نموذج سولو

- النموذج الذي اقترحه سولو Solow عام 1956 قائم على دالة الإنتاج في ظل فرض ثبات الغلة مع الحجم:

$$Y_t = F\left(K_t, L_t\right)$$

↑ ↑ ↑

ناتج رأس المال عمل

- ينمو العمل (خارجياً) بنفس معدل نمو السكان:

$$L_t + 1/L_t = 1 + n$$

↑

معدل النمو السكاني

- يترتب على فرض ثبات الغلة مع الحجم أن تكون:

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) = \lambda Y$$

- بعد تعريف $(y=Y/L)$ و $(k=K/L)$ و $f(k)=F(k,\ 1)$ يمكن إعادة كتابة دالة الإنتاج المشار إليها أعلاه، على أساس حصة الفرد من العمل Intensive Form، بحيث تصبح كالتالي:

$$y = f(k)$$

- وتقول هذه الصياغة أه حصة الناتج للعامل (y) هي دالة في حصة العامل من رأس المال (k). أي أن الناتج يعتمد فقط على رأس المال، بغض النظر عن الحجم الإجمالي للاقتصاد.

- يفترض نموذج سولو أيضاً باستثمار نسبة ثابتة من الناتج (s)، أي:

$$S = sY$$

- كما يفترض أن رأس المال الحالي يستهلك أو يندثر بنسبة (d).
- وبناء على ذلك يمكن كتابة التوازن التنافسي لنموذج سولو كالتالي:

$$k_{t+1} - k_t = \frac{1}{1+n}\left[sf(k_t) - (d+n)k_t\right]$$

- تقرأ المعادلة التوازنية (اقتصادياً) أعلاه كالتالي:

⇐أن التغير في حصة العامل من رأس المال (الجانب الأيسر من المعادلة) يتحدد على أساس عاملين (في الجانب الأيمن): حصة العامل من الاستثمار، $sf(k)$، وذلك الاستثمار الذي يجب أن يستثمر للمحافظة على حصة العامل الحالية من رأس المال أو نقطة تعادل الاستثمار، $(d+n)k$.

- وعندما نكون في الحالة المستقرة Steady-State فإن:

$$k_{t+1} = k_t \Rightarrow sk(k_t) = (d+n)k_t$$

- وفي حالة زيادة حصة العامل من رأس المال الفعلية عن نقطة تعادل الاستثمار، أي $k_{t+1} > 0$ فإن حصة العامل من رأس المال (kt) ترتفع حتى تصل إلى نقطة الاستقرار، والعكس صحيح.

- وتسود المعادلة أدناه في الأجل الطويل عندما يغطي الاقتصاد مستوى حصة العامل من رصيد رأس المال اللازم لحالة الاستقرار، وعندما ينمو الناتج بنفس معدل النمو السكاني (n)، أي:

$$Y_{t+1}/L_{t+1} = Y_t/L_t \Rightarrow Y_{t+1}/Y_t = L_{t+1}/L_t = (1+n)$$

- وفي ظل الفرضيات التالية للنموذج والمشار إليها أعلاه:

  ⇐ ثبات معدلات نمو معدل الإدخار.

  ⇐ ثبات معدل النمو السكاني.

  ⇐ ثبات الغلة مع الحجم.

- فإن نموذج سولو يقرر أن النمو في المتغيرات الاقتصادية الكلية الأساسية يتحدد بمعدل النمو السكاني.

- وقد وسّع سولو نموذجه الأساسي بإضافة التغير التكنولوجي (A) والذي يفترض أنه ينمو بمعدلٍ ثابت. ويتم إدخال متغير التغير التكنولوجي، والعمل في دالة الإنتاج تفاعلياً Multiplicatively (أو ما يطلق عليه بتفعيل مدخل العمل أو زيادة فعالية Augmenting Labour- أو Harrod Natural):

$$Y_t = F(K_t, A_t L_t)$$

- ووفقاً لسولو فإن النمو بالأجل الطويل، بعد إدخال التغير التكنولوجي، يتحدد بـ:

⇐ معدل النمو السكاني.

⇐ معدل نمو التغير التكنولوجي.

$$Y_{t+1}/Y_t = A_{t+1}L_{t+1}/A_tL_t = (1+n)(1+g)$$

- يُصنّف كلا النموذجين لسولو (مع وبدون التغير التكنولوجي) باعتبارهما نماذج نمو خارجية Exogenous Growth Models.
- يتنبأ نموذج سولو بأن التحسينات الطويلة الأجل في مستويات المعيشة تعتمد على المقومات الرئيسية للاقتصاد وهي شاملة:

⇐ معدل النمو السكاني.

⇐ معدل الإدخار.

⇐ معدل التغير التكنولوجي.

⇐ معدل إندثار رأس المال.

- وبناءً على ذلك فإن تطبيق النموذج هيكلياً من وجهة نظر السياسة الاقتصادية يتطلب:

⇐ خفض معدل النمو السكاني.

⇐ تشجيع الإدخار.

⇐ تحفيز التطور التكنولوجي.

⇐ خفض معدل إندثار رأس المال.

- يلعب تراكم رأس المال الدور المحوري في نموذج سولو باعتباره متغير عامل الإنتاج (الداخلي) الوحيد.
- إلا أن تراكم رأس المال يتحدد بمعدل الإدخار الذي يتحدد، بدوره (خارجياً).
- الارتفاع في معدل الإدخار ← الارتفاع بحصة العامل من الناتج.

- إلا أن Romer, 2006 (في كتابته Advanced Macroeconomics) يرى بأن الزيادة في معدل الإدخار تتسبب (فقط) في زيادة حصة العامل من الناتج، وليس زيادة معدل النمو. حيث أن الواقع يشير بأن إجماليات الناتج، والاستهلاك، والاستثمار تنمو بنفس معدل نمو قوة العمل (n).
- معنى ذلك أن حصة العامل (الحقيقية) من الناتج (y) تنمو في الأجل الطويل.

- ويؤمن نموذج سولو بأن تناقص الغلة مع الحجم يضمن "الالتقاء المشروط Conditional Convergence" (يشير إلى حالة الدول التي تتشابه في معدلات النمو السكانية، والتطور التكنولوجي، إلا أنها تختلف في الميول الإدخارية، ومعدل رأس المال/العمل. في حين تشير حالة الالتقاء المطلق Absolute Convergence إلى تشابه الدول في معدلات النمو السكانية، والتطور التكنولوجي، والميول الإدخارية إلا أنها تختلف فقط في معدل رأس المال/ الناتج) لحصة العامل من رأس المال.

- وذلك طالما أن صيغة حصة العامل لدالة الإنتاج Intensive Form يشير إلى أن حصة العامل من الناتج يعتمد (فقط) على حصته الكمية من رأس المال، بغض النظر عن حجم الاقتصاد.
- معنى ذلك أن البلدان المتشابهة تقريباً في الخصائص الاقتصادية (يجب) تلتقي عند مستويات متشابهة من حصة العامل من رأس المال.
- كما أن (الالتقاء المشروط) يتضمن أن البلدان الفقيرة تنمو أكبر من البلدان الغنية.

قاعدة رصيد راس المال الذهبية Golden Role Capital : Stock

- تؤدي معدلات نمو الادخار المختلفة إلى حالات مستقرة Steady States مختلفة. والسؤال هنا كيفية تحديد ما هي الحالة المستقرة الأفضل؟
- يعتمد الرفاه الاقتصادي على الاستهلاك. لذلك فإن أفضل حالة مستقرة هي التي ترتبط مع أكبر حصة للفرد من الاستهلاك (C^*).

$$C^*=(1-s)f(k^*)$$

- الزيادة في (s) تؤدي إلى:

  - مستوى مرتفع من (k^*) و (y^*)، والتي يمكن أن ترفع من (C^*).
  - خفض حصة الاستهلاك في الدخل (1-s) ، والتي يمكن أن تخفض من (C^*).

- والآن، كيف نجد قيمة (s) و (k^*) التي تعظم من قيمة (C^*)؟
- k^*_{gold} = تمثل القاعدة الذهبية لمستوى رأس المال
- قيمة الحالة المستقرة لـ (k) والتي تعظم الاستهلاك
- ولغرض إيجادها، نعبر أولا عن (C^*) على أساس (k^*)

كقاعدة عامة:

$$i=\Delta k+\delta k$$

أما في الحالة المستقرة:

$$i^*=\delta k^*$$

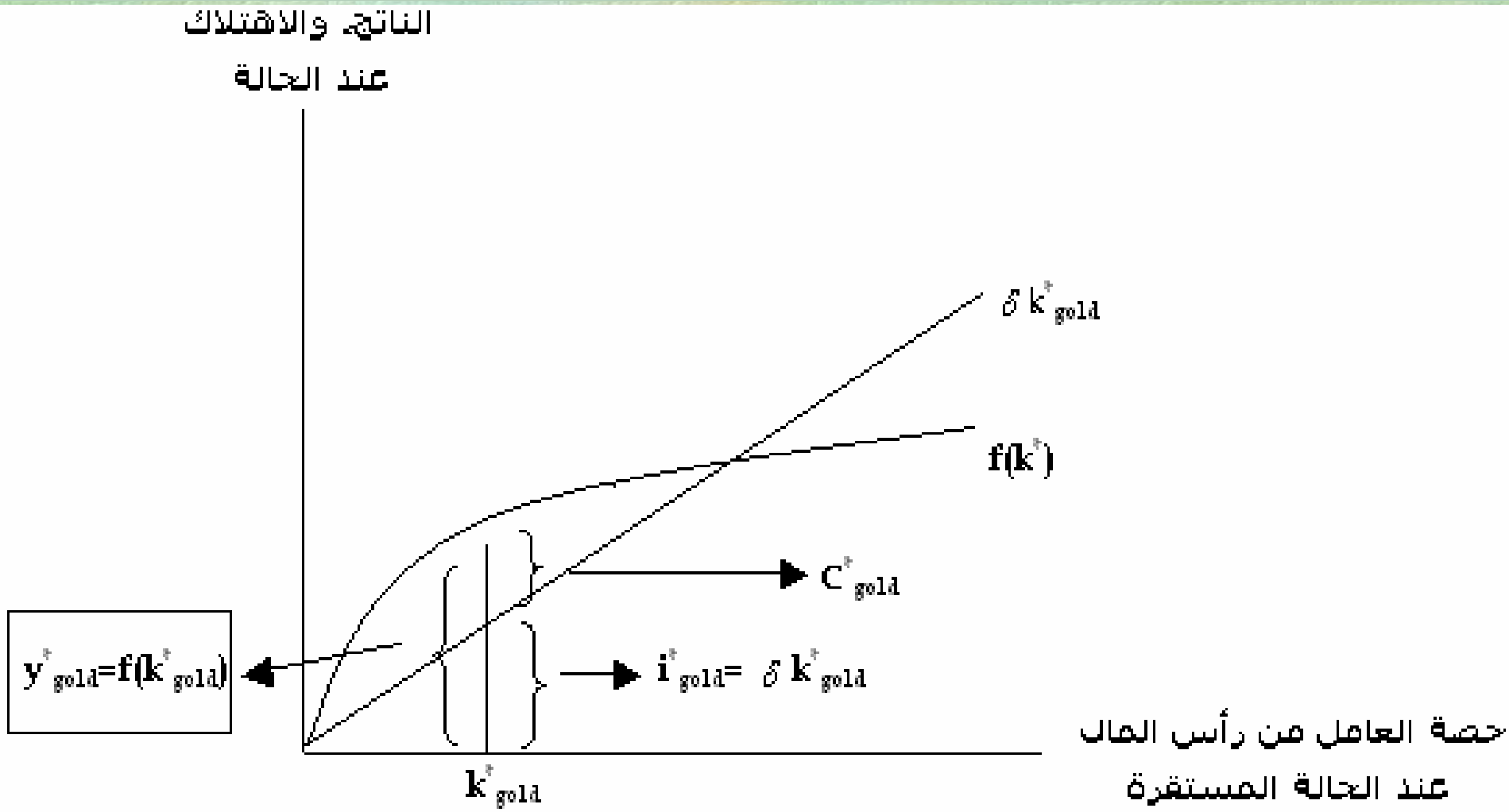
لأن $\Delta k=0$

$$c^*=y^*-I^*$$

$$=f(k^*)-I^*$$

$$=f(k^*)-\delta k^*$$

- نقوم، ثانيا، برسم $f(k^*)$ و $\delta(k^*)$ بينيا، ثم نبحث عن النقطة التي تمثل أكبر فجوة ما بين الاثنين.


الناتج والاهتلاك
عند الحالة
δk^*_{gold}
$f(k^*)$
c^*_{gold}
$y^*_{gold}=f(k^*_{gold})$
$i^*_{gold}= \delta k^*_{gold}$
k^*_{gold}
حصة العامل من رأس المال
عند الحالة المستقرة

تعتبر

$c^* = f(k^*) - \delta k^*$

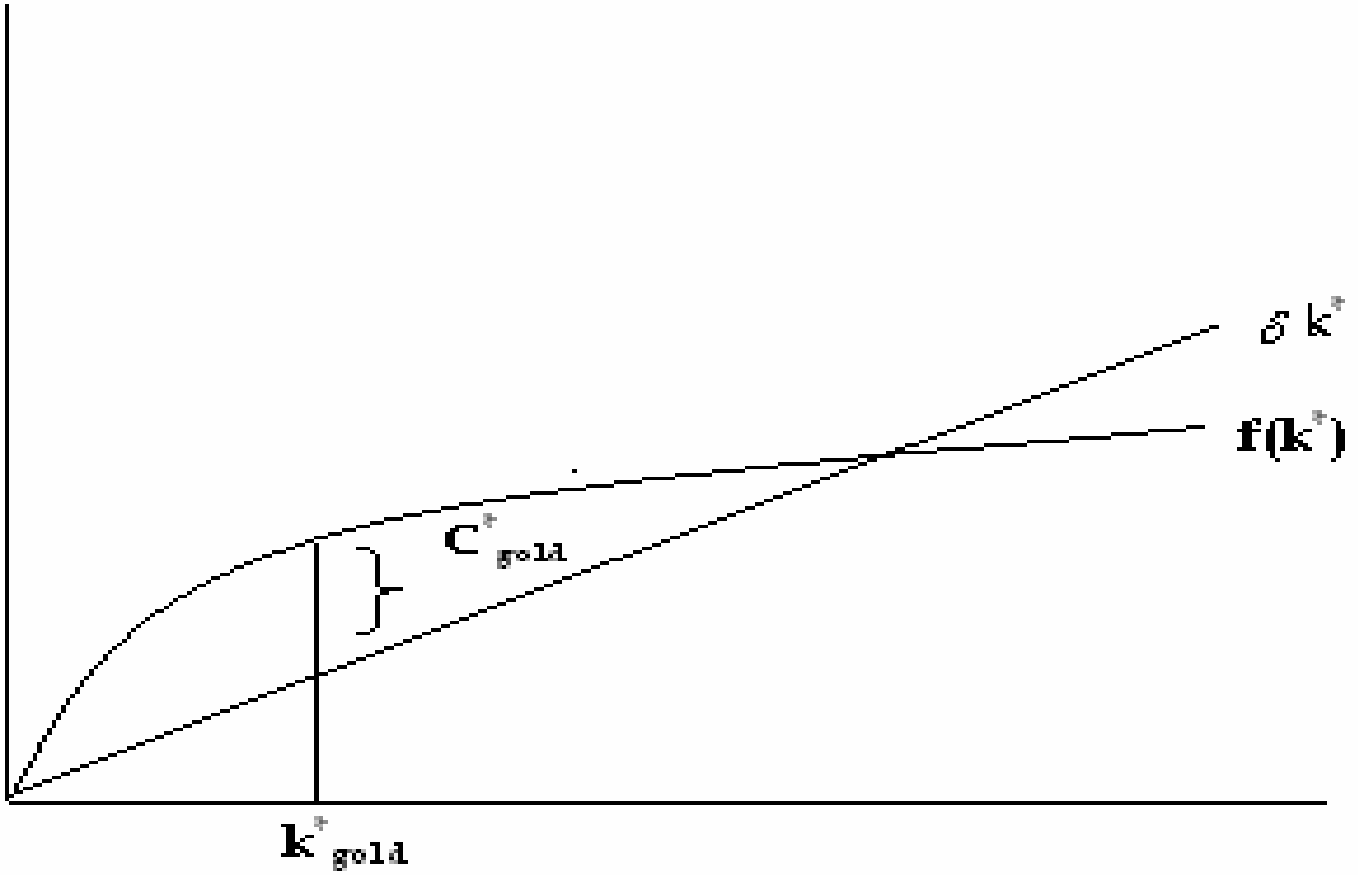
أكبر ما يمكن

عندما يكون ميل

دالة الإنتاج مساويا

لميل خط الاهتلاك

$MPK = \delta$



الانتقال إلى القاعدة الذهبية للحالة المستقرة:

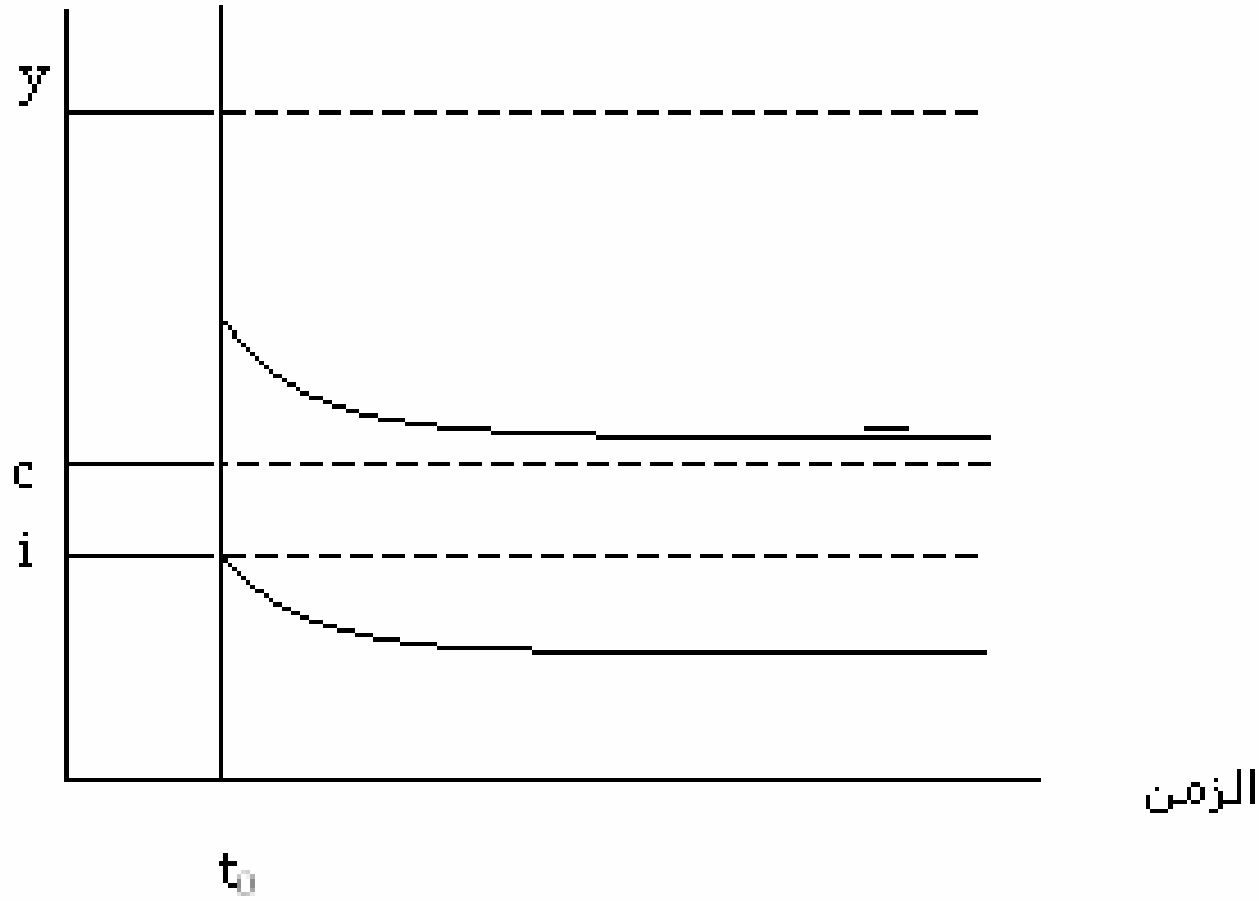
- لا يوجد هناك ميل للاقتصاد القومي للانتقال إلى هذه الحالة.
- للوصول إلى القاعدة الذهبية يستلزم الأمر أن يقوم متخذ القرار بتعديل (s).
- والسؤال الآن هو ما يحدث للاستهلاك أثناء فترة الانتقال؟
- للإجابة على ذلك نواجه حالتين:

(أ) البدء برأس مال مرتفع جدا

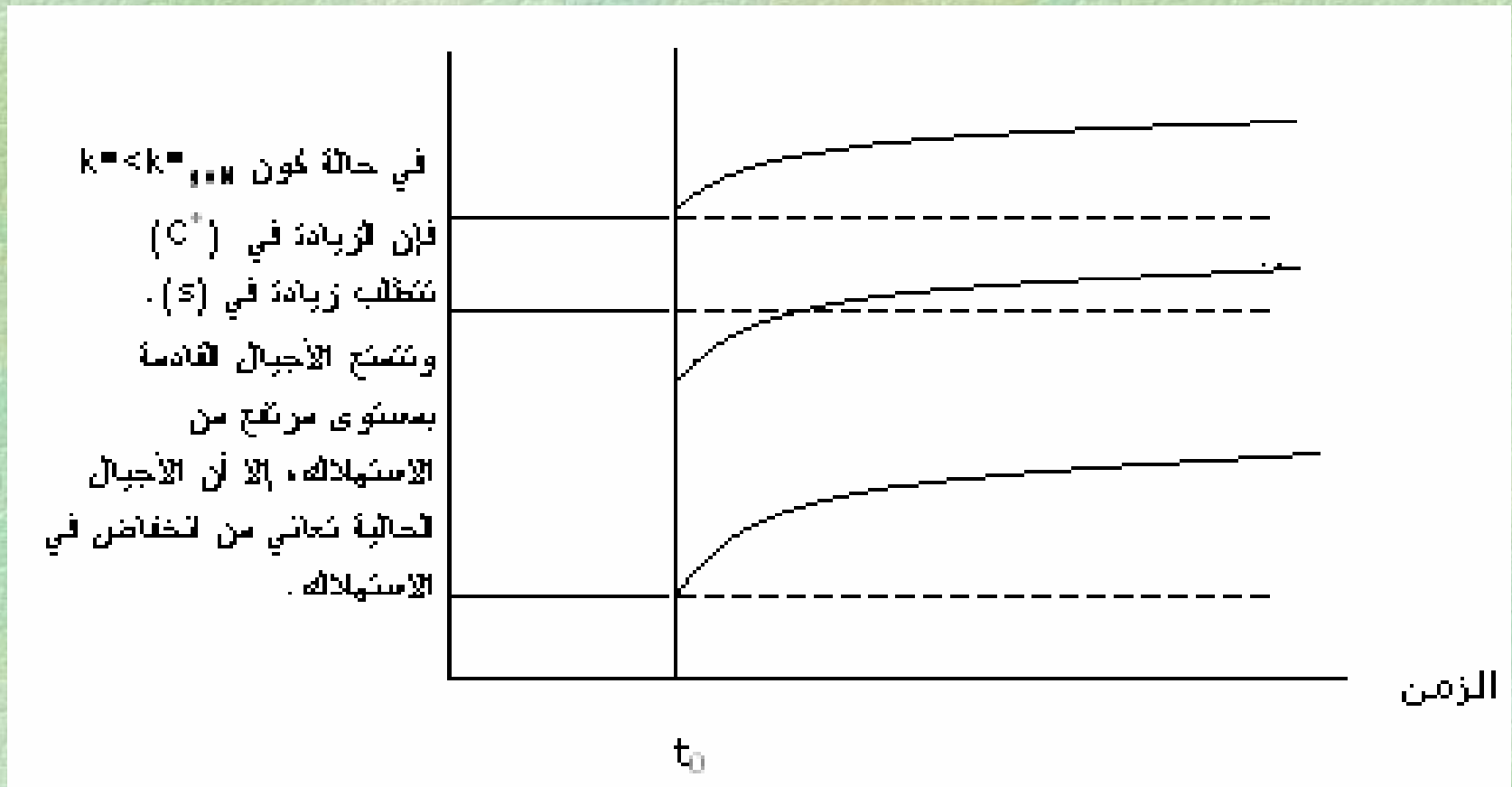
في حالة كون $k^{=} > k^{=}_{...}$

فإن الزيادة في (C^{+}) تتطلب انخفاضا في (s).

وأثناء فترة الانتقال إلى القاعدة الذهبية يعتبر الاستهلاك مرتفعا طول المسار الزمني.



(ب) البدء برأس مال منخفض جدا



- العوائد على الحجم:
- لنبدأ من دالة الإنتاج أولية $Y_1=F(K_1,L_2)$
- يغطي وزن scale واحد لكافة المدخلات ويرمز له بـ (z)

$$K_2=zK_1 \quad و \quad L_2=zL_1$$

- فإذا كانت قيمة $Z=1.25$ معنى ذلك أن كافة المدخلات تزيد بقيمة 25%.

- والآن ماذا يحدث للناتج؟ $Y_2=F(K_2,L_2)$
- هناك ثلاث احتمالات:

أ- في حالة سيادة قانون ثبات الغلة مع الحجم: $Y_2=zY_1$

ب- في حالة سيادة قانون تزايد الغلة مع الحجم: $Y_2>zY_1$

ج- في حالة سيادة تناقص الغلة مع الحجم: $Y_2<zY_1$

نموذج سولو في الواقع العملي

- هل يتمكن النموذج النيوكلاسيكي لسولو من تفسير تجارب "معجزات النمو" و "كوارث النمو".
- للإجابة على ذلك يمكن توظيف هذا النموذج للبحث عن مصادر نمو البلدان المصنعة حديثاً (النمو- الآسيوية)، والبلدان الأخرى.
- تشير أدبيات نماذج محاسبة النمو لسولو لطريقة مبسطة لتجزئة Decomposing نمو الناتج إلى مختلف عوامله المسؤولة عنه، منحنى دالة الإنتاج التالية:

$$Y = AF\left(K^{\alpha} L^{1-\alpha}\right) \qquad 0 < \alpha < 1$$

تمثل (α) و ($1- \alpha$) حصة مساهمة رأس المال والعمل، تباعاً، في الناتج. ويساهم في الناتج بثلاث عناصر رأس المال (K) و العمل (L)، ومجموع إنتاجية العوامل (A)، والعامل الأخير يشار إليه عادة بـ (TFP)، أو متبقى سولو Solow Residual لأنه يقاس باعتباره كمتبقي في دال إنتاج كوب- دوجلاس Cobb-Douglas (يعكس مساهمة إنتاجية العمل ورأس المال والعوامل الأخرى عدا العمل ورأس المال). علماً بأن سولو أشار له باعتباره يعكس "التغير التكنولوجي":

$$A = \frac{Y}{K^{\alpha} L^{1-\alpha}}$$

- وتشير أحد خصائص نموذج سولو للنمو أنه في حالة استمرار نمو مجموع إنتاجية العوامل (TFP) فإن حصة العامل من رأس المال تستمر في النمو، وكذلك حصة العامل من الناتج. ويبرر ذلك بأنه في ظل كمية معطاة من مدخل رأس المال، والعمل فإن الزيادة في إنتاجية العوامل ستتسبب في زيادة الناتج الحدّي للعمل.
- وفي ظل حقيقة أن حصة العامل الحقيقية من الناتج لا تنمو في الحالة المستقرة Steady-State، فإن الاقتصاديون يمكن أن ينظروا لمعجزة النمو الآسيوية الشرقية باعتبارها مستمدة أساساً من نمو مجموع إنتاجية العوامل مقارنة ببقية البلدان.

- إلا أن الشواهد التطبيقية لا تؤيد هذا التفسير، بل تعتقد بأن النمو المتسارع لهذه البلدان خلال الفترة (1966-1990) يبرر بنمو رصيد رأس المال، كما هو موضح بالجدول أدناه:

مصادر نمو بلدان شرق آسيا
مقارنة بالولايات المتحدة الأمريكية 1966-1990 (%)

البلد	الناتج	رأس المال	العمل	مجموع إنتاجية العوامل (TFP)
هونج كونج	7.3	7.7	2.6	2.3
سنغافورة	8.7	10.8	4.5	0.2
كوريا الجنوبية	10.3	12.9	5.4	1.7
تايوان	9.4	11.8	4.6	2.6
الولايات المتحدة	3.0	3.2	2.0	0.6

المصدر: Young (1995), The Tyranny of Numbers Confronting the Statistical Realities of the Asian Growth Experience, Quarterly Journal of Economics, 110.

- وتؤكد نتائج دراسة Agenor and Montiel (1999)، على مستوى أقاليم العالم، النتائج أعلاه، حيث تعكس أهمية رأس المال كمصدر للنمو خلال الفترة (1971-1992) كما هو موضح بالجدول أدناه:

مصادر نمو الناتج لعدد من أقاليم العالم
(%) 1992-1971

البلد	الناتج	رأس المال	العمل	مجموع إنتاجية العوامل (TFP)
كافة البلدان النامية	5.2	2.5	1.3	1.3
آسيا	6.5	2.8	1.1	2.6
الشرق الأوسط وأوروبا	5.0	3.3	1.6	-
غرب هامشاير	4.0	1.9	1.5	0.5
أفريقيا	3.4	1.9	1.3	0.2

المصدر: Agenor P. and P. Montiel, 1991, Development Macroeconomics, Princeton University Press.

- علماً بأن مساهمة العمل متشابهة تقريباً ما بين الأقاليم، مع تباين مساهمة مجموع إنتاجية العوامل. حيث تشترك في أهميتها مع رأس المال في آسيا، في حين تنخفض مساهمتها إلى نصف مساهمة رأس المال في بقية الأقاليم. مع انخفاض ملموس لهذه الإنتاجية في الإقليمين الأخيرين.
- معنى ذلك أن نتائج الدراستين أعلاه تتسق مع نتائج نموذج سولو من حيث أهمية عامل رأس المال خاصة نتائج الجدول الخاص بدول شرق آسيا، المشار إليه أعلاه، حيث أوضحت مساهمة رأس المال في نمو الناتج أنها تعادل حوالي أربعة أضعاف مساهمة مجموع إنتاجية العوامل.

- معنى ذلك أن مصدر (معجزة النمو) في بلدان شرق آسيا يعود إلى أن مساهمة المصادر الثلاث للنمو هي أكبر بكثير من مساهمتها في بقية أنحاء العالم.
- عموماً فإن نموذج سولو للنمو هو نموذج نيوكلاسيكي لدالة الإنتاج ذات ثبات عوائد الحجم- مع ثبات معدل الإدخار. علماً بأن أحد افتراضات نماذج النمو النيوكلاسيكية التقليدية هي أنه في حالة البلدان التي تبدأ عملية النمو بمستوى منخفض من حصة الفرد من الناتج، فإنها يجب أن تنمو بشكل أسرع (أو ما يطلق عليه بـ "الالتقاء المشروط" Conditional Convergence المشار إليه أعلاه.

- ومع ذلك تشير النتائج التطبيقية، مثل تجارب (معجزات النمو) أو (كوارث النمو) أنه رغم أهمية التراكم الرأسمالي وتأثيره الأكبر على عملية النمو والالتقاء المشروط في البلدان المتجانسة اقتصادياً فقط، إلا أن ذلك ليس كافياً لتفسير كلاً من النمو المتسارع زمنياً، أو التفاوت في حصة العامل من رأس المال.
- لذا فإن أحد أهم أوجه القصور للنماذج النيوكلاسيكية التقليدية هي أنها نماذج "خارجية Exogenous": بمعنى أن النمو طويل الأجل في حصة العامل من الناتج (النمو) يعتمد على النمو السكاني، في حين أن المعدل الذي تتطور به التكنولوجيا بنموذج سولو ؟؟؟؟؟

نظرية النمو الحديثة:

- مع مرور الوقت أصبحت النظرية النيوكلاسيكية للنمو تفتقد التطبيقات العملية.
- كما تحول اهتمام اقتصادي الاقتصاد الكلي من نظرية النمو طويل الأجل إلى التقلبات قصيرة الأجل، ونماذج الدورة التجارية. وبدأت تتشكلٍ منذ أواسط الثمانينات من القرن الماضي (نظري النمو الحديثة) اعتمادا على اسهامات كثيرة منها اسهامات (Romer, 1986) و (Lacus)، بهدف معالجة القيود على نموذج النمو النيوكلاسيكي.

- وقد تم ذلك من خلال إبراز دور قناتين رئيسيتين للنمو:
- رأس المال البشري.
- المعرفة.

والتي يتم من خلالها توليد النمو طويل الأجل.

نموذج سولو للنمو ورأس المال البشري:

- يمكن إضافة رأس المال البشري كمدخل إنتاج إضافيٍ حيث يمكن أن يتراكم شأنه شأن مدخل رأس المال. حيث يتم سنويا استثمار حصة ثابتةٍ من الناتج في تعليم، وتدريب قوة العمل (رأس المال البشري) .
- وفقاً لـ (Locus, 1988) فإن:

- دالة إنتاج رأس المال البشري تختلف عن بقية السلع (الاختلاف ما بين رأس المال العيني والبشري) .
- السلع الاستهلاكية تنتج بنفس التكنولوجيات.

- وعليه تأخذ دالة الإنتاج الشكل التالي:

$$Y = K^{\alpha} H^{\theta} (AL)^{1-\alpha-\theta} \quad \ldots\ldots (1) \qquad 0 < \theta < 1 \ , \ \alpha + \theta < 1$$

حيث يشير (H) إلى رأس المال البشري.

- علماً بأن ($\alpha + \theta < 1$) تتضمن انخفاض العوائد مع (K) و (H). ويصبح نموذج سولو للنمو بعد إدخال رأس المال البشري نموذجاً داخلياً في حالة كون ($\alpha + \theta = 1$).

- وبعد إدخال مدخل أو عامل رأس المال الشري فإن القطاع العائلي يقسّم إنفاقه بهدف استثمار، استهلاك إما السلع الرأسمالية أو البشرية.

- وبافتراض أن كلاً من رأس المال البشري، والمادي أو العيني يندثران بنفس معدل نمو الإندثار (d)، يشير معدل الإندثار الخاص برأس المال البشري إلى الخسارة بسبب تدهور المهارة وعدم الاستفادة من الخبرة، فإن معادلات تراكم رأس المال تصبح:

$$K_{t+1} = I_{kt} + (1-d)K_t \quad ; \quad I_{kt} = s_k Y_t \Rightarrow K_{t+1} = s_k Y_t + (1-d)K_t$$

$$H_{t+1} = I_{ht} + (1-d)H_t \quad ; \quad I_{ht} = s_h Y_t \Rightarrow H_{t+1} = s_h Y_t + (1-d)H_t \quad \ldots\ldots(2)$$

- حيث تمثل (s_k) و (s_h) حصة الدخل التي يقرر القطاع العائلي استثمارها في رأس المال العيني، والبشري، تباعا. تشير القيود على (s_k) و (s_h) إلى:

$$I_t = S_t = (s_k + s_h) Y_t$$

$$I_t = I_{kt} + I_{ht}$$

- وبقسمة كلا الطرفين على (A_{t+1} L_{t+1})، إحلال الصياغة القائمة على حصة الفرد Intensive Form، نحصل على الصياغة الإنتقالية التالية:

$$K_{t+1} = \frac{1}{(1+g)(1+n)}\left[s_k K_t^{\alpha} h_t^{\theta} + (1-d)K_t\right]$$

$$h_{t+1} = \frac{1}{(1+g)(1+n)}\left[s_h K_t^{\alpha} h_t^{\theta} + (1-d)h_t\right] \ldots\ldots (3)$$

- تعادل الصيغة النسبية Intensive Form لدالة الإنتاج إلى:

$$y_t = k_t^{\alpha} h_t^{\theta}$$

- حيث:

$$y_t = \frac{Y}{A_t L_t}, \quad k_t = \frac{K_t}{A_t L_t}$$

- وبطرح (k_t) و (h_t) من كلا الطرفين من المعادلتين الانتقاليتين أعلاه، نحصل على معادلة إنتاج توضح سلوك النظام Equation of motion من نمط نموذج سولو:

$$K_{t+1} - k_t = \frac{1}{(1+g)(1+n)}\left[s_k K_t^{\alpha} h_t^{\theta} - (n+g+d+ng)K_t\right]$$

$$h_{t+1} - h_t = \frac{1}{(1+g)(1+n)}\left[s_h K_t^{\alpha} h_t^{\theta} - (n+g+d+ng)h_t\right] \ldots\ldots \quad (4)$$

- وتشير المعادلات أعلاه بأن التغيرات في حصة العاملٍ من رأس المال البشري والعيني لكل تعادل الاستثمار الفعلي لكل عامل ناقصا معدل الإندثار ومعدل النمو السكاني.

- أما في الحالة المستقرة Steady-State فإن الاقتصاد يتجه إلى التوازن:

$$K_{t+1} - k_t = 0 \Rightarrow s_k K_t^{\alpha} h_t^{\theta} = (n+g+d+ng)K_t \Rightarrow k^* = \left[\frac{s_k^{1-\theta} s_h^{\theta}}{(n+g+d+ng)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha-\theta}}$$

$$h_{t+1} - h_t = 0 \Rightarrow s_h K_t^{\alpha} h_t^{\theta} = (n+g+d+ng)h_t \Rightarrow h^* = \left[\frac{s_k^{\alpha} s_h^{1-\alpha}}{(n+g+d+ng)}\right]^{\frac{1}{1-\alpha-\theta}}$$

$$y^* = (k^*)^{\alpha}(h^*)^{\theta} = \left[\frac{s_k}{(n+g+d+ng)}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\theta}} \left[\frac{s_h}{(n+g+d+ng)}\right]^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\theta}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

- وبأخذ لوغاريتم معادلة حصة العامل من الناتج نحصل على:

$$\ln y^{*} = \frac{\alpha}{1-\alpha-\theta}\left[\ln s_k - \ln(n+g+d+ng)\right] + \frac{\theta}{1-\alpha-\theta}\left[\ln s_h - \ln(n+g+d+ng)\right] \ldots\ldots (6)$$

- تشير المعادلة الأخيرة إلى أن:
  - * حصة العامل من النمو أو الناتج تعتمد على معدل النمو السكاني، وكذلك
  - * معدل الاندثار العيني والبشري.

- ويُعبر عن مرونة حصة العامل من الناتج (y^*)، في حالة الاستقرار، في علاقتها مع حصة العامل من رأس المال كالتالي:

$$\frac{\alpha}{1-\alpha-\theta}$$

- وبالمقارنة مع نموذج سولو فإن هذه المرونة يعبّر عنها بـ:

$$\frac{\alpha}{1-\alpha}$$

- وتعتبر $\frac{\alpha}{1-\alpha} < \frac{\alpha}{1-\alpha-\theta}$

- بعبارة أخرى، فإنه في حالة بقاء الأشياءِ الأخرى على حالها، يتنبأ نموذج سولو المتضمن رأس المال البشري معدلاً للنمو أكبر مما يتنبأ به نموذج سولو بدون رأس المال البشري. أي أنه كلما ارتفعت تلك الحصة من الناتج المستثمرة في رأس المال البشري، كلما ساهم ذلك في مستوى أعلى من الناتج.
- وقد أشارت العديد من الدراسات التطبيقية لنموذج سولو المتضمن رأس المال البشري إلى نتائج مقبولة فيما يخص التنبؤ بحالة الاستقرار، وبالالتقاء (الالتقاء المشروط Conditional Convergence).

- فقد أشار (Mankiw et al, 1992) إلى أن النمو السكاني ونمو المدخرات سيصبح كبير في حالة استبعاد رأس المال البشري.
- إلا أنه من ناحية أخرى لا يفسّر النموذج، المتضمن رأس المال البشري، معلمات مهمة مثل (s_k) و (s_h). وبشكل خاص لا يفسر معدل التطور التكنولوجي (g) الذي يحدد معدل النمو لحصة العامل من الناتج (معدل النمو طويل الأجل).
- لذا كان لابد من أخذ عامل المعرفة (البحث والتطوير) بنظر الاعتبار في نموذج سولو المعدّل حتى نحصل على تفسير للمعلمات أعلاه.

نموذج سولو والبحث والتطوير:

- أحد الطرق التي اقترحت للحصول على معدل نمو داخلياً من قبل (Romer, 1986). حيث يوفر النموذج المقترح وجهة نظر بديلة للنمو طويل الأجل. ويستبعد النموذج فرضية التطور التكنولوجي الخارجي، ويقوم باستنباط النمو من خلال تراكم المعرفة.
- ويتم عرض النموذج المتضمن للمعرفة من خلال نموذج سولو ماعدا أن هناك قطاعين في النموذج هما:
  - القطاع المنتج للسلع.
  - القطاع المنتج للمعرفة (R&D).

$$Y_t = \left[(1 - a_k)K_t\right]^{\alpha}\left[A_t(1 - a_L)L_t\right]^{1-\alpha}$$

$$A_{t+1} - A_t = B(a_k K_t)^{\beta}\left[(a_L L_L)^{\gamma} A_t^{\theta}\right] \ldots\ldots (7)$$

- حيث:

(a_k) و (a_L) = حصة رصيد رأس المال والعمل المستخدمة في قطاع البحث والتطوير.

$(1-a_k)$و $(1-a_L)$ = حصة رصيد رأس المال والعمل المستخدمة في قطاع السلع.

β = معامل Shift Parameter.

θ = أثر الرصيد الحالي في المعرفة على نجاح البحث والتطوير.

- أما القيود على المعاملات فيمكن التعبير عنها كالتالي:

$$0 < \alpha < 1$$

$$\beta \geq 0$$

$$\gamma \geq 0$$

لا توجد قيود على θ

- وبناء على ذلك تصبح المعادلة التي توضح سلوك النظام كالتالي:

$$K_{t+1} - K_t = I_t = sY_t = s\left[(1-a_K)K_t\right]^{\alpha}\left[A_t(1-a_L)L_t\right]^{1-\alpha} \ldots\ldots (8)$$

- بعد ذلك تحتسب ديناميكية معدلات النمو (K) و (A) من خلال قسمة المعادلة (8) وكذلك قسمة معادلة البحث والتطوير (7) على (K_t) و (A_t) تباعا:

$$g_{Kt} = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} = s(1 - a_K)^{\alpha}(1 - a_L)^{1-\alpha}\left(\frac{A_t L_t}{K_t}\right)^{1-\alpha}$$

$$g_{At} = \frac{A_{t+1} - A_t}{A_t} = B a_K^{\beta} a_L^{\gamma} K_t^{\beta} L_t^{r} A_t^{\theta-1} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

حيث:

g_{Kt} و g_{At} = معدل نمو رصيد رأس المال، والمعرفة تباعاً .

- وبتعريف

$$C_K = s\left(1 - a_K\right)^{\alpha}\left(1 - a_L\right)^{1-\alpha}$$

$$C_A = Ba_K^{\beta} a_L^{\gamma}$$

- وبأخذ لوغاريتم طرفي المعادلة (9) نحصل على:

$$\ln g_{Kt} = \ln C_K + (1-\alpha)\left[\ln A_t + \ln L_t - \ln Kt\right]$$

$$\ln g_{At} = \ln C_A + \beta \ln K_t + \gamma \ln L_t + (\theta - 1)\ln A_t \ldots\ldots \quad (10)$$

- وبناء على ذلك:

$$\ln g_{Kt} - \ln g_{Kt-1} = \left[\left(\ln A_t - \ln A_{t-1}\right) + \left(\ln L_t - \ln L_{t-1}\right) - \left(\ln K_t - \ln K_{t-1}\right)\right]$$
$$= (1-\alpha)\left(g_A + n - g_K\right)$$
$$\ln g_{At} - \ln g_{At-1} = \beta\left(\ln K_t - \ln K_{t-1}\right) + \gamma\left(\ln L_t + \ln L_{t-1}\right) + (\theta - 1)\left(\ln A_t - \ln A_{t-1}\right)$$
$$= \beta g_K + \gamma n + (\theta - 1) g_A \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

- ويتميز سلوك معدلات النمو في الحالة المستقرة بالخصائص التالية:

$$\ln g_{Kt} - \ln g_{Kt-1} = 0 \Rightarrow g_K^* = g_A^* + n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

$$\ln g_{At} - \ln g_{At-1} = 0 \Rightarrow g_K^* = \frac{\gamma n}{\beta} + \frac{1-\theta}{\beta} g_A^* \ldots\ldots\ldots (13)$$

- وبإحلال (12) في (13) نحصل على قيم (g_A) و (g_K):

$$g_A^* = \frac{\gamma + \beta}{1 - \theta - \beta} n$$

$$g_K^* = \frac{\gamma + 1 - \theta}{1 - \theta - \beta} n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

- ويعادل معدل النمو في الحالة المستقرة:

$$g_y^* = \ln Y_t - \ln Y_{t-1} = g_A^* + n \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

- وتتضمن المعادلة (15) مع المعادلة (12) أن (K) و (A) تنموان في حالة التوازن بمعدل النمو الوارد في المعادلة (14). وأن الناتج ينمو بنفس معدل نمو رأس المال:

- أما حصة الفرد من الناتج فتنمو بمعدل $\left(g_A^*\right)$

- لذا يعتبر نموذج سولو المتضمن البحث والتطوير نموذجاً داخلياً بمعنى أن معدل النمو بالأجل الطويل يتصف بالثبات، ويتحدد داخل النموذج:

$$g_y^* = g_K^* = g_A^* + n$$

- أما نمو المعرفة فيتحدد بالمعلمات:

$$\beta, \gamma, \theta$$

- ولا تمارس حصص رأس المال، والعمل المستخدمة في البحث والتطوير، أي (a_K) و (a_L)، ولا معدل الادخار (s) دوراً في النمو طويل الأجل.

النموذج النيوكلاسيكي ونظرية النمو الحديثة:

- تلعب نظرية النمو النيوكلاسيكية التقليدية دوراً مهماً في تطوير التحليل الخاص بالتوازن العام الديناميكي.
- إلا أن هذه النظرية فشلت في تفسير معدلات النمو الفعلية للبلدان.
- بالإضافة إلى عدم تحقق "الالتقاء المشروط": ظهور فوارق واضحة في معدلات نمو حصة العامل من الناتج (معدل النمو) ما بين مختلف البلدان في الأجل الطويل.

- وقد يعزى ذلك، جزئياً، إلى أن مختلف البلدان لا تملك نفس درجة النفاذ إلى نفس التكنولوجيا (المستوى التكنولوجي للبلدان المتقدمة أفضل من ذلك السائد في البلدان النامية)، الأمر الذي ينعكس على مستوى المعيشة للأفراد في هذين النوعين من البلدان.
- وكبديل قامت نظرية النمو الحديثة بتفسير الفشل في تحقق الالتقاء المشروط من خلال اقتراح التأثيرات الخارجية Externalities، وتأثير الإنتشار Spillover لرأس المال البشري والمعرفة.
- تعتمد الدراسات التطبيقية على التمدرس Schooling كممثل لرأس المال البشري، وتسود التأثيرات غير المباشرة لرأس المال البشري لأن ارتفاع التعلم العام أو التعليم يرفع من رأس المال البشري لقوة العمل. لأن ارتفاع قوة العمل الماهرة يزيد من الإنتاجية، ومن ثم زيادة الإنتاج.

- كما تشير هذه الدراسات بأن الاستثمار في رأس المال البشري يتمتع بنفس الأهمية التي يتمتع بها رأس المال العيني. ورغم ذلك فإن هناك نفقات فرص بديلة للقطاعات العائلية للاستثمار في رأس المال البشري. فعلى سبيل المثال تأخذ فرصة الاستثمار البديل في التعليم شكل الدخل الضائع بسبب عدم الانخراط بسوق العمل. وتتفاوت الفرص البديلة من شخص لآخر. حيثٍ تكون أكبر للشخص الذي يتصف برأس مال بشري أكبر (أكثر تعليما) مقارنة بالشخص الأقل تعليما.

- ورغم أهمية نظرية النمو الحديثة في تفسير النمو داخلياً، إلا أنها، كما يعتقد (MaCallum, 1996) هناك إشكالية منطقية في هذه النوعية من النماذج. حيث لا يمكن فصل رأس المال البشري عن قوة العمل. وعليه فإن رأس المال البشري المتراكم، الذي يولد نمو لا متناهي (في نموذج لوكاس Locus) لا يمكن نقله إلى الأجيال القادمة. عكس الحال في حالة المعرفة حيث تعتبر شبه سلعة عامة (بمعنى أن المعرفة الجديدة، مثل براءات الاختراعات، يمكن أن تبقى ذات استخدام محدود لفترة من الزمن). أما في حالة المعرفة فهناك إمكانية لانتقال المعرفة حيث لا تمنع فيه المكتسبات المعرفية لشخص معين الأشخاص الآخرين من الحصول عليها.

- لذلك، وكما أوضحت المعادلة (15)، يمكن للمعرفة أن تنتقل من جيل لآخر، وهو الأمر الذي يترتب عليه إمكانية توليد نمو لا متناهي داخلياً .
- ومع ذلك لابد من ملاحظة التالي:

* لا يمكن لرصيد المعرفة أن يولّد تحسّن مستدام في مستوى المعيشة إلا في حالة مساهمته في رفع عوائد الاستثمار في رأس المال البشري عند أغلب القطاعات العائلية.

تقييم نماذج النمو (Thielwall, 2002):

- أن النقطة المهمة في مسألة تقييم نموذج النمو الملائم، الخارجي (سولو)، أو الداخلي هو في اختبار:

العلاقة العكسية ما بين معدل نمو حصة الفرد من الناتج، والمستوى الأولي Initial لحصة الفرد من الدخل.

فإذا:

أ- تحققت هذه العلاقة فهذا يدعم نظرية سولو (النظرية النيوكلاسيكية) في التنبؤ بالالتقاء Convergence.

ب- لم تحقق هذه العلاقة فذلك يدعم نظرية النمو الداخلي بعدم الالتقاء (أي أن الناتج الحدي لرأس المال لا ينخفض).

- من الملفت للنظر أن يرى أغلب الاقتصاديين في نموذج النمو الداخلي "الجديد" هو اكتشافه لعدم التقاء متوسط دخول الأفراد (مستويات المعيشة) في البلدان المختلفة مع مرور الزمن. رغم أن هذه الحقيقة معروفة لأغلب الاقتصاديين "غير التقليديين"، والذين اقترح بعضهم نماذج لتفسير ظاهرة التشتت (عدم الالتقاء) Divergence، مثل بريبش Prebish، ومردال Myrdal، وهيرشمان Hirschman، وغيرهم.

- من المهم أن نعلم أن أغلب أفكار نظرية النمو الداخلي "الجديدة" ليست جديدة. فمن الاقتصاديين (ما عدا أولئك المرتبطين جذريا بالنموذج النيوكلاسيكي)، لم يعتقد أن الاستثمار غير ضروري للنمو طويل الأجل؟ فقد توقع الاقتصادي كالدور Kaldor عام 1957، ضمن دالته للتطور التكنولوجي، بنظرية جديدة للنمو من خلال قوله بأن التطور التكنولوجي يستلزم تراكم رأسمالي، والعكس صحيح (ومن الاستحالة تحقق أحدهما بدون تحقق الآخر). كما أن نموذج النمو الخاص بكالدور يقدم تفسيرا بسبب ثابت نسبة رأس المال/ الناتج خلال الزمن رغم ارتفاع نسبة رأس المال / العمل.

- أما فيما يخص أصل الإشارة لقانون تزايد الغلة مع الحجم (نظرية النمو الداخلي) فهناك إسهامات كثيرة سابقة مثل إسهامات آدم سميث Smith فيما يخص تقسيم العمل، و/أو Arrow في نموذجه حول التعلم من خلال الممارسة Learning by Doing، وأعمال شولتز Schultz ودينسون Denison حول العائد الاجتماعي للتعليم. وفي هذا السياق يبدو أن هناك ولعا في إعادة اكتشاف العجلة من قبل بعض الاقتصاديين.

- عند التطرق لتفسير النتائج التطبيقية لنموذج النمو الداخلي وفرضية الالتقاء، فمن الأهمية إعطاء المزيد من الاهتمام في هذا المجال. خاصة فيما يخص تفسير الإشارة السالبة المرتبطة بحصة دخل الفرد من الدخل الأولي. وذلك لوجود أسباب أخرى لتفسير هذه الإشارة السالبة، غير تلك الواردة في النموذج التقليدي (النيوكلاسيكي) للنمو. ومن هذه الأسباب:

(i) هناك أدبيات كثيرة، خارج نطاق المدرسة النيوكلاسيكية، تشير إلى ضرورة العلاقة العكسية (الإشارة السالبة) ما بين معدل النمو، والمستوى الأولي لحصة الفرد من الدخل. لأنه كلما زاد البلد تخلفا فمعنى ذلك أن هناك مجالا أوسع للحاق Catch-up، وما يترتب على ذلك من استيعاب أكبر للتكنولوجيا التي من شأنها أن تنقل أو تحول دالة الإنتاج إلى مستوى أعلى.

وهنا يثار السؤال: هل أن الالتقاء المشروط Conditional Convergence هو المسئول عن رفع العوائد المتناقصة على راس المال، أم ظاهرة اللحاق؟ ورغم أن كلا المفهومين متميزين عن الآخر، إلا أنه من الصعب فعلهما تطبيقيا.

(ii) قد تعكس العلاقة السالبة إلى حالة التغير الهيكلي، حيث تنمو البلدان الفقيرة أسرع من البلدان الغنية (مع السيطرة على بقية المتغيرات)، بسبب الانتقال السريع في الموارد من القطاعات ذات الإنتاجية الأقل إلى ذات الإنتاجية الأكبر. وهنا أيضا كيف نميز ما بين هذه الافتراضات؟

- ومن الانتقادات الأخرى هي الخاصة بتحديد Specification نظرية النمو الداخلي "الجديد"، معبرا عنها بالمعادلة المشار إليها أعلاه، وهي:

$$Y=AK$$

- حيث (A) ثابت يشير إلى الثبات النسبي للعلاقة ما بين الناتج (Y)، ورأس المال (K)، أو قانون ثبات الغلة مع الحجم. وبعد التدقيق البسيط نجد أن هذه العلاقة ما هي إلا شكل من أشكال معادلة هارود – دومار (المشار إليها أعلاه):

$$g \frac{s}{\nu}$$

- ونحصل على هذه النتيجة من خلال تغيرات (Y) و (K) وقسمتها على (Y):

$$\Delta Y/Y=A\Delta K/Y=A(I/Y)$$

- حيث تمثل $\Delta Y/Y$ معدل النمو (g)، وتمثل (I/Y) نسبة الاستثمار/ الناتج (s)، وتمثل (A) إنتاجية الاستثمار (أي $\Delta Y/I=1/s$ ، أو معكوس نسبة رأس المال/الناتج).

- ويعني ذلك أنه في حالة تساوي إنتاجية الاستثمار (A) ما بين مختلف البلدان فسينتج عن ذلك ارتباط تام ما بين معدل النمو، ونسبة الاستثمار. وفي حالة عدم سيادة مثل هذا الارتباط فلا بد أن يكون هناك اختلافات ما بين البلدان في إنتاجية راس المال.

- وكل ما تقوم به الدراسات التطبيقية لنموذج النمو الداخلي "الجديد" هو محاولة تفسير الاختلافات في إنتاجية رأس المال ما بين الدول (بشرط الإشارة إلى نسبة الاستثمار في معادلة النمو)، وعلى أساس الاختلافات في الإنفاق على البحث والتطوير R&D ، والتجارة، . . الخ، وكذلك الشروط الأولية.

- أما فيما يتعلق بثبات نسبة راس المال/ الناتج، فقد أشار إليها كالدور Kaldor منذ زمن بعيد، عام 1957، باعتبارها أحد حقائق النمو الاقتصادي الستة Stylized Facts. حيث أنه رغم تراكم رأس المال، والزيادة في حصة الفرد من رأس المال خلال الزمن، إلا أن نسبة رأس المال/الناتج تظل بدون تغيير (الحقيقة الرابعة). ويفسر ذلك بوجود بعض التأثيرات الخارجية Externalities أو العوائد المتناقصة مع الحجم.

علما بأن الحقائق الستة لكالدور تتجسد فيما يلي:

(i) نمو كل من الناتج (Y)، وإنتاجية العمل (Y/L) بشكل مستمر خلال القرن التاسع عشر في البلدان الصناعية. ويفترض كالدور ارتباط نمو التشغيل بالنمو السكاني. وبناء على ذلك فإن هناك توافق ما بين نمو إنتاجية العمل (Y/L) ، وحصة الفرد من الدخل (Y/n).

(ii) كما تعرضت نسبة راس المال / العمل (K/L) إلى النمو خلال نفس العقد .

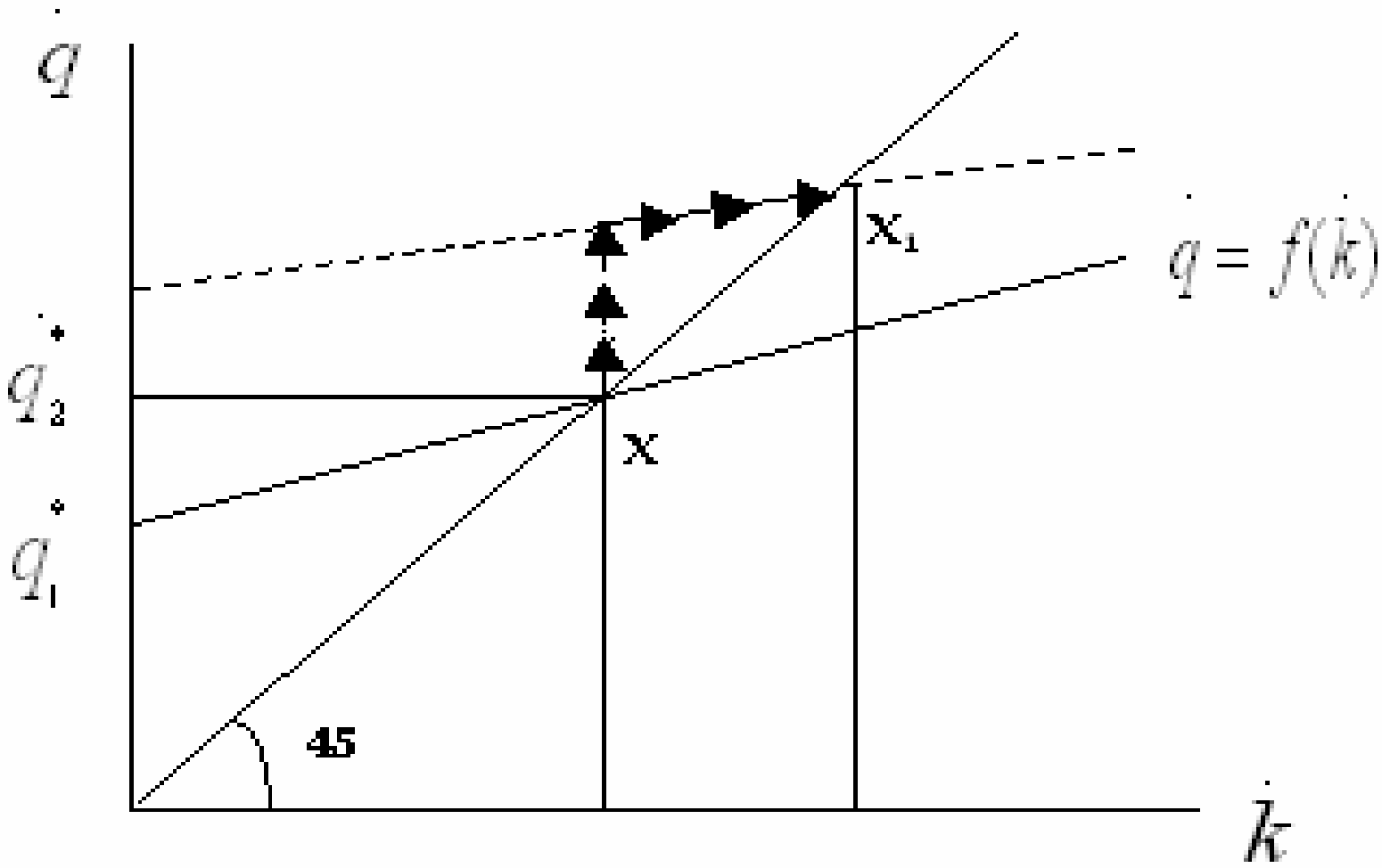
(iii) هناك استقرار لمعدل العائد على رأس المال.

(iv) هناك استقرار لنسبة رأس المال/الناتج (K/Y) لآفاق زمنية طويلة.

(v) لا تظهر حصة دخول العمل، ودخول رأس المال من الناتج أي اتجاه معين.

(vi) هناك تفاوت كبير ما بين البلدان فيما يخص معدلات نمو الناتج، وإنتاجية العمل (تجارب تمثل معجزة، وتجارب تمثل كوارث).

- ويتجسد تفسير كالدور في مساهمته الخاصة بدالة التطور التكنولوجي Technical Progress Function التي تربط نمو الناتج لكل رجل ($\dot{q}$) ، بنمو راس المال لكل رجل ($\dot{k}$)، وكما هو موضح بالشكل أدناه:


$\dot{q}$
$\dot{q}_2^*$
$\dot{q}_1^*$
x_1
x
$\dot{q} = f(\dot{k})$
45
$\dot{k}$

- يعتمد وضع دالة التطور التكنولوجي الوارد في الشكل أعلاه على معدل التطور التكنولوجي الخارجي، أما ميل الدالة فيعتمد على الدرجة التي يتجسد بها هذا التطور في رأس المال.

- تمثل كافة النقاط الواردة على خط 45 ثابت نسبة رأس المال/ الناتج، وتمثل النقطة ($\dot{q}_1^*$) النمو التوازني لحصة الفرد من الناتج.

- يتسبب انتقال الدالة لأعلى، المصحوب باكتشافات جديدة واختراقات تكنولوجية مهمة، في نمو في الناتج يفوق نمو راس المال، وبالتالي ارتفاع في معدل الربح، وحفز للاستثمار، للوصول إلى نقطة توازنية جديدة للنمو عند ($\dot{q}_2^*$) (تتبع الأسهم).

- يتسبب ارتفاع التراكم الرأسمالي من دون تطور تكنولوجي، ارتفاع بنسبة رأس المال/ الناتج. وفي ظل ملاحظة أن نسبة رأس المال / الناتج ثابتة فلا بد أن توجد قوى تكنولوجية تحول الدالة نحو الأعلى. وبالتالي فإن كالدور كان متنبأ بنظرية النمو الداخلي.
- وما ينطبق على بلدان عديدة خلال الزمن، ينطبق بنفس القدر على بلدان مختلفة في أوقات مختلفة، وفي ظل اختلافات بمعدلات نمو هذه البلدان ذات نسب رأس المال/ الناتج المتساوي والمصاحب لدول تطور تكنولوجي مختلفة. وباستعارة وجهة نظر كالدور مرة أخرى في هذا المجال:

أن نسبة منخفضة من رأس المال/ العمل لا تعني بالضرورة نسبة منخفضة من رأس المال/ الناتج. وفي الواقع فإن العكس هو الصحيح في أغلب الأحيان. فالبلدان ذات الميكنة المتطورة مثل الولايات المتحدة لا تحتاج نسبة مرتفعة من رأس المال/ الناتج. فهذه النسبة شهدت انخفاضا في الولايات المتحدة خلال نصف قرن (الإشارة إلى النصف الأول من القرن العشرين، مُعدّ المادة). في حين شهدت نسبة راس المال/ العمل ارتفاعا مستقرا. وتتصف هذه النسبة بانخفاضها في الولايات المتحدة مقارنة بالصناعات التحويلية في العديد من البلدان النامية.

- بعبارة أخرى، فإن البلدان الغنية، والفقيرة، لا يعملوا على نفس دالة الإنتاج.

- الملاحظة الأخيرة هي الخاصة بكيفية معالجة نظريات النمو الجديدة للتجارة. بعض هذه النظريات لا تشير للتجارة وكأن الاقتصاديات مغلقة بالكامل. وبالتالي من الصعوبة تصور نظرية تفسر التفاوت في النمو ما بين البلدان من دون الإشارة للتجارة، وخاصة ميزان المدفوعات، الذي يمثل قيدا جوهريا على النمو في حالات أغلب هذه البلدان.

وفي الحالات التي تتم الإشارة إلى التجارة، في نماذج النمو الجديدة الأخرى، فلا تمثل التجارة أهمية في النمو أو أنها تفقد أهميتها عند دمجها مع متغيرات أخرى. وقد يبدو ذلك محيرا، ومتناقصا مع الأدبيات الضخمة حول أهمية التجارة في النمو، كما يتناقض مع أدبيات البنك الدولي وصندوق النقد الدولي حول المزايا من جراء تحرير التجارة، وتتضارب كذلك مع السياسة الدولية بعد الحرب العالمية الثانية الرامية إلى تعزيز التجارة لصالح التنمية الاقتصادية.

- وهناك بالتأكيد العديد من الأسباب المفسرة لضعف مساهمة التجارة في تفسير تفاوتات النمو في هذه النظريات، إلا أنه يبدو أن السبب الرئيسي يتجسد في أن متغير التجارة ينظر له من خلال (حصة) الصادرات في الناتج المحلي الإجمالي باعتباره كمقياس لدرجة الانفتاح.

- إلا أن الاعتماد على هذا المتغير (حصة الصادرات في الناتج) تعكس المكاسب الساكنة Static Gains من التجارة والانتشار التكنولوجي Technological Spillovers، وليس المكاسب أو الآثار الديناميكية من التجارة. لأن المكاسب الأخيرة يمكن أن تعكس بشكل ملائم من (نمو) الصادرات التي تؤثر على الطلب، بشكل مباشر وغير مباشر (من خلال تخفيف قيد ميزان المدفوعات على الطلب)، وتؤثر كذلك على جانب العرض من خلال السماح بتسريع نمو الواردات.

- ويصاغ هذا النقد بعبارة أخرى وهي أن نظرية النمو الجديدة تهمل جانب الطلب. وهو الأمر الذي يفسر من خلال ارتفاع معنوية متغير نمو الصادرات في نموذج نظرية النمو الجديدة.

- وعند الوصول إلى تقييم الحجم التطبيقية لنظرية النمو الداخلي الجديدة تبرز القوة التفسيرية لأربع متغيرات فقط:

(أ) المستوى الأولي لحصة الفرد من الدخل.

(ب) نسبة المدخرات / الاستثمارات.

(ج) الاستثمار برأس المال البشري.

(د) النمو السكاني.

- أما بقية المتغيرات فلا تتصف بالمعنوية، بمعنى أنه في حالة دمجهم مع متغيرات أخرى تبدأ هذه المتغيرات بفقدان المعنوية.

- أن المتغيرات ذات القوة التفسيرية للنمو هي تلك التي أشار لها اقتصاديو النمو من سنوات طويلة، وقبل ظهور نظرية النمو الداخلي الجديدة.

المراجع

Romer, D., 1986, Increasing Returns and Long-Run Growth, Journal of Political Economy, 94 (5).

Locus, R., 1988, On the Mechanics of Economic Development, Journal of Monetary Economics, 22 (1).

Mankiw, N., D. Romer, and D. Weil, 1992, A Contribution to the Empirics of Economic Growth, The Quarterly Journal of Economics, 107 (2).

MaCallum, B., 1996, Neoclassical vs. Endogenous Growth Analysis: An Overview, Federal Reserve Bank of Richmond Economic Quarterly, 82 (4).

Romer, D., 2006, Advanced Macroeconomics, McGraw-Hill, New York.