
इकाई 3 सोलो मॉडल

संरचना

- 3.0 उद्देश्य
- 3.1 परिचय
- 3.2 सोलो मॉडल की विशेषताएँ
 - 3.2.1 वस्तुओं की आपूर्ति
 - 3.2.2 वस्तुओं की माँग
- 3.3 सुस्थिर अवस्था
 - 3.3.1 पूँजी में वृद्धि और सुस्थिर अवस्था
 - 3.3.2 जनसंख्या वृद्धि और सुस्थिर अवस्था
 - 3.3.3 तकनीकी विकास और सुस्थिर अवस्था
- 3.4 स्वर्णिम नियम
- 3.5 स्वर्णिम नियम अवस्था की ओर परिवर्तन
- 3.6 सारांश
- 3.7 शब्दावली
- 3.8 कुछ उपयोगी पुस्तकें
- 3.9 बोध प्रश्नों के उत्तर/संकेत

3.0 उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के उपरान्त आप :

- उन मूलभूत आधारों की व्याख्या कर सकेंगे, जिन पर नव-क्लासिकीय सोलो मॉडल आधारित हैं;
- नव-क्लासिकीय उत्पादन फलन की विशेषताओं का वर्णन कर सकेंगे;
- सोलो मॉडल के प्रभावों को पहचान सकेंगे; और
- एक अर्थव्यवस्था की सुस्थिर वृद्धि अवस्था की व्याख्या कर सकेंगे।

3.1 उद्देश्य

पिछली पुस्तक में हमने देखा है कि जब बचतों को निवेशों में रूपांतरित किया जाता है, पूँजी भण्डार का एकत्रीकरण होता है। पूँजी भण्डार में ऐसे एकत्रीकरण का अर्थ है पूँजी निवेश के स्तर में वृद्धि। पूँजी निवेश की एक विशेषता यह है कि यह एक प्रयोग के बाद समाप्त नहीं होता अर्थात् यह स्वभावतः टिकाऊ होता है। परन्तु पूँजीगत निवेश में टूट-फूट होती है, जिसे सामान्यतः हास (depreciation) कहा जाता है, जो उत्पादन के दौरान होता रहता है। इस प्रकार, जब हम कुल निवेश में से हास को घटा देते हैं, तब हमें शुद्ध निवेश प्राप्त होता है।

जैसा कि आप जानते हैं, उत्पादन प्रक्रिया में प्रयोग किए जाने वाले दो प्राथमिक आगत पूँजी और श्रम हैं और यह तकनीकी की सहायता से मध्यवर्ती आगतों को उत्पादन में रूपान्तरित करते हैं। यदि हम यह मान लें कि मध्यवर्ती आगतों की कोई कमी नहीं है तब एक अर्थव्यवस्था की उत्पादन क्षमता प्राथमिक आगतों की मात्रा, गुणवत्ता और उपयोगिता पर निर्भर करती है। हमें यह ध्यान रखना चाहिए कि अधिकांश संवृद्धि मॉडल कच्चे माल की विश्वस्त उपलब्धता की मान्यता पर आधारित होते हैं।

सामान्यतः क्लासिकीय अर्थशास्त्री निवेश के दीर्घकालीन प्रभावों पर अधिक ध्यान नहीं देते हैं। क्लासिकीय ढाँचे में, एक अर्थव्यवस्था अवधि दर अवधि उत्पादन के समान चक्र से गुजरती है। केंसोत्तर अर्थशास्त्रियों विशेषकर, हैरॉड एवं डोमर ने निवेश के कारण पूँजी भण्डार में होने वाली वृद्धि पर जोर दिया है (MEC-004 के पाठ्यक्रम का खंड 1 : संवृद्धि और विकास का अर्थशास्त्र को देखें)। इसके उपरांत नवक्लासिकीय अर्थशास्त्री आर.एम. सोलो ने 1956 में आर्थिक संवृद्धि का एक मॉडल प्रस्तुत किया, जो संवृद्धि सिद्धान्त में आज भी एक महत्त्वपूर्ण पड़ाव माना जाता है। तदुपरांत सोलो मॉडल में परिशोधन और प्रवर्तन करके संवृद्धि मॉडलों को विकसित किया गया है। सोलो मॉडल अर्थव्यवस्था की उत्पादन वृद्धि पर बचत, जनसंख्या वृद्धि और तकनीकी विकास के प्रभावों को स्पष्ट करता है। अब हम सोलो मॉडल की आधारभूत विशेषताओं और प्रभावों की चर्चा करेंगे।

3.2 सोलो मॉडल की विशेषताएँ

सोलो मॉडल पूरी अर्थव्यवस्था के लिए एक ऐसे समग्र उत्पादन फलन पर विचार करता है ताकि श्रम और पूँजी जैसे समरूप आगतों के उपयोग द्वारा एक सामान्य तकनीक के माध्यम से एक मिश्रित वस्तु का उत्पादन किया जा सके। इस मॉडल को समझने के लिए पहले चरण में यह अध्ययन करना है कि अर्थव्यवस्था में वस्तुओं की माँग और आपूर्ति का निर्धारण कैसे होता है।

3.2.1 वस्तुओं की आपूर्ति

सोलो मॉडल में वस्तुओं की आपूर्ति उत्पादन फलन द्वारा निर्धारित होती है। उत्पादन फलन के तीन आगत (K, L, A) और एक उत्पाद (Y) चर हैं और इसका स्वरूप होता है—

$$Y(t) = F(K(t), A(t), L(t)) \quad \dots(3.1)$$

Y = उत्पाद

K = पूँजी

L = श्रम

A = उत्पादन की तकनीक

समीकरण (3.1) में चर t उस समय को दर्शाती है, जो मॉडल में प्रत्यक्ष रूप में शामिल नहीं है। इसका अर्थ है कि समयावधि के दौरान होने वाला परिवर्तन केवल आगतों K, L और A में हुए परिवर्तनों के कारण होता है।

यहाँ यह ध्यान देना आवश्यक है कि A में परिवर्तन तकनीकी विकास के परिणामस्वरूप होता है। श्रम और श्रम की प्रभावशीलता मॉडल में गुणात्मक रूप में इस प्रकार शामिल किये गये हैं, जिसमें AL का अर्थ प्रभावी श्रम है। इसका अर्थ है कि तकनीकी विकास श्रम संवर्धी (labour-augmenting) है अर्थात् यह श्रम की उत्पादकता या निपुणता में वृद्धि

करता है। अतः यदि L की मात्रा अपरिवर्तित रहे, तो भी तकनीकी विकास अर्थव्यवस्था में प्रभावी श्रम (AL) की मात्रा में वृद्धि करता है।

(3.1) में वर्णित उत्पादन फलन पैमाने के स्थिर प्रतिफल (Constant Returns to scale-CRS) प्रदर्शित करता है। यह मान्यता विश्लेषण को अत्यधिक सरल बना देती है और इसे अक्सर वास्तविक माना जाता है। CRS की उपस्थिति दर्शाती है कि यदि हम सभी आगतों को दोगुना कर दें, तो उत्पादन दोगुना हो जाता है।

$$F(aK, aAL) = aF(K, AL) \quad \dots (3.2)$$

जहाँ a कोई भी अऋणात्मक स्थिरांक हो सकता है।

CRS की मान्यता को समीकरण (3.1) में वर्णित उत्पादन फलन को प्रति प्रभावी श्रम इकाईयों में रूपान्तरित करने के लिए प्रयोग किया जा सकता है। यदि $a = \frac{1}{AL}$ तब

$$\text{हमें (3.1) को } F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{1}{AL} F(K, AL) \quad \dots (3.3)$$

के रूप में दर्शा सकते हैं।

(3.3) में प्रदत्त उत्पादन फलन को गहन रूप के नाम से जाना जाता है। यह अर्थव्यवस्था के सभी चरों को प्रभावी श्रम शक्ति के आकार के सापेक्ष विश्लेषण का अवसर देता है।

अतः $\frac{K}{AL}$ प्रभावी श्रम के सापेक्ष व्यक्त पूँजी हैं अर्थात् यह प्रति प्रभावी श्रम की प्रति इकाई

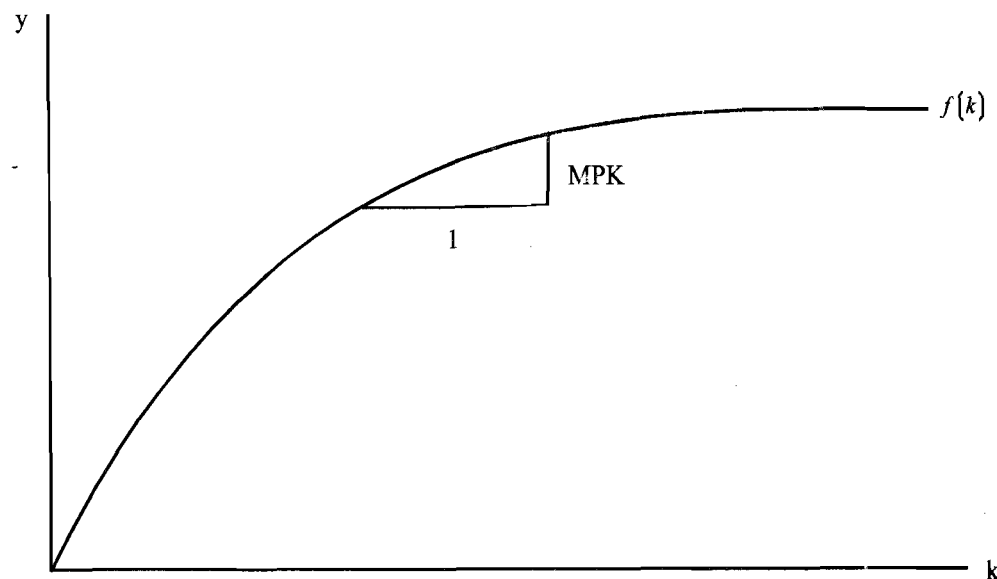
पूँजी है। इसके अतिरिक्त, $F\left(\frac{K}{AL}, 1\right) = \frac{Y}{AL}$ जो प्रति प्रभावी श्रम इकाई के अनुसार उत्पाद है।

हम इन्हें छोटे अक्षरों (lower case letters), $\frac{K}{AL} = k$ और $\frac{Y}{AL} = y$ तथा $f(k) = F(k, 1)$

के रूप में लिखते हैं ताकि (3.3) के उत्पादन फलन को इस प्रकार लिखा जा सके –

$$y = f(k) \quad \dots (3.4)$$

चित्र 3.1 उपरोक्त उत्पादन फलन को व्यक्त करता है :



चित्र 3.1 : नव-क्लासिकीय उत्पादन फलन

हम चित्र 3.1 में k को X अक्ष पर मापते हैं। क्योंकि k पूँजी-श्रम अनुपात प्रस्तुत करता है इसलिए जैसे-जैसे हम X अक्ष पर बढ़ते हैं, वैसे-वैसे प्रति श्रम इकाई पर उपलब्ध पूँजी की मात्रा बढ़ती जाती है। (3.1) की एक आधारभूत विशेषता यह है कि CRS की अवस्था में पूँजी आगत पर हासमान प्रतिफल प्राप्त होता है। इसका अर्थ है कि जब K और L दोनों समानुपातिक रूप में बढ़ते हैं, तब CRS लागू होते हैं। दूसरी ओर यदि K में वृद्धि हो परन्तु AL स्थिर रहें, तब हमें K पर हासमान प्रतिफल प्राप्त होते हैं।

उत्पादन फलन का ढाल पूँजी की सीमांत उत्पादकता (MPK) है, जो $\frac{K}{AL}$ के एक इकाई बढ़ने पर प्रति प्रभावी श्रम इकाई के द्वारा उत्पादित अतिरिक्त उत्पाद को दर्शाता है। MPK को गणितीय रूप में इस प्रकार लिखा जा सकता है—

$$MPK = f(k+1) - f(k) \quad \dots(3.5)$$

समीकरण (3.4) और चित्र 3.1 द्वारा प्रदर्शित उत्पादन फलन के गहन रूप में निम्न दशाओं की कल्पना की गयी है।

- 1) a) $k=0$, $f(k)=0$
- b) MPK धनात्मक होता है, अर्थात् $f'(k) > 0$
- c) k के बढ़ने पर MPK घटता है, अर्थात् $f''(k) < 0$
- 2) उत्पादन फलन के गहन रूप की कल्पना इनाडा प्रतिबंधों (Inada Conditions) की संतुष्ट करने के लिए की गयी है।
 - a) $\lim_{k \rightarrow 0} f'(k) = \infty$, जो बताता है कि जब पूँजी भण्डार बहुत कम होता है, तब MPK काफी अधिक होता है।
 - b) $\lim_{k \rightarrow \infty} f'(k) = 0$, जो बताता है कि जब पूँजी भण्डार काफी अधिक होता है तब MPK काफी कम होता है।

ये प्रतिबन्ध, जितने मॉडल से निष्कर्ष निकालने के लिए आवश्यक हैं, उनसे कहीं अधिक शक्तिशाली हैं और इस बात का विश्वास दिलाने के लिए शामिल किए गए हैं कि अर्थव्यवस्था अपने संवृद्धि पथ से भटक न जाये।

चित्र 3.1 से यह स्पष्ट है कि वक्र के किसी भी बिन्दु पर खींची गयी स्पर्श रेखा का एक धनात्मक ढाल होगा, परन्तु जब हम दायीं ओर बढ़ते हैं (जब k बढ़ता है), तब स्पर्श रेखाओं का ढाल घटता जाता है। इस प्रकार MPK धनात्मक परन्तु घटता हुआ होता है। इसके अतिरिक्त $k=0$ पर उत्पादन फलन की स्पर्श रेखा एक ऊर्ध्वाधर रेखा होती है (जो बताती है कि $MPK = \infty$)। जैसे जैसे k बढ़ता है, उत्पादन फलन समतल होता जाता है और जब $k \rightarrow \infty$ तब हमें $MPK=0$ प्राप्त होता है। यहाँ यह देखना महत्वपूर्ण है कि सोलो मॉडल K , L और A के अतिरिक्त अन्य आगतों को महत्व नहीं देता और अतः उन्हें उत्पादन फलन में शामिल नहीं किया जाता।

3.2.2 वस्तुओं की माँग

एक सोलो अर्थव्यवस्था में, वस्तुओं की माँग उपभोग और निवेशगत उद्देश्यों के लिए की जाती है। अतः

$$Y = C + I$$

...(3.6)

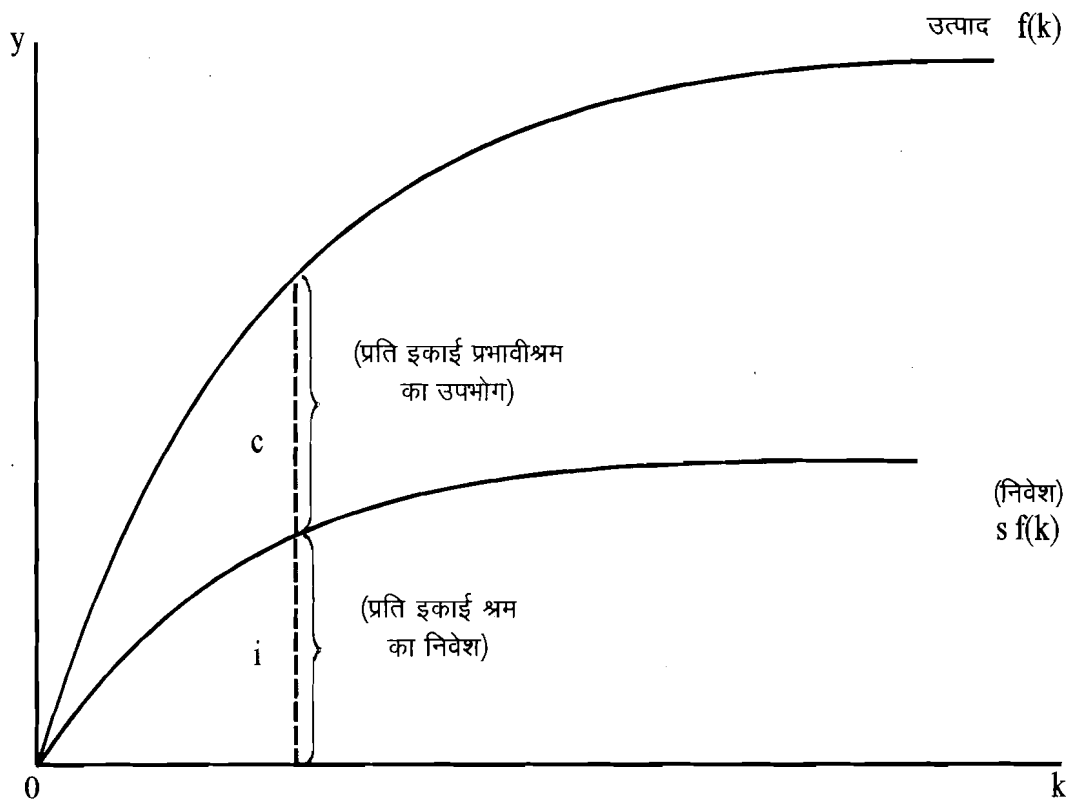
यदि हम (3.6) को प्रति प्रभावी श्रम इकाईयों में दर्शाएँ (अर्थात् इसे $\frac{1}{AL}$ से विभाजित कर दें), तो हमें मिलेगा—

$$y = c + i$$

...(3.7)

(3.6) में हम सरकारी व्यय और शुद्ध निर्यातों को छोड़ देते हैं, जो राष्ट्रीय आय खातों की पहचान में उपस्थिति होते हैं (इकाई 1 को देखें)। जब प्रस्तुतिकरण में सरलता के लिए सरकारी व्यय को छोड़ दिया जाता है, तब शुद्ध निर्यातों (अर्थात् आयात रहित निर्यातों को) शामिल नहीं किया जाता क्योंकि अर्थव्यवस्था को बन्द माना जाता है।

प्रति वर्ष लोग अपनी आय का एक अंश s बचाते हैं। इस प्रकार s बचत दर है और इसका मान 0 से 1 के मध्य माना जाता है। चित्र 3.2 में उत्पाद और बचत के मध्य सम्बन्ध को दर्शाया गया है।



चित्र 3.2: उत्पाद एवं बचत

प्रति इकाई प्रभावी श्रम बचत = sy

उपभोग $c = (1 - s)y$

$$\Rightarrow y = (1 - s)y + i \quad \dots(3.8)$$

$$\Rightarrow y - (1 - s)y = i$$

$$\Rightarrow y - y + sy = i$$

$$\Rightarrow sy = i \quad \dots(3.9)$$

(3.9) समीकरण दर्शाता है कि बचत निवेश के बराबर होती है, यह स्थिति अर्थव्यवस्था के संतुलन के लिए आवश्यक मानी जाती है।

बोध प्रश्न 1

1) वे कौन सी मूलभूत मान्यताएं हैं, जिन पर सोलो मॉडल आधारित होते हैं ?

.....

2) सोलो मॉडल द्वारा प्रदर्शित आधारभूत संतुलन स्थिति क्या है ?

.....

3.3 सुस्थिर अवस्था

जैसा कि समीकरण (3.9) में देखा गया है कि प्रभावी श्रम का प्रति इकाई निवेश प्रभावी श्रम की प्रति इकाई बचत के बराबर होता है।

$$i = sy$$

क्योंकि $y = f(k)$, अतः हम समीकरण (3.9) को इस प्रकार लिख सकते हैं:

$$i = sf(k) \tag{3.10}$$

उपरोक्त समीकरण उपलब्ध पूँजी भण्डार (k) और नयी पूँजी के संचयन (i) के मध्य सम्बन्ध को दर्शाता है, जो 'प्रति प्रभावी श्रम इकाईयों, में व्यक्त किया जाता है। जैसा आप जानते हैं, पूँजी निवेश के कारण पूँजी स्टॉक में आनेवाला अन्तर उस वर्ष के दौरान होने वाले निवेश के बराबर होता है। दूसरे शब्दों में, पूँजी स्टॉक की वृद्धि दर निवेश की दर के बराबर होती है। हम (3.10) की प्रति इकाई प्रभावी श्रम में इस प्रकार व्यक्त करते हैं:

$$\dot{k} = sf(k) \tag{3.11}$$

जहाँ \dot{k} का अर्थ k में होने वाली वृद्धि की दर है (सामान्यतः किसी चर की वृद्धि की दर प्रदर्शित करने के लिए हम उसके ऊपर बिन्दु अंकित कर देते हैं)।

उपरोक्त संतुलन अवस्था एक ऐसी अर्थव्यवस्था के लिए सत्य है, जहाँ पूँजी के स्टॉक में कोई ह्रास नहीं होता, न कोई जनसंख्या वृद्धि होती है और न ही तकनीकी विकास होता है। मान लीजिए कि अर्थव्यवस्था में कुछ समय के लिए कोई जनसंख्या वृद्धि या तकनीकी विकास नहीं होता। बाद में हम इन अवास्तविक मान्यताओं को हटा देंगे।

3.3.1 पूँजी में वृद्धि और सुस्थिर अवस्था

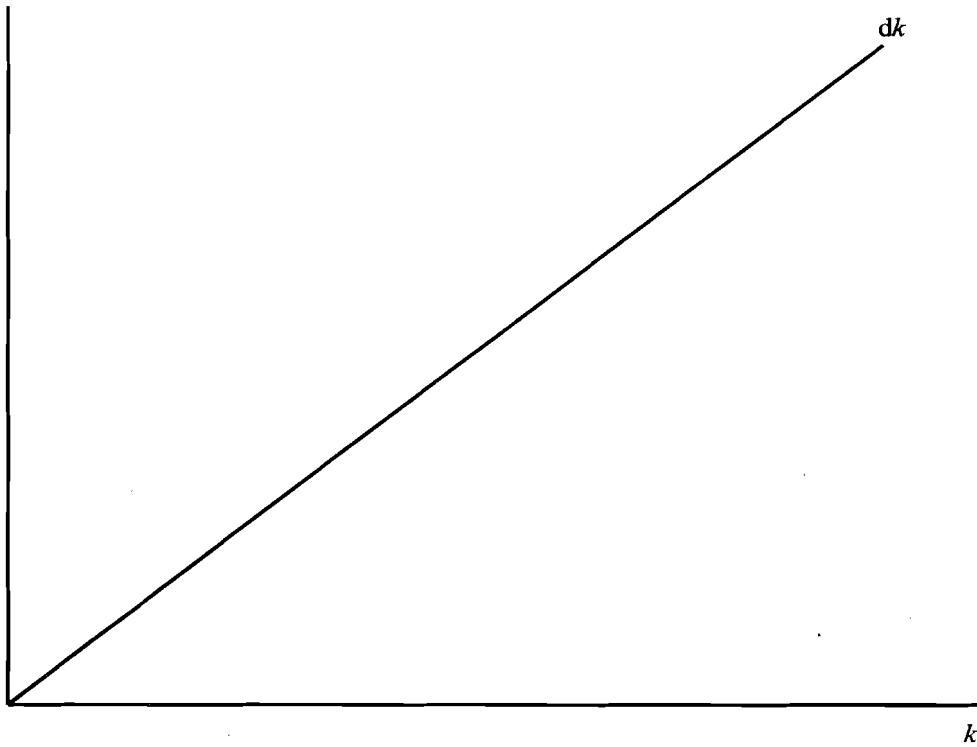
सोलो मॉडल मानता है कि उपलब्ध पूँजी δ की दर से घटती है। अतः प्रत्येक वर्ष δK मात्रा में पूँजी का ह्रास हो जाता है।

निवेश और ह्रास दोनों विपरीत दिशाओं में कार्य करते हैं और पूँजी के स्टॉक में वृद्धि दोनों मात्राओं का शुद्ध शेष होती है।

$$\dot{k}(t) = i(t) - \delta k(t)$$

क्योंकि $i = sf(k(t))$

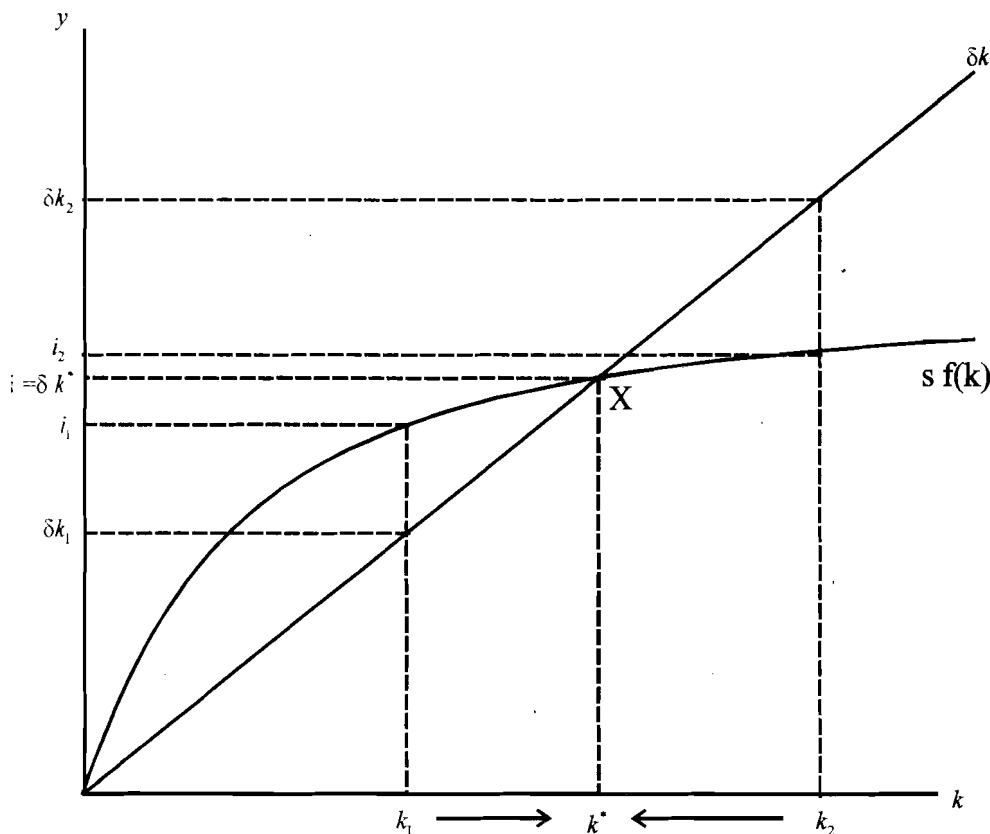
$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - \delta k(t) \tag{3.12}$$



चित्र 3.3 : हास दर

(3.12) से हम निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि जब $sf(k(t)) > \delta k(t)$, तब पूँजी का स्टॉक बढ़ता है ;और जब $sf(k(t)) < \delta k(t)$, तब यह घटता है और जब $sf(k(t)) = \delta k(t)$, तब यह स्थिर रहता है।

चित्र 3.4 में समीकरण (3.12) को आलेखीय विधि से दर्शाया गया है।



चित्र 3.4: एक अर्थव्यवस्था की सुस्थिर अवस्था

दोनों वक्र, बचत और हास वक्र, बिन्दु X पर प्रतिच्छेदित करते हैं, जहाँ पूँजी का स्टॉक k^* है और हास और निवेश एक दूसरे के बराबर हैं। इस बिन्दु पर पूँजी के स्टॉक में कोई

वृद्धि नहीं होती है, अतः उत्पाद भी स्थिर बना रहता है। अतएव k^* को पूँजी का सुस्थिर अवस्था स्तर कहा जाता है। इस सुस्थिर अवस्था की दो विशेषताएँ हैं: (i) अर्थव्यवस्था तब तक सुस्थिर अवस्था में बनी रहेगी, जब तक किसी अन्य चर में कोई परिवर्तन नहीं होता; (ii) अर्थव्यवस्था सदैव सुस्थिर अवस्था की ओर चलेगी। उदाहरण के लिए, यदि कोई अर्थव्यवस्था पूँजी के k_1 स्तर पर आरम्भ करती है, जहाँ $k_1 < k^*$ (देखिए चित्र 3.4), तब निवेश हास से अधिक रहता है। परिणामस्वरूप उत्पाद $f(k)$ के साथ साथ पूँजी का स्टॉक k_1 तब तक बढ़ता रहेगा, जब तक k अपने सुस्थिर अवस्था स्तर k^* तक नहीं पहुँच जाता। दूसरी ओर, यदि अर्थव्यवस्था k_2 पूँजी स्तर से आरम्भ करती है, जो k^* से अधिक होता है, तब निवेश हास से कम होता है। परिणामस्वरूप पूँजी के स्टॉक और अर्थव्यवस्था के उत्पाद में तब तक कमी आती रहती है, जब तक सुस्थिर अवस्था पूँजी अर्थात् k^* प्राप्त न हो जाए।

यदि अर्थव्यवस्था एक बार सुस्थिर अवस्था को प्राप्त कर लेती है, तो उस समय k पर कमी या वृद्धि करने का कोई दबाव नहीं होता, अतः अर्थव्यवस्था वहीं रह जाती है। इस प्रकार सोलो मॉडल निरन्तर आर्थिक संवृद्धि को स्पष्ट नहीं करता। ऊँची बचत दर वाली अर्थव्यवस्था में उत्पाद और पूँजी का स्तर एक निम्न बचत दर वाले देश की तुलना में अधिक होगा। अतएव बचत दर किसी अर्थव्यवस्था के उत्पाद और पूँजी की महत्त्वपूर्ण निर्धारक होती है। कुछ सीमा तक यह विभिन्न देशों के उत्पादों में विभिन्नता को स्पष्ट करती है। विभिन्न देशों की बचत दर अनेक कारणों जैसे वित्तीय बाजारों का विकास, कर नीति, सांस्कृतिक विभिन्नता, अवकाश प्राप्ति की नीतियों, राजनैतिक स्थिरता और राजनैतिक संस्थाओं के कारण भिन्न भिन्न हो सकती है। मैन्किव द्वारा प्रति व्यक्ति आय और निवेश उत्पाद के प्रतिशत रूप में दिये गये 84 देशों के आनुभविक प्रमाणों से यह सिद्ध हो जाता है कि उच्च बचत/निवेश दर और उच्च प्रति व्यक्ति आय के बीच गहरा सम्बंध पाया गया है। वह मैक्सिको और जिम्बावे के उदाहरण देते हैं जिनके निवेश की दर तो समान है परंतु मैक्सिको की प्रति व्यक्ति आय जिम्बावे की तुलना में तीन गुणा है। इससे यह प्रश्न उत्पन्न होता है कि बचत और निवेश के अतिरिक्त कुछ अन्य संभावित कारक होते हैं, जो जीवन स्तर का निर्धारण करते हैं। नीचे हम उनमें से दो कारकों – जनसंख्या वृद्धि और तकनीकी परिवर्तन का अध्ययन करते हैं।

3.3.2 जनसंख्या वृद्धि और सुस्थिर अवस्था

जनसंख्या वृद्धि के प्रभाव को जानने के लिए हम सोलो मॉडल का विस्तार करते हैं। हम अब उस स्थिति पर विचार करते हैं, जब जनसंख्या और श्रम शक्ति एक स्थिर दर n पर बढ़ती है। जब श्रम शक्ति बढ़ती है, तब k के समान स्तर को बनाए रखने के लिए अतिरिक्त पूँजी की आवश्यकता पड़ती है। अतएव अर्थव्यवस्था में हास (δk) और साथ ही जनसंख्या वृद्धि (nk) दोनों को संतुष्ट करने के लिए पर्याप्त निवेश होने चाहिए। n को शामिल करते हुये हम समीकरण (3.12) को संशोधित करते हैं ताकि –

$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - (n + \delta)k(t) \quad \dots(3.13)$$

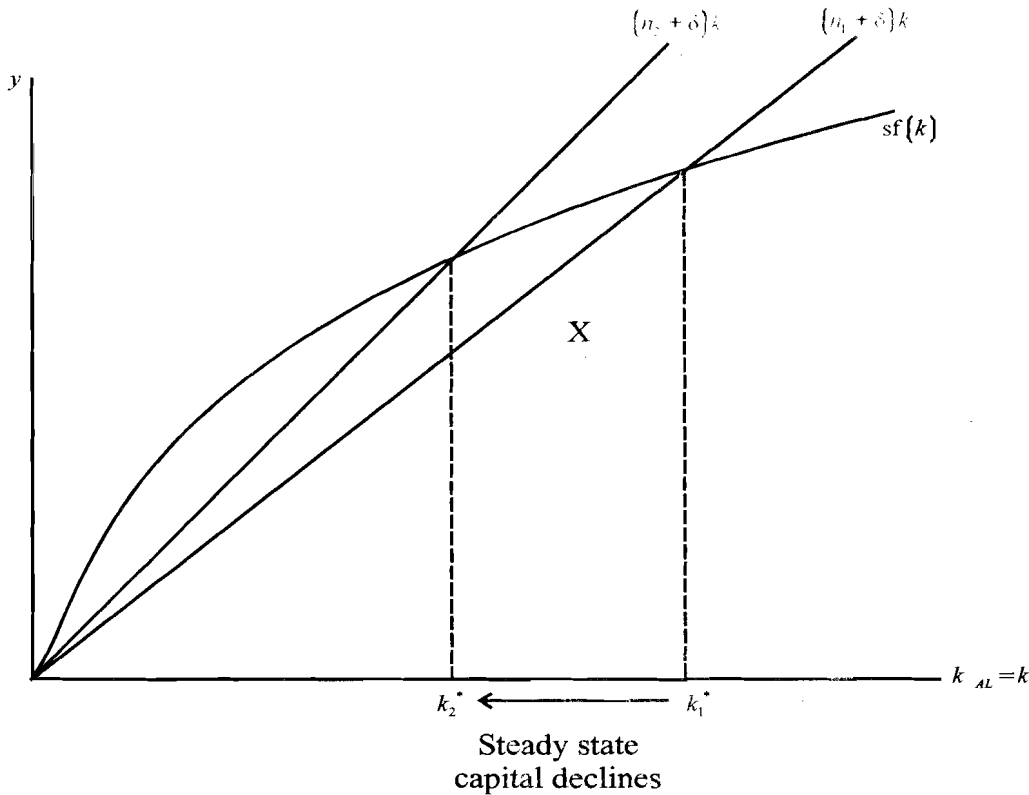
सुस्थिर अवस्था के लिए निवेश की वाँछित मात्रा के द्वारा न केवल हास (δk) पूरा होना चाहिए, बल्कि इससे नए कारीगरों को पूँजी (nk) भी प्राप्त होना चाहिए। इस समय संतुलन स्तर (break even) निवेश $(n + \delta)k$ होगा। सुस्थिर अवस्था निवेश वक्र और $(n + \delta)k$ वक्रों के प्रतिच्छेदन बिन्दु पर प्राप्त होती है। चित्र 3.4 में δk रेखा को इस अनुसार व्यवस्थित किया जाता है कि यह $(\delta + n)k$ को दर्शा सके।

पूर्व भाग में वर्णित प्रक्रिया द्वारा ही सुस्थिर अवस्था प्राप्त की जाती है। यदि $k_1 < k^*$, तब निवेश का स्तर, संतुलन स्तर के निवेश की तुलना में अधिक होता है, अतः k और y बढ़ते

हैं। दूसरी ओर, यदि $k_2 > k^*$, तब संतुलन स्तर के निवेश कम होते हैं अतः k तब तक घटेगा जब तक यह k^* पर न पहुँच जाए।

एक अर्थव्यवस्था में सतत आर्थिक संवृद्धि की व्याख्या करने में जनसंख्या वृद्धि की अहम भूमिका होती है। परन्तु इस ढाँचे में, प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पाद अपरिवर्तित रहता है। याद रखें कि सुस्थिर अवस्था पर k और y स्थिर रहते हैं। k और y को स्थिर रखते हुये पूंजी का स्टॉक (K) और उत्पाद (Y), n की दर से लगातार बढ़ते रहते हैं। यह विशेषता अन्तर्राष्ट्रीय आय में विभिन्नता को स्पष्ट करती है। हम मान लेते हैं कि राष्ट्र I की जनसंख्या वृद्धि दर n_1 और राष्ट्र II की वृद्धि दर n_2 , इस प्रकार है कि $n_1 > n_2$. दोनों देशों में बचत की दर समान मानी जाती है। इसके अनुसार, चित्र 3.5 में, हम एक रेखा $(\delta + n_2)k$ अंकित करते हैं, जिसका ढाल $(\delta + n_1)k$ के ढाल से अधिक होता है।

हम चित्र 3.5 से सरलतापूर्वक यह जान सकते हैं कि जनसंख्या की उच्च वृद्धि दर n_2 वाले राष्ट्र में k^* का स्तर निम्न होता है (जो k का सुस्थिर अवस्था स्तर है) और इसलिए उसका y भी निम्न रहता है। मैन्किव द्वारा उल्लेखित आनुभविक प्रमाण उपरोक्त मॉडल का समर्थन करते हैं। अतः भारत में नीति निर्माताओं द्वारा अक्सर इस बात पर जोर दिया जाता है कि उच्च जीवन स्तरों को प्राप्त करने के लिए जनसंख्या वृद्धि पर नियंत्रण रखना चाहिए।



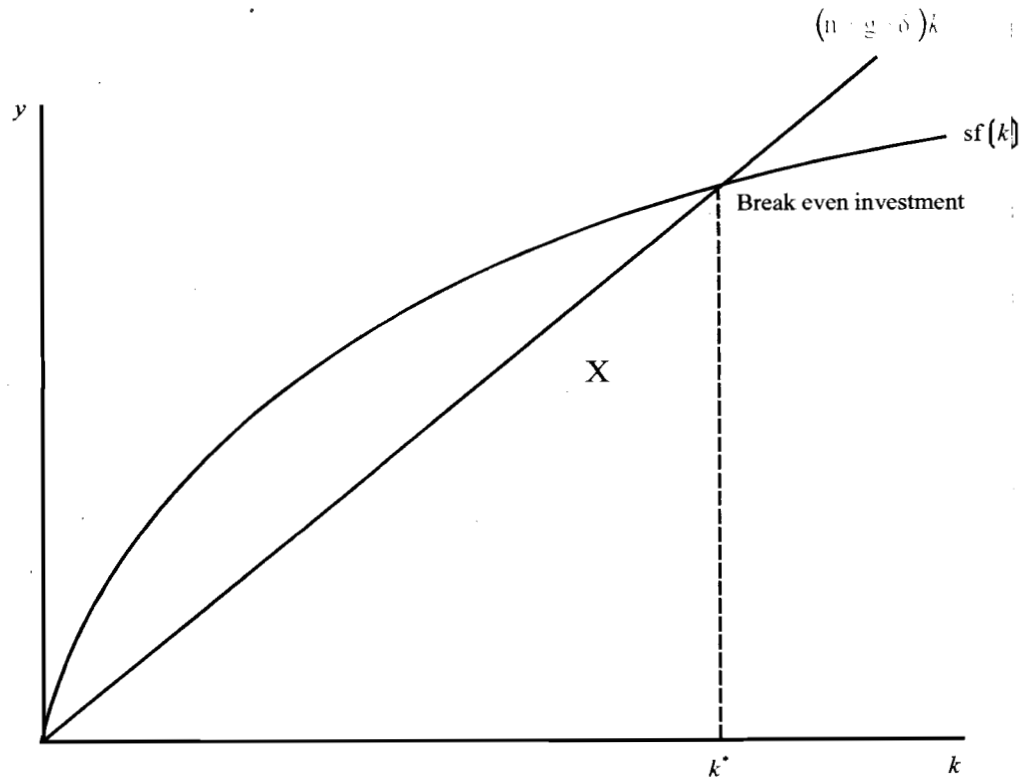
चित्र 3.5: दो राष्ट्रों में सुस्थिर अवस्था

3.3.3 तकनीकी विकास और सुस्थिर अवस्था

प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पादन को स्पष्ट करने के लिए हमे सोलो मॉडल में तकनीकी विकास को शामिल करना पड़ता है। जैसा पहले कहा जा चुका है कि तकनीकी विकास को श्रम संवर्धी (labour-augmenting) माना जाता है। इस प्रकार, तकनीकी विकास प्रभावी श्रम की मात्रा (AL) को बढ़ा देता है। मान लीजिए तकनीकी विकास की दर g है।

समयानुसार k में होने वाले परिवर्तन को अब इस प्रकार संशोधित किया जाता है:

$$\dot{k}(t) = sf(k(t)) - (n + g + \delta)k(t) \quad \dots(3.14)$$



चित्र 3.6: सुस्थिर अवस्था

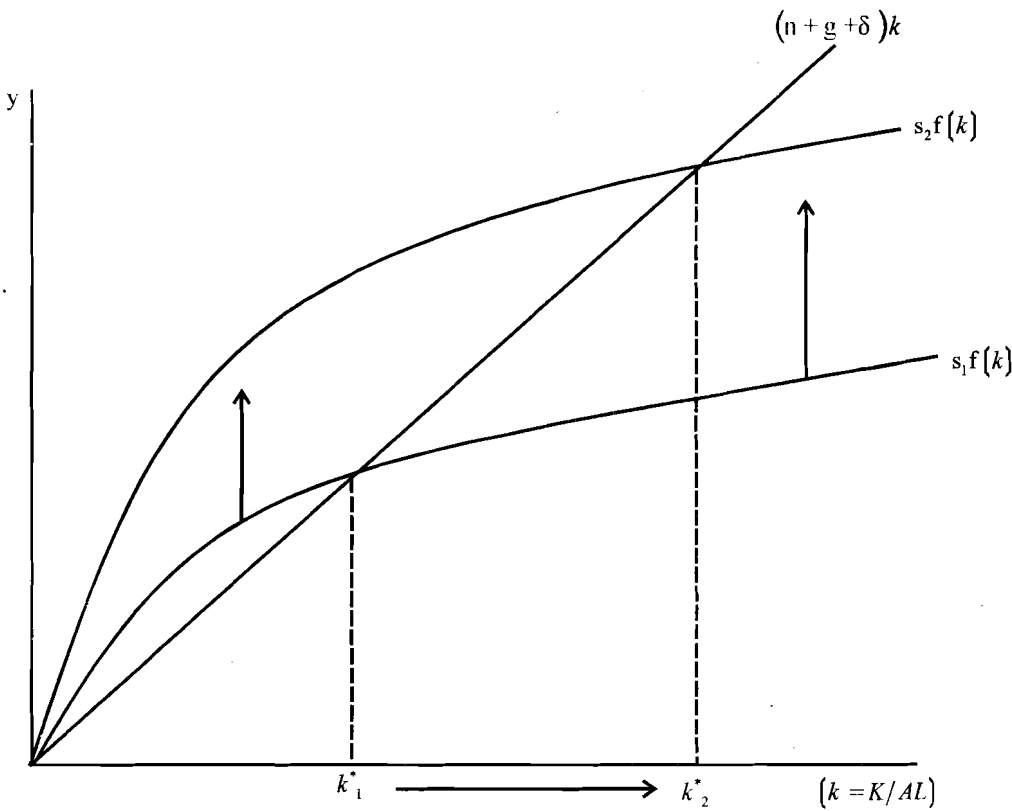
वास्तव में, समीकरण (3.14) संवृद्धि के सोलो मॉडल का सर्वप्रमुख समीकरण है। चित्र 3.6 में समीकरण को एक रेखा चित्र के माध्यम से स्पष्ट किया गया है।

जैसा कि स्पष्ट है, तकनीकी विकास को शामिल करने से स्थिर अवस्था का विश्लेषण नहीं बदलता। परन्तु अब संतुलन अथवा अलाभ (break-even) निवेश $(n+g+\delta)k$ होगा। कुल निवेश $sf(k)$, में से δk की आवश्यकता हास को पूरा करने के लिए और n, k की आवश्यकता प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी को स्थिर बनाए रखने के लिए होती है। परन्तु, तकनीकी विकास के कारण y एक g दर पर वृद्धि करता है। यद्यपि n, g और δ व्यक्तिगत रूप से बाधित नहीं होते, परन्तु मॉडल में कुल योग को धनात्मक माना जाता है, अर्थात् $n + g + \delta > 0$ । जैसा पहले कहा गया है, सुस्थिर अवस्था में प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी और प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पाद दोनों अपरिवर्तित रहते हैं। प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पाद में g दर से वृद्धि होती है और कुल उत्पाद $(n+g)$ दर से वृद्धि करता है। हम देखते हैं कि तकनीकी विकास को शामिल करने से हम प्रति मजदूर उत्पाद में वृद्धि को स्पष्ट कर पाते हैं।

हम निष्कर्ष निकालते हैं कि सोलो मॉडल के अनुसार, निरन्तर रूप से बढ़ते हुए जीवन स्तरों (Y/L) को केवल तकनीकी विकास के माध्यम से स्पष्ट किया जा सकता है।

3.4 स्वर्णिम नियम

अब हम सुस्थिर अवस्था में बचत दर में होने वाले परिवर्तनों के प्रभावों का अध्ययन करेंगे। हम मान लेते हैं कि जब बचत दर बढ़ती रहती है, जबकि n, g , और δ अपरिवर्तित रहते हैं (चित्र 3.7 देखें)। क्योंकि $i = sf(k)$, इसलिए निवेश अधिक होंगे, जो बदले में पूँजी संचयन और उत्पाद वृद्धि को बढ़ावा देंगे और धीरे धीरे अर्थव्यवस्था पूँजी और उत्पाद की अधिक मात्रा के साथ एक नयी सुस्थिर अवस्था पर पहुँच जाएगी।



चित्र 3.7 : बचत दर का प्रभाव

जब बचत दर s_1 से s_2 तक पहुँचती है, तब निवेश वक्र $s_1f(k)$ से $s_2f(k)$ हो जाती है। इस प्रकार, अर्थव्यवस्था उपरोक्त वर्णित पूँजी संचयन की प्रक्रिया से गुजर कर एक नयी सुस्थिर अवस्था k_2^* पर पहुँच जाती है।

हमें ऐसा लग सकता है कि क्योंकि उच्च बचत दर से उच्च पूँजी स्टॉक और उच्च उत्पाद प्राप्त होते हैं, अतः बचत की ऊँची दर हमेशा वाँछनीय होती है। आप सोच सकते हैं कि यदि 100% बचत होगी तो अर्थव्यवस्था में उत्पाद और पूँजी का सम्भावित अधिकतम स्टॉक होगा। s के विभिन्न स्तरों पर विभिन्न पूँजी संचयन के विभिन्न स्तरों के साथ विभिन्न सुस्थिर अवस्थाएँ प्राप्त होती हैं। परन्तु पूँजी संचयन का एक सर्वोच्च स्तर है, जिसे पूँजी का स्वर्णिम नियम (golden rule) स्तर कहा जाता है।

पूँजी के स्वर्णिम नियम स्तर पर s का स्तर इस प्रकार होता है कि सुस्थिर अवस्था पर प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग अधिकतम होता है। प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग अधिकतम क्यों हो जाता है? ऐसा इसलिए होता है, क्योंकि वह व्यक्ति, जो अर्थव्यवस्था बनाते हैं, वे अर्थव्यवस्था के पूँजी स्टॉक या कुल उत्पाद के प्रति सजग नहीं होते। उनके लिए यह महत्वपूर्ण है कि वे उत्पाद की कितनी मात्रा का उपभोग करते हैं। अतः विभिन्न सुस्थिर अवस्थाओं में से वह जो प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग को अधिकतम करती है, वही सर्वाधिक वाँछनीय होती है और इसलिए 'स्वर्णिम नियम स्तर' कहलाती है। आप जानते हैं कि आय (जो उत्पाद के बराबर होती है) को उपभोग तथा बचतों (जो निवेश के बराबर होती है), में लगाया जाता है, अर्थात् $Y = C + I$ । सुस्थिर अवस्था उपभोग, उत्पाद में से निवल निवेश को घटाने के पश्चात् प्राप्त होने वाला शेष है। इस प्रकार,

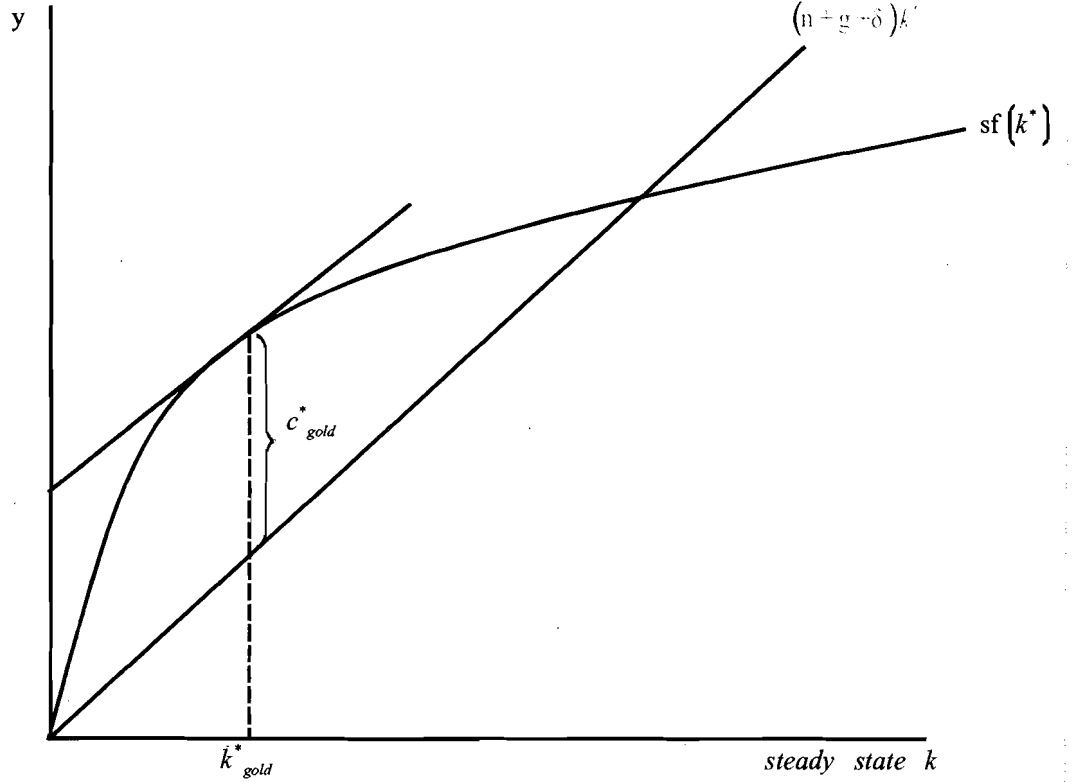
$$c^* = y^* - i^*$$

हम इसे इस प्रकार लिख सकते हैं—

$$c^* = f(k^*) - (n + g + \delta)k^* \quad \dots(3.15)$$

सुस्थिर अवस्था पूँजी में वृद्धि का सुस्थिर अवस्था उपभोग पर विपरीत प्रभाव होता है। अतः जितनी पूँजी अधिक होगी, उत्पाद उतना अधिक होगा, जो सकारात्मक रूप से उपभोग में वृद्धि करेगा, परन्तु इसका अर्थ उच्च संतुलन स्तर निवेश $(n+g+\delta)k$ भी होता है।

चित्र 3.8 में सुस्थिर अवस्था y और संतुलन स्तर निवेश को सुस्थिर अवस्था पूँजी, k^* के एक फलन के रूप में दर्शाया गया है :



चित्र 3.8 : स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था

सुस्थिर अवस्था उपभोग, सुस्थिर अवस्था उत्पाद और सुस्थिर अवस्था संतुलन स्तर (break-even) निवेश के मध्य अन्तर होता है, जो प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी के k^* स्वर्णिम स्तर पर सर्वाधिक होता है। याद करें कि उत्पादन फलन का ढाल पूँजी का सीमांत उत्पाद (MPK) होता है। हम चित्र 3.8 में ध्यान देने पर पाते हैं कि c^* स्वर्णिम उपभोग स्तर (स्वर्णिम नियम स्तर) पर उत्पादन फलन का ढाल संतुलन स्तर पर निवेश के ढाल के बराबर होता है, अर्थात्

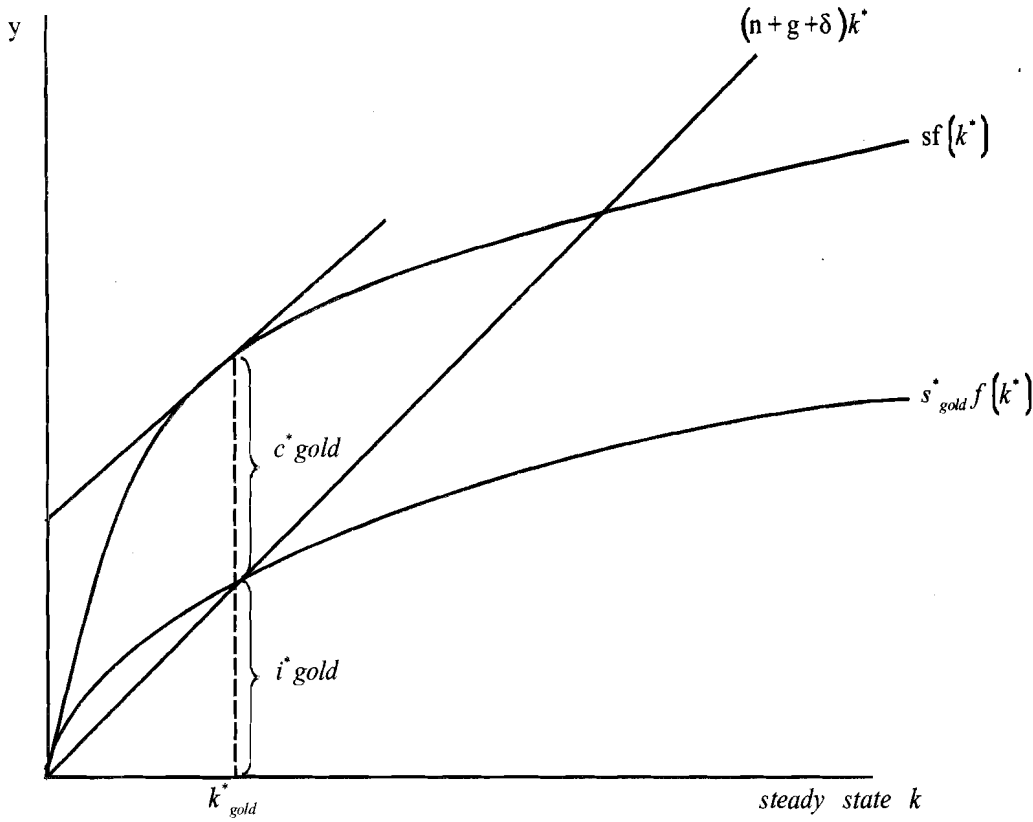
$$MPK = (n + g + \delta)$$

और

$$(MPK - \delta) = (n + g) \quad \dots(3.16)$$

पूँजी के स्वर्णिम नियम स्तर पर, हास को घटाने के बाद MPK कुल उत्पाद $(n + g)$ की वृद्धि दर के बराबर होता है।

स्वर्णिम नियम स्थिर अवस्था स्वतः ही प्राप्त नहीं होती है। उसे चित्र 3.9 में दिखायी गयी बचत की एक विशेष दर s_{gold} की आवश्यकता पड़ती है।



चित्र 3.9 : स्वर्णिम बचत नियम

पूँजी की स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था k_{gold}^* को पाने के लिए, s_{gold} बचत दर वाँछनीय होती हैं ताकि उपभोग को c_{gold}^* पर अधिकतम किया जा सके।

यदि $s > s_{gold}$ (जो $k^* > k_{gold}^*$ के समान है), तब अर्थव्यवस्था को गत्यात्मक रूप से अकुशल माना जाता है। इस स्थिति में बचतों में s से s_{gold} तक की कमी उपभोग को बढ़ाएगी। दूसरी ओर, यदि $s < s_{gold}$ (जो $k^* < k_{gold}^*$ के समान है), तब बचतों में वृद्धि सीमित अवधि में उपभोग को कम करेगी परन्तु धीरे-धीरे दीर्घकाल में अधिक उपभोग को बढ़ावा देगी। बचत दर में s से s_{gold} तक परिवर्तन द्वारा सुस्थिर अवस्था से स्वर्णिम नियम को कैसे प्राप्त किया जाता है, यह अगले भाग में देखेंगे।

3.5 स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था की ओर परिवर्तन

अब हम उपभोग, निवेश और पूँजी के स्वर्णिम नियम स्तर को पाने में बचत दर में परिवर्तन के प्रभाव की चर्चा करेंगे। यहाँ दो स्थितियाँ हो सकती हैं— (i) जहाँ $s > s_{gold}$ या सुस्थिर अवस्था प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी स्वर्णिम नियम स्तर की वाँछनीय पूँजी से अधिक हो, और (ii) जब $s < s_{gold}$ या सुस्थिर अवस्था प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी स्वर्णिम नियम k_{gold}^* से कम हो।

स्थिति 1 : जब $s > s_{gold}$

इस स्थिति में स्वर्णिम नियम स्तर को पाने के लिए बचत दर को s_{gold} तक कम करना पड़ता है। जब बचत दर गिरती है, तत्काल ही प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग बढ़ता है और निवेश कम हो जाता है। क्योंकि निवेश का स्तर संतुलन स्तर के निवेश

$(n + g + \delta) k^*$ से कम होता है अतः अर्थव्यवस्था अब सुस्थिर अवस्था में नहीं रहती। इससे प्रति प्रभावी श्रम इकाई पूँजी के स्टॉक में कमी आती है। प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पाद k का एक फलन है इसलिए Y/AL भी गिरता है। क्योंकि $c = y - i$ हम देखते हैं कि प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग भी कम होता है। ये y, c और i चर तब तक कम होते रहते हैं, जब एक अर्थव्यवस्था एक नयी सुस्थिर अवस्था पर नहीं पहुँच जाती, जिसे स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था कहते हैं। इस स्तर पर उपभोग, पूर्व सुस्थिर अवस्था से अधिक होता है यद्यपि उत्पाद और निवेश के स्तर निम्न होते हैं। पूर्व स्तर से स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था तक परिवर्तन की पूरी अवधि के दौरान प्रति प्रभावी श्रम इकाई उपभोग अधिक बना रहता है।

स्थिति 2 : जब $s < s_{gold}$

जब एक सुस्थिर अवस्था पर, $s < s_{gold}$, हमें $k^* < k_{gold}$ प्राप्त होता है। इस स्थिति में स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था को प्राप्त करने के लिये s को बढ़ाना आवश्यक होगा। जब s बढ़ता है, तब निवेश में वृद्धि होती है, जो अब संतुलन स्तर के निवेश $(n + g + \delta) k^*$ से अधिक हो जाता है और अर्थव्यवस्था एक परिवर्तन की अवस्था में आ जाती है। पूँजी का संचयन होता है, जिससे प्रति प्रभावी श्रम इकाई उत्पाद Y/AL में वृद्धि होती है। अतः जब बचतों में वृद्धि होती है, तब प्रति प्रभावशाली श्रम इकाई उपभोग तुरन्त कम होता है, परन्तु फिर प्रति श्रम इकाई उत्पाद में वृद्धि होने पर यह पूर्व प्रचलित स्तर से कहीं ऊँचे स्तर तक बढ़ जाता है।

यह उलझन कि क्या स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था तक पहुँचने की कोशिश करनी चाहिए अथवा नहीं, वर्तमान और भावी उपभोक्ताओं के लिए चयन का एक विषय है। यहाँ वर्तमान और भावी उपभोग स्तरों के बीच चुनाव करना है। खंड 4 में हम अन्तर्कालिक उपभोग निर्णयों के विषय में अधिक विचार करेंगे।

बोध प्रश्न 2

1) सुस्थिर अवस्था से आप क्या समझते हैं?

.....

2) एक अर्थव्यवस्था किन स्थितियों में सुस्थिर अवस्था को प्राप्त करती है?

.....

3) एक अर्थव्यवस्था के लिए स्वर्णिम नियम सुस्थिर अवस्था क्या है?

.....

3.6 सारांश

सोलो मॉडल दुनिया भर में अर्थव्यवस्थाओं में लम्बे समय तक प्रति व्यक्ति उत्पाद में होने वाली वृद्धि की व्याख्या करता है। इस मॉडल में स्थिर पैमाने के प्रतिफल वाले उत्पादन फलन की मान्यता ली गयी है जहाँ पूंजीगत आगत को घटते पैमाने के प्रतिफल प्राप्त हो रहे हैं। यह मॉडल दर्शाता है कि अर्थव्यवस्था में स्थिर अवस्था तक अभिमुख (convergence) की एक स्वाभाविक प्रवृत्ति होती है, जहाँ प्रति मजदूर पूंजी की उपलब्धता समान रहती है। अपने सरलतम स्वरूप सोलो मॉडल बचत और निवेश में समानता के आधार पर निर्मित है।

निवेश के परिणामस्वरूप पूंजीगत निवेशों में वृद्धि होती है, जो स्वभावतः टिकाऊ होते हैं और उत्पाद की प्रक्रिया के दौरान हास से गुजरते हैं। सुस्थिर अवस्था में, क्योंकि प्रति श्रम इकाई उपलब्ध पूंजी स्टॉक अपरिवर्तित रहता है, अतः अर्थव्यवस्था में इतना निवेश होना चाहिए कि वह (i) हास, (ii) जनसंख्या वृद्धि, और (iii) तकनीकी विकास को संतुष्ट कर सके।

सोलो मॉडल का निष्कर्ष है कि बचतों का केवल 'स्तर प्रभाव' होता है और इसका कोई 'वृद्धि प्रभाव' नहीं होता। इसका अर्थ है कि अर्थव्यवस्था में ऊँची बचतें प्रति व्यक्ति उपलब्ध पूंजी और उत्पाद को बढ़ा देती हैं परन्तु उत्पाद में सतत वृद्धि को प्रेरित नहीं करती। मॉडल में सतत वृद्धि को न उच्च बचतों और न ही जनसंख्या वृद्धि द्वारा स्पष्ट किया गया है। बल्कि ऊँची जनसंख्या वृद्धि से उत्पाद और प्रति व्यक्ति पूंजी की उपलब्धता कम हो जाती है। सोलो मॉडल के अनुसार, सतत उत्पाद वृद्धि केवल तकनीकी विकास द्वारा ही संभव होती है।

उच्च बचत दर, यद्यपि प्रति व्यक्ति उत्पाद को बढ़ाती है, परन्तु यह सदैव वाँछनीय नहीं होती। एक अर्थव्यवस्था का उद्देश्य उपभोग को अधिकतम करना होता है, न कि बचतों को। स्वर्णिम नियम सुझाता है कि पूंजी को उस स्तर पर होना चाहिए जहाँ हास रहित पूंजी की सीमांत उत्पादकता (MPK) उत्पाद वृद्धि के बराबर होती है।

3.7 शब्दावली

संतुलन स्तर पर निवेश (Break-even Investment) : निवेश की वह मात्रा जो वर्तमान पूंजी स्टॉक के हास (depreciation) की क्षतिपूर्ति के लिए पर्याप्त है।

पूंजी संचयन (Capital Accumulation) : पूंजी आगत एक बार के उपयोग में समाप्त नहीं होता और इसे लम्बे समय तक उपयोग में लाया जाता है। अतः निवेश करने के कारण उत्तरोत्तर वर्षों में पूंजी आगत का संचयन होने लगता है।

हास (Depreciation) : वस्तुओं और सेवाओं के उत्पादन के दौरान पूंजीगत आगतों (जैसे मशीन भवन, आदि) में प्राकृतिक रूप में होने वाली टूट-फूट।

स्वर्णिम दर (Golden Rule) : सुस्थिर अवस्था को प्राप्त करने की शर्त जहाँ उपभोग अधिकतम होता है। इसे पूंजी की सीमांत उत्पादकता (घिसावट को हटाने के पश्चात् निवल) और उत्पाद में वृद्धि दर की समानता अर्थात् $(MPK - \delta = n + g)$ से दर्शाया जाता है।

इनाडा शर्तें (Inada Conditions)	: 1963 में केन-आइची इनाडा द्वारा उत्पादन फलन के उचित व्यवहार के लिए प्रतिपादित दो आवश्यक शर्तें।
श्रम संवर्धी तकनीकी परिवर्तन (Labour-augmenting Technical Change)	: वह तकनीकी परिवर्तन जो श्रम की उत्पादकता या दक्षता में बढ़ोतरी का परिणाम देता है।
सुस्थिर अवस्था (Steady State)	: एक ऐसी अवस्था जब अर्थव्यवस्था को पूंजी-श्रम अनुपात में बदलाव नहीं करना पड़ता।
सतत् संवृद्धि (Sustained Growth)	: लम्बे समय तक उत्पाद में होने वाली सतत् वृद्धि।

3.8 कुछ उपयोगी पुस्तकें

Solow, R. M., 1970, *Growth Theory*, Oxford University Press, Oxford.

Romer, D., 1996, *Advanced Macroeconomics*, McGraw Hill Company Ltd., New York., Chapters 1, 2, 3.

Mankiew, N.G., 2003, *Macroeconomics* (Fifth Edition), Worth Publishers, New York, Chapters 7 & 8.

3.9 बोध प्रश्नों के उत्तर/संकेत

बोध प्रश्न 1

- 1) नव-क्लासिकीय उत्पादन फलन की विशेषताओं से संबंधित आधारभूत मान्यताएं। इन विशेषताओं का उल्लेख कीजिए। इसके साथ ही यह भी उल्लेख करें कि मॉडल बंद अर्थव्यवस्था में लागू होता है।
- 2) मांग पूर्ति संतुलन दशा का उल्लेख करने की आवश्यकता है। यह इंगित करें कि संतुलन उस अवस्था में होता है जब बचत = निवेश।

बोध प्रश्न 2

- 1) इसका संबंध उस अवस्था अथवा दशा से है जब अर्थव्यवस्था को अपनी श्रम शक्ति के सापेक्ष पूंजी स्टॉक में परिवर्तन करने की आवश्यकता नहीं पड़ती।
- 2) भाग 3.3 को देखें और चित्र (चित्र 3.4 के जैसा) की सहायता से दशा $sf(k) = n + g + \delta$ की व्याख्या करें। विचलन की स्थिति में एक अर्थव्यवस्था किस प्रकार वापस उपरोक्त समानता तक पहुंचती है, उस प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए।
- 3) भाग 3.4 देखें और उत्तर दें।