts-household surveys debate." **Journal of The quarterly journal of economics**, 131(2), 579-631.
- Shi, Kai F., Chang Huang, Bai L. Yu, Bing Yin, Yi X. Huang, and Jian P. Wu. (2014). "Evaluation of NPP-VIIRS Night-time Light Composite Data for Extracting Built-up Urban Areas." **Journal of Remote Sensing Letters**, 5(4), 358–366.
- Steinkraus, Arne. (2017). "Investigating the effect of carbon leakage on the environmental Kuznets curve using luminosity data." **Journal of Environmental and development economics**, 22(6), 747-770.

- Sutton, Paul C., Dar A. Roberts, Christopher D. Elvidge, and Henk Meij. (1997). "A Comparison of Nighttime Satellite Imagery and Population Density for the Continental United States." *Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(11), 1303-1313.
- Sutton, Paul C., and Robert Costanza. (2002). "Global estimates of market and non-market values derived from nighttime satellite imagery, land cover, and ecosystem service evaluation." *Journal of Ecological economy*, 41, 509-527.
- Sutton, Paul C., Christopher D. Elvidge, and Ghosh Tilottama. (2007). "Estimation of gross domestic product at sub-national scales using nighttime satellite imagery." *Journal of International Journal of Ecological Economics and Statistics*, 8, 5-21.
- Weng, Wang, Cheng, H. and Li Zhang. (2012). "Poverty assessment using DMSP/OLS night-time light satellite imagery at a provincial scale in China." *Jornal of Advances in space research*, 49, 1253-1264.
- Xu, Hui M., Hu T. Yang, Xi Li, Hui R. Jin, and D. R. Li. (2015). "Multi-scale measurement of regional inequality in mainland China during 2005-2010 using DMSP/OLS night light imagery and population density grid data." *Journal of Sustainability*, 7(10), 13471-13499.
- Zhou, Yuke, Ting Ma, Chen G. Zhou, and Tao Xu. (2015). "Nighttime light derived assessment of reginal inequality of socioeconomic development in China." *Journal of Remote sensing*, 7, 1242-1262.