

پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از
شبکه عصبی GMDH

مجری طرح

محمد رضا لعلی

همکاران طرح

مهدی احراری - محسن والی‌زاده - وحید تقی‌نژاد - فرهاد غفاری

گروه پژوهشی آمارهای اقتصادی

پژوهشکده آمار

بهار ۱۳۸۷

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: کلیات	۳
۱-۱ تعریف مسئله	۳
۲-۱ هدف تحقیق و مشکلات آن	۳
۳-۱ ابزار شبیه‌سازی و روند پیاده‌سازی	۴
۴-۱ نتایج مورد انتظار	۴
فصل دوم: ادبیات موضوع	۵
۱-۲ مقدمه	۵
۲-۲ مروری اجمالی بر مدل‌های نظری رشد	۵
۱-۲-۲ بیان ساده یک مدل رشد اقتصادی	۶
۲-۲-۲ مختصری بر الگوهای رشد اقتصادی	۷
۳-۲ مروری بر مطالعات تجربی	۱۱
۱-۳-۲ مطالعات تجربی بر رشد اقتصادی چند کشور در حال توسعه	۱۲
۲-۳-۲ مطالعات تجربی در زمینه عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران	۲۱
۴-۲ جمع‌بندی	۳۰
فصل سوم: الگوریتم شبکه عصبی از نوع GMDH	۳۳
۱-۳ مقدمه	۳۳
۲-۳ شبکه‌های عصبی مصنوعی	۳۴
۱-۲-۳ روش تخمین شبکه عصبی مصنوعی	۴۱
۳-۳ الگوریتم GMDH	۴۳
۱-۳-۳ مبنای ریاضی الگوریتم GMDH	۴۳

.....	۴۵	مدل سازی سیستم های جزئی ۲-۳-۳
.....	۵۲	شبکه های عصبی GMDH ۴-۳
.....	۵۲	ویژگی های شبکه های عصبی از نوع GMDH ۱-۴-۳
.....	۵۶	طراحی ساختارهای گوناگون برای شبکه های GMDH ۲-۴-۳
.....	۶۰	بررسی میزان دقت پیش بینی ۵-۳
.....	۶۲	آزمون های معنی داری ۶-۳
.....	۶۳	آزمون F ۱-۶-۳
.....	۶۳	آزمون گرنجر- نیولند ۲-۶-۳
.....	۶۴	آزمون دیبولد- ماریانو ۳-۶-۳
.....	۶۵	نتیجه گیری ۷-۳
.....	۶۷	فصل چهارم: نتایج و تحلیل محاسبات
.....	۶۷	۱-۴ مقدمه
.....	۶۸	۲-۴ متغیرهای الگو
.....	۶۸	۳-۴ شبیه سازی با استفاده از الگوریتم GMDH
.....	۶۹	۱-۳-۴ پیاده سازی فرآیند قیاسی در الگوی جامع
.....	۷۵	۲-۳-۴ اثر حذف متغیر از مدل جامع و بررسی الگوهای حاصل
.....	۸۳	۳-۳-۴ استخراج مدل بهینه حاصل از فرآیندهای قیاسی
.....	۸۵	۴-۳-۴ استخراج مدل بهینه حاصل از شبیه سازی شبکه عصبی GMDH
.....	۸۷	۴-۴ تخمین مدل ARIMA و مقایسه آن با مدل بهینه شبکه عصبی GMDH
.....	۸۷	۵-۴ پیش بینی رشد اقتصادی ایران برای سال ۱۳۸۶
.....	۸۸	۶-۴ نتیجه گیری
.....	۹۱	پیوست
.....	۹۳	منابع و مأخذ

مقدمه

یکی از مهمترین ابزارهای آماری در فرآیند برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی، داده‌های حساب‌های ملی می‌باشد. تهیه آمارهای حساب‌های ملی به صورت تفصیلی برای یک دوره یکساله نیازمند زمان و هزینه بسیار است و طبیعی است تأخیر در انتشار نتایج آن، عملاً استفاده بهنگام از این ابزارها را برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی غیرممکن می‌سازد. از این رو در اغلب کشورها متخصصین اقدام به پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی در کوتاه‌مدت (ماهانه، فصلی و سالانه) می‌نمایند که در این میان رشد تولید ناخالص داخلی از مهم‌ترین شاخص‌های اقتصادی مورد توجه آنها می‌باشد.

در این تحقیق ضمن مرور اجمالی بر شناخته‌شده‌ترین تئوری‌های اقتصادی، با استفاده از شبکه عصبی *GMDH* که یکی از انواع جدید مدل‌های شبکه‌های عصبی می‌باشد، رشد محصول ناخالص داخلی ایران الگوسازی و پیش‌بینی شده و سپس قدرت پیش‌بینی این الگوریتم با الگوهای پیش‌بینی اقتصادسنجی مورد مقایسه قرار گرفته است. الگوریتم *GMDH* قابلیت استفاده در موضوعات متنوعی چون کشف روابط، پیش‌بینی، مدل‌سازی سیستم‌ها، بهینه‌سازی و شناخت الگوهای غیرخطی را دارا می‌باشد. نکته حائز اهمیت در این الگوریتم استنتاجی، قابلیت شناسایی و غربال کردن متغیرهای کم‌اثر و ورودی در دوره آموزش شبکه و حذف آنها از روند شبیه‌سازی در دوره آزمون می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان با انجام یک فرآیند قیاسی، در چند مرحله تکرار، متغیرهای کم‌اثرتر را حذف نمود و نهایتاً مدل بهینه برای پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران را بر اساس معیارهای متداول خطا نظیر *RMSE* و *MAPE* و ... بدست آورد. بعلاوه، این الگوریتم قادر به شناسایی و رتبه‌بندی تأثیرگذارترین متغیرها نیز می‌باشد. لذا در این تحقیق، مدل جامعی با ۱۴ متغیر برای پیش‌بینی در نظر گرفته شد و سپس با انجام شبیه‌سازی‌های متعدد، الگوی بهینه پیش‌بینی رشد

اقتصادی ایران بدست آمد. همچنین نتایج بدست آمده حاکی از برتری چشمگیر الگوریتم *GMDH* در مقابل الگوهای رگرسیونی *ARIMA* می باشد.

فصل اول

کلیات

۱-۱ تعریف مسئله

بدون شک یکی از مهم‌ترین ابزارهای سیاست‌گذاران و تحلیل‌گران اقتصادی در برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های کلان اقتصادی آمارهای قابل اطمینان، سازگار و بهنگام است. در این میان داده‌های حساب‌های ملی مهم‌ترین ابزار آماری در فرآیند برنامه‌ریزی‌ها، تحلیل‌ها و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی به‌شمار می‌رود.

تهیه آمارهای حساب‌های ملی به‌صورت تفصیلی برای یک دوره یکساله نیازمند زمان و هزینه بسیار است و طبیعی است تأخیر در انتشار نتایج آن عملاً استفاده بهنگام از ابزارهای فوق را برای برنامه‌ریزان غیرممکن می‌سازد. از این رو یافتن روشی مؤثر و کارا برای پیش‌بینی متغیرهای عمده اقتصادی برای برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران اقتصادی در صحنه کلان بسیار حائز اهمیت و ضروری می‌نماید.

۲-۱ هدف تحقیق و مشکلات آن

هدف از انجام این تحقیق ارائه روشی مناسب برای الگوسازی و پیش‌بینی کوتاه‌مدت رشد محصول ناخالص داخلی که مهم‌ترین شاخص اقتصادی مورد توجه اقتصاددانان است، برای کشور ایران می‌باشد. از آنجایی که متغیرهای تأثیرگذار بر رشد اقتصادی یک کشور به‌خصوص کشور ایران بسیار مختلف و متنوع می‌باشد، توسعه یک الگوی جامع که دربرگیرنده طیف گسترده این متغیرها باشد امری دشوار و حساس به‌نظر می‌رسد. طبیعی است برای نیل به این هدف و غلبه بر مشکلات آن، نیازمند طرح الگوریتمی جامع و استفاده از ابزاری قدرتمند برای پیاده‌سازی آن هستیم.

۳-۱ ابزار شبیه‌سازی و روند پیاده‌سازی

از اوایل دهه ۱۹۹۰ میلادی، با ورود ایده شبکه‌های عصبی در حوزه علوم اقتصادی، و موفقیت کم‌نظیر آنها در پیش‌بینی رشد اقتصادی کشورها، چشم‌انداز نسبتاً مثبتی برای اقتصاددانان و سیاست‌گذاران، به‌منظور پیش‌بینی تولید اقتصادی کشورها، به‌وجود آمده است. از این میان، شبکه‌های عصبی *GMDH* که به‌عنوان یکی از انواع شبکه‌های عصبی محسوب می‌شوند برای سیستم‌های پیچیده با ساختار نامشخص که هدف در آنها بدست آوردن روابط متغیرهای ورودی و خروجی با مراتب بالا می‌باشد، بسیار کارا و ایده‌آل است. در این تحقیق، با بهره‌گیری از یک شبکه عصبی *GMDH* رشد محصول ناخالص داخلی ایران را مورد الگوسازی و پیش‌بینی قرار داده و قدرت پیش‌بینی این الگوریتم را با الگوهای پیش‌بینی اقتصاد سنجی مورد مقایسه قرار می‌دهیم. الگوریتم *GMDH* قابلیت استفاده در موضوعات متنوعی چون کشف روابط، پیش‌بینی، مدل‌سازی سیستم‌ها، بهینه‌سازی و شناخت الگوهای غیرخطی را دارا می‌باشد.

نکته حائز اهمیت در این الگوریتم استنتاجی، قابلیت شناسایی و غربال کردن متغیرهای کم‌اثر ورودی در دوره آموزش شبکه و حذف آنها از روند شبیه‌سازی در دوره آزمون می‌باشد. بدین ترتیب می‌توان با انجام یک فرآیند قیاسی، در چند مرحله تکرار، متغیرهای کم‌اثرتر را حذف نمود و نهایتاً مدل بهینه برای پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران را بر اساس معیارهای متداول خطا نظیر *RMSE* و *MAPE* و ... بدست آورد. بعلاوه، این الگوریتم قادر به شناسایی و رتبه‌بندی تأثیرگذارترین متغیرها نیز می‌باشد.

۴-۱ نتایج مورد انتظار

با به کارگیری رویکرد جدید مورد اشاره، انتظار می‌رود که بتوان الگویی بهینه برای پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران با استفاده از متغیرهای تأثیرگذار مناسب برآورد نمود و نتایج دقیق‌تر، با عملکرد بهتری، رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت را در سال ۱۳۸۶ پیش‌بینی کرد.

فصل دوم

ادبیات موضوع

۱-۲ مقدمه

بررسی علل رشد اقتصادی همواره مورد توجه اقتصاددانان بوده است. این بررسی دارای دو ویژگی است که یکی افزایش شناخت سیاست‌گذاران برای اتخاذ سیاست‌های مناسب اقتصادی و دیگری پیش‌بینی رشد بر اساس الگوهای منتج از مبانی نظری است. بنابراین در ادبیات اقتصادی، بررسی علل رشد اقتصادی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و توجه اقتصاددانان را در مباحث مربوط به رشد به خود معطوف کرده است. مطالعات ابتدایی در توجیه علل رشد اقتصادی عمدتاً بر نقش سرمایه فیزیکی تمرکز داشته است و در مطالعات اخیر، مفهوم سرمایه از محدوده ماشین‌آلات و تجهیزات به محدوده وسیع‌تر سرمایه انسانی و سرمایه اجتماعی گسترش یافته است و مباحث کلاسیک رشد را تکمیل کرده‌اند. در ادامه این فصل تلاش خواهد شد ضمن مروری اجمالی بر شناخته‌شده‌ترین تئوری‌های رشد اقتصادی، براساس مطالعات صورت گرفته مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی ایران تشریح شوند.

۲-۲ مروری اجمالی بر مدل‌های نظری رشد

در این بخش مدل‌های نظری رشد اقتصادی به صورت مختصر مورد بررسی قرار می‌گیرند. این مدل‌ها به صورت عمده به دو دسته مدل‌های نئوکلاسیک و مدل‌های رشد درون‌زا تقسیم می‌شوند. در ادامه، ابتدا بیان ساده‌ای از یک مدل رشد اقتصادی ارائه می‌کنیم و سپس به تشریح مدل‌های نظری می‌پردازیم.

۲-۱ بیان ساده یک مدل رشد اقتصادی

در ادبیات اقتصادی مسیر رشد به چهار مرحله مجزا تفکیک می‌شود. مرحله اول مسیری است که با کاهش بیکاری و تا دستیابی به نقطه اشتغال کامل دنبال می‌شود و قرارگرفتن اقتصاد در این مسیر بر عهده سیاست‌های تثبیت اقتصادی است. مرحله دوم رشد با حرکت از اشتغال کامل به سمت یک مسیر یکنواخت بلندمدت شکل می‌گیرد. مسیر رشد یکنواخت بلندمدت همان روند رشد بلندمدت محصول سرانه نیروی کار است و شیب آن توسط نرخ رشد بهره‌وری نیروی کار مشخص می‌شود. مرحله سوم رشد، حرکت روی مسیر یکنواخت پس از قرارگرفتن اقتصاد روی این مسیر است. چهارمین مرحله رشد، حرکت به طرف مسیرهای یکنواخت بلندمدت بالاتر است. این مرحله نتیجه طبیعی افزایش نرخ پس‌انداز و موجودی سرمایه است. تشخیص اینکه اقتصاد در کدام یک از مراحل مسیر رشد قرار دارد، می‌تواند به تحلیل‌هایی کارآمدتر در این خصوص منجر شود.

سه رابطه تبعی، به‌طور صریح یا ضمنی، در مدل‌های رشد اقتصادی مفروضند که تحت عنوان روابط عرضه نیروی کار، تابع تولید و پس‌انداز- سرمایه‌گذاری تعریف می‌شوند. براساس مشاهدات تاریخی، در مدل‌های رشد، عرضه نیروی کار معمولاً برون‌زا فرض می‌شود و با نرخی معین رشد می‌کند. رابطه اساسی دیگر تابع تولید است که بر پایه آن ارزش تولید وابسته به داده‌های سرمایه و نیروی کار است. در این خصوص غالباً فرض می‌شود که تابع تولید نسبت به سرمایه و نیروی کار همگن و از درجه اول است و از بازدهی ثابت نسبت به مقیاس برخوردار است. رابطه پس‌انداز سرمایه‌گذاری از دیگر روابط اساسی مدل‌های رشد است. از آنجایی که در ادبیات رشد معمولاً مسیر رشد همراه با اشتغال کامل مورد بحث است، معادله تعادل ایستای پس‌انداز- سرمایه‌گذاری، که در آن جمع پس‌انداز و مالیات برابر با جمع سرمایه‌گذاری و مخارج دولت است، محور تحلیل‌ها قرار می‌گیرد.

می‌توان با ترکیب این سه تابع بیان روشنی از فرآیند رشد ارائه کرد. رابطه نیروی کار میزان نیروی کار را در هر زمان تعیین می‌کند. این میزان نیروی کار با موجودی سرمایه‌ای که از شروع دوره جاری در دسترس است ترکیب شده و جریان محصول را از طریق تابع تولید ایجاد می‌کند. در همین حال تابع پس‌انداز- سرمایه‌گذاری بخشی از محصول در دوره جاری را که سرمایه‌گذاری می‌شود تعیین می‌کند. این سرمایه‌گذاری به موجودی سرمایه دوره جاری افزوده می‌شود و موجب افزایش موجودی سرمایه دوره بعد می‌گردد. در دوره بعد این موجودی سرمایه با نیروی کار بیشتری ترکیب شده و سطح بالاتری از محصول را ایجاد می‌کند.

۲-۲-۲ مختصری بر الگوهای رشد اقتصادی

مقاله مؤثر و پیشرو رمزی^۱ در سال ۱۹۲۸ را می‌توان سرآغاز مباحث رشد اقتصادی تلقی کرد. پس از او هارود و دومار اقتصاددانانی بودند که در دهه ۱۹۴۰ میلادی کوشش کردند تا مبانی اقتصاد کینز را با عوامل رشد اقتصادی ترکیب کنند. در الگوی آنان که شکل ساده‌ای از نظریه توزیع درآمد کینز است، دستیابی به تعادل متضمن برابری پس‌انداز خانوارها و سرمایه‌گذاری بنگاه‌هاست. در تحلیل‌های هارود-دومار دو نقش کلیدی برای سرمایه‌گذاری مدنظر است که یکی توسعه ظرفیت‌های تولیدی و دیگری افزایش تقاضای کل است. با توجه به اینکه مکانیزم‌های تأثیرگذاری از ناحیه سرمایه‌گذاری جدید در هر یک از این محورهای آثار مختلفی در اقتصاد بر جای می‌گذارد، باید تعادلی بین ایجاد ظرفیت‌های تولیدی جدید و افزایش تقاضای کل برقرار باشد. بر مبنای این الگو تغییرات تولید یا رشد اقتصادی با تغییرات سرمایه فیزیکی تبیین می‌شود، به گونه‌ای که هر چه تراکم سرمایه فیزیکی در کشوری بیشتر باشد انتظار می‌رود رشد اقتصادی آن بیشتر باشد.

به دنبال توسعه حساب‌های ملی و الگوهای رشد هارود-دومار و دوزنبری، نظریه‌های رشد با کارهای سولو و سووان گسترش یافت. الگوی نئوکلاسیکی سولو نخستین گام بزرگ در فرآیند ساخت مدل ریاضی رشد بوده است. الگوی رشد سولو چارچوب مناسبی برای آغاز مبحث رشد

^۱ Ramsey

اقتصادی است. هر چند در این الگو مکانیزم‌های پیچیده اقتصاد به ساده‌ترین شکل بیان شده‌اند و بسیاری از عوامل مؤثر بر رشد به حساب نیامده‌اند، اما اصول محوری مباحث رشد مورد توجه قرار گرفته‌اند. الگوی رشد سولو با تصریح عرضه و تقاضای اقتصاد در توابعی ساده‌شده شروع می‌شود و در همین چارچوب ادامه می‌یابد.

عرضه کالاها در الگوی سولو براساس تابع تولیدی تعیین می‌شود که وابسته به عوامل سرمایه و نیروی کار است. این تابع تولید دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است، بدین معنی که افزایش سرمایه و نیروی کار با ضریبی مشخص سبب افزایش تولید به همان میزان می‌شود. در این الگو با تبدیلاتی که بر اساس ویژگی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس انجام می‌شود، تابع تولید به صورت تابعی از سرمایه سرانه نیروی کار نشان داده می‌شود. این تابع نشان می‌دهد که چگونه سرمایه سرانه نیروی کار مقدار تولید سرانه نیروی کار را تعیین می‌کند. شیب چنین تابعی برابر با تولید نهایی سرمایه است و منحنی تولید نهایی در این حالت نزولی است.

تقاضا برای کالاها در این الگو به مصرف و سرمایه‌گذاری تفکیک می‌شود و بر این اساس و با لحاظ فروضی ساده‌کننده نتیجه‌گیری می‌شود که مصرف و سرمایه‌گذاری رابطه‌ای تناسبی با درآمد دارند. از آنجایی که در این الگو سرمایه‌گذاری با پس‌انداز برابر است، نرخ پس‌انداز کسری از تولید است که به سرمایه‌گذاری اختصاص می‌یابد.

در چارچوب این بحث، از یک سو سرمایه‌گذاری به انباشت سرمایه و افزایش موجودی سرمایه منجر می‌شود و از سوی دیگر در طول زمان استهلاک سرمایه سبب کاهش موجودی سرمایه می‌گردد. هرچه موجودی سرمایه اولیه بیشتر باشد مقدار تولید و سرمایه‌گذاری بیشتر است و در عین حال مقدار استهلاک بیشتر خواهد بود. سطحی از موجودی سرمایه که در آن سرمایه‌گذاری و استهلاک برابر می‌شوند به عنوان سطح پایدار موجودی سرمایه شناخته می‌شود. این سطح یا وضع پایدار نشان‌دهنده تعادل سیستم اقتصادی در بلندمدت است. صرف‌نظر از حجم سرمایه‌ای که اقتصاد با آن شروع به کار می‌کند، مکانیزم‌های موجود در الگو سبب می‌شوند تا سرانجام وضع پایدار برقرار شود.

افزایش نرخ پس انداز سبب می شود تا میزان سرمایه گذاری از مقدار استهلاک بیشتر شود و در سطح پایدار جدید میزان موجودی سرمایه و تولید نسبت به قبل افزایش یابد. الگوی سولو مؤید این مطلب است که عامل اصلی و تعیین کننده سطح پایدار موجودی سرمایه، نرخ پس انداز است. نرخ پس انداز بالا، موجودی سرمایه و سطح تولید بالایی را سبب خواهد شد. بنابراین پس انداز بیشتر سبب افزایش رشد اقتصادی در کوتاه مدت خواهد شد. استمرار رشد بالای اقتصادی مستلزم آن است که نرخ پس انداز به طور مستمر افزایش یابد. بر این اساس اقتصاد نمی تواند همواره نرخ بالایی از رشد را تجربه کند. در این الگو برای توجیه رشد مستمر اقتصادی منابع رشد دیگری که رشد جمعیت و پیشرفت تکنولوژی هستند معرفی می شوند.

رشد جمعیت در این الگو از این جهت که مقدار کالاهای سرمایه ای را به تعداد بیشتری از نیروی کار اختصاص می دهد، باعث کاهش سرمایه سرانه هر کارگر می شود. در یک وضع پایدار اثر مثبت سرمایه گذاری بر موجودی سرمایه به گونه ای است که با مجموع آثار منفی استهلاک و رشد جمعیت برابر می شود. در این شرایط رشد جمعیت می تواند رشد مستمر کل تولید را توجیه کند، اما رشد بالای جمعیت تأمین میزان سرمایه گذاری برای ثابت نگاه داشتن سرمایه سرانه نیروی کار را با مشکل مواجه خواهد کرد و اگر این میزان از سرمایه گذاری تأمین نشود سطح درآمد سرانه نیروی کار کاهش می یابد.

در الگوی سولو پیشرفت تکنولوژی از دیگر عوامل تأثیرگذار بر رشد اقتصادی است. پیشرفت تکنولوژی در ساده ترین شکل باعث می شود تا کارایی نیروی کار با نرخی ثابت افزایش یابد و از این رو تولید سرانه نیروی کار افزایش پیدا کند. از این نظر پیشرفت تکنولوژی افزایش توأم تولید کل و سطح زندگی را توجیه می کند.

مشکل اساسی الگوی رشد نئوکلاسیکی آن است که تا حدود زیادی انتزاعی است و از توان لازم برای توضیح شرایط واقعی برخوردار نیست. براساس این الگو نمی توان به درستی علل تفاوت نرخ های رشد بلندمدت بین کشورهای مختلف را تحلیل کرد. اصولاً در این الگو پیشرفت های فنی تبیین نمی شود و تفاوت فناوری بین کشورها لحاظ نمی گردد.

در پاسخ به کاستی‌های الگوی رشد نئوکلاسیکی، الگوهایی طراحی شد که در آنها رشد یکنواخت می‌تواند به‌طور درون‌زا تحقق یابد. در این الگوها نرخ رشد یکنواخت به پارامترهایی از قبیل تابع مطلوبیت و تابع تولید بستگی دارد. در این مدل‌ها رشد اقتصادی براساس مجموعه‌ای از ساز و کارهای درونی اقتصادی مانند توسعه سرمایه انسانی، ارتقاء بهره‌وری، تحقیق و توسعه و هزینه‌های با کیفیت دولت شکل می‌گیرد. ویژگی اصلی مدل‌های رشد درون‌زا فقدان بازدهی‌های نزولی نسبت به نهاده‌هایی است که می‌توانند انباشت شوند. این ویژگی سبب می‌شود که رشد به‌طور مستمر تحقق یابد.

ساده‌ترین مدل رشد درون‌زا را می‌توان مدل رشد درون‌زای محدب ربلو (۱۹۹۰)^۱ دانست. در این مدل فرض می‌شود که تابع تولید دارای بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است و برابر با حاصل ضرب مقداری ثابت در سرمایه کل است. سرمایه کل در این مدل نه تنها شامل سرمایه فیزیکی است بلکه سرمایه انسانی، موجودی علم و دانش و انواع دیگر سرمایه مانند سرمایه مالی را نیز دربر می‌گیرد. براساس این تابع و مبانی پیشینه‌سازی مطلوبیت مصرف‌کنندگان، نرخ رشد اقتصادی به‌صورت تابعی از مقدار ثابت در تابع تولید، نرخ ترجیحات زمانی، کشش مطلوبیت نهایی مصرف و نرخ استهلاک تعریف می‌شود. مقادیر کوچک‌تر نرخ ترجیحات زمانی و کشش مطلوبیت نهایی، که میل به پس‌انداز را افزایش می‌دهند، رشد سرانه بالاتری را سبب می‌شوند. همچنین افزایش در مقدار ثابت تابع تولید باعث افزایش تولید نهایی و نرخ رشد اقتصادی می‌شود. الگوی دیگر رشد درون‌زا بر انباشت سرمایه انسانی (لوکاس ۱۹۸۸) تأکید می‌کند. در این الگو سرمایه فیزیکی و سرمایه انسانی به‌طور مشخص تفکیک شده و هر دو در تابع تولید وارد می‌شوند. بر اساس این الگو آموزش نیروی انسانی می‌تواند کیفیت سرمایه انسانی را ارتقاء دهد و قید بازدهی نزولی را کمرنگ کند. علاوه بر این سرمایه انسانی از طریق تحصیل و کسب مهارت می‌تواند انباشت شود. با توجه به این‌که افراد یک جریان مصرف را انتخاب و یک تابع مطلوبیت را

^۱ Reblo

حداکثر می‌کنند و با استفاده از بهینه‌سازی پویا نتایجی مشابه الگوی رشد درون‌زای محدب بدست می‌آید، با این تفاوت که در تابع نرخ رشد پارامتر بهره‌وری دانش جایگزین مقدار ثابت تابع تولید در الگوی رشد درون‌زای محدب می‌شود، همچنین در فقدان پیشرفت‌های فنی برونزا، نرخ رشد بلندمدت توسط پارامتر انباشت سرمایه انسانی توضیح داده می‌شود.

الگوی رشد درون‌زا با تأکید بر تحقیق و توسعه از دیگر الگوهای این حوزه بشمار می‌رود. تحقیق و توسعه از دو راه می‌تواند به رشد اقتصادی کمک کند. اول آنکه تحقیق و توسعه امکان تولید کالاهای سرمایه‌ای کارآمدتری را فراهم می‌کند و دوم آنکه باعث اثرات جانبی در موجودی علم و دانش می‌شود. موجودی بیشتر علم و دانش به نوبه خود باعث کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه می‌گردد. بنابراین می‌توان گفت که به‌وجود آمدن اثرات جانبی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه، سبب ایجاد بازدهی ثابت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه خواهد شد (درگاهی و قدیری ۱۳۸۲).

امتیاز الگوهای رشد درون‌زا آن است که فرآیند رشد اقتصادی را توسط مجموعه‌ای از ساز و کارهای درونی اقتصاد توضیح می‌دهند، اما دو مشکل منطقی در این الگوها وجود دارد، اول آن‌که رشد مستمر و بدون محدودیت در الگوی رشد لوکاس مستلزم افزایش بدون محدودیت سرمایه انسانی است که فرضی معقول به‌نظر نمی‌رسد. اشکال دوم وجود فرض بازده نسبت به مقیاس دقیقاً ثابت در بعضی از این الگوهاست.

۲-۳ مروری بر مطالعات تجربی

پس از مرور اجمالی مدل‌های استاندارد رشد، اکنون به بررسی مطالعات تجربی در زمینه عوامل مؤثر در رشد اقتصادی می‌پردازیم. باید توجه داشت که در کنار مباحث نظری رشد اقتصادی، مطالعات تجربی نیز همواره مورد توجه اقتصاددانان بوده است. این مطالعات هر چند در چارچوب مباحث نظری انجام گرفته‌اند، اما خود معیار درستی این مباحث بوده‌اند و به توسعه نظریات رشد کمک کرده‌اند. در مطالعات تجربی رشد، متغیرهای بسیاری برای توضیح رشد

اقتصادی در نظر گرفته شده‌اند که اغلب آنها مرتبط با میزان بازبودن اقتصاد، نقش دولت در اقتصاد، و شرایط سیاسی و اجتماعی کشورها هستند. در ادامه ابتدا به بررسی مطالعات اخیر انجام گرفته بر روی چندین کشور در حال توسعه پرداخته و سپس مطالعات اخیر انجام گرفته در خصوص کشور ایران را بیان می‌کنیم.

۲-۳-۱ مطالعات تجربی بر رشد اقتصادی چند کشور در حال توسعه

در این قسمت به بررسی مطالعات صورت گرفته بر روی کشورهای ونزوئلا، عربستان سعودی و کشورهای آسیای غربی می‌پردازیم.

۲-۳-۱-۱ بررسی رشد اقتصادی ونزوئلا

در دهه ۱۹۲۰ میلادی با آغاز استخراج صنعتی نفت در ونزوئلا، اقتصاد این کشور به این ماده حیاتی وابستگی شدیدی پیدا کرد به طوری که این ماده نقش تأثیرگذاری در تولید ناخالص ملی ونزوئلا گذاشت. از آن پس، رشد اقتصادی ونزوئلا همواره وابسته به دو عامل ظرفیت تولید و نوسانات قیمت نفت بوده است. این عوامل به طور مستقیم بر روی برنامه‌ریزی مخارج عمومی اثرگذار بوده است. تأثیر نوسانات قیمت نفت به این صورت است که با افزایش قیمت، سطح حساب‌های مالی افزایش یافته و با کاهش آن سطح این حساب‌ها نیز کاهش می‌یابد که منجر به ایجاد ناپایداری در GDP کشور می‌شود. عوامل دیگری نیز در کنار دو عامل مذکور، باعث ایجاد عدم قطعیت در پیش‌بینی تغییرات GDP می‌شود که از آن جمله می‌توان به بحران‌های سیاسی، تغییرات نرخ بهره، تورم، کاهش ارزش پول، کنترل سرمایه و شاخص‌های اقتصادی اشاره نمود. طبعاً این عوامل باعث ایجاد محیطی ناپایدار و نامناسب برای سرمایه‌گذاری مطمئن می‌شود.

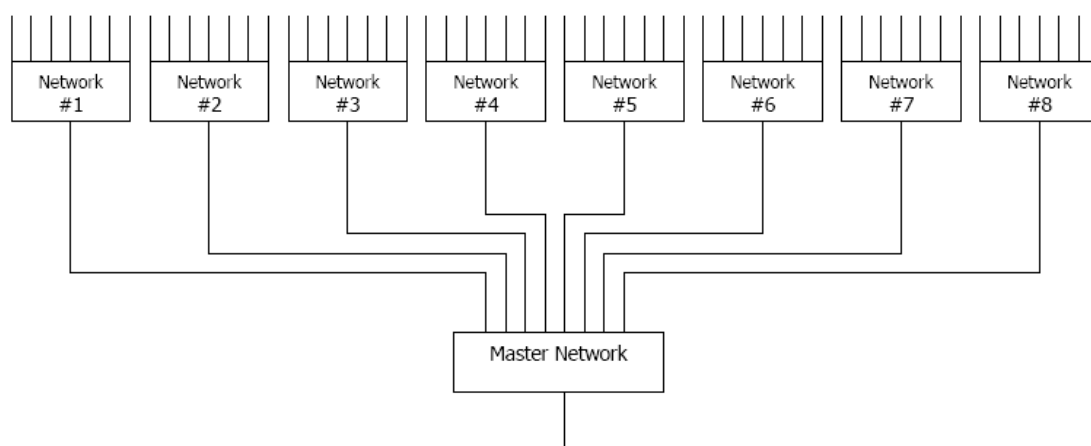
برای رفع این مشکل بانک مرکزی ونزوئلا یک شاخص ماهیانه برای رشد اقتصادی کشور در ماه تعریف و محاسبه می‌کند که به‌عنوان یک تخمین ماهیانه از GDP محسوب می‌شود. به این طریق، مسئولین اقتصادی کشور و سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی، می‌توانند تخمین ماهیانه از وضعیت اقتصادی کشور بدست آورند و لذا تصمیم‌گیری‌های مطمئن‌تری در حوزه اقتصاد کشور و

سرمایه‌گذاری اتخاذ نمایند. پیش‌بینی این شاخص ماهیانه از طریق رگرسیون خطی موفقیت‌آمیز نبوده است. کستانزو و دیگران (۲۰۰۴) با استفاده از یک نگرش غیرخطی به پیش‌بینی این شاخص پرداخته‌اند. در این راستا، از یک مدل شبکه عصبی برای پیش‌بینی شاخص ماهیانه استفاده شده است. دوره تخمین از داده‌های موجود از ماه ژانویه ۱۹۹۲ تا ماه دسامبر ۱۹۹۹، و دوره ارزیابی از ژانویه ۲۰۰۰ تا دسامبر ۲۰۰۳ بوده است. ساختار شبکه عصبی به‌کار رفته در این تحقیق از نوع گروهی بوده که یک شبکه اصلی و هشت شبکه فرعی دارد. برای بدست آوردن این شاخص ماهیانه، بانک مرکزی ونزوئلا، تعدادی از شاخص‌های مرتبط را که نشان‌دهنده سطح فعالیت‌های اقتصادی هستند انتخاب کرده است. از آنجایی که برخی از این شاخص‌ها تنها در طول مدت یکسال معنی‌دار هستند، لذا آنها در تخمین شاخص ماهیانه در نظر گرفته نشدند. عوامل تشکیل‌دهنده GDP ونزوئلا همراه با وزن هر یک در جدول ۱-۱ آورده شده است. این عوامل در مجموع ۸۰٪ از GDP این کشور را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱-۲: عوامل تشکیل‌دهنده GDP ونزوئلا همراه با وزن آنها

عامل	وزن (%)
نفت	۲۰/۹
معادن	۰/۸
تولید کارخانه‌ای بخش خصوصی	۱۰/۵
انرژی و آب	۱/۵
ساخت و ساز	۵/۲
تجارت	۱۱/۷
نهادهای مالی و شرکت‌های بیمه	۲/۳
املاک و مستغلات	۶/۸
خدمات حرفه‌ای	۳/۳
خدمات اجتماعی و خصوصی	۹/۶
حقوق واردات	۷/۴
مجموع	۸۰

ساختار شبکه عصبی به کار رفته به صورت شکل ۱-۲ می باشد. این مدل از یک شبکه اصلی و هشت شبکه فرعی تشکیل شده است. روند کار به این صورت است که ابتدا هر یک از شبکه های فرعی با استفاده از ورودی های خاص خودشان یک تخمین اولیه از شاخص ماهیانه بدست می آورند و سپس به وسیله شبکه اصلی شاخص ماهیانه نهایی محاسبه می گردد.



شکل ۱-۲: ساختار شبکه عصبی به کار رفته در کستانزو و دیگران (۲۰۰۴)

ورودی های این شبکه عبارتند از:

- مصرف انرژی بر حسب گیگاوات ساعت
- شاخص سهام کاراکاس
- نرخ وام
- نفت خام سفید
- شاخص قیمتی مصرف کننده
- شاخص S&P ۵۰۰
- Treasury Bill (T-bill) اوراق قرضه کوتاه مدت ۹۰ روزه
- قیمت طلا
- قیمت مس
- نرخ برابری دلار در برابر یورو
- شاخص کالا و خدمات
- شاخص داو جونز