الگوی پویای لئونتیف و تئوری رشد درون‌زا[*]

نویسندگان: هانیس دی کورتس
نری سالوادوری[**]
مترجم: محمد آسیائی[***]

مقدمه

پس از یک دهه فراموشی، سالهای اخیر شاهد تجدید حیات عمده‌ای در تئوری رشد اقتصادی بوده است، و جمع بندی آخرین تحولات تئوری جدید رشد را می‌توان در کارهای بارو و سالائی مارتین [1] (۱۹۹۵) و آگهیون و هایویت [2] (۱۹۹۸) ملاحظه کرد. چون در الگوهایی که در نوشته‌های اقتصادی با اهمیت تلقی می‌شوند، و مغایر الگوی رشد رابرت سولو [3] (۱۹۵۶) هستند، نرخ رشد پایدار به طور درون‌زا تعیین می‌شود، این الگوها به الگوهای رشد "درون‌زا" معروف شده‌اند. بلافاصله پس از چاپ مقالات رومر [4] (۱۹۸۴) و لوکاس [5] (۱۹۸۸) که حجم عظیمی از مطالب مربوط به رشد را به دنبال داشت، هیجان قابل ملاحظه‌ای نسبت به نوآوری‌های اساسی موجود در این نوشته‌ها مشاهده شد. اما بتدریج این هیجانات فروکش کرد و ارزیابی جدی نتیجه‌گیری‌های تئوری رشد"نوین" آغاز شد، و به این نکته اشاره شده است، که بخش زیادی از عقاید عنوان شده (اگر نه تمام آنها) از مدت‌ها پیش شناخته شده بود، و نیز این که قبل از تئوری‌های جدید، تئوری هایی وجود داشتند که با معیار "درون‌زا بودن" مربوط به اقتصاد رشد آن دوره مطابقت داشتند. این معیار می‌گوید که رشد دراز مدت به جای این که از طریق برخی متغیرهای برون‌زا معین شود. "در درون خود الگو " محاسبه می‌شود (بارو و سالائی مارتین، صفحه ۳۸). برای مثال، تئوری

---

* این مقاله در دوازدهمین کنفرانس بین المللی روش‌های داده ـ ستانده، در نیویورک ۱۸ تا ۱۲ ماه می۱۹۹۸، ارایه شده است.

**. Heinz D,. Kurz, Department of Economics, University of Groz, Austia; Nari Salvadori, Department of Economics, University of Pisa, Italy,

***. عضو هیأت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی.

1- Barro and Sala-i-Martin
2- Aghion and Howitt
3- Robert Solow
4- Romer
5- Lucus

انباشت سرمایه و رشد اقتصادی اقتصاد کلاسیک از آدام اسمیت تا دیوید ریکاردو و تئوری تعمیم یافته تولید مجدد کارل مارکس و نیز الگوی رشد جان فون نویمن[1] همگی با معیار رشد درون‌زا مطابقت دارند (برای نمونه مراجعه شود به کورتس و سالوادوری ۱۹۹۷، a ۱۹۹۸، ۱۹۹۸b)

در این مقاله کوتاه می‌خواهیم نشان دهیم که الگوی پویای داده ـ ستانده واسیلی لئونتیف نیز می‌تواند به عنوان همان الگوی تئوری رشد درون‌زاتفسیر شود. در حقیقت در مقاله حاضر نشان می‌دهیم که این الگو مؤید ویژگی تعریف شده این تئوری است، به این معنی که نرخ رشد بلند مدت در درون خود نظام تعیین می‌شود (به علت تغییرات پس اندازو مصرف عاملان اقتصادی یا به علت حداکثر سازی نوعی تابع هدف توسط برنامه ریز یا سیاست‌گذار).

طبقه بندی مقاله حاضر:

در بخش ۲ می‌پردازیم به خلاصه‌ای از ویژگی‌های الگوی پویای داده ـ ستانده لئونتیف. در بخش ۳ نوع ویژه‌ای از این الگو را ارایه می‌دهیم که مربوط است به تجزیه و تحلیل آثار انواع توابع هدف معین که باید حداکثر شوند. یک ویژگی خاص از الگو که در اینجا مورد بحث قرار گرفته این است که فرایند مصرف نیروی کار و باز تولید نیروی کار به عنوان بخشی از ماتریس لئونتیف به حساب آمده است، که نمودی از بسته بودن الگو تلقی می‌شود. این فرض به منظور فراهم کردن زمینه‌ای است که برای تحلیل بخش چهار، که در آن الگوی پویای لئونتیف با الگوی خطی جدید رشد درون‌زا مقایسه می‌شود، و سپس نشان داده می‌شود الگوی پویای لئونتیف، اگر با دقت بررسی شود، در حقیقت می‌تواند به عنوان یک الگوی رشد درون‌زا در نظر گرفته شود. بخش ۵ شامل پاره‌ای نتایج است.

۲ـ خلاصه‌ای از الگوی پویای لئونتیف

وقتی وقفه‌های زمانی یا تغییرات زمانی وابستگی‌های بخشی را در الگوی ایستا ملحوظ می‌کنیم به الگوی پویا می‌رسیم. آنچه در اینجا مورد توجه قرار می‌گیرد روابط اساسی بین موجودی کالاهای سرمایه‌ای با دوام تولید و جریان مواد نهاده و جریان ستانده‌ها است. در الگوهای ایستای داده ـ ستانده، بردار تقاضای نهایی نه فقط شامل کالاهای مصرفی، بلکه شامل کالاهای سرمایه‌ای نیز می‌شود، یعنی، موجودی اقلام سرمایه ثابت نظیر ساختمان‌ها، ماشین آلات، ابزار و غیره را نیز در بر می‌گیرد، اما در الگوهای پویای داده ـ ستانده، تقاضای سرمایه گذاری نمی‌تواند از خارج از الگو معین شود، بلکه لازم است در درون الگو توضیح داده شود. روش تحلیل ما به صورت زیر است: با معین بودن سطح فن‌آوری مورد استفاده، به منظور گسترش ظرفیت تولیدی متناسب با گسترش میزان تولید مورد تقاضا، موجودی کالاهای سرمایه‌ای با دوام از نظر

1- J.Von. Neumann

فنی مورد نیاز است. الگوی پویای ساده به صورت زیر است:

$$X_t^T(I-A)-(X_{t+1}^T-X_t^T)B=Y_t^T$$

که در آن I ماتریس واحد n*n است، A ماتریس جریان جاری معمول (شامل فرسودگی کالاهای سرمایه‌ای ثابت یا استهلاک) می‌باشد، B ماتریس مربع ضرایب سرمایه ثابت است، X بردار محصول کل و Y بردار تقاضای نهایی، به جز سرمایه گذاری سرمایه ثابت، و t مربوط به دوره زمانی است. در این روش تاکید بر این است که زمان به صورت متغیر ناپیوسته در نظر گرفته شود. ضریب b_{ij} معرف موجودی محصولات صنعت j مورد نیاز به ازای یک واحد ظرفیت تولیدی صنعت i است و لذا نرخ جریان ـ ذخیره است. مسیر زمانی تمام n جزء تقاضای نهایی، Y_t ,$(t=1,2,...)$ و هم‌چنین سطوح تمام تولیدات در نقطه اولیه زمان، $\overline{X}$، معین فرض می‌شود. بنابراین سیستمی داریم متضمن n معادله تفاضلی. نقص عمده الگوی ساده‌ای که در اینجا ارایه شده این است که با یک روند زمانی اختیاری برای تقاضای نهایی و مقادیر اولیه داده شده نمی‌توان تضمین کرد که جواب الگو همواره دارای میزان تولید غیر منفی باشد. موضوعی که ارتباط نزدیک با این امر دارد نارسایی الگو در مورد وضعیتهایی است که در آن یک یا چند صنعت، ظرفیت تولیدی خود را به طور کامل به کار نمی‌برند، و به همین دلیل ظرفیت اضافی نشان می‌دهد. همان طوری که خود لئونتیف تاکید می‌کند: "ضمن قبول نقش اساسی که مجموعه‌ای‌کامل از ضرایب سرمایه (علاوه بر یک مجموعه کامل ضرایب داده‌های جاری) در توصیف تفصیلی چارچوب اساسی یک اقتصاد معین ایفا می‌کند، باید بدانیم که چنین مجموعه معادلات تفاضلی برای توصیف و پیش بینی فرایند واقعی توسعه و تغییرات اقتصادی، ابزاری بسیار انعطاف پذیراست. "(لئونتیف ۱۹۸۷، صفحه ۸۶۳).

این نکته‌ای مطمئناً معتبر است. برای این که این الگو در اقتصاد کاربردی مفید باشد، باید آن را اندکی تعدیل کرد[1]. اما این امر به این معنی نیست که کاربردهای اساسی وجود نداشته باشند که در آن الگوی لئونتیف نتواند به کار رود. در این مقاله نشان خواهیم داد که چگونه این الگو برای توصیف یک مدل چند بخشی، بالقوه دارای همان ویژگیهای الگوی درون‌زا است. برای این منظور شکل ساده شده‌ای از الگوی پویای لئونتیف را به کار خواهیم برد، و تمام اقلام سرمایه ثابت و لذا ماتریس B را کنار می‌گذاریم. فقط گردش کالای سرمایه‌ای در سیستم وجود خواهد داشت؛ ماتریس جریان جاری را با A نشان می‌دهیم. توجه شود که A شامل مقادیر استهلاک ابزار بادوام تولید نیست، زیرا چنین ابزاری وجود ندارد. البته

۱- برای نمونه رجوع شود به انطباق الگو جهت مطالعه اثرات انتشار فن‌آوری‌های جدید بر اشتغال در کارهای لئونتیف و درچین (۱۹۸۳) و کالماک و کورتس (۱۹۹۲).

دخالت دادن سرمایه ثابت در الگو مشکل نخواهد بود، اما به منظور حل مسأله استهلاک لازم است که یک الگوی قیمت ساخته شود. بدون چنین الگویی و تبیین نظری مساله انتخاب روندهای بهینه کاربرد و طول عمرهای بهینه اقلام سرمایه ثابت، مسأله استهلاک نمی‌تواند به طور سازگاری حل شود. توسل به روشهای ساختگی و دور از واقعیت به هیچ وجه کمکی به حل مسأله استهلاک نمی‌کند.

قصد ما در این مقاله این است که رابطه‌ای برقرار کنیم بین شکل ساده شده‌ای از الگوی پویای داده ـ ستانده (که در بخش سوم توصیف شده) و برخی از الگوهای جدید رشد.

۳ـ رشد درون‌زا و الگوی پویای لئونتیف

$$X_t^T \geq X_{t+1}^T A + a_t d^T \qquad (1)$$

که در آن d بردار کالاهای مصرفی و a ضریب عددی است. A ماتریس لئونتیف است، لکن برخلاف فرمول بندی معمول، الگوی باز لئونتیف شامل یک بخش (یک سطر) است که معرف مصرف نیروی کار می‌باشد و فرض می‌شود به طور همزمان نشان دهنده تولید نیروی کار بوسیله کالاها و نیروی کار است، و برخلاف فرمول بندی معمول الگوی بسته لئونتیف شامل مصرف صاحبان سرمایه نیست. بنابراین بردار مصرف d در زیر به صورت تمام اعضای جامعه به جز نیروی کار تفسیر خواهد شد. در بخش چهار فرض خواهیم کرد اینان همان صاحبان سرمایه هستند که در آمد شان به صورت سود (یا بهره) می‌باشد و بخشی از درآمد خود را صرف کالاهای مصرفی می‌کنند (متناسب با بردار d، یعنی تمام کالاها مکمل کامل فرض می‌شوند) و بخش دیگر را پس‌انداز و سرمایه گذاری می‌کنند. باید اشاره شود که این روش شبیه روش اقتصاددانان کلاسیک است از آدام اسمیت تا دیوید ریکاردو، که فرض می‌کردند نیروی کار در درون خود سیستم ایجاد می‌شود و متناسب با نیازهای انباشت سرمایه تعدیل می‌شود. ساده‌ترین فرض را که ممکن بود و در اینجا از آن استفاده کرده‌ایم، این است که هر اندازه نیروی کار مورد نیاز باشد، با هزینه واحد معین که معادل دستمزد حقیقی است، در دسترس می‌باشد.

در این مفهوم نیروی کار به عنوان یک عامل قابل تولید در نظر گرفته می‌شود. همان طوری که در بخش ۴ خواهیم دید، این فرض به این دلیل مطرح می‌شود که در نوشته‌های مربوط به رشد "نوین "کاری شبیه این امر انجام شده است: در آنجا فرض شده است که نیروی کار می‌تواند تحت نام "سرمایه انسانی" آورده شود یا "سرمایه انسانی" جانشین نیروی کار شود. یعنی به عنوان عاملی باشد که در فرآیند تولید می‌تواند باز تولید و انباشت شود. در حقیقت در این نوشته‌ها، یکی از "ابزارهایی "که از طریق آن راه برای رشد دائمی هموار می‌شود حذف تمام عوامل ذخیره شدنی از مدل است.

تا زمانی که aها تعیین نشوند الگوی ما معین نخواهد بود و ما می‌دانیم کدامیک از نامعادلات ضعیف به صورت معادله عمل می‌کنند. یک راه عادی برای معین کردن الگو این است که فرض کنیم برنامه ریز یا

سیاستگزار تابع هدف راه برای هر دوره ثابت نگاه می‌دارد، یعنی $F(a_t, t)$ به گونه‌ای است که می‌توان تابع $\sum_{t=0} F(a_t,t)$ را با توجه به محدودیت (۱) حداکثر کرد، که در آن X_t برای هر t غیر منفی است، و $\overline{X}(>0), X_0 \leq \overline{X}$ بردار موجودی کالاهای در دسترس در ابتدای زمان مورد نظر می‌باشد.

ابتدا دو مثال ساده را در نظر می‌گیریم، این مثال‌ها مقدمه‌ای هستند برای مثال سوم که زمینه را برای مقایسه با برخی از الگوهای رشد "نوین" فراهم می‌کند.

مثال ۱: در مثال اول فرض می‌شود سیاست‌گذار توجه خود را منحصراً روی مصرف در زمان θ متمرکز می‌کند. روشن است که این سیاستی خواهد بود که می‌تواند مصداق ضرب المثلی باشد که می‌گوید "از ما که گذشت دیگر مهم نیست چه پیش می‌آید"[1] هدف این مثال صرفاً برای درک بهتر این مطلب است. در این مورد داریم:

$$\sum_{t=0}^{\infty} F(a_t,t) = a_\theta$$

و لذا مسأله‌ای که باید حل شود عبارتست از:

$$Max \quad a_\theta$$

$$S.to \qquad X_t^T \geq X_{t+1}^T A + a_t d^T \qquad (۲)$$

$$X_t \geq 0 \quad , \quad a_t \geq 0 \quad , \quad X_0 \leq \overline{X}$$

به سادگی می‌توان دریافت که $a\theta$ به عنوان جواب مسأله زیر می‌تواند تعیین شود.

$$Max \quad a_\theta$$

$$S.to \qquad a_\theta d^T A^\theta \leq \overline{X}$$

$$a_\theta \geq 0$$

۱- "apres moile deluge" که گفتهٔ خودخواهانه‌ای است و منسوب است به لوئی پانزدهم. می‌گویند که وقتی لوئی پانزدهم در یکی از جنگها شکست خورد برای رفع ناراحتی و آرام کردن او مادام پمپادور (از نزدیکان او) برای دلداری او این اصطلاح را تکرار می‌کرد.

بنابراین:

$$a_\theta = \left[\operatorname*{Max}_i \frac{d^T A^\theta e_i}{\overline{X}^T e_i} \right]^{-1}$$

پس جواب مسأله (۲) به صورت زیر کامل می‌شود.

$$X_t = a_\theta d^T A^{\theta - t} \qquad 0 \le t \le \theta$$

$$a_t = 0 \qquad t \neq \theta$$

$$X_t = 0 \qquad t > \theta$$

مثال ۲: مثال دوم همانند مثال توصیف شده اول می‌باشد لکن اندکی غیر عادی است. اکنون عمل سیاست‌گذار روی مصرف در دو زمان مختلف متمرکز است که درآن ضرایب متفاوتی برای دو سطح مصرف قائل می‌شود:

$$\sum_{t=0}^{\infty} f(a_t, t) = \psi a_\theta + (1-\psi) a_\tau$$

بنابراین مسأله به صورت زیر در می‌آید:

$$\begin{aligned} &Max && \psi a_\theta + (1-\psi) a_\tau \\ &S.to && X_t^T \ge X_{t+1}^T A + a_t d^T \end{aligned} \qquad (3)$$

$$X_t \ge 0 \quad , \quad a_t \ge 0 \,, X_0 \le \overline{X}$$

کاملاً روشن است که a_τ , a_θ را می‌توان به عنوان جواب مسأله تعیین کرد.

$$\begin{aligned} &Max && \psi a_\theta + (1-\psi) a_\tau \\ &S.to && a\theta d^T A^\theta + a_\tau d^T A^\tau \le \overline{X} \\ & && a_\theta \ge 0 \quad , \quad a_\tau \ge 0 \end{aligned}$$

بنابراین جواب مسأله (۳) به صورت زیر کامل می‌شود.

$$a_t = 0 \qquad \theta \neq t \neq \tau$$

$$X_t = a_\theta d^T A^{\theta-t} + a_\tau d^T A^{\tau-1} \qquad 0 \le t \le \theta$$
$$X_t = a_\tau d^T A^{\tau-t} \qquad \theta < t \le \tau$$
$$X_t = 0 \qquad t > \tau$$

مثال ۳: اکنون به منظور تسهیل مقایسه با تئوری رشد "نوین" مورد زیر را در نظر می‌گیریم:

$$\sum_{t=0}^{\infty} f(a_t,t) = \sum_{t=0}^{\infty} (1+p)^{-t}(1-\sigma)^{-1}(a_t^{1-\sigma}-1)$$

که در آن p می‌تواند نرخ رجحان زمانی تفسیر شود، به گونه‌ای که مصرف برای زمان‌های آینده تنزیل شده باشد، و $\frac{1}{\sigma}$ $(1 \neq \sigma > 0)$ می‌تواند به عنوان کشش جانشینی بین مصرف حال و آینده تفسیر شود. لذا مسأله به صورت زیر خلاصه میشود:

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad \sum_{t=0}^{\infty} (1+p)^{-t}(1-\sigma)^{-1}(a_t^{1-\sigma}-1) \\ &\text{S.to} \quad X_t^T \ge X_{t+1}^T A + a_t d^T \\ &\quad X_t \ge 0 \quad , \quad a_t \ge 0 \quad , \quad X_0 \le \overline{X} \end{aligned} \tag{۴}$$

به راحتی می‌توان دریافت که aها می‌توانند به عنوان جواب مسأله زیر تعیین شود.

$$\begin{aligned} &\text{Max} \quad \sum_{t=0}^{\infty} (1+p)^{-t}(1-\sigma)^{-1}(a_t^{1-\sigma}-1) \\ &\text{S.to} \quad \sum_{t=0}^{\infty} a_t d^T A^t \le \overline{X}^T \quad , \quad a_t \ge 0 \end{aligned} \tag{۵}$$

و اکنون کاملاً واضح است که معادله لانگرانژ ـ کان ـ تاکر به صورت زیر در می‌آید:

$$a_t = \left[(1-p)^t d^T A^t Z\right]^{-\frac{1}{\sigma}} \tag{۶a}$$

$$\sum_{t=0}^{\infty} a_t d^T A^t \le \overline{X}^T \tag{۶b}$$

$$Z \ge 0 \tag{۶c}$$

$$\sum_{t=0}^{\infty} a_t d^T A_Z^t = \overline{X}^T Z \tag{۶d}$$

که در آن Z بردار ضریب لاگرانژی است. هنگامی که این مسأله حل شود، جواب (۴) به صورت زیر تکمیل خواهد شد:

$$X_t^T = \sum_{\tau=t}^{\infty} a_\tau d^T A^{\tau-t}$$

حل مسأله (۵) ساده نیست، لیکن، اگر به دنبال راه حل مدل پایدار رشد اقتصادی باشیم در این صورت نسبتاً ساده می‌شود. در این حالت $\overline{X}$ نمی‌تواند اختیاری باشد، اما باید به گونه‌ای انتخاب شود که داشته باشیم:

$$a_t = a_{\circ}(۱+g)^t$$

که در آن g مقدار ثابت است که باید محاسبه شود. از آنجا که معادلات (۶a) و (۶c) مصداق دارند، وچون بنا به فرض ماتریس A دارای n ریشه خاص است، پس:

$$A^t = TL^tT^{-۱}$$

که در آن T ماتریس صحیح بردار مشخصه ماتریس A, L ماتریس قطری ریشه‌های خاص ماتریس A در قطر اصلی می‌باشد (AT=TL).

$$Z=\beta q$$

که در آن q عبارت است از بردار خاص و صحیح پرون فروبی نیس[1] ماتریس A که به طریقی نرمال شده است (ما شکل نرمال کردن $d^T q = ۱$ را به کار می‌بریم). بنابراین داریم:

$$a_t = \left[(۱+p)^t \lambda^t \beta d^T q\right]^{-\frac{۱}{\sigma}} = \beta^{-\frac{۱}{\sigma}} \left[(۱+p)\lambda\right]^{-\frac{t}{\sigma}}$$

$$\sum_{t=\circ}^{\infty} \beta^{-\frac{۱}{\sigma}} \left[(۱+p)\lambda\right]^{-\frac{t}{\sigma}} d^T A^t = \beta^{-\frac{۱}{\sigma}} d^T \left\{ I - \left[(۱+p)\lambda\right]^{-\frac{۱}{\sigma}} A \right\}^{-۱} = \overline{X}^T \quad (۷)$$

1- Perron-Forbenius

$$X_t^T = \beta^{-\frac{1}{\sigma}} \left[(1+p)\lambda\right]^{-\frac{1}{\sigma}} d^T \left\{I - \left[(1+p)\lambda\right]^{-\frac{1}{\sigma}} A\right\}^{-1} = \left[(1+p)\lambda\right]^{-\frac{1}{\sigma}} \overline{X}^T$$

توجه شود که ماتریس $I - [(1+p)\lambda]^{-\frac{1}{\sigma}} A$ فقط با این شرط قابل معکوس شدن با یک معکوس مثبت می‌باشد که داشته باشیم:

$$(1+g) = \left[(1+p)\lambda\right]^{-\frac{1}{\sigma}} < \lambda^{-1}$$

بنابراین فرض می‌کنیم نامعادله (۷) از ابتدا مصداق دارد. نامعادله (۷) به این معنی است که عامل رشد واقعی $[(1+p)\lambda]^{-\frac{1}{\sigma}}$ کوچکتر از عامل رشد حداکثر، λ^{-1}، می‌باشد. این امر مستلزم این است که برای یک مقدار معین σ و یک مقدار معین λ نرخ رجحان زمانی p به اندازه کافی بزرگ باشد، که این فرض در اینجا منظور خواهد شد.

۴ـ مقایسه با موضوع رشد "نوین"

چند سال اخیر شاهد انتشار حجم متنوعی از الگوهای رشد "نوین" بوده است. علیرغم تمام تفاوتها، این الگوها در پاره‌ای از ویژگی‌ها مشترک می‌باشند، که مهمترین آن عبارت از این است که نرخ رشد وضعیت پایدار به طور درون‌زا تعیین میشود. در حقیقت این ویژگی برجسته این نوع الگوها در برابر الگوی سولو می‌باشد. در الگوی سولو نرخ رشد واقعی به نرخ پس انداز و لذا به رفتار عوامل تولید بستگی دارد، در صورتی که نرخ رشد پایدار چنین حالتی ندارد. در دوره بسیار دراز مدت،در الگوی سولو رشد درون‌زا وجود ندارد. از این دیدگاه نوآوری اصلی الگوهای رشد "نوین" عنصر متغیر درون‌زا را نیز در مدل رشد وضعیت پایدار ملحوظ می‌کند.

دلیل این امر اینست که چرا در الگوی سولو نرخ رشد دراز مدت بجای این که درون‌زاباشد برون‌زا است حضور یک عامل ذخیره نشدنی نیروی کار است که هنگام انباشته شدن سرمایه نسبت به نیروی کار حضور عامل مذکور موجب کاهنده بودن محصول نهایی سرمایه می‌شود (رجوع شود به کورتس و سالوادوری a ۱۹۹۸). به منظور داشتن رشد دایمی بیشتر و بالای رشد نیروی کار (با این فرض که نیروی کار همیشه در اشتغال کامل است)، محصول نهائی سرمایه نباید به صفر (به یک مرز پایین تر، که از طریق یک سطح حداقل نرخ سود که در آن انباشت متوقف می‌شود تعیین شده باشد) کاهش یابد. بنابراین اساساً سه راه برای تئوری رشد "نوین" باز است: تحلیل‌هایی ارایه دهد که براساس آن مطمئن شویم که: منحنی محصول نهایی سرمایه نزولی نباشد بلکه خطی موازی محور افقی باشد، یا این که نزولی باشد اما کاهش آن از پایین محدود به مقداری بالاتر از صفر باشد (یا بزرگتر از حداقل نرخ سود)، و یا این که به جای کاهش افزایش یابد. می‌توان نشان داد که اولین حالت در الگوهای به اصطلاح "خالص" یا الگوهای AK به کار می‌رود

(ربلو، ۱۹۹۱، کینگ و ربلو[1]، ۱۹۹۰). دومین حالت در الگوی جونز و مانوئلی[2] آمده است که در آن نوعی فن‌آوری محدب[3] با بازده سرمایه که به اندازه کافی از زیر محدود شده است در نظر گرفته می‌شود (جونز و مانوئلی، ۱۹۹۰). سومین حالت توسط الگوهای مبتنی بر ساختار سرمایه انسانی و اثرات خارجی مربوط به آن (به ویژه مدل لوکاس، ۱۹۸۰) یا به وسیلهٔ الگوهایی که تحقیق و توسعه و خلق درون‌زای پیشرفت فنی را شکل می‌دهند انتخاب شده است (به طور اخص به رومر ۱۹۸۶ مراجعه شود).

از آنجا که پیش شرط الگوی پویای لئونتیف فن‌آوری خطی معین است که در طول زمان تغییر نمی‌کند نسخه ثانی طبیعی آن در رشد "نوین" الگوی خطی AK می‌باشد، به همین دلیل ما در اینجا می‌پردازیم به مورد دوم.

یکی از ویژگیهای الگوهای خطی رشد این است که تمام عوامل تولید غیر قابل انباشت را کنار می‌گذارند. در ساده‌ترین نوع الگوی خطی فرض می‌شود که رابطه خطی بین محصول کل، Y، و عنصری که نشان دهنده تمامی عوامل سرمایه قابل ذخیره K، که هر دو در برگیرنده نوع واحدی از کالا هستند برقرار است:

$$Y=AK \tag{۸}$$

که در آن $\frac{1}{A}$ مقدار کالای مورد نیاز برای تولید یک واحد از کالا است. فرض می‌شود سرمایه متضمن هم سرمایه فیزیکی و هم سرمایه انسانی است[4]. در این الگو فرض می‌شود زمان پیوسته است.با توجه به شکل خطی تابع تولید کلی، محصول نهایی سرمایه، که با نرخ سود لحظه‌ای خاص، $\hat{r}$ برابر است به وسیلهٔ رابطه زیر تعیین می‌شود.

$$\hat{r}+\delta=\frac{Y}{K}=A \tag{۹}$$

که در آن δ نرخ استهلاک به طور برون‌زا می‌باشد.

پیوسته بودن زمان مانع از آن می‌شود که مقایسه مستقیم و صریح بین الگوی AK و الگوی پویای لئونتیف، مطرح شده در فوق به عمل آید. به ویژه این فکر ممکن است در ما القا شود که مثل مورد مطرح

1- King and Rebelo

2- Jones and Manuelli

3- Convex Technology

۴- در کار کینگ و ربلو (۱۹۹۰) دو نوع سرمایه تفکیک شده‌اند: سرمایه فیزیکی و انسانی، و فرض می‌شود که هر دو نوع کالای سرمایه‌ای و کالای مصرفی، که فرض می‌شود همانند کالاهای سرمایه‌ای هستند به وسیله هر دو نوع کالای سرمایه‌ای تولید می‌شوند.

شده در الگوی فوق توجه مان را صرفاً معطوف کنیم به سرمایه جاری، که در آن صورت، موضوع به این فرض منجر می‌شود که در الگوی AK, δ باید معادل واحد در نظر گرفته شود اما اگر چه با فرض ناپیوسته بودن زمان، مصداق $\delta = ۱$ به معنی مصرف شدن سرمایه در واحد زمان است، در حالتی که زمان پیوسته است، رابطه $\delta = ۱$ به این معنی است که سرمایه همزمان با خارج شدن کالاها از فرایند تولید، به طور کامل مصرف می‌شود. حال اگر فرض کنیم که هیچ گونه وقفه زمانی بین داده‌ها و ستانده‌ها وجود نداشته باشد، دیگر سرمایه‌ای وجود نخواهد داشت: یعنی با زمان پیوسته و با فرض $\delta = ۱$ نه تنها سرمایه ثابت بلکه تمام سرمایه از مدل محو می‌شود. به علاوه، برای ایجاد این امکان که کالاهای سرمایه‌ای در یک مدت زمان معین مصرف شود، ناچاریم برای هر کالای سرمایه‌ای تعداد نامحدودی کالا معرفی کنیم، هر یک از این تعداد نامحدود کالانشان دهنده کالای سرمایه‌ای در طول عمر (پیوسته) مناسب می‌باشند. بنابراین، با زمان پیوسته که یک کالای سرمایه‌ای طوری مستهلک می‌شود که بخشی از آن به طور کامل محو شود، نه تنها ساده‌ترین حالتی است که در مورد سرمایه به ذهن متبادر می‌شود، بلکه تا آن‌جا که ما می‌دانیم، تنها راهی است که موجب پرهیز از ضرورت تعداد بی‌شمار کالاهای سرمایه‌ای می‌شود. (البته این امر به این معنانیست که روش ما کاملاً رضایت بخش است).

حال، همان طوری که معادله (۹) نشان می‌دهد، نکته بسیار جالب این است که در الگوی AK نرخ سود فقط با فن‌آوری تعیین می‌شود بنابراین مکانیزم پس انداز ـ سرمایه گذاری به طور مشترک همراه با فرض یک نرخ رشد یکسان، یعنی تعادل وضعیت پایدار رابطه‌ای بین نرخ رشد لحظه‌ای، $\hat{g}$، و نرخ سود لحظه‌ای، $\hat{r}$ تعیین می‌کند (ربلو ۱۹۹۱، صفحه ۵۰۴) که رابطه زیر از آن بدست می‌آید[۱]:

$$\hat{g} = \frac{A - \delta - \hat{p}}{\sigma} = \frac{\hat{r} - \hat{p}}{\sigma} \qquad (۱۰)$$

که در آن $\hat{p}$ نرخ رجحان زمانی لحظه‌ای است. بنابراین عامل رشد (که با توجه به واحد زمان تعریف می‌شود) برابر است با

$$\frac{\hat{r} - \hat{p}}{e^{\sigma}}$$

معادله (۱۰) وقتی بدست می‌آید که پس اندازها بر اساس این فرض تعیین شوند که یک "بنگاه

۱- در حالتی که در آن میل متوسط به پس انداز از بیرون تعیین شود، ربلو (همان منبع صفحه ۵۰۶) رابطه‌ای به صورت زیر استخراج می‌کند: $\hat{g} = s\,(A\text{-}S) = s\,\hat{r}$

این کار رسماً همانند معادله معروف کمبریج در مورد تئوری رشد و توزیع پس از کنیزین‌هاست که توسط کالدور، رابینسون و پاسینتی مطرح شده است.

نمونه‌ای" دایمی (با عمر جاودان) وجود دارد که تمایل به حداکثر سازی تابع مطلوبیت بین زمانی، $u=u(c(t))$، را در طول یک افق نامحدود در برداردو انتخاب روشی که مصرف را حداکثر می‌کند شامل حداکثر سازی مجموع مطلوبیت‌های لحظه‌ای است.

$$\int^{\infty} e^{-\hat{P}t} U(c(t))dt$$

در مورد وضعیت مورد بحث ما این انتگرال با توجه به محدودیت حالت شماره (۸) حداکثر می‌شود که در آن

$$Y = C(t) + K$$

و $$U(c(t)) = \frac{C(t)^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

اکنون می‌توان این الگو را با الگوی پویای لئونتیف مطرح شده در بالا مقایسه کرد. اگر نیروی کار به عنوان عامل تولیدی که به طور درونزا تولید شده و هزینه‌های تولید آن براساس مقادیر معین مزدکالایی و کار داده شده و ثابت باشد، و با این فرض که رقابت آزاد در سیستم حاکم باشد، در این صورت نرخ بازده سرمایه، r تمایل به یکنواخت شدن در تمامی بخش‌ها دارد. در این حالت قیمت‌های معمول در الگوی پویای لئوتیف در بالا به وسیله معادله زیر تعیین می‌شود، یعنی:

$$(1+r)AP=P$$

$$AP=\lambda P$$

که در آن $\lambda=\frac{1}{1+r}$

ضریب عددی λ عبارت از رشته مشخصه پرون ـ فرونبیس ماتریس A می‌باشد. عامل سود λ^{-1}است، بنابراین با عامل حداکثر رشد، سازگار با شرایط معین تولید (و با مصرف تولیدی کارگران)، برابر است. از معادله (۷) داریم:

$$1+g = \left[\frac{1+r}{1+p}\right]^{\frac{1}{\sigma}}$$

با در نظر گرفتن روابط $\hat{r} = Log(1+r), \hat{P} = Log(1+p)$ داریم:

$$1+g = e^{\frac{(\hat{r}-\hat{p})}{\sigma}}$$

۵ـ نتیجه‌گیری

در این مقاله نوع خاصی از تئوری رشد "نوین" الگوی پویای لئونتیف مورد بحث قرار گرفته است، که ویژگی اساسی آن، برخلاف الگوی رشد نوع سولو، این است که نرخ رشد دراز مدت در درون الگو تعیین می‌شود. در این الگو نشان داده‌ایم که الگوی پویای لئونتیف که سازگار است با شرایط درون‌زا بودن نرخ رشد وضعیت پایدار تشابه خانوادگی نزدیکی دارد. با نوع خطی تئوری رشد "نوین"، نظیر الگوی AK، در هر دوی این الگوها درون زا بودن، نرخ رشد به دلیل این واقعیت است که عوامل اولیه در عرضه معین (یا عرضه برون‌زا) دخیل نیستند تا مانع گسترش اقتصاد شود. منابع طبیعی را وارد الگو نکرده‌ایم و فن‌آوری را مطرح کرده‌ایم که جایگزینی باشد برای آن چیزی که اقتصادانان کلاسیک (و سولو) "کار" می‌نامند. در مطالب مربوط به رشد "نوین" به آن عامل صرفاً نام‌های جدید داده شده مثل "سرمایه انسانی" یا "اطلاعات" یا "دانش". اگر چنین فن‌آوری وجود داشته باشد و اگر این فن‌آوری منطبق با ویژگی‌های معمول متعلق به فرآیندهای تولیدی باشد، حاصل رفتار تولید کننده در حداقل کردن هزینه است، با نرخ سود معین و ثابت، رفتار پس انداز نرخ رشد را تعیین می‌کند.

منابع

Aghion, Pj. and P. Howitt (1988). Endogenous Growth, Mass: MIT Press.

Barro, R. and X. sala-i-Martion (1995). *Economic Growth.* New YourK: Mc-Graw-Hill.

Jones L.E.and Manuelli, R. (1990). A Convex Model of Equilibrium Growth: Theory and Policy Implications. *Journal of Political Economy,* 98, PP.1008-1083.

Kalribach, P. and H.D.Kurz (1992). Chips und Joba. *Zu den Bechaftigungswirkungen des Einsatzed Programmesteuerter Arbeitsmittel.* Marburg: Metropolis.

King, R.G. and Rebleo, S. (1990). Public policy and ecoomic growth. developing neoclassical implications. *Journal of Political Economy,* 98, PP. 126-50.

Kurz, H.D. and salvadori, N. (1995). *Theory of Production. A Long-period Analaysis.* Cambridge, Melbourne and New Youk: Cambridge University Press.

Kurz, H.D. and salvadori, N. (1997). In the beginnig all the world was Australia in P. Arestis, G Palma and M. Sawyer (eds), Capital Controversy, Post-Keynesian Economics and the History of Economics. *Essays in Honour of Geoff Harcourtm* vol. 1, London: Routledge, PP. 425-43.

Kurz, H.D. and Salvadori, N. (1998a). *Understanding "Classical" Economics.* London: Routledge.

Kurz, H.D. and salvadori, N. (1998b). *Theories of 'Endogenous' Growth in Historical Perspective.* invites paper at the International Economic Association Conference (Tunis, 1995), forthcoming in the Conference Proceedings.

Leontief, W. (1987). Input-output analysis. The New Palgrase. *A Dictionary of Economics.* vol. 2,PP. 840-60.

Leontief, W. and F. Duchin (1986). *The Future of Automation on Workers.* Oxford and New YorK: Oxford University Press.

Lucas, R.E. (1988). On mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economic,* 22, pp. 3-42.

Rebelo, S. (1991). Long run policy analysis and long growth. *Journal of Political Economy, 99, PP. 500-21*

Romer, P.M. (1986). Increasing returns and long-run growth. *Journal of Politicial Economy, 94, pp. 1002-37.*

Solow, R. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics,* 70, pp. 65-94.