

به نام خدا

# مدل ماها لانوبیس

Mahalanobis model

زیر نظر آقای دکتر لطفعلی پور

تهیه و تدوین:

ارژنگ جلالی

علی ظریف هنرور

بهار ۹۰

## مقدمه:

مدل ماهالانوبیس یکی از مدل های موجود در برنامه ریزی برای توسعه اقتصادی می باشد که

توسط پراسانتا چاندرا ماهالانوبیس در دهه شصت میلادی برای برنامه های پنج ساله هند به کار

گرفته شد.

پراسانتا چاندرا ماهالانوبیس معروف بی پی سی ماهالانوبیس متولد ۱۸۹۳ ، اصالتا بنگلادشی و متولد

کلکته هند بوده است. پدر بزرگ او در ۱۸۵۴ از بیکرامپور در نزدیکی پایتخت فعلی بنگلادش یعنی

داکار به کلکته مهاجرت می کند. پدر بزرگش برای ایجاد کسب و کار جدید به کلکته در هند آمد و

در ابتدا یک فروشگاه داروسازی را تاسیس می کند.

گروچاران ( ۱۹۱۶-۱۸۳۳) یا همان پدر بزرگ ماهالانوبیس با تاثیر پذیری از دبندرانات تاگور(پدر

رابیندرانات تاگور برنده نوبل ادبیات) به حرکت های اجتماعی روی می آورد. در همین سال هاست

که پدر ماهالانوبیس یعنی سوبودچاندرا(۱۹۵۴-۱۸۶۷) به دنیا می آید. وی یک کارشناس آموزش و

پرورش بود که در دانشگاه ادینبورگ فیزیولوژی خواند و در دانشگاه کلکته هم مسئولیت هایی

داشت. تمام این مقدمات به این دلیل است تا دریابیم که ماهالانوبیس در یک خانواده فعال اجتماعی

متولد شده بود.

ماهالانوبیس (۱۹۷۲-۱۸۹۳) بعد از تحصیلات ابتدایی در کلکته و گرفتن لیسانس فیزیک در ۱۹۱۳

به کمبریج می رود و در آن جا تحصیلاتش را ادامه می دهد.

در کمبریج اتفاقات زیادی برای او و در مسیر زندگی اش رخ می دهد و در برگشت به هند و تدریس

فیزیک ، مجدداً به انگلستان باز می گردد. با مطالعاتی که او در زمینه آمار و کاربرد آن داشت دریافت

که در مردم شناسی و هواشناسی می توان مشکلات را به این وسیله حل نمود.

در ۱۹۳۱ و ۱۹۳۲ بود که به اتفاق جمعی از دوستان دانشمندش از کشورهای مختلف موسسه آماری هند را راه انداخته و خیلی زود به یکی از تاثیر گذارترین موسسات غیرانتفاعی هند در زمینه آموزش و تحقیق بدل شد.

در دهه هفتم عمرش، ماهالانویس به عضویت کمیته برنامه ریزی در آمد و سعی خود در پیاده سازی مدل خود در برنامه های پنج ساله هند را شروع کرد.

وی در این مدت تاثیرات زیادی داشت که می توان برخی آن ها را بدین شرح بر شمرد: توسعه زیرساخت های آماری، تشویق به ارزیابی پروژه ها، صنعتی شدن هند با تکیه به صنایع سنگین، تصحیح خطاهای سرشماری های قبلی.

او بالاترین جایزه یا نشان غیرنظامی هند به نام Padma Vibhushan را به خاطر سهمی که در علم و خدمت به کشورش داشت از دولت هند دریافت کرد.

در آخر او یک روز قبل از تولدش در سال ۱۹۷۲ در آستانه هشتاد سالگی درگذشت. آخرین مسئولیت وی مشاور افتخاری دولت هند در زمینه آمار بود.

## انواع مدل:

یکی از محوری ترین موضوعات در اقتصاد توسعه و برنامه ریزی اقتصادی دست یابی به رشد

اقتصادی است

انواع مدل رشد:

۱- مدل های تجمعی سازگار (Aggregated Consistency Model)

مطرح ترین: مدل هارود-دومار (H-D) / مدل دو شکافه (چنری)

کاربرد: پیش بینی نرخ رشد کلی برای مجموعه اقتصاد

۲- مدل های سازگار غیر تجمعی (Disaggregated Consistency Model)

مطرح ترین: مدل بخش های اصلی (نظیر: ماها لانوبیس - فلدمن دو بخشی و چند بخشی)

کاربرد: انطباق اهداف رشد کلی بر بخش های تشکیل دهنده اقتصاد

## مدل برنامه ریزی ماهالانوبیس

مدل برنامه ریزی ماهالانوبیس برای برنامه دوم هند تدوین شده است. این مدل یک برنامه بخش کامل است که کاملاً شبیه مدل فلدمن است. در سال ۱۹۵۲، ماهالانوبیس مدل تک بخشی خود را براساس متغیربودن درآمد ملی و سرمایه گذاری ارائه داد. این مدل بعدها به یک مدل دوبخشی تبدیل شد که تولید کل اقتصاد در دو بخش تولید کالاهای سرمایه ای و کالاهای مصرفی انجام می شد. مدل بعدی ماهالانوبیس مدل چهار بخشی است که در سال ۱۹۵۵ عرضه شد.

مدل دو بخشی یک الگوی سه مرحله ای است که در آن ابتدا با استفاده از رابطه کلی رشد از نوع هارود-دومار نرخ متوسط سرمایه گذاری تعیین می شود و پس از آن یک الگوی دوبخشی برای تعیین سهم سرمایه گذاری کل در تولید کالاهای سرمایه ای ساخته می شود و پس از گسترش الگو مانده ی سرمایه گذاری به تولید کالاهای مصرفی در ۳ بخش اختصاص می یابد. مدل دوبخشی ماهالانوبیس براساس فرمول بندی مدل چهاربخشی وی برای برنامه عمرانی پنجساله دوم کشور هندوستان قرار گرفت.

## فرضیات مدل دو بخشی :

The assumptions under which the Mahalanobis model holds true are as follow:

- We assume a closed economy.
- The economy consists of two sectors: consumption goods sector C and capital goods sector K.
- Capital goods are *non-shiftable*.
- Full capacity production.
- Investment is determined by supply of capital goods.
- No changes in prices.
- Capital is the only scarce factor.
- Production of capital goods is independent of the production of consumer goods.

## فرضیات به بیان دیگر:

۱. اقتصاد بسته است و تجارت خارجی وجود ندارد.
  ۲. در اقتصاد دو بخش وجود دارد: بخش تولید کالاهای مصرفی و بخش تولید کالاهای سرمایه گذاری. بخش تولید کالاهای واسطه در اقتصاد وجود ندارد. صنایع مولد کالاهای واسطه ای، در بخش های تولید کالاهای مصرفی و سرمایه ای متمرکز شده اند و به تولید این دو نوع کالا کمک می کنند.
  ۳. انتقال کالاهای سرمایه ای از هر کدام از این دو بخش به بخش دیگر امکان پذیر نیست. به عبارت دیگر، کالای سرمایه ای که در هر کدام از این دو بخش به بخش دیگر مورد استفاده قرار گیرند، نمی توان برای تولید به بخش دیگر منتقل کرد. اما کالاهای تولید شده در بخش تولید کالاهای سرمایه گذاری می تواند به مثابه عامل تولید در هر دو بخش اقتصاد مورد استفاده قرار گیرد.
  ۴. در هر دو بخش اقتصاد از منابع موجود حداکثر استفاده می شود و در نتیجه عوامل تولید با حداکثر ظرفیت خود در فعالیت های تولیدی شرکت دارند.
  ۵. سرمایه گذاری توسط عرضه کالاهای سرمایه گذاری تعیین می شود.
  ۶. سطح قیمت ها ثابت است.
- ما هالانویس با توجه به این پیش فرض ها اقتصاد را به دو بخش تقسیم می کند:
- $\lambda_K$  آن قسمت از سرمایه است که با سرمایه گذاری در بخش تولید کالاهای سرمایه ای مورد استفاده قرار می گیرد و  $\lambda_C$  آن قسمت از سرمایه است که برای سرمایه گذاری در بخش تولید کالاهای مصرفی اختصاص یافته است. پس همواره خواهیم داشت:

$$\lambda_c + \lambda_k = 1 \quad (1)$$

علاوه بر این، سرمایه گذاری خالص ( $I$ ) را می توان در هر برهه از زمان ( $t$ ) به دو بخش تقسیم نمود:

آن قسمت از سرمایه گذاری خالص است که برای افزایش ظرفیت مولد بخش تولید  $\lambda_k I_{t-1}$  کالاهای سرمایه گذاری مورد استفاده قرار گرفته است و  $\lambda_c I_t$  آن قسمت از سرمایه گذاری خالص است که در جهت افزایش ظرفیت مولد بخش تولید کالاهای مصرفی مورد استفاده قرار می گیرد. بدین ترتیب چنین داریم:

$$I_t = \lambda_k I_{t-1} + \lambda_c I_t \quad (2)$$

اگر  $\beta_k$  و  $\beta_c$  نسبت های تولید به سرمایه در بخش های تولید کالاهای سرمایه گذاری و مصرفی و  $\beta$  در مجموع نمایانگر ضریب بازدهی کل باشد، چنین خواهیم داشت:

$$\beta = \frac{\beta_k \lambda_k + \beta_c \lambda_c}{\lambda_k + \lambda_c}$$

از آن جایی که  $\lambda_k + \lambda_c = 1$  است، رابطه فوق به صورت زیر درمی آید:

$$\beta = \beta_k \lambda_k + \beta_c \lambda_c \quad (3)$$

چون اقتصاد بسته است و تولید کل به تولید در بخش کالاهای سرمایه ای و مصرفی منحصر است خواهیم داشت:

$$Y_t = I_t + C_t \quad (4)$$

در این شرایط، زمانی که  $Y_t$  (درآمد ملی) تغییر کند، سرمایه گذاری و مصرف در همان دوره نیز تغییر خواهند کرد. تغییر در سرمایه گذاری به سرمایه گذاری در دوره قبل ( $t-1$ ) و همین طور تغییر مصرف

در زمان (t) به تغییر مصرف در زمان (t-1) بستگی دارد. بنابراین افزایش سرمایه گذاری دوره t برابر است با  $\Delta I_t = I_t - I_{t-1}$  و افزایش مصرف در دوره t نیز برابر است با  $\Delta C_t = C_t - C_{t-1}$ .

در حقیقت افزایش تولید در دو بخش اقتصاد به پیوند ظرفیت مولد سرمایه گذاری و نسبت تولید به سرمایه بستگی دارد. خط رشد سرمایه گذاری توسط ظرفیت مولد سرمایه گذاری در بخش تولید کنند کالاهای سرمایه گذاری ( $\lambda_k I_K$ ) و نسبت تولید به سرمایه تعیین می شود. بنابراین:

$$I_t - I_{t-1} = \lambda_k \beta_k I_{t-1}$$

$$I_t = I_{t-1} + \lambda_k \beta_k I_{t-1}$$

$$I_t = I_{t-1} (\gamma + \lambda_k \beta_k) \quad (5)$$

با قراردادن ارزش واقعی متغیرها در زمان های مختلف معادله 5 را می توان به شکل زیر نوشت:

$$I_1 = (\gamma + \lambda_k \beta_k) I_0$$

$$I_2 = (\gamma + \lambda_k \beta_k) I_1$$

اگر به جای  $I_1$  در رابطه  $I_2$  مقدار مساوی آن را قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$I_2 = (\gamma + \lambda_k \beta_k) (\gamma + \lambda_k \beta_k) I_0$$

$$I_2 = (\gamma + \lambda_k \beta_k)^2 I_0$$

به این ترتیب سرمایه گذاری در سال (t) طبق رابطه 5 برابر است با:

$$I_t = (\gamma + \lambda_k \beta_k)^t I_0$$

از طرفین رابطه  $I_t$  را کم می کنیم:

$$I_t - I_t = (\lambda_k \beta_k)^t I_t - I_t$$

یا

$$I_t - I_t = I_t [(\lambda_k \beta_k)^t - 1] \quad (6)$$

با قراردادن مقادیر مساوی  $t$  در زمان های مختلف، خط رشد مصرف را می توان پیدا کرد:

$$\Delta C_t = C_t - C_{t-1} = \lambda_c I_{t-1}$$

$$C_1 - C_0 = \lambda_c \beta_c I_0$$

$$C_2 - C_1 = \lambda_c \beta_c I_1$$

$$C_t - C_0 = \lambda_c \beta_c (I_0 + I_1 + I_2 + \dots + I_{t-1})$$

با قرار دادن مقادیر مساوی  $I_0, I_1, \dots, I_t$  در رابطه 6، آن را می توانیم به شکل زیر بنویسیم:

$$C_t - C_0 = \lambda_c \beta_c [I_0 + (\lambda_k \beta_k) I_0 + (\lambda_k \beta_k)^2 I_0 + \dots + (\lambda_k \beta_k)^{t-1} I_0]$$

$$C_t - C_0 = \lambda_c \beta_c I_0 [1 + (\lambda_k \beta_k) + (\lambda_k \beta_k)^2 + \dots + (\lambda_k \beta_k)^{t-1}]$$

رابطه فوق یک تصاعد هندسی است، می توانیم مجموع آن را چنین محاسبه کنیم:

$$C_t - C_0 = \lambda_c \beta_c I_0 \left[ \frac{(\lambda_k \beta_k)^t - 1}{\lambda_k \beta_k - 1} \right] \quad (7)$$

(توضیحات:

جمله مابعد آخر - جمله اول  
 فرمول حاصلجمع تصاعد هندسی =  $\frac{\text{جمله مابعد آخر - جمله اول}}{\text{قدر نسبت} - 1}$

$$= \frac{1 - (1 + \lambda_k \beta_k)^{(t-1)+1}}{1 - (1 + \lambda_k \beta_k)} = \frac{1 - (1 + \lambda_k \beta_k)^t}{-\lambda_k \beta_k} \times \frac{-1}{-1}$$

$$= \frac{(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1}{\lambda_k \beta_k}$$

دراین حالت مسیر رشد درآمد ملی براساس رابطه ۴ برابر است با :

$$\Delta Y_t = \Delta I_t + \Delta C_t$$

$$Y_t - Y_0 = (I_t - I_0) + (C_t - C_0)$$

با قراردادن مقادیر مساوی رابطه های ۶ و ۷ در رابطه فوق خواهیم داشت:

$$Y_t - Y_0 = [I_0 (1 + \lambda_k \beta_k)^t - I_0] + \lambda_c \beta_c I_0 \left[ \frac{(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

اگر از طرفین رابطه از عبارت  $I_0 [(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1]$  فاکتور بگیریم، خواهیم داشت:

$$Y_t - Y_0 = I_0 [(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1] \left[ 1 + \frac{\lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

$$Y_t - Y_0 = I_0 [(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1] \left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

اگر فرض کنیم که  $I_0 = a \cdot Y_0$  باشد و به جای  $I_0$  مقدار مساوی با آن را در رابطه فوق قرار دهیم:

$$Y_t - Y_0 = a \cdot Y_0 [(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1] \left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

$Y_t$  را به طرف دیگر معادله می بریم و سپس از آن فاکتور می گیریم:

$$Y_t = a \cdot Y \cdot [(\lambda_k + \lambda_c \beta_k)^t - 1] \left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right] + Y$$

$$Y_t = Y \cdot \left\{ 1 + a \cdot [(\lambda_k + \lambda_c \beta_k)^t - 1] \left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right] \right\} \quad (8)$$

در رابطه فوق توابع زیر را داریم:

$$Y_t = \text{تولید ناخالص داخلی در سال } t$$

$$a = \text{نرخ سرمایه گذاری در سال پایه}$$

$$\lambda_k = \text{آن قسمت از سرمایه گذاری خالص که در بخش تولید کالاهای سرمایه ای مصرف شده}$$

$$\beta_k = \text{نسبت افزوده شده تولید به سرمایه در بخش تولید کالاهای سرمایه ای}$$

$$\lambda_c = \text{آن قسمت از سرمایه گذاری خالص که صرف تولید کالاهای مصرفی شده}$$

$$\beta_c = \text{نسبت افزوده شده تولید به سرمایه در بخش تولید کالاهای مصرفی}$$

ارزش مدل مزبور در این است که بر طبق آن سرمایه گذاری کل در اقتصاد ازدو قسمت تشکیل شده:

۱- آن قسمت از سرمایه گذاری خالص که در بخش تولید کالاهای سرمایه ای صورت گرفته و

۲- آن قسمت از سرمایه گذاری خالصی که در بخش تولید کالاهای مصرفی صورت گرفته.

$$\text{بنابراین کل سرمایه گذاری معادل است با } 1 = \lambda_k + \lambda_c.$$

نسبت ضریب های سرمایه در کل اقتصاد از رابطه  $\left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$  به دست می آید. اگر فرض کنیم که مقادیر  $\beta_c$  و  $\beta_k$  معین باشند، نرخ رشد درآمد بستگی به  $\lambda_k$  و  $a$  خواهد داشت. علاوه بر این اگر فرض کنیم که مقدار نرخ سرمایه گذاری در سال پایه نیز ثابت باشد، نرخ رشد درآمد فقط به  $\lambda_k$  بستگی خواهد داشت. اگر  $\beta_c > \beta_k$  باشد، این امر نمایانگر آن است که درصد بیشتر از سرمایه گذاری ها در بخش تولید کالاهای مصرفی صورت گرفته است و در نتیجه میزان تشکیل درآمد ها نیز در این بخش بیشتر خواهد بود. عبارت  $(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1$  در معادله ۸ نشان می دهد که بعد از گذشت مدت زمان معینی، با تخصیص مقادیر بیشتری از سرمایه در بخش تولید کالاهای سرمایه ای میزان تشکیل درآمد در این بخش افزایش خواهد یافت. در ابتدا، هرچه ارزش  $\lambda_k$  بیشتر باشد، اهمیت  $(1 + \lambda_k \beta_k)^t - 1$  بیشتر و ضریب سرمایه کل کمتر خواهد شد. یعنی:

$$\left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

با گذشت زمان مقدار بیشتر  $\lambda_k$  سبب افزایش نرخ رشد درآمد در بلند مدت خواهد شد. اگر  $\beta_c = \beta_k$  باشد، ضریب سرمایه کل معادل میل نهایی به پس انداز خواهد شد:

$$\left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right]$$

پیش از این داشتیم:

$$\lambda_k + \lambda_c = 1$$

$$\beta_c = \beta_k$$

بنابراین در رابطه فوق به جای  $\beta_c$  مقدار مساوی با آن  $\beta_k$  را قرار می دهیم:

$$\left[ \frac{\lambda_k \beta_k + \lambda_c \beta_c}{\lambda_k \beta_k} \right] = \frac{\beta_k (\lambda_k + \lambda_c)}{\lambda_k \beta_k} = \frac{1}{\lambda_k}$$

رابطه فوق ما را به سمت کاربرد مهم این مدل راهنمایی می کند که برای نرخ سرمایه گذاری زیادتر، میل نهایی به پس انداز نیز به همان اندازه باید زیاد باشد. هرچه نرخ سرمایه گذاری در بخش تولید کالاهای سرمایه گذاری بیشتر باشد، در کوتاه مدت حجم کالاهای مصرفی در دسترس برای مصرف محدود تر خواهد بود اما در بلندمدت به علت افزایش تولید کالاهای سرمایه ای مورد استفاده برای تولید کالاهای مصرفی در بخش دوم، میزان تولید کالاهای مصرفی در این بخش افزایش می یابد. بنابراین بهترین و مناسب ترین حالت آن است که در ابتدای اعمال این مدل، مقادیر بیشتری از حجم سرمایه را در بخش تولید کالاهای سرمایه ای تزریق کنیم، چون محصولات تولیدی در این بخش شامل کالاهای سرمایه ای و کالاهای سرمایه ای برای تولید کالاهای مصرفی می شود. پس تخصیص هرچه بیشتر وجوه سرمایه به بخش تولید، افزایش تولید هر دو نوع کالاها را به همراه خواهد داشت که این امر در نهایت به تولید هرچه بیشتر کالاهای مصرفی منتهی خواهد شد.

## مدل چهار بخشی ماهالانویس

مدل چهار بخشی ماهالانویس در واقع مدلی است در جهت تخصیص منابع.

ماهالانویس در دوران نخست وزیری نهرو یکی از اعضای کمیسیون برنامه ریزی هندوستان بود، به همین دلیل اطلاعات کافی در مورد حداکثر وجوه سرمایه برای سرمایه گذاری خالص در طول برنامه عمرانی پنج ساله دوم این کشور را در دست داشت. اهداف این برنامه ایجاد اشتغال جدید برای ۱۰ تا ۱۲ میلیون نفر و دست یابی به رشد سالانه ۵ درصدی درآمد ملی بود. او برآورد کرد که برای رسیدن به این دو هدف در طول برنامه عمرانی پنج ساله دوم باید یک سوم کل سرمایه گذاری ها در بخش تولید کننده کالاهای سرمایه ای صورت گیرد و مابقی در سه بخش دیگر اقتصادی، مصرف شود.

ماهالانویس تمام اطلاعات خود را در یک سیستم همزمان ساده قرار داد با طرح یک رشته معادلات ساده سعی نمود که به مطلوب ترین شکل ممکن سرمایه را در بین چهار بخش اقتصادی تقسیم کند.

مجموعه این معادلات ساده، چارچوب برنامه پنج ساله دوم هندوستان را تشکیل داد. در مدل ماهالانویس چهار بخش در اقتصاد وجود داشت:

۱- بخش تولید کالاهای سرمایه ای (K)

۲- بخش تولید کالاهای مصرفی تولید شده در واحدهای صنعتی (C<sub>۱</sub>)

۳- بخش تولید کالاهای مصرفی تولید شده در واحد های کوچک ( از جمله فرآورده های کشاورزی) ( $C_2$ )

۴- بخش خدمات از جمله آموزش و پرورش، بهداشت و... ( $C_3$ )

ماهالانویس در مدل خود از علائم مشخص کننده  $1, 2, 3, K$  به ترتیب برای اندیس گذاری بخش های تولید کالاهای سرمایه ای، تولید کالاهای مصرفی در واحد های صنعتی، تولید کالاهای مصرفی در بخش کشاورزی و واحد های کوچک تولیدی و در آخر بخش خدمات، استفاده کرد و برای هر کدام از این چهار بخش اقتصادی سه نوع متغیر ارائه داد:

۱- متغیرهای  $\beta$ ، یعنی  $\beta_K, \beta_1, \beta_2, \beta_3$  که نمایانگر نسبت های خالص درآمد تشکیل شده به سرمایه گذاری یا نسبت های تولید به سرمایه است.

۲- متغیرهای  $\theta$  که  $\theta_K, \theta_1, \theta_2, \theta_3$  که سرمایه گذاری خالص مورد نیاز برای هر فرد شاغل یا نسبت های سرمایه به نیروی کار را نشان می دهد.

۳- متغیرهای  $\lambda$  یعنی  $\lambda_K, \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  که نشانگر آن قسمت از حجم سرمایه اختصاص یافته برای سرمایه گذاری در هر یک از چهار بخش اقتصادی یا نسبت های تخصیص یافته وجوه سرمایه است.

علاوه بر این سه نوع متغیر،  $A$  نمایانگر حجم کل سرمایه گذاری لازم در طول برنامه پنج ساله،  $E$  نمایانگر میزان افزایش در درآمد ملی و  $n$  نشان دهنده میزان افزایش در اشتغال در طول پنج سال اجرای برنامه است.

با توجه به این متغیرها و نیز معین بودن حجم کل وجوه سرمایه برای سرمایه گذاری می توان میزان افزایش در درآمد و میزان افزایش در اشتغال در طی پنج سال اجرای برنامه را برآورد کرد.

معادله های این مدل به شرح زیر است:

$$E = E_k + E_1 + E_r + E_r$$

$$N = N_k + N_1 + N_r + N_r$$

$$A = A\lambda_k + A\lambda_1 + A\lambda_r + A\lambda_r$$

میزان افزایش اشتغال در هر بخش اقتصاد عبارت است از:

$$n_k \theta_k = \lambda_k A \quad \text{یا} \quad n_k = \frac{\lambda_k A}{\theta_k}$$

$$n_1 \theta_1 = \lambda_1 A \quad \text{یا} \quad n_1 = \frac{\lambda_1 A}{\theta_1}$$

$$n_r \theta_r = \lambda_r A \quad \text{یا} \quad n_r = \frac{\lambda_r A}{\theta_r}$$

$$n_r \theta_r = \lambda_r A \quad \text{یا} \quad n_r = \frac{\lambda_r A}{\theta_r}$$

اگر در رابطه ۳ مقادیر مساوی  $\lambda_k A$ ،  $\lambda_1 A$ ،  $\lambda_r A$  را قرار می دهیم، خواهیم داشت:

$$A = n_k \theta_k + n_1 \theta_1 + n_r \theta_r + n_r \theta_r$$

به این ترتیب می توان میزان افزایش درآمد (E) در هر یک از چهار بخش اقتصاد را به شکل زیر محاسبه نمود:

$$E_k = \lambda_k A \beta_k$$

$$E_1 = \lambda_1 A \beta_1$$

$$E_v = \lambda_v A \beta_v$$

$$E_r = \lambda_r A \beta_r$$

$$E = E_k + E_1 + E_v + E_r$$

$$E = \lambda_k A \beta_k + \lambda_1 A \beta_1 + \lambda_v A \beta_v + \lambda_r A \beta_r$$

اگر به جای  $\lambda_k A$ ،  $\lambda_1 A$ ،  $\lambda_v A$ ،  $\lambda_r A$  مقادیر مساوی آن را در رابطه بالا قرار دهیم، خواهیم داشت:

$$E = n_k \theta_k \beta_k + n_1 \theta_1 \beta_1 + n_v \theta_v \beta_v + n_r \theta_r \beta_r$$

از رابطه ۴، ۵، ۶ و ۷ خواهیم داشت:

$$E = Y^* [(1 + e)^5 - 1]$$

در مدل ما هالانویس معادله ۱۲ آخرین راه حل یا معادله است که در آن،  $e$  نرخ رشد درآمد ملی و  $Y^*$  درآمد سالانه اولیه است. مقدار  $E$  را می توان با ضرب کردن نرخ رشد درآمد ملی در درآمد ملی اولیه پیدا کرد. در سیستم معادلاتی فوق مقادیر متغیرهای  $A$  و  $E$  و  $N$  ثابت و محدود است. اما به طور همزمان  $A$  و  $E$  و  $N$  متغیرهای اصلی هستند که باید مقادیر آن ها را در طول برنامه پیدا کرد.

از طرف دیگر،  $\beta$  و  $\theta$  و  $\lambda$  متغیرهای ابزاری اصلی هستند. از این گروه  $\beta$  و  $\theta$  متغیرهای زیربنایی اند که شرایط پیشرفت های فنی آن را تعیین می کند و فرض بر این است که در طول برنامه ثابت هستند.  $\lambda$ ها متغیرهای تخصیص دهنده وجوه سرمایه اند که انتخاب آن ها تا حد زیادی تحت شرایط محدودی در کنترل برنامه ریزان است.

در مدل ما هالانویس متغیرهای تخصیص دهنده وجوه سرمایه شامل  $\lambda_k$  برای تخصیص سرمایه گذاری در بخش تولید کالاهای سرمایه ای است که از پیش تعیین شده است، در حالی که بقیه متغیرها یعنی  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  برای سه بخش دیگر اقتصاد به عنوان راه حلی برای یک رشته معادلات همزمان محاسبه می شود. برای مثال می توان با نرخ رشد درآمد یا اشتغال ایجاد شده به مثابه متغیرهایی که مقادیر مطلوبی برای آن ها در نظر گرفته شده، رفتار کرد. در این صورت، طراحان مدل ها قادر خواهند بود به کمک برآوردهای عددی متغیرهای مختلف به مطالعه چگونگی تخصیص وجوه سرمایه، یعنی مقدار سرمایه گذاری تخصیص یافته به هر یک از چهاربخشی اقتصادی، بپردازند تا بتوانند وجوه سرمایه را چنان بین این چهار بخش در اقتصاد تقسیم کنند که سود جامعه را به حداکثر برسانند.

ما هالانویس راه حل عددی زیر را برای مدل خود پیشنهاد می کند:

$$A) \text{ (کل سرمایه گذاری)} = 56 = \text{میلیارد روپیه}$$

$$e) \text{ (درصد افزایش در درآمد ملی)} = 5 = \text{درصد در سال}$$

$$N) \text{ (کل اشتغال که باید ایجاد گردد)} = 10 = \text{میلیون کار جدید}$$

$$\lambda_k \text{ (سرمایه گذاری هادر بخش صنایع تولید کننده کالای سرمایه)} = 33\%$$

مقادیر بخشی ها  $\beta$  ها و  $\theta$  ها و  $\lambda$  ها از جدول زیر به دست می آید:

$\theta$	$\beta$	$\lambda$	بخش های اقتصاد
$\theta_k = 20.000$ روپیه	$\beta_k = 20$	$\lambda_k = 0.33$	(K)
$\theta_1 = 8.750$ روپیه	$\beta_1 = 35$	$\lambda_1 = 0.27$	(C <sub>1</sub> )
$\theta_2 = 2.500$ روپیه	$\beta_2 = 1.25$	$\lambda_2 = 0.27$	(C <sub>2</sub> )
$\theta_3 = 3.750$ روپیه	$\beta_3 = 0.45$	$\lambda_3 = 0.29$	بخش خدمات (C <sub>3</sub> )

براساس آمار و اطلاعات داده شده می توان مقدار سرمایه گذاری تخصیص یافته به هریک از چهار

بخش اقتصاد را معین کرد. حجم سرمایه گذاری در بخش K برابر است با

$$\lambda_k A = \frac{33}{100} \times 56 = 18.5$$

افزایش در درآمد را می توان از رابطه زیر پیدا کرد:

$$E_k = \lambda_k A \beta_k = 18.5 \times \frac{20}{100} = 3.7$$

در این حالت، تعداد مشاغل ایجاد شده در بخش K برابر است با :

$$n_k = \frac{\lambda_k A}{\theta_k} = \frac{18.5 \times 1000000}{20000} = 92500$$

به همین ترتیب آن مقدار از درآمد اشتغال ایجاد شده و سرمایه گذاری اختصاص یافته به سایر بخش های اقتصادی را می توان در طی برنامه پنج ساله محاسبه کرد. جدول زیر مقادیر محاسبه شده تمام متغیرهای مدل را نشان می دهد:

بخش های اقتصادی	تخصیص وجوه سرمایه (A) (به میلیارد روپیه)	میزان افزایش درآمد (E) (به میلیارد روپیه)	تعداد مشاغل جدید ایجاد شده (N) (به میلیون نفر)
K	۱۸.۵	۲.۸	۰.۹
C <sub>۱</sub>	۹.۸	۳.۴	۱.۱
C <sub>۲</sub>	۱۱.۸	۱۴.۸	۴.۷
C <sub>۳</sub>	۱۶	۷.۲	۳.۳
کل	۵۶.۱	۲۹	۱۰

مدل چهار بخشی تخصیص منابع ماهالانوبیس را می توان چنین خلاصه کرد:

برای دستیابی به رشد اقتصادی معین در یک دوره زمانی مشخص، وجوه سرمایه باید به نحوی بین چهار بخش اقتصادی تقسیم گردد که نرخ رشد درآمد ملی مورد نظر به طور محسوس بیشتر از امکانات اقتصادی باشد. بنابراین، شرط موفقیت برنامه اقتصادی و دستیابی به این درجه از نرخ رشد، آن است که بخش تولید کننده کالاهای سرمایه ای (K) توسعه بیشتری یابد. به عبارت دیگر در تخصیص وجوه سرمایه به این نقش اهمیت بیشتری یابد تا بتوان کالاهای سرمایه ای بیشتری را تولید کرد. تولید هرچه بیشتر کالاهای سرمایه ای به معنی تولید کالاهای مصرفی و کالاهای سرمایه ای بیشتر در مراحل بعدی خواهد بود. چون بخشی از کالاهای سرمایه ای تولید شده برای کالاهای مصرفی و بخش دیگر در تولید کالاهای سرمایه ای، واسطه ای مورد استفاده قرار خواهد گرفت. از طرف دیگر، سرمایه گذاری در بخش (K) همراه با ایجاد اشتغال زیاد نخواهد بود، اما کالاهای تولید شده در این بخش می تواند در سایر بخش های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد و مشاغل بیشتری ایجاد کند. اصولاً بخش K برخلاف بخش های  $C_1, C_2, C_3$  که کاربرو سرمایه اندوز هستند، بخشی است سرمایه بر و کاراندوز. در نتیجه، ایجاد تعادل کلی بین دو بخش تولید کننده کالاهای مصرفی و سرمایه ای ضروری است. به عبارت دیگر، ایجاد تعادل بین بخش های تولید کننده کالاهای سرمایه ای با ماشین آلات و تجهیزات (سرمایه بر) با بخش های تولید کننده کالاهای مصرفی و خدمات (کاربر) ضرورت دارد.

## انتقادات وارد بر مدل ماهالانوبیس:

- نداشتن کاربرد مدل ماهالانوبیس در اقتصادهای باز
- ثابت نبودن روش تولید
- فرض تثبیت سطح قیمت ها
- نادیده گرفتن توابع تقاضا
- مقادیر دلخواهی برای متغیرهای زیربنایی
- با کشش نبودن کامل عرضه محصولات کشاورزی و نیروی کار
- بی توجهی به تابع رفاه اجتماعی
- نداشتن منابع کافی در برخی کشورها

- در نظر نگرفتن مالیات به عنوان منبع مهمی برای سرمایه

## منابع:

Naithani, P. (۲۰۰۹); "Remembering Prasanta Chandra Mahalanobis" , Mainstream Journal, ۳۲.

Mahalanobis, P. (۱۹۵۳) "Some Observations on the Process of Growth of National Income" ; The Indian Journal of Statistics , ۴

Bronfenbrenner, M. (۱۹۶۰); "A Simplified Mahalanobis Development Model" , Economic Development and Cultural Change , ۱.

. (۱۹۹۳); "MAHALANOBIS CENTENNIAL" , Proceedings of the Indian Academy of Science, ۸.

یونیدو؛ اولویت‌های صنعتی در کشورهای در حال توسعه؛ فرآیند انتخاب اولویت‌ها در برزیل، هند و

جمهوری کره؛ ترجمه بایزید مردوخی، تهران، وزارت برنامه و بودجه، ۱۳۶۵

افشاری، زهرا؛ برنامه ریزی اقتصادی؛ تهران: نشر سمت، ۱۳۸۰

طاهری، شهنام؛ توسعه اقتصادی و برنامه ریزی؛ نشر هوای تازه، ۱۳۸۱

قره باغیان، مرتضی؛ اقتصاد رشد و توسعه؛ نشر نی؛ ۱۳۸۴

عاقلی کهنه شهری؛ لطفعلی؛ درآمدی بر برنامه ریزی اقتصادی