



دانشگاه تبریز

دانشگاه تبریز

دانشکده اقتصاد، مدیریت و بازرگانی

گروه اقتصاد

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته اقتصاد

گرایش علوم اقتصادی

عنوان

بررسی وجود همگرایی تصادفی و بتا در بین مصرف سرانه ی انرژی

کشورهای عضو اوپک

استاد راهنما

دکتر فیروز فلاحی

استاد مشاور

دکتر رضا رنج پور

پژوهشگر

توحید شکری

شهریور ماه ۱۳۹۳

تقدیر و تشکر

در این جا اجازه می‌خواهم تا از همه عزیزان و بزرگوارانی که مراد پیسمودن این راه یاری نمودند کمال تقدیر و تشکر را داشته باشم. از استاد راهنمای ارجمند، جناب آقای دکتر

فیروز فلاحی تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر رضوانچ پور، استاد مشاور که تقدیرم به خاطر کمک‌های راه‌گشایشان تشکر می‌کنم. از آقای دکتر بهزاد سلطانی به خاطر قبول زحمت

داوری این پایان‌نامه و همچنین از سایر اساتید و بزرگواران که مراد بخارش این پایان‌نامه راهنمایی کردند، کمال تقدیر و تشکر را دارم.

تقدیم ہے:

ماورعزیزم

نام خانوادگی: شکری	نام: توحید
عنوان رساله: بررسی وجود همگرایی تصادفی و بتا در بین مصرف سرانه ی انرژی کشورهای عضو اوپک	
استاد راهنما: دکتر فیروز فلاحی استاد مشاور: دکتر رضا رنج پور	
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: اقتصاد گرایش: علوم اقتصادی دانشگاه: تبریز دانشکده: اقتصاد، مدیریت و بازرگانی تعداد صفحات: ۷۷ تاریخ دفاع: ۱۳۹۳/۶/۱۸	
واژه‌های کلیدی: مصرف سرانه انرژی ، همگرایی بتا، همگرایی تصادفی، شکست ساختاری، ریشه واحد طبقه بندی JEL: C22, O40, Q40	
<p style="text-align: right;">چکیده</p> <p>در این مطالعه به بررسی وجود همگرایی تصادفی و همگرایی بتا در بین مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک طی دوره زمانی ۲۰۱۱ - ۱۹۷۱ پرداخته می شود. بدین منظور برای آزمون وجود یا عدم وجود همگرایی تصادفی از آزمون ریشه واحد ارائه شده توسط لی و استرازیسیچ (۲۰۰۳) و همچنین جهت آزمون همگرایی بتا از مدل ارائه شده توسط پرون و یابو (۲۰۰۹) استفاده می شود. درضمن نتایج حاصل از روش پرون و یابو، نسبت به وجود یا عدم وجود ریشه واحد حساس نبوده و به این دلیل نتایج حاصله قابل استنادتر از نتایج سایر روش ها می باشد. نتایج، نشانگر وجود همگرایی تصادفی و همگرایی بتا در بین مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک می باشد. تاریخ شکست های بدست آمده از این روش ها به شکل خوشه ای در چند سال خاصی جمع شده است که دلیل آن، وقوع شوک های بزرگ انرژی یا اقتصادی در برخی از سال ها می باشد.</p>	

عنوان	صفحه
فصل اول: کلیات تحقیق	
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- بیان مساله	۲
۳-۱- اهمیت و ضرورت تحقیق	۳
۴-۱- اهداف تحقیق	۴
۵-۱- فرضیه‌های تحقیق	۴
۶-۱- روش تحقیق	۵
۷-۱- جامعه آماری تحقیق	۷
۸-۱- محدودیت‌های تحقیق	۷
۹-۱- سازماندهی تحقیق	۷
فصل دوم: ادبیات موضوعی تحقیق	
۱-۲- مقدمه	۹
۲-۲- مبانی نظری	۹
۱-۲-۲- همگرایی	۹
۲-۲-۲- مصرف انرژی	۱۵
۳-۲- پیشینه تحقیق	۱۷
۱-۳-۲- مطالعات خارجی	۱۷
۲-۳-۲- مطالعات داخلی	۱۹
۴-۲- جمع بندی	۲۲

فصل سوم: بررسی روند متغیر تحقیق

۲۴	۱-۳-مقدمه.....
۲۴	۲-۳-نحوه ی شکل گیری اوپک.....
۲۴	۱-۲-۳-دلیل استفاده از این کشورها.....
۲۶	۳-۳-محاسبه ی شاخص نابرابری.....
۲۷	۴-۳-بررسی روند زمانی متغیر تحقیق.....
۲۹	۱-۴-۳-تقسیم بندی کشورها.....
۲۹	۵-۳-جمع بندی.....

فصل چهارم: روش شناسی تحقیق

۳۱	۱-۴-مقدمه.....
۳۱	۲-۴-شرح داده ها.....
۳۲	۳-۴-شرح آزمون ها.....
۳۲	۱-۳-۴-آزمون دیکی فولر تعمیم یافته.....
۳۲	۲-۳-۴-آزمون فیلیپس برون.....
۳۳	۴-۴-همگرایی.....
۳۳	۱-۴-۴-همگرایی تصادفی.....
۳۵	۲-۴-۴-همگرایی بتا.....
۴۰	۵-۴-جمع بندی.....

فصل پنجم: یافته‌های تحقیق

۴۲	۵-۱- مقدمه
۴۳	۵-۲- نتایج آزمون ها
۴۹	۵-۳- تجزیه و تحلیل نتایج
۵۳	۵-۴- جمع بندی فصل

فصل ششم: جمع بندی، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها

۵۵	۶-۱- مقدمه
۵۵	۶-۲- مروری بر خطوط کلی تحقیق
۵۶	۶-۳- نتیجه آزمون فرضیه‌های تحقیق
۵۷	۶-۴- توصیه‌های سیاستی
۵۹	۶-۵- پیشنهاد برای مطالعات آتی

منابع و مآخذ

۶۰	الف) منابع فارسی
۶۱	ب) منابع انگلیسی

ضمایم و پیوست‌ها

۶۶	نتایج خروجی‌های گاوس
----	----------------------------

صفحه	عنوان
۱۱	نمودار(۱-۲) مدل سولو- سوان.....
۲۰	جدول (۱-۲): خلاصه ی مطالعات خارجی.....
۲۲	جدول(۲-۲): خلاصه ی مطالعات داخلی.....
۴۳	جدول(۱-۵): نتایج تخمین حاصل از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته.....
۴۴	جدول(۲-۵) نتایج تخمین حاصل از آزمون فیلیپس پرون.....
۴۶	جدول (۳-۵): نتایج تخمین آزمون ریشه واحد حاصل از روش لی و استرازیسیچ.....
۴۸	جدول(۴-۵): نتایج تخمین آزمون ریشه واحد حاصل از روش پرون و یابو.....
۵۰	جدول (۵-۵). خلاصه ی نتایج آزمون های ریشه واحد.....
۵۱	جدول (۶-۵). خلاصه ی نتایج روش پرون و یابو.....
۵۳	نمودار(۱-۴) چگونگی پراکندگی نقاط شکست ساختاری (آزمون لی و استرازیسیچ).....
۵۳	نمودار(۲-۴) چگونگی پراکندگی نقاط شکست ساختاری (آزمون پرون و یابو).....
۲۷	شکل(۱-۳) نسبت مصرف سرانه ی انرژی هر کشور به مصرف سرانه ی انرژی کشورهای عضو اوپک.....

فصل اول: کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

انرژی به عنوان یکی از عوامل تعیین کننده در تولید کالا و خدمات، نقش بسیار مهمی ایفا می کند. به حدی که نیاز مبرم انسان به آن، بررسی مسائلی چون پایداری مصرف انرژی، میزان بهره وری انرژی، سیر تحولات ساختار سیستم انرژی، صرفه جویی در مصرف انرژی و ... را بخصوص پس از پدید آمدن رکود های بزرگ اقتصادی در جهان در طی ۴۰ سال اخیر پراهمیت کرده است.

بر اساس تئوری های همگرایی، اقتصادهایی که دارای مصرف سرانه انرژی پایین تری هستند دارای نرخ رشد مصرفی بالاتری نسبت به اقتصادهایی با مصرف سرانه انرژی بالاتر خواهند بود. لذا در طی زمان، اختلاف مصرف سرانه انرژی (شکاف) بین این کشورها کوچک تر شده و از بین می رود. وجود چنین ساختار تئوریک میان کشورها را اصطلاحاً همگرایی از نوع بتا می نامند.

در این پایان نامه به بررسی همگرایی تصادفی، و همگرایی بتا مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک پرداخته می شود.

۱-۲- بیان مسئله

مسئله همگرایی از مدل های رشد نئوکلاسیک - مانند مدل سولو^۱ (۱۹۶۵) - که برپایه فرضیه بازدهی نزولی سرمایه تجدیدپذیر استوار است، بدست آمده است. پیش بینی مدل نئوکلاسیک در ارتباط با همگرایی، در مطالعات تجربی بوسیله دو فرضیه مختلف مورد آزمون قرار می گیرد. اولین فرضیه که فرضیه همگرایی بتا^۲

^۱ Solow

^۲ Beta convergence (β convergence)

نامیده می شود یک ارتباط منفی طی یک دوره مشخص، بین رشد مصرف سرانه انرژی و سطح اولیه مصرف سرانه انرژی در بین مناطق یا کشورهای مختلف را پیش بینی می کند. دومین فرضیه، همگرایی سیگما^۱ نامیده می شود و کاهش پراکندگی در مصرف سرانه انرژی بین مناطق را در طول زمان نشان می دهد (فروغی پور ۱۳۸۵). درضمن وجود همگرایی بتا، همگرایی سیگما را نیز به همراه خواهد داشت (اندرو و همکاران^۲ ۲۰۰۷).

همگرایی تصادفی چنین بیان می کند که شوک های وارده، بر روند مصرف سرانه انرژی در طی زمان اثری موقت داشته و چنین شوک هایی، اگرچه باعث ایجاد نوسان در شیب و روند متغیر می شوند اما این تغییرات موقتی بوده و متغیر، روند طبیعی خود را باز خواهد یافت. به عبارت دیگر همگرایی تصادفی وجود دارد اگر متغیر مورد بررسی مانا باشد (فلاحی و همکاران^۳ ۲۰۰۷). بنابراین اگر اثبات شود که در بلندمدت متغیر مورد بررسی مانا می باشد می توان نتیجه گرفت که همگرایی تصادفی برای این متغیر وجود دارد.

۱-۳- اهمیت و ضرورت تحقیق

ضرورت انجام مطالعه در مورد آزمون همگرایی مصرف سرانه انرژی را می توان در تحلیل نتایج بدست آمده از آن جستجو کرد. نتایجی که در سیاست گذاری کشورها در زمینه پایداری مصرف انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. به طوری که در بحث همگرایی تصادفی، اگر مصرف سرانه انرژی برای کشوری دارای فرآیند مانا باشد، طراحی سیاست های مدیریت تقاضای انرژی اثری موقت داشته و مصرف به روند قبلی خود باز خواهد گشت. یعنی اعمال چنین سیاست هایی بی اثر خواهد بود. در مقابل، اگر مصرف سرانه انرژی کشوری دارای فرآیندی نامانا باشد، هر شوک وارده بر مصرف انرژی و یا اعمال سیاست های عمدی، اثری پایدار خواهد گذاشت. بعلاوه اگر مصرف انرژی شامل ریشه واحد نباشد می توان جهت تخمین (بخصوص در مطالعات مرتبط با مصرف انرژی مانند آلودگی هوا، میزان انتشار آلاینده ها و ...) از رفتارهای گذشته مصرف انرژی برای متغیر مصرف انرژی استفاده کرد (محمدی و رام^۴ ۲۰۱۲).

^۱ Sigma convergence (σ convergence)

^۲ Andrew et al

^۳ Fallahi et al

^۴ Mohammadi and Ram

و در بحث آزمون همگرایی بتا که در میان مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک انجام خواهد شد وجود همگرایی ضعیف، به معنی حاکم شدن الگوی پایدار در مصرف سرانه انرژی این کشورها می باشد و اثبات وجود چنین الگوی پایدار به معنی تداوم نسبت غیرقابل تغییر در مصرف انرژی بین کشورهای پر مصرف و کم مصرف خواهد بود که موضوعی نگران کننده است. از سوی دیگر وجود همگرایی قوی در بین مصرف سرانه انرژی این گروه از کشورها، برای کشورهای کم مصرف به این معنا می باشد که الگوی مصرفی آنها به سرعت در حال نزدیک شدن به الگوی مصرفی کشورهای پر مصرف است و می توانند سیاست های خود را نسبت به آن تنظیم کنند.

نتایج مطالعات انجام گرفته در مورد همگرایی مصرف سرانه انرژی در کشورهای صنعتی و توسعه یافته چنین نشان می دهند که در بخش های انرژی بر، پیشرفت تکنولوژی و در نتیجه افزایش بهره وری و سرایت تدریجی این تکنولوژی در بین کشورها باعث همگرا شدن مصرف سرانه انرژی آنها می شود. از طرفی دیگر این مطالعات، همگرایی مصرف سرانه انرژی بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه را رد می کنند. آگاهی از این تحلیل ها می تواند سیاستگذار را در انتخاب صحیح سیاست ها، جهت رسیدن به مصرف پایدار انرژی که دغدغه اکثر کشورهاست راهنمایی کند.

از این رو بررسی همگرایی در بین مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک ارزشمند می باشد.

۴-۱- اهداف تحقیق

اهداف این تحقیق:

- ✓ بررسی وجود همگرایی تصادفی در بین مصرف سرانه ی انرژی کشورهای عضو اوپک
- ✓ بررسی وجود همگرایی بتا در بین مصرف سرانه ی انرژی کشورهای عضو اوپک می باشند.

۵-۱- فرضیه های تحقیق

- ✓ در بین مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک همگرایی تصادفی وجود دارد.
- ✓ در بین مصرف سرانه انرژی کشورهای عضو اوپک همگرایی بتا وجود دارد.

۱-۶- روش تحقیق

برای بررسی آزمون همگرایی بتا از تابع روند به شکل زیر استفاده می شود:

$$Y_t = \mu + \beta t + u_t \quad (1-1)$$

که در آن Y_t نشانگر شاخص نابرابری متغیر مورد بررسی می باشد. این شاخص را می توان بصورت نسبت مصرف سرانه انرژی هر کشور به میانگین مصرف سرانه انرژی کشورهای گروه تعریف کرد.

همچنین β مبین متوسط نرخ رشد Y_t در طول زمان، μ نشانگر مقدار اولیه Y_t و u_t جز اخلال با میانگین صفر می باشد. در این حالت همگرایی β ادعا می کند که باید کشورهایی با مصرف سرانه انرژی اولیه ی بالاتر، رشد مصرف کندتری نسبت به کشورهایی با مصرف سرانه انرژی پایین تر داشته باشند تا اینکه در بلندمدت به یک سطح همگرا شوند. بنابراین جهت رسیدن به همگرایی، کشوری که دارای مقدار Y_t اولیه ی مثبت می باشد ($\mu > 0$) باید نرخ رشد منفی را تجربه کند ($\beta < 0$) و کشوری با مقدار Y_t اولیه منفی ($\mu < 0$)، نرخ رشد مثبت داشته باشد ($\beta > 0$).

در این مطالعه به طور آشکار در ارتباط با داده های مصرف سرانه انرژی، مهمتر از هر مساله ای به امکان بررسی شکست ساختاری در تابع روند متغیر توجه شده است. پیش تر یکی از دلایل مهمی که باعث رسیدن به نتایج نامطلوب و غیر صحیح در آزمون های همگرایی می شد نادیده گرفتن شکست ساختاری بود اما این مشکل با جایگزینی روش های جدید سری زمانی و روش پانل دیتا و تحلیل های زنجیره ای مارکوف^۱ بجای روش های اقتصادسنجی مبتنی بر داده های مقطعی و استفاده از نتایج بدست آمده از این مطالعات رفع شد و باعث بوجود آمدن روش هایی شد که امکان بررسی شکست ساختاری را نیز میسر می ساخت (فلاحی و همکاران ۱۳۹۰).

¹ Markov Chain

۲ نوع مختلف از این روش ها که در این مطالعه مورد استفاده قرار می گیرند عبارتند از:

مدل ارائه شده توسط پرون و یابو^۱ (۲۰۰۹) که در آن روشی را برای برآورد رابطه ی (۱-۱) ارائه می دهند. نقطه ی قوت این روش نسبت به روش های متداول پیشین این است که نتایج بدست آمده از این روش، صرفنظر از اینکه متغیر سری زمانی (در این مطالعه نابرابری مصرف سرانه انرژی) انباشته از درجه ی صفر ($I(0)$) باشد یا انباشته از درجه ی یک ($I(1)$) حساس نمی باشد و یا به عبارت دیگر مانایی یا نامانایی داده ها، تفاوتی در نتایج آزمون ایجاد نخواهد کرد.

همچنین در این مدل، ابزار لازم جهت تعیین یک نقطه شکست ساختاری، به صورت درون زا فراهم شده است. بنابراین مدل مورد بررسی به شکل زیر درمی آید:

$$Y_t = \mu_1 DU_{1t} + \beta_1 DT_{1t} + \mu_2 DU_{2t} + \beta_2 DT_{2t} + u_t \quad (1-2)$$

که DU و DT نشانگر متغیر های مجازی برای وجود شکست در عرض از مبدا و شیب می باشند. بطوریکه μ_1 و μ_2 به ترتیب برابر عرض از مبدا قبل و بعد از نقطه ی شکست می باشند. همچنین β_1 و β_2 به ترتیب برابر ضرایب شیب متغیر مورد بررسی قبل و بعد از نقطه ی شکست می باشند.

برای بررسی همگرایی تصادفی، آزمون ریشه واحدی توسط لی و استرازیسیچ^۲ (۲۰۰۳) ارائه شده که با لحاظ کردن یک نقطه شکست ساختاری به بررسی همگرایی تصادفی می پردازد و در آن به این مساله توجه می شود که آیا طی یک دوره ی مشخص، شوک های وارده، بر روند متغیر مورد بررسی اثری موقت داشته است و در نهایت متغیر به روند طبیعی قبلی خود باز خواهد گشت یا نه؟

¹ Perron and Yabu (2009)

² Lee and Strazisich (2003)

۷-۱- نمونه آماری تحقیق

مطالعه حاضر به لحاظ هدف، از نوع تحقیق کاربردی و به لحاظ روش تجزیه و تحلیل، از نوع تحقیقات تحلیلی می باشد. آمار و اطلاعات مورد نیاز تحقیق به روش اسنادی یا کتابخانه ای جمع آوری شده اند. نمونه آماری مورد مطالعه، کشورهای عضو اوپک^۱ که شامل ۱۲ کشور ایران، عراق، کویت^۲، عربستان، ونزوئلا، قطر، لیبی، امارات متحده عربی، الجزایر، نیجریه، اکوادور و آنگولا می باشد و با استفاده از داده های سالانه مصرف سرانه انرژی^۳ برای دوره ی زمانی ۲۰۱۱ - ۱۹۷۱ مستخرج از نماگرهای توسعه ی جهانی^۴، انجام می گیرد. درضمن برای انجام آزمون ها از نرم افزارهای Eviews و GAUSS استفاده می شود.

۸-۱- محدودیت های تحقیق

محدودیت تحقیق مربوط به داده های مورد نیاز تحقیق و پیشینه ی تحقیق می باشد. با توجه به اینکه در برآورد مدل، هر چه تعداد داده ها بیشتر باشد نتایج تخمین دقیق تر به دست خواهد آمد بنابراین عدم وجود داده های مربوط به کشور کویت، یکی از محدودیت های اساسی تحقیق است که در صورت موجود بودن آن، توان نتایج بدست آمده را بیشتر می کرد. همچنین بررسی همگرایی مصرف سرانه ی انرژی، موضوع جدیدی می باشد که دارای پیشینه ی محدودی است.

۹-۱- سازماندهی تحقیق

این تحقیق در ۵ فصل سازماندهی شده است. بعد از مرور کلیات تحقیق در فصل اول، در فصل دوم ادبیات تحقیق (مبانی نظری و پیشینه تحقیق) مرور می شود. فصل سوم به معرفی روش شناسی تحقیق و مباحث اقتصادسنجی مورد استفاده در تحقیق اختصاص دارد. در فصل چهارم به برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته های تحقیق می پردازد و سرانجام در فصل پایانی، نتیجه گیری و پیشنهادها ارائه شده است.

^۱ این گروه از کشورها با وجود اینکه از نظر جغرافیایی و جمعیتی بسیار باهم متفاوت می باشند و در آسیا، آفریقا و آمریکای لاتین پراکنده می باشند، اما به لحاظ ساختار اقتصادی دارای یک نقطه ی اشتراک مهم می باشند و آن وابستگی شدید اقتصاد این کشورها به نفت می باشد.
^۲ بخاطر ناقص بودن داده های آماری مصرف سرانه ی انرژی کشور کویت، این کشور از لیست کشورهای مورد بررسی کنار گذاشته شد.

^۳ Per capita energy use (kg of oil equivalent per capita)

^۴ World Bank (2014)

فصل دوم:

ادبیات موضوعی تحقیق

۲-۱- مقدمه

مرور پایه های نظری و مطالعات تجربی در هر زمینه علمی، با توجه به اینکه اساس انتخاب مدل تحقیق می باشد ضرورت هر مطالعه ای است. از این رو در این فصل، نخست به مبانی نظری تحقیق پرداخته می شود و مباحث همگرایی، از جمله همگرایی β شرطی و غیر شرطی و همگرایی تصادفی مورد بحث قرار می گیرد. در ادامه مهم ترین مطالعات صورت گرفته در این زمینه در داخل و خارج از کشور مورد بررسی قرار می گیرد و در آخر به جمع بندی مطالب پرداخته می شود.

۲-۲- مبانی نظری:

۲-۲-۱- همگرایی

مسئله همگرایی از مدل های رشد نئوکلاسیک -مانند مدل سولو^۱ (۱۹۶۵)- که برپایه فرضیه بازدهی نزولی سرمایه تجدیدپذیر استوار است بدست آمده است. این الگو نشان می دهد که چگونه درآمد سرانه هر اقتصاد به سمت حالت پایدار خودش و در شرایطی به سمت درآمد سرانه دیگر اقتصادها همگرا می شود. بعدها بارو و سالایی مارتین^۲ در این مدل با استفاده از فروض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، نزولی بودن بازده نهایی عوامل تولید، فناوری ثابت و برون زا بودن نرخ رشد نیروی کار و پس انداز، نرخ رشد سرمایه سرانه را به صورت زیر در نظر گرفتند:

$$\dot{K} = sf(k) - (n+\delta)k \quad (2-1)$$

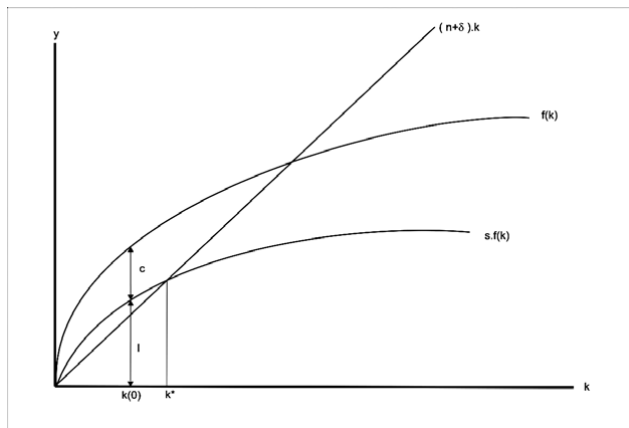
¹ Solow

² Barro and Sala -i- Martin

که در رابطه ی (۲-۱)، k برابر با سرمایه سرانه، s پس انداز، n نرخ رشد جمعیت، δ نرخ استهلاک، $f(k)$ تابع تولید و \dot{K} بیانگر نرخ رشد سرمایه می باشد. حال با مساوی صفر قرار دادن \dot{K} ، می توان سرمایه سرانه در حالت تعادلی را بدست آورد:

$$\dot{K} = 0 \Rightarrow n + \delta = \frac{sf(k^*)}{k^*} \quad (2-2)$$

بارو و سالایی مارتین به این نکته اشاره دارند که اگر گروهی از اقتصادها با ساختار اقتصادی نزدیک به هم وجود داشته باشد در این صورت مقادیر n ، s و δ برای این اقتصادها برابر بوده و در نتیجه در حالت پایدار مقادیر مشابهی برای y و k خواهند داشت (فروغی پور ۱۳۸۵).



نمودار (۲-۱): مدل سولو-سوان

$S_0f(k)$ منحنی پس انداز سرانه و $(n+\delta)k$ منحنی سرمایه گذاری سرانه می باشد. فاصله عمودی بین $f(k)$ و $s_0f(k)$ مصرف سرانه را نشان می دهد. سطح پایدار سرمایه k^* به وسیله ی تقاطع منحنی $s_0f(k)$ با خط $(n+\delta)k$ مشخص می شود که در این نقطه رشد سرمایه سرانه صفر می باشد.

منبع: سولو (۱۹۶۵)

از دهه ی ۱۹۸۰ مساله همگرایی به یکی از مسائل مهم در ادبیات اقتصاد کلان تبدیل شد. به طوری که تا به حال مطالعات بسیار زیادی در این زمینه در سطح دنیا انجام شده است. بر اساس پیش بینی های همگرایی، اقتصادهایی با سطوح پایین درآمدی نسبت به اقتصادهایی با سطوح بالای درآمدی تمایل دارند که با نرخ رشد بیشتری، رشد داشته باشند.

پیش بینی مدل نئوکلاسیک در ارتباط با همگرایی، در مطالعات تجربی بوسیله دو فرضیه مختلف مورد آزمون قرار می گیرد. اولین فرضیه که فرضیه همگرایی بتا^۱ نامیده می شود خود به ۲ نوع همگرایی شرطی^۲ و همگرایی غیرشرطی (مطلق)^۳ تقسیم می شود. در حالت اول ساختار اقتصادی کشورها از همدیگر متفاوت بوده و در آن، هر اقتصاد به سمت سطح پایدار بلند مدت خود میل می کند. بطوریکه هرچه اختلاف بین سطح پایدار بلند مدت با سطح اولیه زیاد باشد سرعت همگرایی بالاتر خواهد بود. و در حالت دوم اقتصادها به سمت حالت پایدار بلند مدت واحدی همگرا می شوند. اما در صورتی این حالت تحقق می یابد که اقتصادها از لحاظ ساختار نزدیک به هم باشند. در نتیجه سطح تعادلی بلند مدت این گروه از اقتصادها مشابه هم بوده و تنها اختلاف موجود، در مقادیر اولیه شان خواهد بود.

فرضیه دوم که فرضیه ی همگرایی سیگما^۴ نامیده می شود در حالتی اتفاق می افتد که پراکندگی در میان درآمد سرانه گروهی از اقتصادها در طی زمان کاهش یابد. در ضمن وجود همگرایی بتا همگرایی سیگما را نیز به همراه دارد.

تعدادی از مطالعات الهام گرفته از کار ابتدایی نلسون و پلاسر (۱۹۸۲)^۵ در مورد آزمون ریشه واحد، نتیجه ی جالبی در مورد رشد و همگرایی متغیرها در پی داشت. آنها دریافتند که در بسیاری از اقتصادها، متغیر مورد بررسی در هر سال به صورت تابع نمایی و با نرخ ۲٪ به سمت مقدار ثابت بلند مدت خود رشد می کند کارهایی مانند (Barro and Sala-i-Martin 1991, Mankiw 1991, 1995). به عبارت دیگر تخمین سرعت همگرایی نتیجه ای را به عنوان یک قانون نانوشته کشف کرد که در آن شکاف بین سطح فعلی و سطوح رشد بطور میانگین ۲٪ در سال کم می شود.

نوع دیگری از همگرایی، همگرایی تصادفی می باشد. همگرایی تصادفی چنین بیان می کند که شوک های وارده، بر روند مصرف سرانه انرژی در طی زمان اثری موقت داشته و چنین شوک هایی اگرچه باعث ایجاد نوسان در شیب و روند متغیر می شوند، اما این تغییرات موقتی بوده و متغیر، روند طبیعی خود را باز

¹ Beta convergence (β convergence)

² Conditional β convergence

³ Absolute β convergence

⁴ Sigma convergence (σ convergence)

⁵ Nelson and Plosser