



بررسی و تحلیل رابطه ی بین مصرف انرژی الکتریکی و رشد اقتصادی در ایران

امید علیزاده موسوی
omid.Alizadehmousavi@yahoo.com

حبیب رجبی مشهدی
h_mashhadi@um.ac.ir

امید ضیائی
omid.ziaee@gmail.com

چکیده: نگاهی گذرا به شاخص های توسعه اقتصادی کشورهای مختلف نشان می دهد که وابستگی معنی دار و مستقیمی بین این شاخص ها و درجه صنعتی شدن و مصرف انرژی وجود دارد. صنعت برق و انرژی الکتریکی، به عنوان یک صنعت پایه ای از جایگاه ویژه ای در فرآیند توسعه صنعتی و اقتصادی برخوردار است. در این مقاله بررسی آماری و تحلیل رابطه بین فرآیند های مصرف انرژی الکتریکی و رشد اقتصادی مورد مطالعه قرار میگیرد. در این راستا سری های زمانی درآمد ناخالص ملی و مصرف برق کشور در طول چند دهه گذشته از زوایای مختلف مورد مطالعه قرار می گیرند. علاوه بر این سرانه درآمد ناخالص ملی و سرانه مصرف انرژی الکتریکی استانها محاسبه شده و براین اساس استانهای کشور به گروههای مختلف از نظر توسعه اقتصادی تقسیم بندی می شوند. نتایج مطالعه نشان میدهد که به طور نسبی استانهایی که دارای مصرف برق صنعتی بیشتری میباشدند از نظر شاخصهای اقتصادی نیز در رتبه بالاتری قرار می گیرند.

۱-مقدمه :

توسعه اقتصادی و صنعتی که به عنوان یک سیاست محوری در جهان امروز مطرح است ، در طول چند دهه ی اخیر سرعت بسیار گرفته است و کشور های جهان را در شرایط یک رقابت جدی به منظور پاسخ گویی به نیازهای روز افزون ملت های خود قرار داده است. در چنین شرایطی با توجه به جایگاه استراتژیک انرژی در روند توسعه اقتصادی و صنعتی ، بهره برداری بهینه از آن بسیار حائز اهمیت است. کشور ما به لحاظ برخورداری از منابع انرژی ، از غنی ترین کشورهای جهان است . بنابراین منطقی است که از این مزیت در جهت توسعه اقتصادی حداکثر بهره برداری صورت گیرد . ولی شاید وجود همین پتانسیل های عظیم انرژی و برخی عوامل دیگر سبب شده است که مصرف انرژی الکتریکی از شرایط بهینه فاصله بسیار داشته باشد. در این تحقیق هدف این است که به عنوان یک گام نخست رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد . بدیهی است شناخت این رابطه و تفسیر آن می تواند تصویری کلان ، از وضعیت مصرف انرژی کشور را ارائه نماید .



مطالعات کشورهای مختلف نشان داده است که توسعه اقتصادی و مصرف انرژی الکتریکی به طور موثری به یکدیگر وابسته اند. به عبارت دیگر کشورهای صنعتی و توسعه یافته در مقایسه با کشورهای در حال توسعه و کشورهای عقب نمانده داشته شده، دارای مصرف سرانه انرژی بالاتری می باشند.

در سالهای اخیر در بسیاری از کشورها تاثیر متقابل شاخص های اقتصادی و مصرف انرژی بر یکدیگر مورد مطالعه قرار گرفته است [۱-۲-۳-۴]. در مرجع [۱] رابطه ی علی^۱ بین GDP و مصرف انرژی الکتریکی در کشور نیوزلند مورد تحلیل ریاضی قرار گرفته است و نتایج آن با کشور استرالیا و برخی کشورهای جنوب شرق آسیا مقایسه شده است. این تحقیق نشان می دهد که با توجه به سهم عمده صنایع سنگین در کشورهای آسیای جنوب شرقی، وابستگی بیشتری بین GDP و مصرف برق در این کشورها وجود دارد. در حالیکه در نیوزلند و استرالیا به طور نسبی وابستگی کمتری بین پارامترهای فوق وجود دارد.

در مرجع [۲] مصرف برق کشور چین در دراز مدت، میان مدت و کوتاه مدت پیش بینی شده و پارامترهای تاثیرگذار در آن آورده شده است. در پیش بینی دراز مدت تا سال ۲۰۱۰ از GDP، جمعیت، تغییر ساختار اقتصادی و بازده انرژی به عنوان عوامل تاثیرگذار بر مصرف انرژی استفاده شده است.

در مرجع [۳] نیز با استفاده از آزمون های ریشه واحد^۲ - Augmented Dickey Fuller (ADF) و Phillips Peron (PP) - رابطه ی معنی دار بین مصرف انرژی و GDP بررسی شده و به تایید رسیده است. به طور کلی نتایج تحقیقات مختلف بیانگر یک رابطه مستقیم بین مصرف انرژی و GDP می باشد و بنابراین بهره برداری نادرست از منابع انرژی در دراز مدت موجب وارد آمدن خسارت به اقتصاد کشور می شود. در این تحقیق تاثیر متقابل رشد اقتصادی کشور و همبستگی آن با رشد مصرف انرژی الکتریکی در یک افق ۳۰ ساله مورد مطالعه قرار میگیرد. همچنین این مسئله از دید استانی بررسی شده و رابطه بین سرانه درآمد ناخالص ملی و سرانه مصرف انرژی استانها به تصویر کشیده می شود.

در بخش بعد تاثیر متقابل مصرف انرژی الکتریکی و شاخص های اقتصادی به طور عام مورد بررسی قرار میگیرد. در بخش سوم ارتباط GDP و مصرف انرژی الکتریکی در ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. در بخش چهارم مسئله از دیدگاه استانی مورد مطالعه قرار میگیرد. بخش پایانی نیز به بیان نتایج می پردازد. آمار و ارقام بکار رفته در این تحقیق براساس اطلاعات مندرج در سالنامه آماری کشور، آمار تفصیلی صنعت برق، حساب های ملی ایران و حساب های منطقه ای و اطلاعات سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران است.

۲- بررسی و تحلیل تاثیر متقابل مصرف برق و شاخص های اقتصادی:

انرژی به عنوان ورودی اصلی فرایندهای تولیدی در اغلب کاربردها می باشد. بنابراین منطقی است رشد اقتصادی با افزایش تقاضای منابع انرژی همراه باشد. این منابع انرژی می تواند منابع نفتی، ذخایر گازی و ... یا انرژی الکتریکی باشد. در هنگام مواجه شدن با افزایش تقاضای منابع نفتی و گازی- به علت قابل ذخیره بودن آنها- میتوان از مخازن ذخیره شده استفاده کرد ولی انرژی الکتریکی قابل ذخیره سازی در مقیاس بزرگ نیست و اگر با افزایش تقاضای بیش از حد برق مواجه شویم پدیده هایی نظیر Black out و خاموشی های مکرر رخ خواهد داد که شدیداً اقتصاد کشور را تحت تاثیر منفی قرار می دهد. به عبارت دیگر هنگام مواجهه با تقاضای بیش از حد منابع نفتی راه فراری با استفاده از ذخایر وجود دارد و

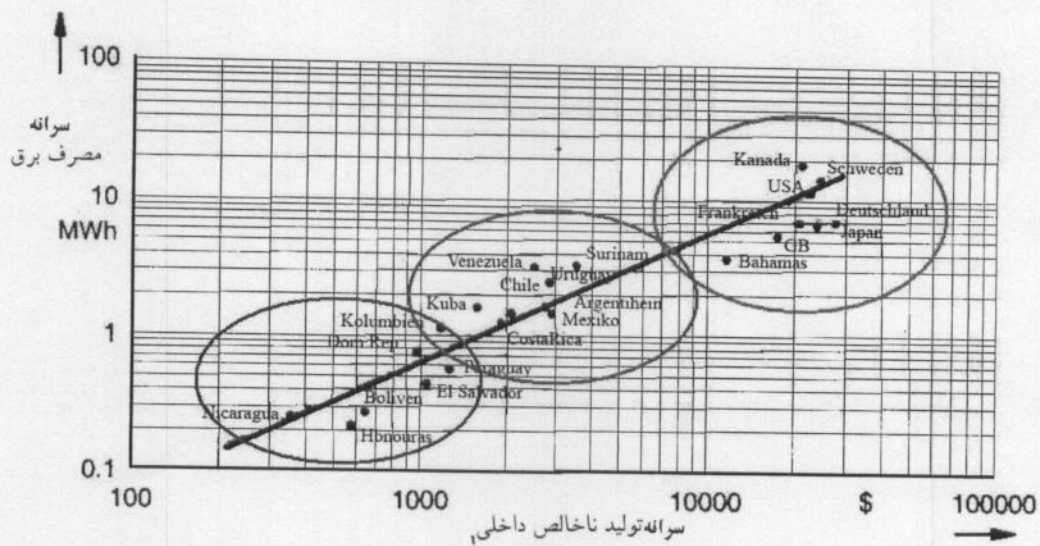
¹ causal

² Unit root test



بنابراین اقتصاد کشور آسیب شدیدی نخواهد دید اما اگر با افزایش ناگهانی مصرف برق مواجه شویم هیچ راه فراری وجود ندارد و تاثیر واقعی آن در اقتصاد کاملا مشاهده میگردد. به همین علت مصرف انرژی الکتریکی بدلیل غیر قابل ذخیره بودن معیار مناسبی برای بررسی میزان پیشرفت است [۴].

نمودار ۱ سرانه مصرف برق بر حسب سرانه تولید ناخالص داخلی چند کشور را براساس داده های سال ۱۹۹۵ نشان می دهد [۵].



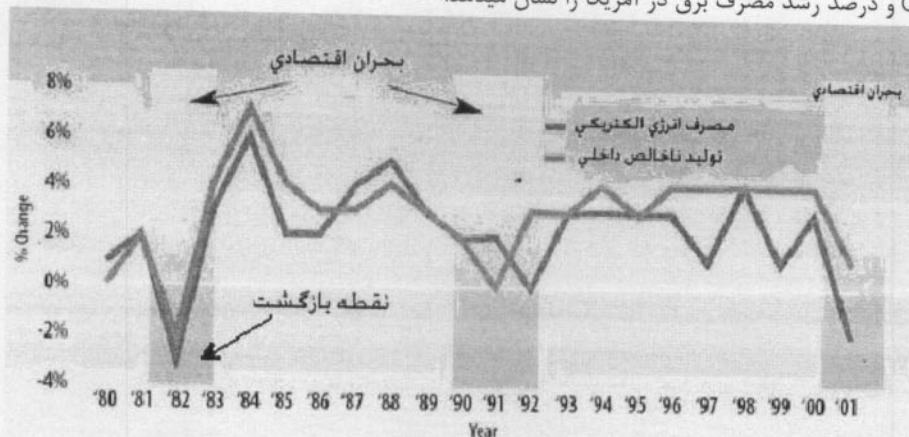
نمودار ۱: سرانه مصرف برق بر حسب سرانه GDP

همانطور که مشاهده می شود مقیاس محورهای افقی و عمودی این نمودار لگاریتمی است. در غیر اینصورت به علت فاصله زیاد کشورهای توسعه یافته با سایر کشورها نمی توان روی یک نمودار اطلاعات این کشورها را نشان داد. ما در این بخش این نمودار را به سه زیر مجموعه تقسیم می کنیم. بخش اول که شامل کشور های دارای GDP و مصرف برق بالا از جمله آمریکا، ژاپن، آلمان و ... است که عمدتاً کشورهای توسعه یافته را تشکیل می دهد. در این بین کشور کانادا دارای بالاترین مصرف برق است که میتوان دلیل این امر را علاوه بر صنعت، بخاطر شرایط اقلیمی خاص و قرار گرفتن آن در منطقه ای سرد سیر دانست. از لحاظ سرانه GDP ژاپن با سرانه حدود ۳۰۰۰۰ دلار در سال دارای بالاترین سرانه در بین سایر کشورهاست. بخش میانی نمودار نشان دهنده وضعیت کشورهای در حال توسعه از جمله آرژانتین، مکزیک و ... است. بخش پایینی نمودار نیز دربرگیرنده کشورهای دارای صنعت و اقتصاد ضعیف مانند نیکاراگوئه و السالوادور و ... است. خط رگرسیون کشیده شده روی این نمودار و متمرکز بودن کشورها حول آن بیانگر وجود ارتباط معنی داری بین GDP مصرف انرژی الکتریکی است.

در کشور های صنعتی بخش عمده تولید ناخالص داخلی از واحدهای صنعتی بدست می آید و صنعت نیز به مصرف انرژی و علی الخصوص انرژی الکتریکی وابسته است. لذا انتظار داریم در مورد این کشورها GDP و مصرف برق تغییرات متناسبی را دنبال کنند. برای نمونه در نمودار ۲ داده های مربوط به کشور آمریکا آورده شده است. این نمودار درصد



تغییرات GDP و مصرف برق را از سال ۱۹۸۰ تا سال ۲۰۰۱ نشان می دهد [۴]. این نمودار همبستگی معنا داری را بین درصد رشد GDP و درصد رشد مصرف برق در آمریکا را نشان میدهد!

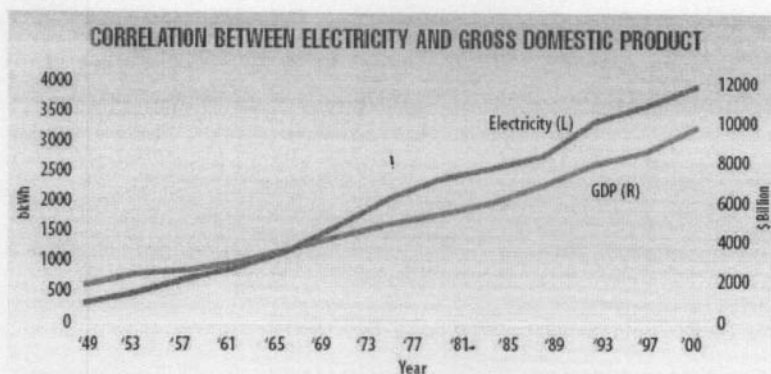


نمودار ۲: درصد رشد GDP و درصد رشد مصرف برق برای کشور آمریکا

در صد رشد مصرف برق کشور های صنعتی به دلیل بالا بودن میزان مطلق مصرف به طور طبیعی پایین است . اما در کشور های در حال توسعه درصد رشد مصرف برق بالا است و مثلاً با احداث یک واحد صنعتی بزرگ درصد رشد مصرف برق تغییرات چشمگیری می کند . لذا اگر در برنامه ریزی برای تولید و عرضه برق اشتباهی صورت گیرد با زیان های قابل توجهی در اقتصاد کشور روبرو خواهیم شد .

در نمودار فوق هر گونه رشد منفی یا نزدیک به صفر "بحران" نامیده می شود . در نقطه بازگشت نیز همانطور که شکل نشان می دهد افزایش چشمگیر در درصد رشد مصرف برق و درصد رشد GDP را شاهد هستیم .

نمودار زیر بیانگر همبستگی متقابل مصرف انرژی الکتریکی و GDP در کشور آمریکا است . همانگونه که مشاهده میشود همبستگی معناداری بین GDP و مصرف برق در آمریکا وجود دارد و در تمام دوران ترسیم شده هر دو این پارامترها با درصد تغییرات ملایم و غیر ناگهانی رو به افزایش اند . دلیل این امر را میتوان ثبات اقتصادی و برنامه ریزی صحیح و متناسب در عرضه و تقاضای انرژی مورد نیاز فعالیتهای تولیدی و صنعتی دانست [۴].



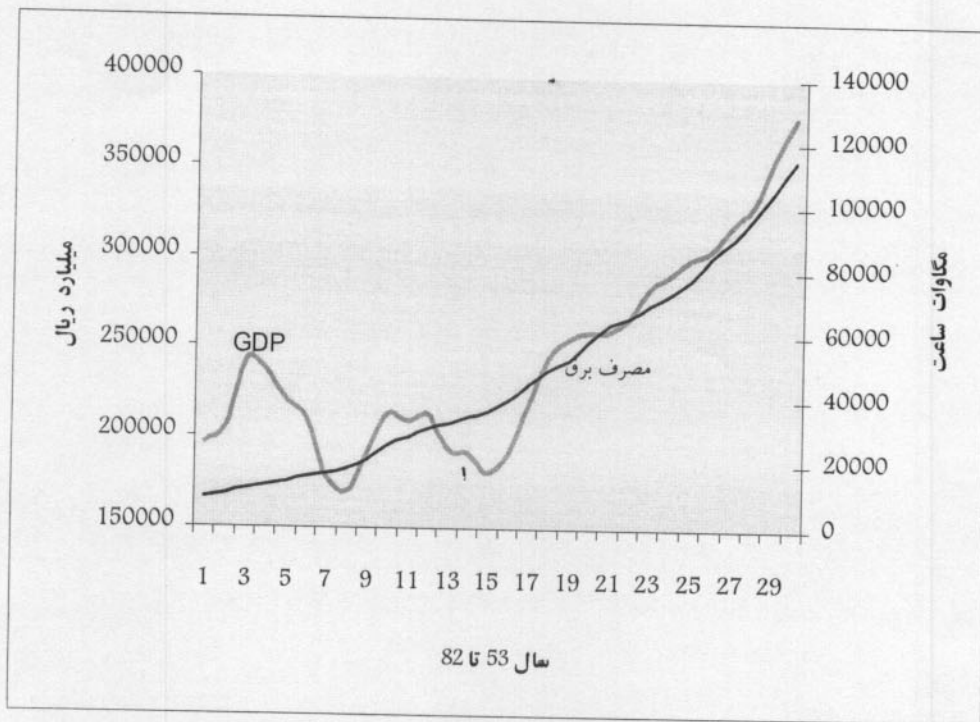


نمودار ۳: همبستگی بین GDP و مصرف برق در کشور آمریکا

۳- ارتباط بین GDP و مصرف برق در ایران

در این بخش به مطالعه وضعیت و رابطه شاخص های اقتصادی و مصرف انرژی الکتریکی در ایران می پردازیم. در نمودار شکل (۴) GDP و مصرف برق کشور با مقیاس های مختص خود به ترتیب بر حسب میلیون ریال و مگاوات ساعت در طی دوره ی ۳۰ ساله ی اخیر رسم شده اند. مبدا زمانی یعنی سال ۱ برابر سال ۵۳ و انتهای دوره یعنی سال ۲۹ برابر با سال ۸۲ می باشد.

همانطور که این نمودار نشان میدهد در ایران در طول سالهای جنگ و اوایل انقلاب همبستگی موثری بین دو کمیت مورد علاقه به چشم نمی خورد البته باید در نظر گرفت که در این دوران کشور با بحران شدید اقتصادی مواجه بوده است. اما از سال ۷۱ به بعد به خاطر ثبات اقتصادی، استانداردهای زندگی^۱ در ایران رو به بهبود نهاده و همبستگی قابل توجهی- کم و بیش مانند نمودار آمریکا- مشاهده میشود.



نمودار ۴: GDP و مصرف برق از سال ۵۳ تا ۸۲

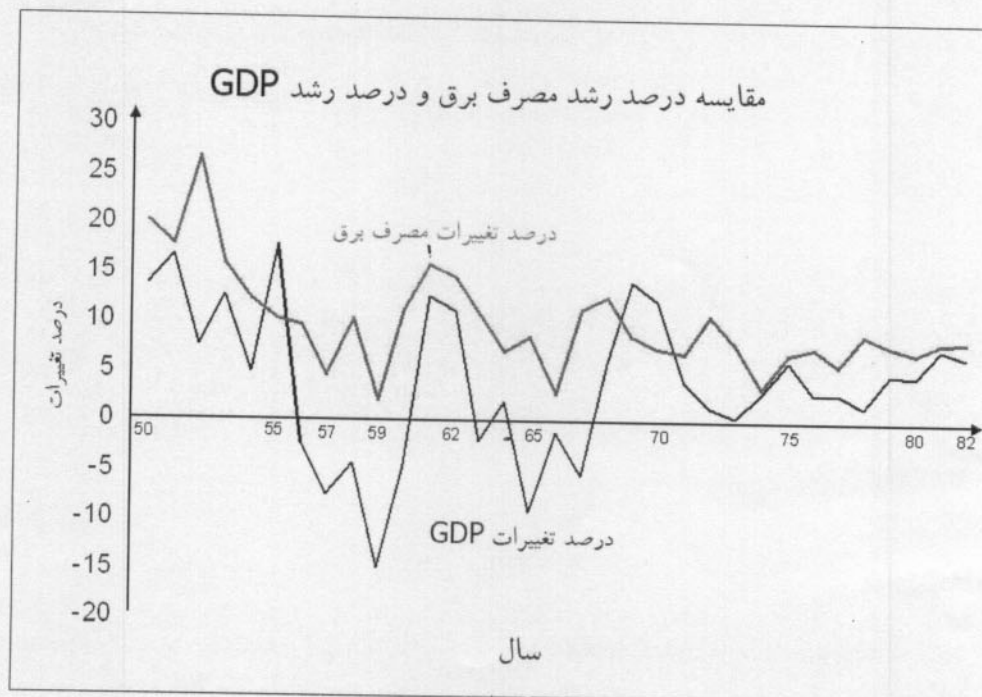


در جدول زیر با فرض وجود یک رابطه ی خطی ضریب همبستگی بین GDP و مصرف برق در دو دوره سالهای ۵۳ تا ۶۶ و ۶۷ تا ۸۲ محاسبه شده است. اعداد بدست آمده به روشنی بیانگر وجود یک ناهماهنگی در سالهای نخست بعد از پیروزی انقلاب و دوران بحران جنگ تحمیلی بین مصرف انرژی الکتریکی و GDP است. اما در دوران دوم یعنی سالهای ۶۷ تا ۸۲ که امنیت و آرامش اجتماعی و خروج دولت از جنگ ناخواسته را داریم اقتصاد و صنعت کشور رو به بهبود گذاشته و همبستگی موثری بین GDP و مصرف برق شاهدیم.

از سال ۶۷ تا ۸۲	از سال ۵۳ تا ۶۶
۰,۹۷	-۰,۲۷

ضرایب همبستگی بین GDP و مصرف برق

تغییرات درصد رشد مصرف برق و درصد رشد GDP برای ایران را در نمودار شکل ۵ رسم شده است. نکته مهم در رسم این نمودار این است که بدلیل تغییر ارزش واحد پول ایران (ریال) در افق زمانی مورد مطالعه باید کلیه قیمت ها را با ثابت فرض کردن قیمت ها در یک سال معین محاسبه کرد تا از تاثیر ناخواسته تورم جلوگیری کنیم. در اینجا قیمت های سال ۱۳۷۶ بر مبنای محاسبات بانک مرکزی ثابت فرض شده است.



نمودار ۵: درصد رشد مصرف برق و درصد رشد GDP ایران



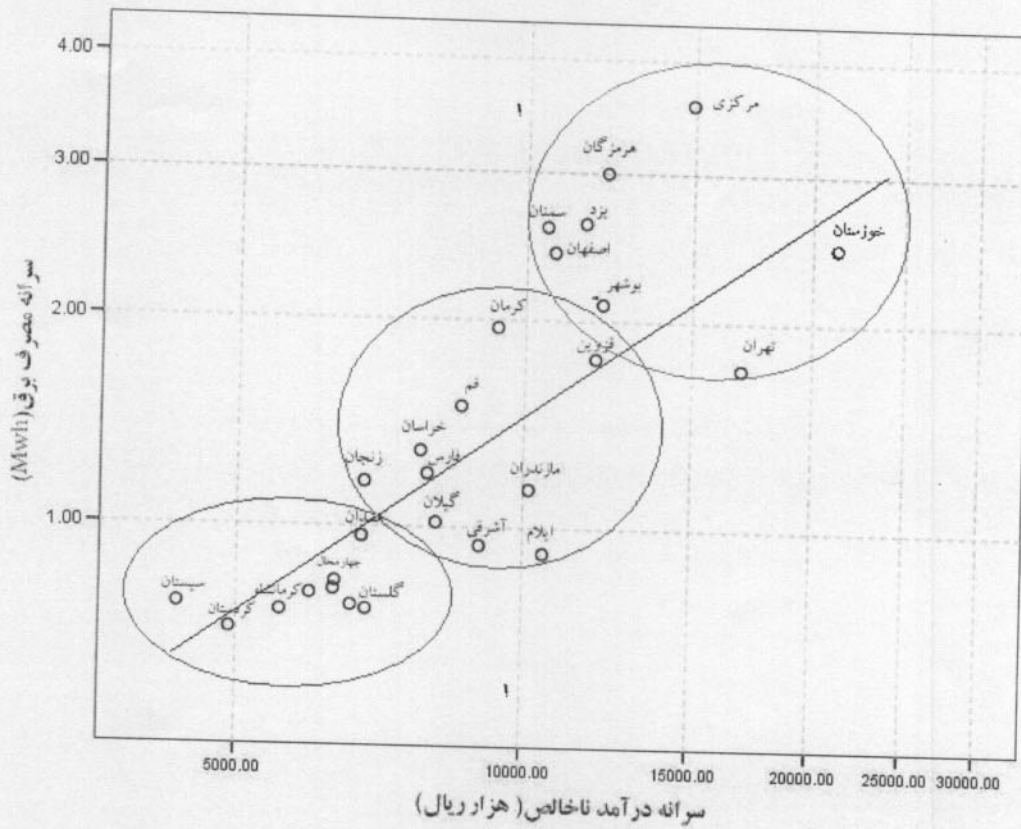
همانطور که مشاهده می شود در این نمودار تغییرات زیاد و در پاره ای اوقات شدید و همچنین نقاط بحرانی را شاهد هستیم . در ادامه به ذکر عواملی که تاثیر متقابل پارامتر های اقتصادی و مصرف برق را در برخی از برهه های زمان نشان می دهند اشاره می کنیم [۶-۷-۸].

سال های قبل از انقلاب ، سال های پر تلاطمی در اقتصاد کشور بوده است . همانطور که مشاهده می شود در سال ۱۳۵۶ کاهش شدیدی در رشد GDP داریم . بحران اقتصادی در این سال ها را میتوان ناشی از کاهش تقاضای کشور های صنعتی مصرف کننده نفت ایران، و در اثر آن کاهش ارزش افزوده نفت و رکود صنایع کشور دانست ، این موضوع بیانگر تک قطبی بودن اقتصاد کشور در آن سالها می باشد . همین کاهش و رکود فعالیت های اقتصادی باعث بروز مشکلاتی در عرضه برق شده که در نتیجه کاهش چشمگیری را در مقایسه با سالهای قبل شاهد هستیم . سالهای ۵۳ تا ۵۷ صنایع کشور تقریبا به حالت نیمه تعطیل در آمده بود و عمده مصرف برق تجاری و خانگی بوده است و از این رو در این سالها کاهش شدیدی در مصرف برق شاهد هستیم . سال ۵۹ بحرانی ترین سال چه از لحاظ کاهش رشد مصرف برق و چه از لحاظ کاهش درصد رشد GDP در نمودار است . تحریم اقتصادی و شروع جنگ و کمبود مواد اولیه مورد نیاز صنعت و فعالیت های تولیدی و نبود برنامه ریزی دقیق باعث بوجود آمدن این رکود صنعتی و اقتصادی در کشور شده است .

با شروع جنگ تحمیلی اقتصاد کشور رشد منفی بسیار بزرگی داشته که این امر مانع از به حرکت در آمدن چرخ های صنعتی کشور شده و از طرف دیگر تحریم ها و کمبود مواد اولیه و نبود برنامه ریزی دقیق موجب تعطیلی بخشی از صنایع کشور و منجر به کاهش نسبتا بزرگی در رشد مصرف برق شده است .
در سال های اخیر (از سال ۱۳۷۵ به بعد) ثبات نسبی را در هر دو نمودار شاهد هستیم و تغییرات ناگهانی و ناپهنجاری مشاهده نمی کنیم که این می تواند نوید بخش دوران توسعه صنعتی کشور باشد .

۴- مقایسه استان های کشور

در این بخش مشابه با مقایسه ای که در مورد کشورهای مختلف در نمودار ۱ صورت گرفت ، با همان رویکرد به مقایسه وضعیت اقتصادی و مصرف برق استانهای مختلف کشور می پردازیم . برای تعیین جایگاه صنعتی استان ها از نمودار لگاریتمی سرانه مصرف برق بر حسب سرانه GDP مربوط به استانها (GDPR) در سال ۱۳۸۰ استفاده می کنیم .



نمودار ۶: مصرف برق بر حسب GDP

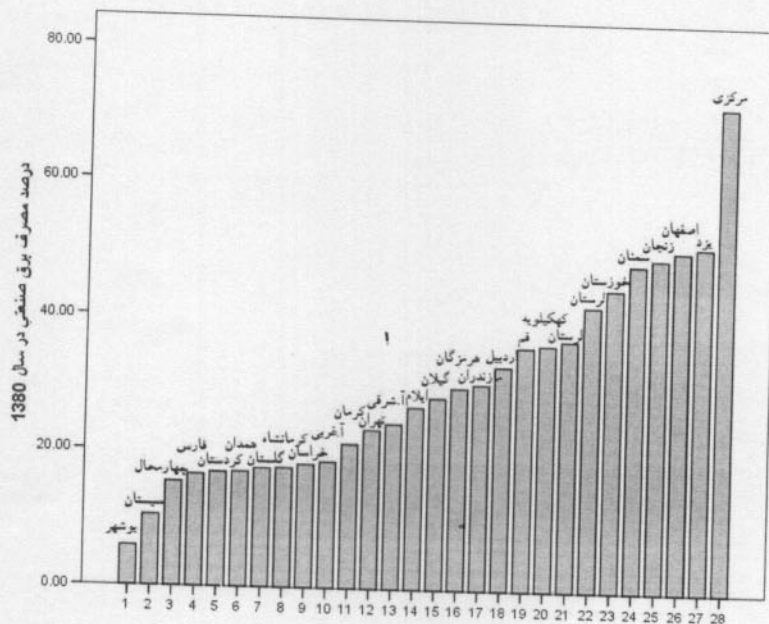
در این نمودار دیده می شود هر استانی که سرانه GDP بیشتری دارد به طور نسبی و نه دقیق دارای سرانه مصرف برق بزرگتری نیز می باشد.

این نمودار را نیز میتوان مانند نمودار شماره ۱ به ۳ بخش تقسیم نمود. بخش ۱ نمودار که شامل استانهای صنعتی مانند مرکزی و اصفهان و یزد و... است. بخش ۲ که استانهای فارس و خراسان و قزوین و... را در بر میگیرد و بالاخره بخش انتهایی نمودار که استانهای محروم کشور از جمله کردستان و سیستان و بلوچستان و... را نشان میدهد. شکل صعودی و تقریباً خطی نمودار بیانگر رابطه ی مستقیم بین مصرف برق و تولید ناخالص داخلی است. یعنی هر استانی که سرانه مصرف برق بالاتری دارد نقش بیشتری نیز در تولید ناخالص داخلی دارد. البته پرواضح است که به دلیل مسائل خاص استانها که در حوصله این تحقیق و در تخصص نویسندگان نمی باشد، پراکندگی قابل توجهی در نمودار حول خط رگرسیون به چشم میخورد. دلیل این امر علاوه بر مسائل خاص وجود نقاط خاص مانند وضعیت استان تهران و استان خوزستان به عنوان نقاطی نامتناسب با سایر استانها نیز می باشد. چنین نقاطی در رگرسیون شدیداً بر پارامترهای خط رگرسیون تاثیر می گذارند.

علاوه بر این شاید مناسب باشد که اکنون به درصد مصرفی استانها در حوزه صنعت نیز توجه کنیم. تعیین مقدار انرژی الکتریکی که در صنعت مصرف می شود و سهم آن از کل برق مصرفی هر استان می تواند معیار مناسبی برای مقایسه ی صنعت در استان های کشور باشد. از این رو نسبت مصرف برق صنعتی به مصرف برق هر استان را در سال ۱۳۸۰ در



نمودار ۷ می آوریم. این نمودار بیانگر جایگاه صنعتی هر استان در بین سایر استانهاست. نکته جالب این نمودار، همخوانی آن با نمودار شماره ۶ است. در نمودار ۶ استان مرکزی بهترین جایگاه را در بین سایر استانها دارد. در این نمودار نیز استان مرکزی دارای بالاترین میزان مصرف برق صنعتی میباشد. البته در نمودار ۶ دو استان تهران و خوزستان به علت دارا بودن شرایط ویژه ی سیاسی و اقتصادی دارای سرانه GDP بالایی هستند و روند خطی نمودار را دچار اشکال کرده اند.



نمودار ۷: درصد مصرف برق صنعتی در سال ۸۰

۵- نتیجه گیری:

در این تحقیق به مطالعه وابستگی بین GDP و مصرف برق از زوایای مختلف پرداخته شد. بررسی نشان می دهد که ارتباط موثری بین این دو کمیت در بین کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه به چشم می خورد. براین اساس وضعیت کشور در طی ۳ دهه اخیر مورد ارزیابی قرار گرفت و نشان داده شد که از اواسط دهه ۷۰ شمسی روندی نسبتاً پایدار در این دو شاخص به چشم می خورد. علاوه بر این استان های کشور از حیث پارامتر سرانه GDP منطقه ای و سرانه مصرف برق مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج این مقایسه نشان می دهد که رابطه ای نسبتاً مستقیم بین این کمیت ها برقرار می باشد و مصرف برق صنعتی استان ها نیز به عنوان یک پارامتر تاثیر گذار می تواند در مطالعات بعدی وارد شود. نتایج اولیه این تحقیق به عنوان اولین قدم، نویسندگان را امیدوار نموده است که با کامل تر کردن مدل و ارزیابی و بررسی تست های دقیق تر آماری بتوان تحلیل عمیقتر از وضعیت کشور ارائه نمود.



مراجع:

- 1- K.Fatai , LesOxley , F.G.Scrimgeour “ Modeling the causal relationship between energy consumption and GDP in New Zealand , Australia , India , Indonesia , The Philippines and Thailand ”, Elsevier 64(2004) PP 431-445.
 - 2- Bo Q.Lin , ” Electricity demand in the people’s republic of china investment requirement and environmental impact ” , ADB Journal , 2003
 - 3- Ramazan Sari , Ugur Soytaş , Ozlem Ozdomir ,”Energy consumption and GDP relation in Turkey: a cointegration and vector error correction analysis “.
 - 4- "Nuclear Energy and the nation's future prosperity" NEI, Nuclear energy Institute
 - 5- Hans , Jurgen , Haubrich , ” Elektrische energieverorgungs systeme scriptum zurvorlesung”. IAEW, RWTH Achen , Auflage1998 .
- ۶- آمار تفصیلی صنعت برق سالهای ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰.
 - ۷- حسابهای ملی ایران حسابهای منطقه ای حساب تولید استانهای کشور از سال ۱۳۵۵ تا سال ۱۳۸۰
 - ۸- مبانی علم اقتصاد . اقتصاد خرد اقتصاد کلان . نوشته دکتر طهماسب محتشم دولتشاهی.
 - ۹- گزارش اقتصادی و ترازنامه از سال ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۱ . بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران
 - ۱۰- سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران www.cbi.ir