



**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ  
និង វិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច**

**សារណាមញ្ញប័ត្រការសិក្សា**

**ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី០៨ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២៤ ដល់ថ្ងៃទី១០ ខែសីហា ឆ្នាំ២០២៤

តាក់តែងឡើង ដោយ

និស្សិតឈ្មោះ: កញ្ញា **សុខ ម៉ារីណ**

កញ្ញា **ស៊ឹម លីដូ**

ណែនាំដោយ

លោក **ព្រ៉ុំ សុគុណ**

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរកិច្ច

ជំនាន់ទី ៨

ឆ្នាំចូលសិក្សា

២០២០

ឆ្នាំសរសេរសារណា

២០២៤



**សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ  
និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច**

**សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា**

**ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី០៨ ខែមេសា ឆ្នាំ២០២៤ ដល់ថ្ងៃទី១០ ខែសីហា ឆ្នាំ២០២៤

តាក់តែងឡើង ដោយ

ណែនាំដោយ

និស្សិតឈ្មោះ: កញ្ញា **សុខ ម៉ារីន**

លោក **ព្រំ សុគុណ**

កញ្ញា **ស៊ីម លីដូ**

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរកិច្ច

ឆ្នាំចូលសិក្សា ២០២០

ជំនាន់ទី ៨

ឆ្នាំសរសេរសារណា ២០២៤

## សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

នាងខ្ញុំឈ្មោះ **សុខ ម៉ាលីន** និងនាងខ្ញុំឈ្មោះ **ស៊ឹម លីដូ** ជានិស្សិតថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ ផ្នែកគ្រប់គ្រងធុរកិច្ចនៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រនិងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ជំនាន់ទី៨ ក្នុងឆ្នាំសិក្សា ២០២៣ ~ ២០២៤។ យើងខ្ញុំពិតជាមានមោទនភាពក្នុងការទទួលបានឱកាសក្នុងការធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវ និង សរសេរចងក្រងសារណាបញ្ចប់ការសិក្សានេះឡើងក្រោមប្រធានបទ “ ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco”។

ជាដំបូង យើងខ្ញុំទាំងពីររូបសូមគោរពនិងសម្តែងនូវកត្តាធម៌យ៉ាងជ្រាលជ្រៅជូនចំពោះអ្នកមានគុណមាតា បិតា និងអាណាព្យាបាលជាទីគោរពស្រលាញ់នៃកូន ដែលមានឧបការគុណយ៉ាងខ្ពង់ខ្ពស់បំផុតដែលលោកទាំងពីរបានផ្តល់កំណើតព្រមទាំងផ្គត់ផ្គង់ទំនុកបម្រុងប្រកបដោយព្រហ្មវិហារធម៌ក្នុងការចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សាកូនតាំងពីតូចរហូតដល់ធំដឹងក្តីដោយមិនគិតពីការនឿយហត់និងបានផ្តល់ភាពកក់ក្តៅអប់រំទូន្មាន ប្រៀនប្រដៅកូននិងជ្រោមជ្រែងកូនរហូតមក ដែលនេះជាការលះបង់ដ៏ធំធេងដែលមិនអាចកាត់ថ្លៃបានដើម្បីឱ្យកូនអាចទទួលបានការសិក្សាអប់រំរហូតដល់ថ្នាក់ឧត្តមសិក្សាថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រនេះ។

ជាបន្ត យើងខ្ញុំក៏សូមសម្តែងនូវសេចក្តីអំណរអរគុណនិងការគោរពដ៏ខ្ពង់ខ្ពស់យ៉ាងក្រៃលែងមានចំពោះ **ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសាកលវិទ្យាធិការ សាកលវិទ្យាធិការរង ព្រីឌ្ឍមុនស ព្រីឌ្ឍមុនសរង លោកលោកស្រី សាស្ត្រាចារ្យ និងបុគ្គលិកទាំងអស់** នៃសាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ដែលលោកមានទំនួលខុសត្រូវខ្ពស់ក្នុងការដឹកនាំ និងគ្រប់គ្រងឱ្យដំណើរការនៃប្រព័ន្ធអប់រំក្នុងសាកលវិទ្យាល័យមានភាពប្រសើរឡើងពីមួយជំនាន់ទៅមួយជំនាន់ និងព្រមទាំងបានយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការបង្កើតនិងបណ្តុះបណ្តាលធនធានមនុស្ស អោយមានចំណេះដឹង បទពិសោធន៍ប្រកបដោយសីលធម៌ដើម្បីក្លាយជាសសរទ្រូងនៃការអភិវឌ្ឍន៍របស់ប្រទេសជាតិ។

ជាពិសេស យើងខ្ញុំទាំងពីររូបសូមធ្វើការថ្លែងអំណរអរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅនិងមត់មាំដល់ **លោកគ្រូ ព្រំ សុគុណ** ដែលបានផ្តល់ពេលវេលាដ៏មានតម្លៃ ក្នុងការបង្រៀន ដឹកនាំកែលម្អ ចង្អុលបង្ហាញតម្រង់ទិសបង្ហាត់បង្ហាញនូវគន្លឹះ និងផ្តល់នូវយោបល់ល្អៗ ទាក់ទងនឹងការសិក្សានិងការសរសេរសារណាបញ្ចប់របស់យើងខ្ញុំដោយមិនខ្លាចនឿយហត់តាំងពីពេលចាប់ផ្តើមរហូតដល់ការធ្វើសារណានេះបានបញ្ចប់ដោយជោគជ័យ។

ជាចុងបញ្ចប់នេះ សូមអ្នកមានគុណទាំងឡាយជួបនូវតែសេចក្តីគោរពស្រឡាញ់ សុខសុភមង្គល និងជោគជ័យគ្រប់ការកិច្ច។

## អារម្ភកថា

ឆ្លងកាត់ការខិតខំប្រឹងប្រែងសិក្សាក្នុងថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រគ្រប់គ្រងធុរកិច្ចអស់រយៈពេល ៤ ឆ្នាំកន្លងមកនេះ យើងខ្ញុំទទួលបាននូវចំណេះដឹងជាច្រើនទាក់ទងទៅនឹងមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃការចាប់ផ្តើមអាជីវកម្ម ការគ្រប់គ្រងធុរកិច្ច ការគ្រប់គ្រងធនធានមនុស្សព្រមទាំងការជះឥទ្ធិពលអាជីវកម្មទៅលើសេដ្ឋកិច្ចរបស់ប្រទេស និងសារៈសំខាន់នៃការរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារ និងការព្យាករណ៍ធុរកិច្ច។ ទន្ទឹមនឹងនេះ យើងឃើញថាការធ្វើទីផ្សាររបស់អាជីវកម្មនីមួយៗ គឺពិតជាមានសារៈសំខាន់យ៉ាងខ្លាំងព្រោះវាជាកត្តាចម្បងក្នុងការជំរុញដំណើរការអាជីវកម្មនាពេលបច្ចុប្បន្ន និងនាពេលអនាគត។ មួយវិញទៀត បច្ចេកវិទ្យាមានភាពរីកចម្រើនកាន់តែឆាប់រហ័ស និងមានការប្រកួតប្រជែងខ្លាំងដែលធ្វើឱ្យអាជីវកម្មនីមួយៗត្រូវត្រៀមខ្លួនទុកជាមុនដូចជា រិះករិធីសាស្ត្រទប់ស្កាត់លើបញ្ហាដែលអាចកើតឡើង និងជ្រើសរើសនូវម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ទៅលើអាជីវកម្មនោះឱ្យត្រឹមត្រូវដើម្បីរៀបចំផែនការនៃការលក់ ការរៀបចំយុទ្ធសាស្ត្រ និងការធ្វើសេចក្តីសម្រេចចិត្តផ្សេងៗឱ្យបានត្រឹមត្រូវ។

ដូចដែលបានលើកឡើងខាងលើ ដើម្បីជាប្រយោជន៍ក្នុងការធ្វើធុរកិច្ច និងការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមទាក់ទងនឹងការព្យាករណ៍ យើងខ្ញុំក៏បានសម្រេចជ្រើសរើសប្រធានបទស្តីពី “**ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**” មកធ្វើការសិក្សា និងអនុវត្តផ្ទាល់។ ការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះ បានប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ជាច្រើន រួចក៏បានធ្វើការជ្រើសយកម៉ូដែលមួយដែលល្អបំផុតយកមកធ្វើការព្យាករណ៍លើការលក់ក្នុងគោលបំណងទទួលបានប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ដល់អាជីវកម្មនៅថ្ងៃអនាគត។

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះ មានគោលបំណងចង់បន្សល់ទុកជាស្នាដៃក្នុងសាកលវិទ្យាល័យ យើងខ្ញុំសង្ឃឹមយ៉ាងមុតមាំថា អត្ថបទស្រាវជ្រាវមួយនេះអាចផ្តល់ជាចំណេះដឹងថ្មីៗដល់សិស្សនិស្សិតក៏ដូចជាមិត្តអ្នកអានម្ចាស់អាជីវកម្មនានានូវការសិក្សាទាក់ទងនឹងការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសាកសមបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទៅលើការលក់ក្នុងវិស័យធុរកិច្ច ហើយសង្ឃឹមផងដែរថាវានឹងអាចជាជំនួយដល់សិស្សនិស្សិតនិងអ្នកស្រាវជ្រាវជំនាន់ក្រោយ ដើម្បីធ្វើការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមឱ្យកាន់តែស៊ីជម្រៅនិងល្អប្រសើរ។

ជាចុងបញ្ចប់ យើងខ្ញុំសូមអភ័យទោសនូវរាល់កំហុសខុសឆ្គងទាំងឡាយ និងចំណុចខ្វះខាតទៅលើការបកស្រាយប្រធានបទ ខ្លឹមសារ ពាក្យពេចន៍ សំណេរអក្ខរាវិរុទ្ធ ដែលកើតមានដោយអចេតនាក្នុងការស្រាវជ្រាវនៃសារណាបញ្ចប់ការសិក្សាមួយនេះ យើងខ្ញុំទាំងពីរនាក់ពេញចិត្តទទួលយកនូវរាល់មតិៈគន់កែលម្អពីសំណាក់អ្នកអានគ្រប់មជ្ឈដ្ឋានទាំងអស់ដើម្បីធ្វើការស្ថាបនាកែលម្អឱ្យកាន់តែមានភាពប្រសើរឡើង។

# មាតិកា

ទំព័រ

បញ្ជីអក្សរកាត់.....	v
បញ្ជីរូបភាព .....	vi
បញ្ជីតារាង .....	viii
បញ្ជីឧបសម្ព័ន្ធ .....	ix

## សេចក្តីផ្តើម

១. លំនាំបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ .....	១
២. កម្មវត្ថុនៃការស្រាវជ្រាវ .....	២
៣. ចំណោទបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ .....	២
៤. ទំហំ និងដែនកំណត់នៃការស្រាវជ្រាវ .....	២
៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ .....	៣
៦. វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ .....	៣
៧. រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ .....	៤

## ជំពូកទី១

### រំលឹកទ្រឹស្តី

១.១ ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍ .....	៧
១.២ និយមន័យនៃការព្យាករណ៍ .....	៨
១.៣ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ .....	៨
១.៤ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ និងបរិមាណវិស័យ .....	៩
១.៤.១ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ .....	៩
១.៤.២ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ .....	១០
១.៥. ប្រភេទទិន្នន័យ .....	១០
១.៦. សមាសធាតុ Trend .....	១១
១.៧ ការសិក្សាកំណត់ទិន្នន័យ Trend តាមការវិភាគ Autocorrelation .....	១២
១.៨ ម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend .....	១៣
១.៨.១ ម៉ូដែល Naïve .....	១៣

១.៨.១.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model .....	១៤
១.៨.១.២ ម៉ូដែល Relative Change Model .....	១៥
១.៨.២ ម៉ូដែល Moving Average .....	១៥
១.៨.២.១ ម៉ូដែល Double Moving Average.....	១៦
១.៨.៣ ម៉ូដែល Exponential Smoothing.....	១៧
១.៨.៣.១ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing .....	១៨
១.៨.៣.២ ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing .....	១៩
១.៨.៣ ម៉ូដែល Time linear Regression .....	២០
១.៨.៤ ម៉ូដែល Autoregressive .....	២១
១.៨.៤.១ ការជ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive តាម PACF.....	២២
១.៨.៤.២ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង.....	២៣
១.៩. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍.....	២៥
១.៩.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation ( MAD ) .....	២៦
១.៩.២ មធ្យមនៃការេលម្អៀង Mean Squared Error ( MSE ) .....	២៦
១.៩.៣ ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង Square Root of the MSE ( RMSE ) .....	២៧
១.៩.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error ( MPE ) .....	២៧
១.៩.៥ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Absolute Percentage Error .....	២៧

**ជំពូកទី២**

**ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

២.១ ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	២៩
២.២ ស្ថាបនិកក្រុមហ៊ុន Costco .....	៣១
២.២.១ លោក James D. Sinegal ( Jim Sinegal ) .....	៣២
២.២.២ លោក Jeffrey Hart Brotman .....	៣៣
២.២.៣ លោក Sol Price .....	៣៤
២.៣ ទីតាំងក្រុមហ៊ុន .....	៣៦

២.៤ ស្លាកសញ្ញា និងអត្ថន័យស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco.....	៣៦
២.៥ ចក្ខុវិស័យ បេសកកម្ម និងគុណតម្លៃ.....	៣៩
២.៥.១ ចក្ខុវិស័យ .....	៣៩
២.៥.២ បេសកកម្ម .....	៤០
២.៥.៣ គុណតម្លៃស្នូល ( Core Values ) .....	៤០
២.៦ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	៤១
២.៦.១ រចនាសម្ព័ន្ធអង្គភាព .....	៤២
២.៦.២ រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាល.....	៤២
២.៦.៣ រចនាសម្ព័ន្ធអ្នកដឹកនាំប្រតិបត្តិការ .....	៤២
២.៧ ទំនិញ និងសេវាកម្ម .....	៤៣
២.៧.១ ទំនិញ .....	៤៣
២.៧.២ សេវាកម្ម.....	៤៦
២.៨ ការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុន Costco.....	៤៨
២.៨.១ យុទ្ធសាស្ត្រម៉ូដែលអាជីវកម្ម .....	៤៩
២.៨.២ យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារចម្រុះ .....	៥០
២.៩ ដៃគូប្រកួតប្រជែង .....	៥២

**ជំពូកទី៣**

**ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

៣.១ ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលដើម្បីព្យាករណ៍ .....	៥៣
៣.២ ទិន្នន័យនៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	៥៣
៣.៣ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	៥៤
៣.៣.១ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រាប.....	៥៥
៣.៣.២ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation.....	៥៦
៣.៤ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈស្ថិតិពណ៌នា .....	៥៧
៣.៥ ការព្យាករណ៍ពីចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ .....	៥៩
៣.៥.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model .....	៥៩

៣.៥.២	ម៉ូដែល Relative Change Model .....	៦១
៣.៥.៣	ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) .....	៦៣
៣.៥.៤	ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) .....	៦៧
៣.៥.៥	ម៉ូដែល Holts' Method of Exponential Smoothing( HES ).....	៧១
៣.៥.៦	ម៉ូដែល Time Linear Regression .....	៧៥
៣.៥.៦.១	ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Scatter Diagram ....	៧៦
៣.៥.៦.២	ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Summary Output ...	៧៧
៣.៥.៧	ម៉ូដែល Autoregressive (AR).....	៧៩
៣.៥.៧.១	ការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល AR តាម Partial Autocorrelation Function .....	៨០
៣.៥.៧.២	ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី១ AR(1) .....	៨១
៣.៦	ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍.....	៨៤
៣.៧	ការត្រួតពិនិត្យភាពសាកសមរបស់ម៉ូដែល និងលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង .....	៨៥
៣.៧.១	ការវាយតម្លៃលើភាពត្រឹមត្រូវរបស់ម៉ូដែល Autoregressive model AR(1) .....	៨៦
៣.៧.១.១	គណនាមេគុណដេទែមីណង់ Coefficient of Determination (R-squared) .....	៨៦
៣.៧.១.២	ការគណនាលម្អៀងគម្លាតស្តង់ដារ Standard error of Estimate .....	៨៦
៣.៧.១.៣	ការតេស្តសម្មតិកម្ម .....	៨៧
៣.៧.២	វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង .....	៨៧
៣.៧.២.១	លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភាពណែនាំម៉ាល់ .....	៨៧
៣.៧.២.២	លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានរ៉ាងក្នុងតម្លៃស្មើគ្នា Homoscedasticity.....	៨៨
៣.៧.២.៣	លម្អៀង (Residuals) ត្រូវឯករាជ្យ (Independent) .....	៨៨
<b>សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍</b>		
១.	សេចក្តីសន្និដ្ឋាន .....	៨៩
២.	ការផ្តល់អនុសាសន៍ .....	៩០
<b>ឯកសារយោង</b>		
<b>ឧបសម្ព័ន្ធ</b>		



## **បញ្ជីអក្សរកាត់**

- ACF : Autocorrelation Function
- ACM : Absolute Change Model
- AR : Autoregressive
- ARIMA : Autoregressive Integrated Moving Average
- DES : Double Exponential Smoothing
- DMA : Double Moving Average
- GDP : Gross Domestic Product
- HES : Holt's Method of Exponential Smoothing
- MA : Moving Average
- MAD : Mean Absolute Deviation
- MAPE : Mean Absolute Percentage Error
- MPE : Mean Percentage Error
- MSE : Mean Square Error
- PACF : Partial Autocorrelation Function
- RCM : Relative Change Model
- RMSE : Square Root of Mean Square Error

## មញ្ជីរូបភាព

	ទំព័រ
រូបភាពទី១.១៖ ក្រាបបង្ហាញពី upward trend និង downward trend .....	១១
រូបភាពទី១.២៖ បង្ហាញពី Linear Trend និង Nonlinear Trend.....	១២
រូបភាពទី១.៣៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (1).....	២២
រូបភាពទី១.៤៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (2).....	២៣
រូបភាពទី១.៥៖ អ៊ីសូក្រាមនៃ Residual ដែលមានភាពណាម៉ាល់.....	២៤
រូបភាពទី១.៦៖ ក្រាបបង្ហាញថាលម្អៀង (Residuals) ជា Homoscedasticity .....	២៤
រូបភាពទី១.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យ.....	២៥
រូបភាពទី២.១៖ ឃ្នាំងដំបូងបង្អស់របស់ក្រុមហ៊ុន Costco.....	២៩
រូបភាពទី២.២៖ លោក James D. Sinegal.....	៣២
រូបភាពទី២.៣៖ លោក Jeffrey Hart Brotman .....	៣៣
រូបភាពទី២.៤៖ លោក Sol Price .....	៣៥
រូបភាពទី២.៥៖ ទីតាំងរបស់ទីស្នាក់កាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco.....	៣៦
រូបភាពទី២.៦៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៨៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៣ .....	៣៧
រូបភាពទី២.៧៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៩៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៧ .....	៣៨
រូបភាពទី២.៨៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៩៧ ដល់ បច្ចុប្បន្ន .....	៣៨
រូបភាពទី២.៩៖ ផលិតផលមានស្លាកសញ្ញា Kirkland .....	៤៤
រូបភាពទី២.១០៖ ផលិតផលអេឡិចត្រូនិច .....	៤៥
រូបភាពទី២.១១៖ តម្លៃមានដុតក្នុង Costco .....	៤៦
រូបភាពទី២.១២៖ សេវាកម្មរៀបចំដំណើរកំសាន្ត.....	៤៧
រូបភាពទី២.១៣៖ សេវាកម្មផ្តល់ប្រេងឥន្ធនៈ: .....	៤៨
រូបភាពទី៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់២០២៣.....	៥៥
រូបភាពទី៣.២៖ ក្រាបបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	៥៧
រូបភាពទី៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM.....	៦១
រូបភាពទី៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM.....	៦៣
រូបភាពទី៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA.....	៦៧
រូបភាពទី៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES .....	៧១
រូបភាពទី៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES.....	៧៥
រូបភាពទី៣.៨ ៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការ Time Linear Regression .....	៧៦

រូបភាពទី៣.៩៖ ក្រាបបង្ហាញចំណូលជាក់ស្តែងនិងចំណូលការព្យាករណ៍តាម Time Linear Regression .	៧៩
រូបភាពទី៣.១០៖ Partial Autocorrelation Functions ( PACF ) .....	៨០
រូបភាពទី៣.១១៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR ( 1 ) .....	៨២
រូបភាពទី៣.១២៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR ( 1 ) .....	៨៤
រូបភាពទី៣.១៣៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃលម្អៀង ( Residuals ) របស់ម៉ូដែល AR ( 1 ).....	៨៧
រូបភាពទី៣.១៤៖ ដ្យាក្រាមចំណុចរវាងលម្អៀង និង AR ( 1 ) .....	៨៨
រូបភាពទី៣.១៥៖ ក្រាបបង្ហាញរវាងលម្អៀង ( Residuals ) និងពេល ( Time ) .....	៨៨

## បញ្ជីតារាង

ទំព័រ

តារាងទី៣.១៖ ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់២០២៣ .....	៥៤
តារាងទី៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Function នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco .....	៥៦
តារាងទី៣.៣៖ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ .....	៥៨
តារាងទី៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល ACM .....	៦០
តារាងទី៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលACM .....	៦១
តារាងទី ៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល RCM .....	៦២
តារាងទី៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM .....	៦៣
តារាងទី៣.៨៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល DMA.....	៦៦
តារាងទី៣.៩៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DMA .....	៦៧
តារាងទី៣.១០៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាពីការកំណត់តម្លៃ Alpha .....	៦៨
តារាងទី៣.១១៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល DES.....	៧០
តារាងទី៣.១២៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DES .....	៧១
តារាងទី៣.១៣៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាពីការកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta.....	៧២
តារាងទី៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល HES.....	៧៤
តារាងទី៣.១៥៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល HES .....	៧៥
តារាងទី៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេប Summary Output ម៉ូដែល Time Linear Regression .....	៧៧
តារាងទី៣.១៧៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំក្រុមហ៊ុន Costco ម៉ូដែល Time Linear Regression.....	៧៨
តារាងទី៣.១៨៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression .....	៧៩
តារាងទី៣.១៩៖ តារាតម្លៃ Partial Autocorrelation Functions .....	៨០
តារាងទី៣.២០៖ តារាងកំណត់តម្លៃ Y-lagged ក្នុងម៉ូដែល AR( 1 ) .....	៨១
តារាងទី៣.២១៖ របាយការណ៍សង្ខេប Summary Output ម៉ូដែល AR( 1 ) .....	៨២
តារាងទី៣.២២៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល AR( 1 ) .....	៨៣
តារាងទី៣.២៣៖ តារាងវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល AR( 1 ) .....	៨៤
តារាងទី៣.២៤៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ណីមួយៗក្នុង Time Series .....	៨៥

## **បញ្ជីឧបសម្ព័ន្ធ**

- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១ រចនាសម្ព័ន្ធអង្គការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ២ រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៣ រចនាសម្ព័ន្ធអ្នកដឹកនាំប្រតិបត្តិការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៤ កាតសមាជិករបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៥ ទិនិញផ្សេងៗម៉ាក Kirkland Signature
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៦ សេវាកម្មផ្សេងៗ
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៧ របៀបគណនារកតម្លៃ  $\alpha$  និង  $\beta$  ក្នុងម៉ូដែល HES

# សេចក្តីផ្តើម

### សេចក្តីផ្តើម

#### ១. លំនាំបញ្ជាក់នៃការស្រាវជ្រាវ

រយៈពេល ៤ ឆ្នាំចុងក្រោយនេះសង្កេតឃើញមានការកើតឡើងនូវបញ្ហាច្រើនលើជុំវិញពិភពលោក ក៏ដូចជាក្នុងសង្គមផងដែរ ដែលបញ្ហាទាំងនេះបានកើតឡើងដោយមិនបានព្រាងទុកមុនដូចជា ការរីករាលដាលនៃជម្ងឺកូវីដ ១៩ សង្គ្រាមផ្ទះអាវុធ បញ្ហានយោបាយជាដើម ដែលបានបង្កផលប៉ះពាល់ដល់គ្រប់វិស័យទាំងអស់នៅលើសកលលោកដែលបានធ្វើអោយស្ថានភាពសេដ្ឋកិច្ចសកលលោកមានភាពប្រែប្រួលយ៉ាងខ្លាំង ហើយបញ្ហាទាំងនេះបានដាស់តឿនដល់អាជីវកម្មគ្រប់ប្រភេទឲ្យចេះត្រៀមខ្លួនក្នុងការការពារទុកជាមុន។ លើសពីនេះទៀត អាជីវកម្មផ្សេងៗជាច្រើនកំពុងតែរកវិធីសាស្ត្រក្នុងការវិភាគប៉ាន់ស្មាន ដើម្បីបញ្ជៀសនូវបញ្ហាដែលអាចកើតមានឡើងក្នុងកាលៈទេសៈដ៏ពិបាកមួយនេះ ក្នុងគោលបំណងជម្រុញអោយប្រតិបត្តិការអាជីវកម្មអាចប្រព្រឹត្តទៅបានរលូន និងអាចបង្កើននូវប្រាក់ចំណូល។ គ្រប់អាជីវកម្មទាំងអស់តែងតែមានការព្រួយបារម្ភណ៍ជាមួយនឹងបញ្ហា ឬហានិភ័យ ដូច្នេះប្រសិនបើម្ចាស់អាជីវកម្មមិនបានប្រុងប្រៀបក្នុងកាត់បន្ថយនូវហានិភ័យឲ្យបានល្អទេ នោះអាចនឹងធ្វើឲ្យដំណើរការអាជីវកម្មជួបភាពអាក្រក់ ឬឈានទៅរកការក្ស័យធន។

ការព្យាករណ៍គឺជាវិធីសាស្ត្រដ៏ល្អបំផុតមួយ ដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យរបស់អាជីវកម្ម ព្រោះការព្យាករណ៍អាចឱ្យអាជីវកម្មប៉ាន់ស្មានពីអនាគត និងមានភាពងាយស្រួលក្នុងការសម្រេចចិត្តអភិវឌ្ឍយុទ្ធសាស្ត្រថ្មីៗ។ ជាក់ស្តែងការព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលបានត្រឹមត្រូវ វាអាចធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុន ឬអាជីវកម្មអាចប៉ាន់ស្មានដឹងពីចំណូលនៅឆ្នាំបន្តបន្ទាប់ព្រមទាំងអាចឲ្យក្រុមហ៊ុនអាចត្រៀមមូលធនសម្រាប់ចំណាយលើទុនបង្វិល និងបង្កើនសមត្ថភាពក្នុងការផលិត។

ដោយឡែកនៅសព្វថ្ងៃនេះ យើងសង្កេតឃើញថាមានក្រុមហ៊ុនជាច្រើនកំពុងប្រកួតប្រជែងគ្នាយ៉ាងខ្លាំងលើទីផ្សារពិភពលោក ជាពិសេសចំពោះក្រុមហ៊ុនដែលផ្គត់ផ្គង់នូវវត្ថុធាតុដើមប្រើប្រាស់ប្រចាំថ្ងៃ ក្រុមហ៊ុនលក់ប្រេងឥន្ធនៈជាដើម។ នៅក្នុងចំណោមបណ្តាក្រុមហ៊ុនទាំងនោះ ក្រុមហ៊ុនមួយដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាក្រុមហ៊ុនដែលទទួលបានភាពជោគជ័យយ៉ាងខ្លាំងអស់រយៈពេលជាច្រើនឆ្នាំមកហើយ នោះគឺក្រុមហ៊ុន Costco ។ Costco គឺជាក្រុមហ៊ុនផ្គត់ផ្គង់ចែកចាយខ្នាតធំលើទំនិញច្រើនប្រភេទទោះជាបន្តស្ថានភាពដូចជាកូវីដ ១៩ ក៏ក្រុមហ៊ុន Costco នូវបន្តឈរជើងយ៉ាងរឹងមាំ និងទទួលបានចំណូលខ្ពស់ជាងឆ្នាំចាស់ៗទៀតផងដែលវាបង្ហាញពីភាពអស្ចារ្យនូវការគ្រប់គ្រងនិងការព្យាករណ៍របស់ក្រុមហ៊ុន។ ដោយមើលឃើញពីអត្ថប្រយោជន៍នៃការព្យាករណ៍នៅក្នុងធុរកិច្ចនេះហើយ ទើបជំរុញឱ្យយើងខ្ញុំបង្កើតនូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះឡើងក្រោមប្រធានបទ៖ ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco។

**២. កម្មវត្ថុនៃការស្រាវជ្រាវ**

ក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទពី ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco នេះដែរ មានកម្មវត្ថុចំនួនបីសំខាន់ៗដូចជា៖

- ស្វែងយល់ពីស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ស្វែងរកម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលសាកសម យកទៅព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco
- ប្រៀបធៀបលម្អៀងម៉ូដែលនីមួយៗដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុត។

**៣. ចំណោទបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ**

ការព្យាករណ៍មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងទៅលើវិស័យជាច្រើនជាពិសេសគឺនៅក្នុងវិស័យធុរកិច្ច ដែលវាជាសសរទ្រូងមួយរបស់សេដ្ឋកិច្ចប្រទេស ដូចនេះទាមទារឱ្យក្រុមហ៊ុនជាច្រើនធ្វើការចាប់ផ្តើមពង្រឹងសមត្ថភាពរបស់ខ្លួនទៅលើការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលល្អ ដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព។ ការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលត្រឹមត្រូវជាបញ្ហាចោទចាំបាច់ត្រូវដោះស្រាយក្នុងការធ្វើការព្យាករណ៍ឱ្យមានប្រសិទ្ធភាព។ ការព្យាករណ៍លើការលក់បានល្អអាចបង្កើតឱកាសជាច្រើនដល់ក្រុមហ៊ុន ឬអាជីវកម្មដើម្បីអភិវឌ្ឍន៍ខ្លួនឱ្យកាន់តែមានការរីកចម្រើនដូចជាក្រុមហ៊ុន Costco ជាដើម ដែលឃើញថាតាំងពីក្រុមហ៊ុនចាប់ដំណើរការមកចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនមានការកើនឡើងជាដៀងរាល់ឆ្នាំ។ ហេតុដូចនេះហើយ បានជាជំរុញឱ្យការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះកើតឡើង ដោយធ្វើការសិក្សាស៊ីជម្រៅទៅលើបញ្ហាដូចខាងក្រោម៖

- តើក្រុមហ៊ុន Costco មានស្ថានភាពទូទៅដូចម្តេច ?
- តើមានវិធីសាស្ត្រ និងម៉ូដែលមួយណាដែលល្អបំផុត សម្រាប់ជ្រើសរើសយកមកធ្វើការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ?

**៤. ទំហំ និងដែនកំណត់នៃការស្រាវជ្រាវ**

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទមួយនេះ នឹងធ្វើការផ្តោតសំខាន់ទៅលើស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco និងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមរយៈវិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យដូចជា ម៉ូដែល Naive ម៉ូដែល Moving Average ម៉ូដែល Exponential Smoothing ម៉ូដែល Time Linear Regression និងម៉ូដែល Autoregressive មកធ្វើការព្យាករណ៍ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ២១ឆ្នាំចុងក្រោយចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ហើយជាចុងក្រោយគឺធ្វើការប្រៀបធៀបលើតម្លៃលម្អៀងនៃម៉ូដែលទាំងអស់ដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលណាមួយដែលល្អបំផុតមកធ្វើការព្យាករណ៍។ ម្យ៉ាងទៀត ការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះផងដែរមិនបានលើកយកនូវម៉ូដែលព្យាករណ៍បែបបរិមាណវិស័យដូចជា ARIMA ឬម៉ូដែលផ្សេងៗទៀតមកប្រើប្រាស់នោះទេ ហើយក៏មិនបានប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យផងដែរ។



**៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ**

យើងខ្ញុំសង្ឃឹមយ៉ាងមុតមាំថា ការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទមួយនេះអាចនឹងផ្តល់ជាអត្ថប្រយោជន៍ និងគុណសម្បត្តិជាច្រើនដល់សិស្សនិស្សិតជំនាន់ក្រោយ និងអ្នកសិក្សាស្រាវជ្រាវ ដើម្បីជាជំនួយនៅក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវបន្ថែមអោយកាន់តែមានភាពលម្អិត។ ម៉្យាងវិញទៀត នេះអាចចាត់ទុកជាស្នាដៃនៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយសម្រាប់សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ដែលនឹងទទួលបាននូវឯកសារសំខាន់បន្ថែមសម្រាប់តម្កល់ទុកក្នុងបណ្ណាល័យ ដែលអាចផ្តល់អោយនិស្សិតជំនាន់ក្រោយនឹងមានឯកសារច្រើនក្នុងការសិក្សាស្វែងយល់ចំណេះដឹងអោយកាន់តែស៊ីជម្រៅបន្ថែមទៀត។ មួយវិញទៀតវាក៏មានសារៈប្រយោជន៍សម្រាប់អាជីវកម្មក្នុងការស្វែងយល់បន្ថែមទៅលើការព្យាករណ៍ និងជាជំនួយនៅក្នុងការរៀបចំអភិវឌ្ឍន៍នូវផែនការផលិត និងផែនការយុទ្ធសាស្ត្រដើម្បីកាត់បន្ថយហានិភ័យនៅអនាគត។

**៦. និវិសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ**

ក្នុងការស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទនេះ យើងបានជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវដោយប្រើប្រាស់នូវប្រភេទនៃការស្រាវជ្រាវ ការប្រមូលទិន្នន័យ និងការវិភាគទិន្នន័យ ដើម្បីជួយជំរុញឱ្យការស្រាវជ្រាវមួយនេះដំណើរការទៅដោយជោគជ័យ ដូចខាងក្រោម៖

**ប្រភេទនៃការស្រាវជ្រាវ**

ការស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទ “ ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ” នេះប្រព្រឹត្តទៅតាមរយៈការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ ( Quantitative Method ) ដែលវិធីសាស្ត្រមួយនេះសង្កត់ធ្ងន់ទៅលើការវាស់វែងនូវគោលបំណង ការវិភាគស្ថិតិ គណិតវិទ្យា ឬជាលេខនៃទិន្នន័យដែលប្រមូលបានតាមរយៈការស្ទង់មតិ កម្រងសំណួរ ឬដោយរៀបចំទិន្នន័យស្ថិតិដែលមានស្រាប់ពីមុនមក ( Secondary Data ) ដោយប្រើបច្ចេកទេសគណិតវិទ្យា។

**ការប្រមូលទិន្នន័យ**

នៅក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវនេះបានធ្វើការជ្រើសរើសយកទិន្នន័យដែលមានស្រាប់ ឬហៅថាប្រភេទទិន្នន័យបន្ទាប់បន្សំ ( Secondary Data )។ ចំពោះទិន្នន័យប្រភេទនេះមានទាក់ទងនឹងស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវបានដកស្រង់ចេញពីគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ក្រុមហ៊ុនផ្ទាល់និងគេហទំព័រផ្សេងៗទៀតនៅលើបណ្តាញអ៊ីនធឺណែត។ រីឯទិន្នន័យពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដែលមានរយៈពេលចំនួន ២១ ឆ្នាំគិតចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ រហូតដល់ឆ្នាំ២០២៣ ត្រូវបានដកស្រង់ចេញពីរបាយការណ៍ប្រចាំឆ្នាំនីមួយៗនៃក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈគេហទំព័រផ្លូវការផ្ទាល់របស់ក្រុមហ៊ុនត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់។

**ការវិភាគទិន្នន័យ**

បន្ទាប់ពីការប្រមូលទិន្នន័យប្រាក់ចំណូលពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ដែលជាទិន្នន័យ Time Series រួចរាល់ វាត្រូវបានប្រមូលមកធ្វើការពណ៌នាតាមក្រាបបន្ទាត់និងមេគុណទំនាក់ទំនងដើម្បីកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យ ហើយបន្តមកទៀត ប្រើប្រាស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យមកធ្វើការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ ក្រុមហ៊ុន Costco ។ ម៉ូដែលទាំងនោះរួមមានដូចជា៖

- ម៉ូដែល Naive: Absolute Change Model and Relative Change Model
- ម៉ូដែល Moving Average: Double Moving Average Model
- ម៉ូដែល Exponential Smoothing: Double and Holt's Method of Exponential Smoothing
- ម៉ូដែល Time-linear regression
- ម៉ូដែល Autoregressive (AR) ។

បន្ទាប់ពីធ្វើតេស្តទៅលើម៉ូដែលរួចរាល់ ជំហានបន្ទាប់យើងនឹងធ្វើការគណនាតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល នីមួយៗ ម៉ូដែលណាដែលមានតម្លៃលម្អៀងតូចជាងគេ ម៉ូដែលនោះគឺជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតដើម្បីយកទៅធ្វើការ ព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។ វិធីសាស្ត្រសម្រាប់វាស់លម្អៀងទាំងអស់នោះមានដូចជា៖

- មធ្យមនៃការលម្អៀង ( Mean square error )
- ឫសការេនៃមធ្យមនៃការលម្អៀង ( Root mean square error )
- មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតលម្អៀង ( Mean absolute deviation )
- មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ ( Mean percentage error )
- មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ ( Mean absolute percentage error ) ។

ម៉្យាងវិញទៀត នៅក្នុងការសិក្សាមួយនេះក៏បានប្រើប្រាស់កម្មវិធី Microsoft Excel និង Minitab ដើម្បីជា ជំនួយក្នុងការគណនា និងវិភាគទិន្នន័យសម្រាប់ការបកស្រាយផងដែរ។

**៧. រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ**

រចនាសម្ព័ន្ធនៃការសិក្សាស្រាវជ្រាវនេះត្រូវបានបែកចែកជា ៥ ដំណាក់កាលធំៗ ដូចជា៖

**សេចក្តីផ្តើម**៖ បង្ហាញពីគោលបំណងនៃការជ្រើសរើសប្រធានបទមួយនេះឡើង ដោយពណ៌នាពីទំហំនៃ ការស្រាវជ្រាវ កម្មវត្ថុ ដែនកំណត់ សារៈសំខាន់ និងវិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ។ លើសពីនេះរចនាសម្ព័ន្ធនៃការ ស្រាវជ្រាវក៏ត្រូវបានបង្ហាញក្នុងផ្នែកមួយផងដែរក្នុងគោលបំណងសម្រួលដល់ការស្វែងយល់នៃដំណើរការនៃអត្ថ បទមួយនេះ។

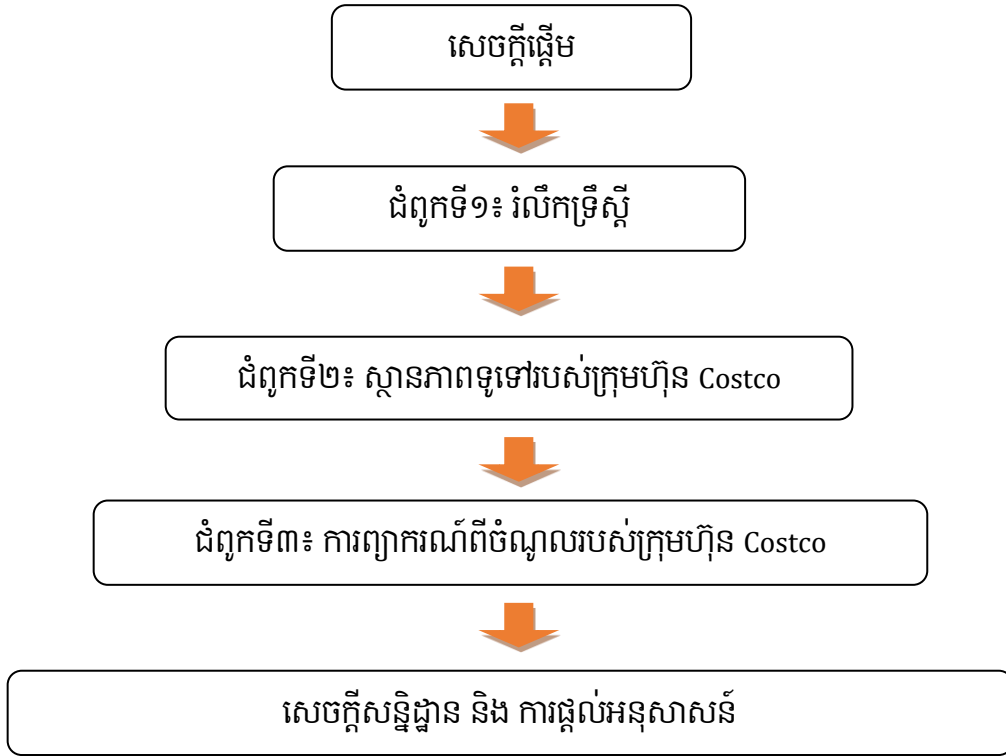
**ជំពូកទី១ រំលឹកទ្រឹស្តី៖** ផ្ដោតសំខាន់ទៅលើការរំលឹកនូវទ្រឹស្តីនិងរូបមន្ត សញ្ញាណទូទៅនៃការព្យាករណ៍ដោយរៀបរាប់អំពីនិយមន័យនៃការព្យាករណ៍ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ ការបកស្រាយលម្អិតអំពីសមាសធាតុ Trend របស់ Time Series Data វិធីសាស្ត្រក្នុងការព្យាករណ៍ និងការវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ទាំងមូល។

**ជំពូកទី២ ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ៖** បង្ហាញពីស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់តាំងពីប្រវត្តិក្រុមហ៊ុន ទីតាំង ស្លាកសញ្ញា ការប្រកួតប្រជែង ការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុនរហូតមកដល់ពេលបច្ចុប្បន្ន ព្រមទាំងបានលើកឡើងពីចក្ខុវិស័យ បេសកកម្ម និងគុណតម្លៃ របស់ក្រុមហ៊ុនហើយក៏រួមបញ្ចូលនូវទំនិញ និងសេវាកម្មសំខាន់ៗរបស់ក្រុមហ៊ុនដែលបានដាក់ចូលទៅក្នុងទីផ្សារ សម្រាប់បំពេញនូវតម្រូវការរបស់អតិថិជន និងរៀបរាប់ពីរចនាសម្ព័ន្ធក្រុមហ៊ុនក្នុងការធ្វើប្រតិបត្តិការរបស់ក្រុមហ៊ុន ។

**ជំពូកទី៣ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ៖** អនុវត្តនូវម៉ូដែលការព្យាករណ៍តាមទ្រឹស្តីទាំងអស់ មកធ្វើការគណនាជាក់ស្តែងជាមួយនឹងទិន្នន័យផ្ទាល់របស់ក្រុមហ៊ុនដែលបានមកពីគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ Costco ចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ រហូតដល់ឆ្នាំ២០២៣ ដោយប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលទាំងអស់ចំនួន៧ យកមកព្យាករណ៍។ លើសពីនេះ យើងនឹងបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបនូវលទ្ធផលនៃការធ្វើតេស្តនូវម៉ូដែលទាំងនោះ ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូដែលល្អបំផុតដែលជាម៉ូដែលមានលម្អៀងតូចជាងគេប្រៀបនឹងម៉ូដែលដទៃ សម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

**សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍៖** ក្នុងផ្នែកចុងក្រោយនៃអត្ថបទមួយនេះ គឺយើងនឹងធ្វើការសន្និដ្ឋានទៅលើលទ្ធផលដែលទទួលបានបន្ទាប់ពីបានធ្វើការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន រួមទាំងការចូលរួមនូវការផ្តល់មតិយោបល់ទៅលើការអនុវត្ត និងការព្យាករណ៍ជាបន្តបន្ទាប់នៅពេលក្រោយឱ្យកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព។

**របៀបសម្របសម្រួលនៃការស្រាវជ្រាវ**



**ជំពូកទី១**  
**រំលឹកទ្រឹស្តី**

## ជំពូកទី១

### លើកទ្រឹស្តី

#### ១.១ ប្រវត្តិវិទ្យាព្យាករណ៍

ប្រវត្តិវិទ្យាព្យាករណ៍ត្រូវបានចាប់ផ្តើមតាំងពីយូរលង់ណាស់មកហើយ ដែលគេបានប្រើប្រាស់តាំងពីសម័យបុរាណកាលមកម្ល៉េះ វាមិនមែនជាគំនិតដែលទើបតែបង្កើតឡើងនៅសម័យទំនើបនោះទេ។ ការព្យាករណ៍មានតាំងពីអរិយធម៌អេហ្ស៊ីបបុរាណមកម្ល៉េះដោយកើតមានក្នុងទម្រង់ ឬបែបផែនផ្សេងៗគ្នា ដើម្បីធ្វើការទស្សន៍ទាយ ឬប៉ាន់ស្មានព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគតដូចជា ការព្យាករណ៍ពីតារាសាស្ត្រ ឧតុនិយមជាដើម។ សង្គមបុរាណពីងផ្នែកលើវិធីសាស្ត្រដូចជា ការទស្សន៍ទាយ ហោរាសាស្ត្រ និងការបកស្រាយសញ្ញាធម្មជាតិ ដើម្បីទស្សន៍ទាយព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគត។

ក្រោយពីឆ្លងកាត់ពេលវេលារបស់វេលាវេលាវេលាមកហើយ ការព្យាករណ៍ក៏មានភាពប្រែប្រួលទៅតាមពេលវេលាផងដែរ ជាពិសេសដោយមានការបង្កើតនូវគណិតវិទ្យាដោយប្រើប្រាស់នូវភាពស្មុគស្មាញរបស់គណិតវិទ្យាដើម្បីយកទៅធ្វើការព្យាករណ៍។ ក្រោយមកទើបគេដឹងថាគណិតវិទ្យាដែលស្មុគស្មាញនោះ ស្គាល់ថាជាស្ថិតិ ដែលវាត្រូវបានប្រើប្រាស់ក្នុងការប្រមូលទិន្នន័យដូចជា ចំនួនប្រជាជន ដីធ្លី ផលកសិកម្មជាដើមសម្រាប់ជួយក្នុងការគ្រប់គ្រងរបស់រដ្ឋាភិបាលតែប៉ុណ្ណោះ។

នៅសតវត្សរ៍ទី ១៨ និងទី ១៩ អ្នកស្ថិតិដូចជា Pierre-Simon Laplace និង Adolphe Quetelet បានរួមចំណែកយ៉ាងសំខាន់ចំពោះទ្រឹស្តីប្រូបាប៊ីលីតេ និងវិធីសាស្ត្រស្ថិតិ ដែលនេះជាមូលដ្ឋានសម្រាប់ធ្វើការអភិវឌ្ឍបច្ចេកទេសនៃការព្យាករណ៍។ វិធីសាស្ត្រស្ថិតិដំបូងទាំងនេះបានផ្តល់ជាក្របខ័ណ្ឌសម្រាប់ធ្វើការវិភាគទិន្នន័យប្រវត្តិសាស្ត្រ និងធ្វើការព្យាករណ៍។ នៅក្នុងសតវត្សរ៍ទី ១៩ មានការអភិវឌ្ឍន៍លើវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ថ្មីមួយចំនួនរួមទាំងការវិភាគសេរីពេលវេលានិងការព្យាករណ៍បុព្វហេតុ ដែលការវិភាគសេរីពេលវេលាគឺប្រើប្រាស់នូវទិន្នន័យប្រវត្តិសាស្ត្រពីអតីតកាល ដើម្បីកំណត់អត្តសញ្ញាណគំរូ និងនិទ្ទាការដែលអាចត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់ក្នុងការទស្សន៍ទាយន័តិម្ម្មប្រវត្តិការណ៍នៅអនាគត ហើយការព្យាករណ៍បុព្វហេតុគឺត្រូវបានប្រើប្រាស់នូវគំរូសេដ្ឋកិច្ចដើម្បីធ្វើការទស្សន៍ទាយន័តិវិយាបថពេលអនាគតដោយធ្វើការពឹងផ្អែកលើស្ថានភាពបច្ចុប្បន្ននិងកត្តាខាងក្រៅដែលអាចជះឥទ្ធិពលលើការទស្សន៍ទាយន័។

ការបង្កើតកុំព្យូទ័រនៅពាក់កណ្តាលសតវត្សរ៍ទី២០ បានធ្វើឱ្យវិស័យព្យាករណ៍ធ្វើបដិវត្តកម្ម វាអនុញ្ញាតឱ្យមានការគណនាស្មុគស្មាញបន្ថែមទៀតទៅលើការវិភាគទិន្នន័យ និងការអភិវឌ្ឍនៃគំរូគណិតវិទ្យាទំនើប ដើម្បីកែលម្អភាពត្រឹមត្រូវ។ បច្ចេកទេសនៃការវិភាគសេរីពេលវេលារួមទាំងគំរូនៃការផ្លាស់ប្តូរធូររួម (ARIMA) រួម

បញ្ចូលគ្នាដោយស្វ័យប្រវត្តិ និងវិធីសាស្ត្រនៃការធ្វើឱ្យរលោងអិចស្ទ្រូណង់ស្យែលត្រូវបានប្រើប្រាស់យ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់ការព្យាករណ៍។ ភាពជឿនលឿននាពេលថ្មីៗនេះ ក្នុងការរៀនម៉ាស៊ីន និងបញ្ហាសិប្បនិម្មិតបានផ្លាស់ប្តូរផ្នែកនៃការព្យាករណ៍បន្ថែមទៀត។ បច្ចេកវិទ្យាទាំងនេះអាចឱ្យការវិភាគនៃទិន្នន័យដ៏ច្រើនសន្លឹកសន្ធាប់ការទទួលស្គាល់លំនាំស្វ័យប្រវត្តិ និងការបង្កើតគំរូប៉ាន់ស្មានសុក្រស្មាញ ដែលនាំឱ្យប្រសើរឡើងនូវភាពត្រឹមត្រូវនិងប្រសិទ្ធភាពនៃការព្យាករណ៍។ ការបង្កើតកុំព្យូទ័របានដើរតួយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការវិភាគនៃការព្យាករណ៍ ដោយកុំព្យូទ័រក៏បានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់នៅក្នុងការកាត់បន្ថយកំហុសក្នុងការព្យាករណ៍ក៏ដូចជាល្បឿននៃការគណនាផងដែរ។ សព្វថ្ងៃនេះអាជីវកម្មនៅជុំវិញពិភពលោកទាំងតូចនិងធំពឹងផ្អែកលើកុំព្យូទ័រសម្រាប់តម្រូវការព្យាករណ៍របស់ពួកគេ។<sup>1</sup>

**១.២ និយមន័យនៃការព្យាករណ៍**

និយមន័យពាក្យថា “ការព្យាករណ៍” ត្រូវបានគេឱ្យនិយមន័យផ្សេងៗពីគ្នាដោយផ្អែកទៅលើគំនិតការស្រាវជ្រាវ បទពិសោធន៍របស់អ្នកនិពន្ធ ឬអ្នកប្រាជ្ញ ហើយការព្យាករណ៍ត្រូវបានធ្វើជាប្រចាំនៅក្នុងអាជីវកម្មហិរញ្ញវត្ថុ សេដ្ឋកិច្ច រដ្ឋាភិបាល និងវិស័យជាច្រើនផ្សេងទៀតដែលជួយតម្រង់ទិសក្នុងការសម្រេចចិត្តសំខាន់ៗជាច្រើន។ ជាក់ស្តែង បើយោងតាមលោក George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins, និង Gregory C. Reinsel បានឱ្យនិយមន័យថា៖ “ការព្យាករណ៍មានន័យថាការប៉ាន់ប្រមាណតម្លៃនាពេលអនាគតនៃអថេរដោយប្រើតែព័ត៌មានដែលមាននៅក្នុងសំណុំនៃការសង្កេតពីមុន។ វាមានគោលបំណងចាប់យក និងយកគំរូតាមលំនាំ និងអាកប្បកិរិយារបស់ទិន្នន័យដើម្បីបង្កើតការព្យាករណ៍ត្រឹមត្រូវ។ វិធីសាស្ត្រគណិតវិទ្យា និងស្ថិតិផ្សេងៗត្រូវបានប្រើប្រាស់ ដូចជាការធ្វើឱ្យរលោងអិចស្ទ្រូណង់ស្យែល គំរូ ARIMA និងការវិភាគតំរង់។”<sup>2</sup>

**១.៣ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍**

ការព្យាករណ៍ គឺជាការទស្សនាទាយន៍ពីអនាគតដែលធ្វើអោយវាជាផ្នែកសំខាន់មួយនៃការធ្វើផែនការយុទ្ធសាស្ត្រអាជីវកម្មជោគជ័យមួយ។ វាពាក់ព័ន្ធនឹងការទស្សន៍ទាយលទ្ធផលនាពេលអនាគតដោយផ្អែកលើទិន្នន័យនិងនិន្នាការអតីតកាល ដែលអនុញ្ញាតអោយអាជីវកម្មធ្វើការសម្រេចចិត្តប្រកបដោយការយល់ដឹង និងផែនការសម្រាប់អនាគត។ មិនថាអាជីវកម្មខ្នាតតូចឬសាជីវកម្មពហុជាតិនោះទេ ការព្យាករណ៍ដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការកំណត់ភាពជោគជ័យ ការព្យាករណ៍អាចប្រើដើម្បីទស្សនាទាយន៍លើបញ្ហាជាច្រើនដូចជា ការលក់ កំណើនសេដ្ឋកិច្ច អាកប្បកិរិយាអតិថិជន និងការទស្សនាទាយន៍លើគ្រោះធម្មជាតិដែលវាគឺជាមូលដ្ឋានដ៏សំខាន់ក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តអោយបានល្អប្រសើរ។ ម៉្យាងវិញទៀត ការគ្រប់គ្រងប្រកបដោយជោគជ័យនិងមានប្រសិទ្ធិ

<sup>1</sup> J. Scott Armstrong (2001). Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners.

<sup>2</sup> George E.P. Box, Gwilym M. Jenkins, and Gregory C. Reinsel (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control. page 3

ភាព គឺកើតឡើងបន្ទាប់ពីអ្នកគ្រប់គ្រងមានសមត្ថភាពក្នុងការធ្វើការវិភាគ ការប៉ាន់ស្មាន ឬធ្វើការព្យាករណ៍នៃប្រតិបត្តិការបានល្អ។

ទោះបីជាការទស្សន៍ទាយពីអនាគតមិនមានភាពត្រឹមត្រូវទាំងស្រុងក៏ដោយ ការព្យាករណ៍ចាំបាច់ជំរុញការកំណត់និងធ្វើផែនការគោលនយោបាយ និងបានកំណត់ជាមូលដ្ឋានមួយសម្រាប់ធ្វើការរំពឹងទុកផងដែរ។ នៅក្នុងបរិយាកាសធុរកិច្ចមួយដែលផ្លាស់ប្តូរជានិច្ច និងអន្តរកម្មខ្ពស់នាពេលបច្ចុប្បន្ននេះ ការព្យាករណ៍គឺពិតជាមានភាពចាំបាច់ដើម្បីឆ្ពោះទៅមុខ ម៉្យាងវិញទៀតវាបានដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ទាំងក្នុងជួររដ្ឋាភិបាលក៏ដូចជាក្នុងវិស័យឯកជនដើម្បីអាចប៉ាន់ស្មាននូវរូបភាពមួយចំនួនដែលអាចកើតមានឡើង។ ការទទួលបានជោគជ័យក្នុងការធ្វើអាជីវកម្មទាំងនេះវាបានទាមទារនូវយុទ្ធសាស្ត្រនិងដំណោះស្រាយជាច្រើន ការសម្រេចចិត្តនីមួយៗក្នុងដំណើរការនៃអាជីវកម្ម គឺតែងតែមានការចូលរួមជាចាំបាច់នៃការព្យាករណ៍ដែលជាវិជ្ជាជីវៈដ៏មានសារៈសំខាន់ហើយកំពុងមានតម្រូវការខ្លាំងក្នុងការច្របាច់បញ្ចូលគ្នាជាមួយនឹងយុទ្ធសាស្ត្រផ្សេងៗទៀត ដើម្បីឱ្យអាជីវកម្មទទួលបានជោគជ័យ។

**១.៤ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ និងបរិមាណវិស័យ**

ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ និងបរិមាណវិស័យគឺជាវិធីសាស្ត្រដែលត្រូវបានអ្នកព្យាករណ៍ចាប់អារម្មណ៍ និងត្រូវបានយកមកព្យាករណ៍ជាញឹកញាប់ជាងគេ។

**១.៤.១ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ**

ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រគុណវិស័យ ជាវិធីសាស្ត្រមួយដែលធ្វើការព្យាករណ៍ដោយមានការប្រមូលនិងវិភាគទិន្នន័យដែលមិនមែនជាតួរលេខដូចជា អត្ថបទ សំឡេង រឺដេអូជាដើម ដើម្បីយល់ពីគំនិត ឬបទពិសោធន៍។ វាផ្តល់លទ្ធផលដោយប្រាប់ជារបៀបឬជាមូលហេតុក្នុងការចោទសួរជំនួសអោយការបង្ហាញជាចំនួនតួរលេខដែលអាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ ដើម្បីជាការប្រមូលនូវការយល់ដឹងឱ្យស៊ីជម្រៅទៅក្នុងបញ្ហាឬការបង្កើតគំនិតថ្មីៗសម្រាប់ការស្រាវជ្រាវដោយវិធីសាស្ត្រប្រមូលទិន្នន័យមានដូចជាការសង្កេតផ្ទាល់ ការសំភាសន៍ផ្ទាល់ ការស្ទង់មតិ ការស្រាវជ្រាវបន្ទាប់បន្សំ (ប្រមូលទិន្នន័យដែលមានស្រាប់ក្នុងទម្រង់ជាអត្ថបទ រូបភាព ការចតសំឡេង ឬវីដេអូ) ជាដើម ដើម្បីស្វែងយល់ពីឥរិយាបថមនុស្ស ឬការយល់ឃើញរបស់បុគ្គលទៅលើបញ្ហាដោយទិន្នន័យដែលទទួលបានត្រូវធ្វើការវិភាគតាមរយៈការពិពណ៌នាព័ត៌មាន និងធ្វើជារបាយការណ៍លាយលក្ខណ៍សម្រាប់ជាព័ត៌មានសំខាន់និងជាកស្តុតាង។

វិធីសាស្ត្រនេះពឹងផ្អែកទៅលើមតិយោបល់ និងចំណេះដឹង ទស្សនៈរបស់អ្នកវិភាគដើម្បីប៉ាន់ស្មានពីលទ្ធផលនាពេលអនាគតដោយមិនប្រើប្រាស់គំរូគណិតវិទ្យាឡើយ ដែលអាចធ្វើឱ្យការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រនេះ



មានភាពលម្អៀងព្រោះអាស្រ័យលើគំនិតនិងចំណេះដឹងរបស់អ្នកវិភាគ ហើយក៏មិនមានវិធីសាស្ត្របញ្ជាក់ច្បាស់ពីភាគរយនៃភាពសុក្រិតដែរ។

**១.៤.២ ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ**

ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ ជាដំណើរការនៃការប្រមូលទិន្នន័យនិងវិភាគទិន្នន័យជាតួលេខដែលអាចត្រូវបានប្រើដើម្បីស្វែងរកគំរូ និងមធ្យមភាគ ធ្វើការប៉ាន់ស្មានសាកល្បងទំនាក់ទំនងបុព្វហេតុ និងធ្វើឱ្យលទ្ធផលជាទូទៅដល់ប្រជាជនកាន់តែទូលំទូលាយ។<sup>3</sup> វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវបានគេប្រើប្រាស់សម្រាប់ការព្យាករណ៍ដោយផ្អែកទៅលើគំរូគណិតវិទ្យាឬជាស្ថិតិ ដែលការវិភាគទិន្នន័យត្រូវបានធ្វើតាមរយៈតួរលេខប្រៀបធៀបនិងស្ថិតិពិពណ៌នា។ វិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យនេះប្រើប្រាស់នូវទិន្នន័យពីអតីតកាលដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ទៅអនាគត ហើយវាមានភាពងាយស្រួលដោយជួយសម្រួលដល់អ្នកសិក្សាស្រាវជ្រាវ ក្នុងការជ្រើសរើសយកមកព្យាករណ៍ប្រសិនបើពួកគេមានទិន្នន័យស្រាប់ឬស្គាល់ពីប្រភេទទិន្នន័យដែលពួកគេយកមកប្រើប្រាស់។

គុណសម្បត្តិនៃវិធីសាស្ត្រនេះ គឺអាចជួយលុបបំបាត់ភាពលម្អៀងចេញពីការព្យាករណ៍ដែលធ្វើអោយការរកឃើញកាន់តែត្រឹមត្រូវ ម៉្យាងវិញទៀតក៏មានវិធីសាស្ត្រក្នុងការបង្ហាញពីភាគរយនៃភាពសុក្រិតផងដែរ ដែលអាចផ្តល់ឱ្យអាជីវកម្មនូវសមត្ថភាពក្នុងការធ្វើការសម្រេចចិត្តប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពដែលងាយស្រួលក្នុងការធ្វើយុទ្ធសាស្ត្រនិងដំណើរការដើម្បីធានាបាននូវភាពជោគជ័យ។

**១.៥. ប្រភេទទិន្នន័យ**

ទិន្នន័យត្រូវបានបែងចែកជាពីរប្រភេទខុសៗគ្នា ដោយទិន្នន័យទីមួយគឺ Cross-Sectional Data និងទិន្នន័យទីពីរគឺ Time Series Data ។ Cross-Sectional Data គឺជាទិន្នន័យប្រមូលបានក្នុងពេលតែមួយមិនថាមួយម៉ោង មួយថ្ងៃ មួយសប្តាហ៍ មួយខែឬមួយត្រីមាសទេ។ Time Series Data គឺជាទិន្នន័យដែលបានពីការអង្កេតដោយធ្វើឡើងក្នុងរយៈពេលតៗគ្នា។<sup>4</sup>

ចំពោះការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យអាចធ្វើឡើងអាស្រ័យទៅលើប្រភេទទិន្នន័យដែលយកមកសិក្សាដោយសមាសភាព Time Series Data ត្រូវបានបែងចែកជា៤ មានដូចជា៖ Trend component, Cyclical component, Seasonal component, និង Random component ដែលចំណុចបន្ទាប់នឹងបង្ហាញពីសមាសធាតុ Trend ដែលនឹងត្រូវយកទៅធ្វើការព្យាករណ៍។

<sup>3</sup> <https://www.scribbr.com/methodology/quantitative-research/> (ចូលមើលថ្ងៃទី១៦ ខែមិថុនា ឆ្នាំ២០២៤)

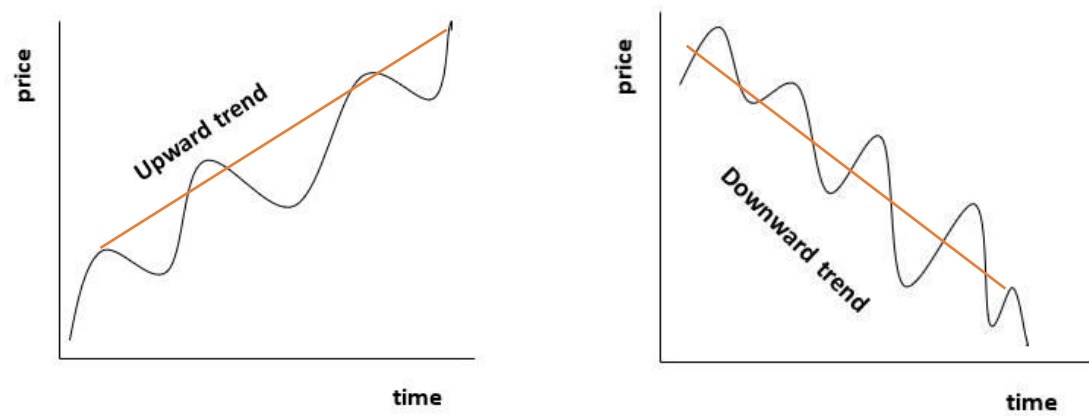
<sup>4</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 61

### ១.៦. សមាសធាតុ Trend

Time Series Data គឺជាទិន្នន័យដែលបានពីការអង្កេតដោយធ្វើឡើងក្នុងរយៈពេលតៗគ្នា តម្លៃតាមអថេរពេលវេលាដូចជា ចំណូលពីការលក់ប្រចាំថ្ងៃ ការទិញប្រចាំសប្តាហ៍ជាដើម និងកំណត់ជាតារាងឬគ្រោងទុកជាចំនួនចំណុចទិន្នន័យតាមកាលកំណត់ដើម្បីទទួលបានការសន្និដ្ឋានតាមស្ថិតិ តម្លៃទាំងនេះត្រូវបានវាស់វែងក្នុងរយៈពេល៤ ទៅ៥ឆ្នាំ។

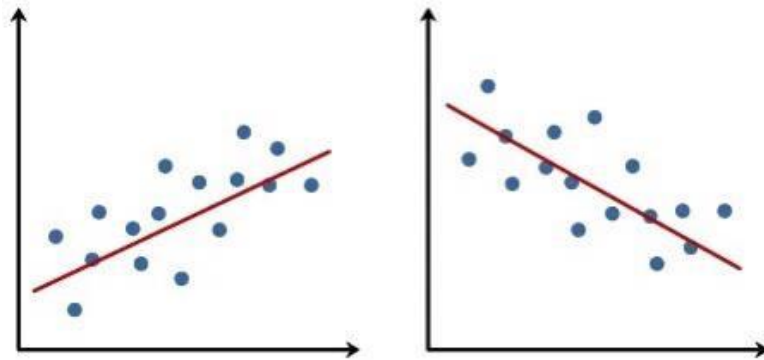
Trend គឺជាសមាសធាតុដែលតំណាងអោយនិន្នាការនៃការកើនឡើង ឬការថយចុះរយៈពេលវែងរបស់ទិន្នន័យនៅក្នុង Time Series ។ និន្នាការនេះតំណាងដោយបន្ទាត់ត្រង់ឬជាខ្សែកោង ដែលទម្រង់របស់ Trend អាចបង្ហាញជាទម្រង់កើនឡើង (upward trend) ហើយពេលខ្លះទៀតជាទម្រង់ថយចុះ (downward trend) ដែលអាស្រ័យទៅលើ Time series ដែលបង្ហាញក្នុងរយៈពេលវែង។ ប្រសិនបើ Time Series មិនបង្ហាញពីលំនាំកើនឡើង ឬថយចុះទេ នោះទិន្នន័យនោះជា Stationary នៅក្នុង Mean។

រូបភាពទី ១.១៖ ក្រាបបង្ហាញពី upward trend និង downward trend



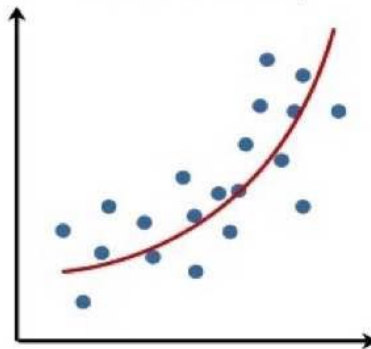
លើសពីនេះទៀត ក្រៅពីមានទម្រង់ជា Upward និង Downward Trend សមាសធាតុ Trend អាចបង្ហាញចេញជា ២ ប្រភេទគឺ Linear trend និង Non Linear trend ។ Linear Trend គឺជាសំណុំនៃទិន្នន័យ ត្រូវបានផ្គុំគ្នានៅលើក្រាប ដែលបង្កើតបានជាខ្សែត្រង់មួយ ដូចក្នុងរូបភាពទី១.២ (a) (b)។ ចំណែកឯទិន្នន័យដែលផ្គុំគ្នាបង្កើតជាចំណុចរាយប៉ាយដែលបង្កើតជាខ្សែកោងវិញនោះវាជាប្រភេទ Non Linear trend ដូចក្នុងរូបភាពទី១.២ (c) ។

រូបភាពទី១.២៖ បង្ហាញពី Linear Trend និង Nonlinear Trend



( a ) Linear increasing trend

( b ) Linear decreasing trend



( c ) Non Linear increasing trend

**១.៧ ការសិក្សាអំណត់ទិន្នន័យ Trend តាមការវិភាគ Autocorrelation**

ជាទូទៅ នៅពេលដែលអថេរត្រូវបានគេវាស់វែងក្នុងរយៈពេលវែងនោះតម្លៃនៃការសង្កេតនៃអថេរក្នុងរយៈពេលផ្សេងៗគ្នាគឺជាញឹកញាប់តែងតែមានការជាប់ទំនាក់ទំនងគ្នា (correlated)<sup>៥</sup> ការជាប់ទំនាក់ទំនងគ្នា (correlated) នេះត្រូវបានវាស់វែងដោយប្រើមេគុណទំនាក់ទំនង (Autocorrelation Coefficient)<sup>៥</sup> Autocorrelation គឺជាទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃការសង្កេតដែលមានលំដាប់លំដោយតាមពេល ឬតម្លៃសង្កេតដែលនៅឆ្ងាយពីគ្នាក្នុងកំឡុងពេលមួយគ្រា ឬច្រើនគ្រា (lagged variable)<sup>៥</sup>

គំរូទិន្នន័យ (Data pattern) រួមទាំងសមាសធាតុជាច្រើនទៀតដូចជា Trend, Seasonal, Cyclical ឬ Random component ត្រូវបានសិក្សាពីមេគុណទំនាក់ទំនង (Autocorrelation Coefficient) ដោយគណនាតាមកម្មវិធី Minitap ឬគណនាតាមរូបមន្តខាងក្រោម និងវិភាគទិន្នន័យនៃសំណុំតម្លៃមេគុណទំនាក់ទំនងតាម

<sup>5</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 64

ក្រាប autocorrelation function (ACF) បានមកពីការគណនាតាមកម្មវិធី Minitap។ រូបមន្តគណនាមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Coefficient នៅ Lag k ( $r_k$ ) រវាង  $Y_t$  និង  $Y_{t-k}$  ដែលនៅក្នុងអំឡុងពេល k គឺ៖<sup>6</sup>

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

- ដែល k ជាគម្លាតនៃកំឡុងពេលដែលត្រូវបានហៅថា lag
- $r_k$  ជាមេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ lag នៃកំឡុងពេល k
- $\bar{Y}$  ជាមធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time series
- $Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល t
- $y_{t-k}$  ជាតម្លៃសង្កេតមុនរយៈពេល t ចំនួន k ដង ឬរយៈពេល t-k

- ប្រសិនបើទិន្នន័យមានលក្ខណៈជាប្រភេទ Trend នោះមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation រវាង  $y_t$  និង  $y_{t-k}$  ជំហូររបស់ lag មានតម្លៃធំជាងគេ ហើយ lag បន្ទាប់មានតម្លៃតូចជាង កាលណាចំនួន lag កើនឡើងនោះ Autocorrelation មានតម្លៃតូចទៅៗខិតទៅរកសូន្យ។<sup>7</sup>

**១.៨ ម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend**

ប្រភេទទិន្នន័យ Time Series ជាទិន្នន័យដែលបានប្រមូល កត់ត្រា និងសង្កេតក្នុងរយៈពេលបន្តបន្ទាប់ដែលអាចប្រែប្រួលទៅតាមពេលវេលារបស់ទិន្នន័យ។ ទិន្នន័យនេះផ្តល់ជាជំនួយក្នុងការព្យាករណ៍ពីអនាគត និងផ្តល់នូវលទ្ធផលល្អបំផុតនៅពេលយកមកអនុវត្តក្នុងការព្យាករណ៍ក្នុងរយៈពេលខ្លី។ ប្រភេទទិន្នន័យ Time Series ដែលទិន្នន័យមានប្រភេទជា Trend នោះអាចធ្វើការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលដូចខាងក្រោម៖

**១.៨.១ ម៉ូដែល Naïve**

ម៉ូដែល Naïve ជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ Time Series ដ៏សាមញ្ញបំផុតមួយដែលការព្យាករណ៍នេះត្រូវប្រើប្រាស់ទិន្នន័យពីអតីតកាល។ នៅក្នុងពាក្យសាមញ្ញវិធីសាស្ត្រនេះប្រើទិន្នន័យជាក់ស្តែងកាលពីឆ្នាំមុនជាទិន្នន័យសម្រាប់ព្យាករណ៍នៅឆ្នាំបច្ចុប្បន្ន។

វិធីសាស្ត្រ Naïve ត្រូវបានប្រើដើម្បីសន្មត់ពីទិន្នន័យថ្មីៗដែលផ្តល់ដល់ការព្យាករណ៍ពីអនាគតដ៏ល្អបំផុត និងប្រសើរសម្រាប់ការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លីរហ័សក្នុងករណីដែលគំរូទិន្នន័យរបស់ទិន្នន័យមិនសូវមាន

<sup>6</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 64-65  
<sup>7</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 68

ការប្រែប្រួលពីរយៈពេលមួយទៅរយៈពេលមួយទៀត។ គុណសម្បត្តិនៃការប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Naive គឺម៉ូដែលនេះជាវិធីសាស្ត្រក្នុងការព្យាករណ៍សាមញ្ញជាងគេក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រទាំងអស់ ដែលវាត្រូវការតែការបញ្ចូលទិន្នន័យពីតម្លៃសង្កេតថ្មីៗដោយមិនចាំបាច់អនុវត្តន៍ការវិភាគស្ថិតិ ការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលនេះមានភាពងាយស្រួលមិនចំណាយច្រើនក្នុងការបង្កើតម៉ូដែល ការរក្សាទុកទិន្នន័យ និងការធ្វើប្រតិបត្តិការជាដើម។<sup>៨</sup>

នៅក្នុងអាជីវកម្មថ្មីៗជាច្រើនចំនួនទិន្នន័យដែលអាចយកមកប្រើប្រាស់នៅមានបរិមាណតិចតួច ដូច្នោះការព្យាករណ៍ដែលប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Naive ជាជម្រើសដែលល្អបំផុតព្រោះក្នុងការព្យាករណ៍គេចាត់ទុកវាថាជាជម្រើសល្អមួយក្នុងជម្រើសជាច្រើនទៀតដើម្បីព្យាករណ៍ពីអនាគតដោយសារបច្ចេកទេសព្យាករណ៍ជាច្រើនទៀតទាមទារអោយមានទំហំទិន្នន័យច្រើន ប៉ុន្តែការព្យាករណ៍ Naive គឺជាដំណោះស្រាយមួយដែលអាចធ្វើទៅបានព្រោះវាផ្អែកលើព័ត៌មានថ្មីៗបំផុតដែលមាន។

❖ អត្ថប្រយោជន៍របស់ម៉ូដែល Naive មាន៖

- ងាយស្រួលប្រើនិងអនុវត្ត៖ វាមិនតម្រូវឱ្យមានការគណនាស្មុគស្មាញ អ្នកដែលមិនមានបទពិសោធន៍ច្រើនក្នុងការព្យាករណ៍ក៏អាចអនុវត្តវិធីនេះបានដែរ។
- ទិន្នន័យមានកំណត់គឺគ្រប់គ្រាន់៖ វិធីសាស្ត្រនេះគឺផ្អែកទាំងស្រុងលើទិន្នន័យអតីតកាលដែលធ្វើឱ្យវាក្លាយជាជម្រើសដ៏សមស្របសម្រាប់អាជីវកម្មដែលទើបដំណើរការ ឬអ្នកដែលទើបតែចាប់ផ្តើមធ្វើការព្យាករណ៍ពីប្រតិបត្តិការរបស់ពួកគេ។
- ចំណាយតិច មានភាពរហ័ស និងងាយស្រួល ការវិភាគទិន្នន័យមិនវិភាគធំពេកដែលអាចងាយយល់។

❖ គុណវិបត្តិនៃម៉ូដែល Naive គឺមិនអាចផ្តល់ភាពសុក្រិតខ្ពស់ដូចវិធីសាស្ត្រដទៃ៖ ដោយសារតែវាអាចបញ្ចូលទិន្នន័យពីអតីតកាលទៅអនាគតតែប៉ុណ្ណោះ វាមិនគិតពីការប្រែប្រួលតាមរដូវកាល លំនាំជាក់លាក់ ឬកត្តាខាងក្រៅដែលអាចមានឥទ្ធិពលលើការព្យាករណ៍។

❖ ក្នុងទិន្នន័យជាប្រភេទទិន្នន័យ Trend វិធីសាស្ត្រ Naive នេះត្រូវបានគេបែងចែកជា ២ ម៉ូដែលគឺ ម៉ូដែល Absolute Change Model និង ម៉ូដែល Relative Change Model ដូចខាងក្រោម៖

**១.៨.១.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model**

ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) ជាម៉ូដែលមួយនៅក្នុងម៉ូដែល Naive ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើទិន្នន័យប្រភេទ Trend។ ក្នុងការធ្វើការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យមានប្រភេទជា

<sup>8</sup> Sunil Chopra & Peter (2016). Strategy Planning and Operation (6<sup>th</sup> edition), page 191-192

Trend ដោយប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) នោះត្រូវយកតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្ន បន្ថែមនឹងតម្លៃគម្លាតរវាងតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្ននិងតម្លៃសង្កេតគ្រាមុន។

រូបមន្តសមីការការព្យាករណ៍ម៉ូដែល ACM គឺ៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1})$$

ដែល  $Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល  $t$

$\hat{Y}_{t+1}$  ជាតម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេលបន្ទាប់  $t+1$

### ១.៨.១.២ ម៉ូដែល Relative Change Model

ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ជាម៉ូដែលមួយផ្សេងទៀតនៅក្នុងម៉ូដែល Naive ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើទិន្នន័យប្រភេទ Trend ដែលបង្ហាញពីការផ្លាស់ប្តូរដាច់ខាត (Absolute Change) ដែលគិតជាភាគរយ។ សម្រាប់គោលបំណងមួយចំនួនអត្រានៃការផ្លាស់ប្តូរអាចសម្របជាងចំនួននៃការផ្លាស់ប្តូរដាច់ខាត នៅក្នុងករណីនេះ អាចប្រើប្រាស់ម៉ូដែល RCM បាន។

រូបមន្តសមីការការព្យាករណ៍ម៉ូដែល RCM គឺ៖<sup>10</sup>

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$$

ដែល  $\hat{Y}_{t+1}$  ជាតម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេលបន្ទាប់  $t+1$

$Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល  $t$

### ១.៨.២ ម៉ូដែល Moving Average

ជានិច្ចកាល អ្នកគ្រប់គ្រងតែងប្រឈមនឹងស្ថានភាពដែលតម្រូវឱ្យមានការធ្វើការព្យាករណ៍ចាំបាច់ត្រូវធ្វើបច្ចុប្បន្នភាពជាញឹកញយរាល់ថ្ងៃ រាល់សប្តាហ៍ ឬរាល់ខែទៅលើសន្និធិ ការផលិត និងការលក់។ ប្រឈមនឹងស្ថានភាពទាំងនេះ អ្នកគ្រប់គ្រងត្រូវប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ដែលសាមញ្ញ ងាយរហ័ស និងមិនចំណាយច្រើនដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ ដែលគេអាចប្រើនូវម៉ូដែលមធ្យម (Averaging) ឬ បច្ចេកទេស Smoothing។

<sup>9</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 109

<sup>10</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 110

បច្ចេកទេសទាំងនេះប្រើទម្រង់ជាទម្ងន់មធ្យមនៃការសង្កេតពីអតីតកាល ដើម្បីអោយការប្រែប្រួលរយៈពេលខ្លីមានភាពល្អ។ ដូច្នោះម៉ូដែល Moving Averages ជាម៉ូដែលដែលអាចជ្រើសរើសមកព្យាករណ៍ក្នុងស្ថានភាពទាំងនេះ។ នៅពេលដែលការសង្កេតថ្មីនីមួយៗកើតឡើង មានន័យថាមធ្យមថ្មីត្រូវបានគណនាដោយបន្ថែមតម្លៃថ្មីបំផុត និងទម្លាក់តម្លៃចាស់បំផុត។<sup>11</sup>

Moving Average គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយដែលគណនាតម្លៃមធ្យមនៃទិន្នន័យពីអតីតកាលរបស់តម្លៃពិតប្រាកដថ្មីដែលបានធ្វើបច្ចុប្បន្នភាពក្លាយជាតម្លៃថ្មីដែលអាចប្រើប្រាស់បាន។ ម៉ូដែល Moving Average ដែលអាចយកមកប្រើប្រាស់ក្នុងការព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend បានគឺម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) ។

**១.៨.២.១ ម៉ូដែល Double Moving Average**

ក្នុងការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យ time series ដែលមានលក្ខណៈជា Trend Linear មានវិធីសាស្ត្រមួយគឺប្រើប្រាស់ Double Moving Average ។ ម៉ូដែល Double Moving Average គឺជាគំរូមធ្យមកំរិតទ្វេដងពេលគឺសំណុំទី១នៃ Moving Average ត្រូវបានគណនាហើយបន្ទាប់មកទៀតសំណុំទី២ ត្រូវបានគណនាជា Moving Average នៃសំណុំទី១។

ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) គឺជាវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ដែលល្អបំផុតសម្រាប់ទិន្នន័យបែបប្រវត្តិសាស្ត្រជាមួយនឹងទិន្នន័យបែប Trend ។ DMA (K) ជាវិធីសាស្ត្រកំរិតមធ្យមដែលប្រើប្រាស់ដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ Time Series Linear ដោយបង្កើតនូវសមីការ Linear ។

❖ សមីការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល (DMA) មានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖<sup>12</sup>

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

- ដែល  $\hat{Y}_{t+p}$  ជាតម្លៃព្យាករណ៍
- $Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល  $t$
- $k$  ជាចំនួនរយៈពេលក្នុង Moving Average (number of periods in moving average)
- $p$  ជាចំនួននៃរយៈពេលទៅខាងមុខដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍
- $a_t, b_t$  ជាមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ

<sup>11</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 111

<sup>12</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 117-118

❖ ក្នុងការគណនាការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA មាន ៤ ជំហានគឺ<sup>13</sup>៖

- ជំហានទី១៖  $M_t$  ជា Moving Average ទីមួយពី  $Y_t$

$$M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{k}$$

- ជំហានទី២៖  $M'_t$  ជា Moving Average ទីពីរពី  $M_t$

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + \dots + M_{t-k+1}}{k}$$

- ជំហានទី៣៖ រកមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficients of Linear Equation)

$$a_t = 2M_t + M'_t$$

$$b_t = \frac{2}{k-1}(M_t - M'_t)$$

- ជំហានទី៤៖ បង្កើតសមីការនៃការព្យាករណ៍ Linear របស់ DMA ៖

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

### ១.៨.៣ ម៉ូដែល Exponential Smoothing

Exponential Smoothing ផ្តល់នូវការផ្លាស់ប្តូរជាមធ្យមដែលមានទម្ងន់អិចស្ប៉ូណង់ស្យែលនៃតម្លៃដែលបានសង្កេតពីមុនទាំងអស់។ វិធីសាស្ត្រនេះប្រើសម្រាប់ទិន្នន័យដែលមិនអាចធ្វើការព្យាករណ៍ពីនិន្នាការឡើងលើខ្លាំង ឬចុះក្រោមខ្លាំង។ Exponential Smoothing ជាវិធីសាស្ត្រដែលប្រើដើម្បីបន្តការកែសម្រួលការព្យាករណ៍ក្នុងបទពិសោធន៍ថ្មីៗ។ Exponential Smoothing ប្រើជាមធ្យមទម្ងន់នៃទិន្នន័យអតីតកាលជាមូលដ្ឋានសម្រាប់ការព្យាករណ៍។ វិធីសាស្ត្រនេះផ្តល់ទម្ងន់ធ្ងន់បំផុតចំពោះព័ត៌មានថ្មីៗ និងទម្ងន់តិចចំពោះព័ត៌មានចាស់ ដោយសារការសង្កេតថ្មីៗដើរតួសំខាន់ក្នុងការព្យាករណ៍ជាងទិន្នន័យបានពីការសង្កេតនៅអតីតកាលដែលមានយូរមកហើយ។

កាលណាមានទិន្នន័យថ្មីៗកាន់តែច្រើន វាកាន់តែមានទម្ងន់ធ្ងន់នៅក្នុងវិធីសាស្ត្រ Exponential Smoothing ការថ្លឹងថ្លែងទិន្នន័យថ្មីៗឱ្យកាន់តែធ្ងន់ ដោយសារតែវាមានតម្រូវការអ្នកប្រើប្រាស់បច្ចុប្បន្ន។ អត្ថប្រយោជន៍នៃវិធីសាស្ត្រនេះ គឺការព្យាករណ៍មានភាពត្រឹមត្រូវ និងអាចទុកចិត្តបានហើយដោយស្រួលក្នុងការប្រើប្រាស់។ ម៉ូដែល Exponential Smoothing ដែលយកមកប្រើសម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យជា Trend មាន ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) និង ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) ។

<sup>13</sup> លោក ព្រ៉ាំ សុគុណ ឆ្នាំ ២០២៣-២០២៤ សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច ទំព័រទី២៨



**១.៨.៣.១ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing**

Double Exponential Smoothing (DES) គឺជាវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ Time Series Trend Linear ដោយបង្កើតនិងគណនានូវសមីការលីនេអ៊ែរពីសមាសធាតុរបស់ Double Exponential Smoothing ។ វិធីសាស្ត្រនេះត្រូវគណនាដោយបំប្លែងអិចស្ប៉ូណង់ស្យែលទ្វេដង។

- ❖ សមីការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល (DES) មានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖<sup>14</sup>

$$Y_{t+p} = a_t + b_t p$$

- ដែល  $Y_{t+p}$  ជាតម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល  $p$  ទៅអនាគត
- $Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល  $t$
- $p$  ជាចំនួនរយៈពេលទៅខាងមុខដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍
- $a_t, b_t$  ជាមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ
- $\alpha$  ជា Smoothing Constant ( $0 < \alpha < 1$ )

- ❖ ក្នុងការគណនារកការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES មាន ៤ជំហានគឺ៖<sup>15</sup>

- ជំហានទី១៖ គណនា Exponential Smoothing ទីមួយ ( $S_t$ )

$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha) S_{t-1}$$

- ជំហានទី២៖ គណនា Exponential Smoothing ទីពីរ ( $S'_t$ )

$$S'_t = \alpha S_t + (1 - \alpha) S'_{t-1}$$

- ជំហានទី៣៖ រកមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficient of Linear Equation)

$$a_t = 2S_t - S'_t$$

$$b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_t - S'_t)$$

- ជំហានទី៤៖ បង្កើតសមីការព្យាករណ៍

$$Y_{t+p} = a_t + b_t p$$

សម្គាល់៖ ចំពោះ  $\alpha$  (Smoothing Constant) តម្លៃ  $\alpha$  ដែលល្អបំផុតគឺជាតម្លៃដែលធ្វើឱ្យមានលម្អៀង (Error) តូចជាងគេក្នុងការព្យាករណ៍។<sup>16</sup>

<sup>14</sup> លោក ព្រំ សុគុណ ឆ្នាំ ២០២៣-២០២៤ សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច ទំព័រទី៣៦

<sup>15</sup> លោក ព្រំ សុគុណ ឆ្នាំ ២០២៣-២០២៤ សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច ទំព័រទី៣៥

<sup>16</sup> លោក ព្រំ សុគុណ ឆ្នាំ ២០២៣-២០២៤ សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច ទំព័រទី៣៧

**១.៨.៣.២ ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing**

Holt បង្កើតវិធីសាស្ត្រ Exponential Smoothing មួយដែលឱ្យឈ្មោះថា Holt's linear exponential smoothing ដែលវាអនុញ្ញាតឱ្យមានការវិវត្តនិទ្ទាការលីនេអ៊ែរនៅក្នុងសេរីពេលវេលានិងត្រូវបានប្រើដើម្បីបង្កើតការព្យាករណ៍។ វិធីសាស្ត្រ Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) ជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend របស់ទិន្នន័យ Times Series ដែលវិធីសាស្ត្រនេះស្រដៀងគ្នានឹងការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រ DES ដែរ ដោយមានភាពខុសគ្នាពី DES ត្រង់ HES ធ្វើឱ្យទិន្នន័យ Trend និងចំណោទខ្សែកោងក្នុងទិន្នន័យ Time Series មានភាពល្អដោយប្រើ Smoothing Constant ពីរផ្សេងគ្នា ( $\alpha$  និង  $\beta$ ) នៅក្នុងវិធីសាស្ត្រធ្វើឱ្យមានភាពល្អ។

គុណសម្បត្តិនៃវិធីសាស្ត្រ Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) គឺវាមានភាពបត់បែនក្នុងការជ្រើសរើសអាត្រាដែលកំណត់ និង Trend ដែលត្រូវបានតាមដាន។ ក្នុងប្រភេទទិន្នន័យជា Trend ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់តាមម៉ូដែល HES ដំបូងគេត្រូវបង្កើតសមីការលីនេអ៊ែរដោយប្រើសមាសធាតុ២គឺ៖ Current Level Estimate ( $L_t$ ) និង The Trend Estimate ( $T_t$ )។ ដូចនេះ ការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES ត្រូវប្រើសមីការបីផ្សេងគ្នាដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ចុងក្រោយបាន។

- ❖ សមីការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល (HES) មានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖<sup>17</sup>

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$

- ដែល  $\hat{Y}_{t+p}$  គឺជាតម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅពេលអនាគត
- $L_t$  គឺជា the new smoothed value (estimate of current level)
- $T_t$  គឺជា the trend estimates
- $Y_t$  គឺជាតំលៃសង្កេតថ្មី ឬតម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t
- p គឺជារយៈពេលដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍ទៅអនាគត
- $\alpha$  គឺជាតម្លៃ smoothing constant for the level ( $0 < \alpha < 1$ )
- $\beta$  គឺជាតម្លៃ smoothing constant for the trend estimate ( $0 < \beta < 1$ )

- ❖ ក្នុងការគណនាការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES មាន ៣ជំហានគឺ៖
  - ជំហានទី១៖ រក The Exponentially Smoothed Series or Current Level Estimate

$$L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

<sup>17</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 127

- ជំហានទី២៖ រក The Trend Estimate

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- ជំហានទី៣៖ រកសមីការព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល  $p$  ទៅអនាគត

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$

សម្គាល់៖ ចំពោះ Smoothing Constant ( $\alpha$  និង  $\beta$ ) តម្លៃ  $\alpha$  និង  $\beta$  ដែលល្អបំផុតគឺជាតម្លៃដែលធ្វើឱ្យមានលម្អៀង (Error) តូចជាងគេក្នុងការព្យាករណ៍។<sup>18</sup>

### ១.៨.៣ ម៉ូដែល Time linear Regression

ម៉ូដែល Time Linear Regression ជាបច្ចេកទេសវិភាគស្ថិតិដែលប្រើប្រាស់ដើម្បីកំណត់ទំនាក់ទំនងថា តើមានទំនាក់ទំនងរវាងអថេរអាស្រ័យ និងអថេរឯករាជ្យមួយឬច្រើនដែរឬទេ។ លើសពីការរកទំនាក់ទំនងរវាងអថេរអាស្រ័យនិងអថេរឯករាជ្យហើយ បច្ចេកទេសនេះក៏ត្រូវបានប្រើដើម្បីប៉ាន់ស្មានរកតម្លៃមធ្យមរបស់អថេរអាស្រ័យ និងដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍រកនូវតម្លៃអនាគតរបស់អថេរអាស្រ័យដោយធ្វើការពឹងផ្អែកលើតម្លៃឯករាជ្យដែលមាន។<sup>19</sup>

ក្នុងម៉ូដែលនេះ វាផ្តោតលើអថេរឯករាជ្យ (Time) ដែលពន្យល់ពីអថេរអាស្រ័យមានដូចជា ចំណូល ចំណាយ ឬការលក់ជាដើម។ ដើម្បីអាចប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Time Linear Regression ដំបូងត្រូវគូសក្រាបជាមុនសិន ដើម្បីដឹងថាវាជា Linear ឬ Non-Linear បន្ទាប់មកត្រូវគណនារកមេគុណទំនាក់ទំនង។

សមីការបន្ទាត់ Linear <sup>20</sup>៖

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X$$

$b_0$  = Coefficient of intercept

$b_1$  = Coefficient of time

❖ រកមេគុណទំនាក់ទំនង (coefficient of correlation)

- គណនា ( $b_1$ ) ដោយប្រើរូបមន្ត

$$b_1 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2} = \frac{\sum (X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum (X - \bar{X})^2}$$

<sup>18</sup> លោក ព្រំ សុគុណ ឆ្នាំ ២០២៣-២០២៤ សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច ទំព័រទី៣៩

<sup>19</sup> A. Reza Hoshmand, Ph.D. (2010). Business Forecasting: A Practical Approach (2<sup>nd</sup> edition), page 164

<sup>20</sup> John E. Hanke & Dean W. Wichern (2019). Business Forecasting, 9<sup>th</sup> edition, page 223

- គណនា ( $b_0$ )ដោយប្រើរូបមន្ត

$$b_0 = \frac{\sum Y}{n} - \frac{b_1 \sum X}{n} = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

**១.៨.៤ ម៉ូដែល Autoregressive**

ម៉ូដែល Autoregressive ជាបច្ចេកទេសវិភាគស្ថិតិដែលព្យាករណ៍ពីតម្លៃអនាគតដោយផ្អែកលើតម្លៃអតីតកាល វាសន្តត់ដោយប្រយោលថាកត្តាមូលដ្ឋានផ្សេងៗដែលមានឥទ្ធិពលលើតម្លៃអតីតកាលនឹងមិនមានការផ្លាស់ប្តូរតាមពេលវេលានោះទេ ដែលនាំឱ្យការព្យាករណ៍មិនត្រឹមត្រូវប្រសិនបើកត្តាមូលដ្ឋានទាំងនោះមានការផ្លាស់ប្តូរ។

ម៉ូដែល Autoregressive ត្រូវបានតំណាងជាទូទៅដោយ AR(p) ដែល “p” តំណាងឱ្យចំនួនលំដាប់ម៉ូដែល។ Autoregressive លំដាប់ទី១ AR (1) ផ្អែកលើតម្លៃមុនតម្លៃបច្ចុប្បន្ន និង Autoregressive លំដាប់ទី២ AR (2) ប្រើតម្លៃពីរមុនដើម្បីគណនាតម្លៃបច្ចុប្បន្ន។ ម៉ូដែល Autoregressive ជាម៉ូដែលដែលតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃអថេរ Y អាស្រ័យលើអថេរ Y ក្នុងរយៈពេលមុនធ្វើជាអថេរឯករាជ្យបូកជាមួយនឹងគម្លាត ( $\epsilon$ )។

❖ រូបមន្តទូទៅសម្រាប់គំរូ AR(p) មានដូចខាងក្រោម៖<sup>21</sup>

- រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទីមួយ AR (1)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \epsilon_t$$

- រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទីពីរ AR (2)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \epsilon_t$$

- រូបមន្ត Autoregressive Model លំដាប់ទី p AR (p)៖

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \epsilon_t$$

ដែល  $Y_t$  ជា the response (dependent) variable at time  $t$   
 $Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p}$  ជា the response variable at time lags t-1, t-2, ..., t-p respectively  
 (Independent variable)  
 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$  ជា the coefficient to be estimated,  $\epsilon_t$ = the error term at time  $t$

<sup>21</sup> Rob J Hyndman (2014). Forecasting: principles and practice (3rd edition), page 72-75

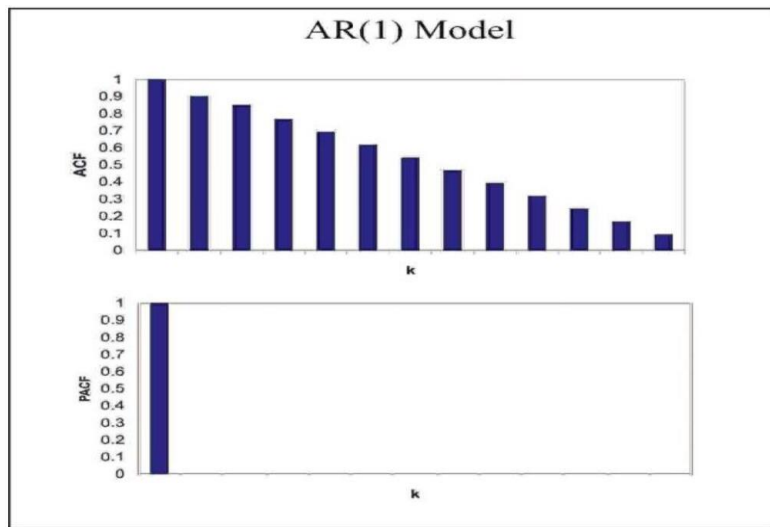
**១.៨.៤.១ ការទ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive តាម PACF**

ក្នុងម៉ូដែលនេះអ្នកព្យាករណ៍ត្រូវធ្វើការជ្រើសរើសលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive ដែលសមស្របសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ ដែលជាចាំបាច់គឺត្រូវធ្វើការសិក្សាវិភាគទៅលើ Partial Autocorrelation Function (PACF) ជាមុនសិន។ ដែល PACF គឺត្រូវបានគេសន្និដ្ឋានថាជាមេគុណល្អជាងគេក្នុងការកំណត់លំដាប់ម៉ូដែល Autoregressive (AR) ថាតើ AR (1) ឬ AR (2) ឬ AR (p) អាចផ្តល់ការព្យាករណ៍ដែលល្អសម្រាប់ទិន្នន័យនៃអថេរដែលអ្នកព្យាករណ៍ចង់ធ្វើការព្យាករណ៍។

ក្នុងការកំណត់នូវលំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive ត្រូវដើរតាម ២ ជំហានខាងក្រោម៖

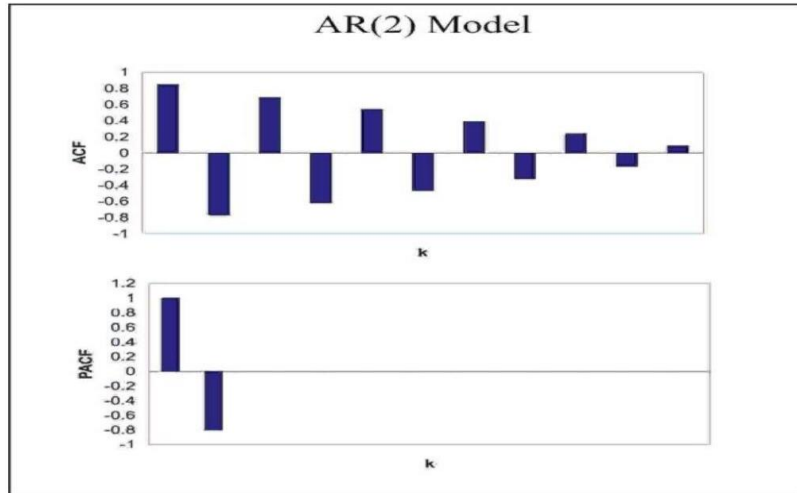
- ❖ ជំហានដំបូងក្នុងការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល Autoregressive គឺត្រូវគណនារកតម្លៃ PACF តាមកម្មវិធី Software ដូចជា Minitab ហើយសំណុំនៃតម្លៃ PACF គឺនៅរវាងតែ -1 និង +1 តែប៉ុណ្ណោះ។
- ❖ ជំហានទីពីរ គឺត្រូវយកតម្លៃ PACF ដែលបានមកពីការគណនាតាម Software ទៅធៀបនឹង Pattern នៃ PACF ដែលបានបង្ហាញដូចក្នុងរូបភាពដូចខាងក្រោម៖

រូបភាពទី១.៣៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (1)



- AR (1) មានមេគុណ ACF ជាដំបូងមានតម្លៃធំ ប៉ុន្តែយូរៗទៅមានតម្លៃមេគុណតូចដែលខិតទៅរកសូន្យបន្តិចម្តងៗ រីឯមេគុណ PACF បង្ហាញថាមានតម្លៃធំនៅ Time Lag ទី១ ហើយធ្លាក់ចុះទៅសូន្យបន្ទាប់ពី Time Lag ទី១។

រូបភាពទី១.៤៖ Autocorrelation and Partial Autocorrelation Coefficients for AR (2)



- AR (2) មានមេគុណ ACF ជាដំបូងមានតម្លៃធំ ប៉ុន្តែយូរៗទៅមានតម្លៃមេគុណតូចខិតទៅរកសូន្យបន្តិចម្តងៗ រីឯមេគុណ PACF បង្ហាញថាវាធ្លាក់ចុះដល់សូន្យបន្ទាប់ពី Time Lag ទី២។

សម្គាល់៖ ម៉ូដែល AR ត្រូវបានប្រើក្នុងការព្យាករណ៍នៅពេលដែលគំរូទិន្នន័យ (Data Pattern) របស់ទិន្នន័យមានមេគុណ Autocorrelation Coefficient ខិតទៅរកសូន្យបន្តិចម្តងៗ និងមានតម្លៃមេគុណ Partial Autocorrelation Function (PACF) ធំហើយយូរៗទៅខិតកាន់តែតូចទៅរកសូន្យ។

សម្គាល់៖ គំរូដែលមានទម្រង់បែបនេះនឹងបន្តដូចគ្នារហូតដល់ម៉ូដែល AR (p) តទៅទៀត។

**១.៨.៤.២ ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង**

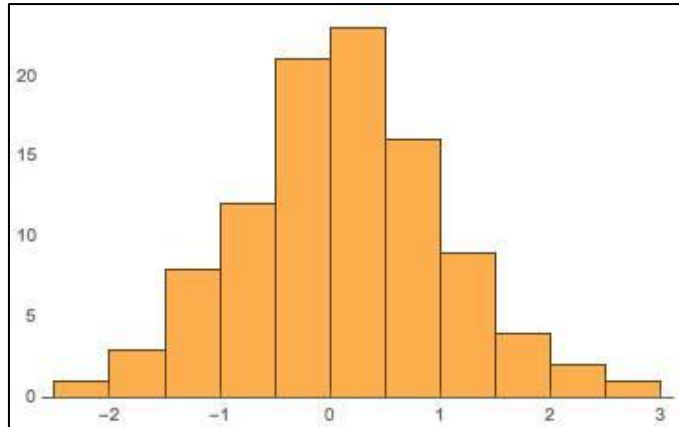
ការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងអាចធ្វើទៅបាន សម្រាប់ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែល Autoregressive នេះលើទិន្នន័យអនាគតបានជាការចាំបាច់តម្រូវអោយមានការត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង។ ការធ្វើការត្រួតពិនិត្យលើលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងមានសារៈសំខាន់ខ្លាំង ដើម្បីឱ្យអ្នកព្យាករណ៍ដឹងថាម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍នោះបានប្រើប្រាស់ព័ត៌មានដែលមាននៅក្នុងទិន្នន័យបានគ្រប់គ្រាន់ឬទេ។ ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ដែលល្អគឺអាចព្យាករណ៍ទៅអនាគតបានល្អ និងផ្តល់នូវលម្អៀង (Residuals) ដោយបំពេញលក្ខខណ្ឌទាំង ៣ រួមមាន៖

១. លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភាពណរម៉ាល់ (Normal)
២. លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានវារ៉្យង់ថេរស្មើគ្នា ដែលត្រូវបានគេកំណត់ថាជា Homoscedasticity
៣. លម្អៀង (Residuals) ពីមួយគ្រាទៅមួយគ្រាគឺមានភាពឯករាជ្យ (Independent)

វិធីសាស្ត្រធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យទៅលើលក្ខខណ្ឌទាំងបីខាងលើ មានដូចជា<sup>22</sup>៖

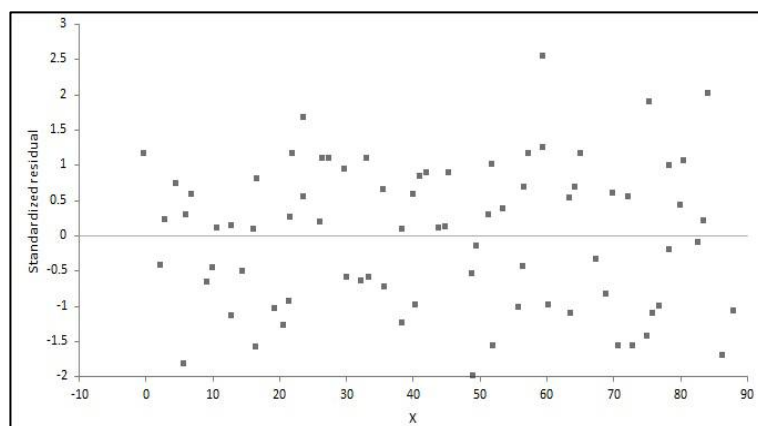
- ❖ វិធីសាស្ត្រដើម្បីធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យភាពណរម៉ាល់ (Normality) នៃលម្អៀង (Residuals) តាមវិធីសង់អ៊ីស្តូក្រាម (Histogram) ។

រូបភាពទី ១.៥៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃ Residuals មានភាពណរម៉ាល់



- ❖ វិធីសាស្ត្រធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យលើការព្យាករណ៍ថាតើលម្អៀង (Residuals) មានរ៉ាវរង់ចេរស្មើគ្នាទេ (Homoscedasticity) គឺយើងត្រូវសង់ដ្យាក្រាមចំណុច (Scatter Diagram) ដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យតម្លៃព្យាករណ៍នៃ  $y$  ដែលកំណត់ថាជា ( $\hat{y}$ ) និងអ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals) ។

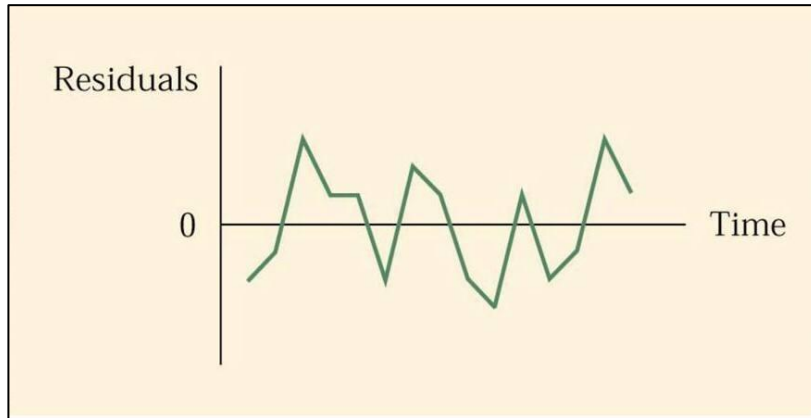
រូបភាពទី១.៦ ក្រាបបង្ហាញពីលម្អៀង Residual ជា Homoscedasticity



- ❖ វិធីសាស្ត្រធ្វើតេស្តត្រួតពិនិត្យថា តើលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យទេ គឺតាមការសង់ក្រាបបន្ទាត់ (Line Chart) ដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យពេល (Time Period) និងអ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals) ។

<sup>22</sup> Keller, G. (2022). *Statistics for management and economics*. Page 668-670.

### រូបភាពទី១.៧ ក្រាបបង្ហាញពីលម្អៀង Residual មានភាពឯករាជ្យ



#### ១.៩. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍

ការព្យាករណ៍ គឺជាការប៉ាន់ស្មានពីទិន្នន័យរបស់អនាគតដោយប្រើប្រាស់នូវទិន្នន័យពីអតីតកាលមកធ្វើការទស្សនាវិស័យ។ ការព្យាករណ៍លើប្រភេទទិន្នន័យ Trend ក្នុង Time series Data មានវិធីសាស្ត្រមួយដែលជាច្រើនដែលអ្នកព្យាករណ៍អាចយកមកធ្វើការព្យាករណ៍បាន ប៉ុន្តែដោយវាជាការព្យាករណ៍នោះលទ្ធផលដែលទទួលបានគឺមិនមានភាពសុក្រិតនិងត្រឹមត្រូវទាំងស្រុងទេ។ ការប្រើប្រាស់មួយដែលត្រឹមត្រូវក៏មិនអាចធ្វើអោយលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍មានកម្រិតជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់គឺវាអាស្រ័យលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍។

ក្នុងការព្យាករណ៍អ្នកព្យាករណ៍ត្រូវជ្រើសរើសមួយដែលមួយណាដែលល្អជាងគេយកមកព្យាករណ៍ ដូចនេះហើយ ដើម្បីជ្រើសរើសមួយដែលល្អជាងគេក្នុងការយកមកធ្វើការព្យាករណ៍នោះគឺតម្រូវអោយអ្នកព្យាករណ៍ធ្វើការប្រៀបធៀបទៅលើតម្លៃលម្អៀងរបស់មួយដែលនីមួយៗតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមួយចំនួន ដែលតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ (Error) ជាភាពខុសគ្នារវាងតម្លៃជាក់ស្តែងនិងតម្លៃព្យាករណ៍។ បន្ថែមពីនេះ លម្អៀងរបស់មួយដែលដែលមានតម្លៃកាន់តែតូចជាងគេមានន័យថាមួយដែលយកមកប្រើ គឺជាមួយដែលល្អបំផុតដើម្បីយកមកធ្វើការព្យាករណ៍។ លទ្ធផលដែលទទួលបានពីការប្រើប្រាស់នូវការវាស់វែងលម្អៀងនេះគឺបញ្ជាក់ពីប្រសិទ្ធភាព និងភាពសុក្រិតត្រឹមត្រូវក្នុងការព្យាករណ៍។

យើងអាចធ្វើការប៉ាន់ស្មាន និងវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍នីមួយៗបានតាមការប្រើប្រាស់រូបមន្តដូចខាងក្រោម៖<sup>23</sup>

$$e_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

<sup>23</sup> Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings & Murat Kulahc (2015). Introduction To Time Series Analysis and Forecasting, page 65



- ដែល  $Y_t$  គឺជាតម្លៃជាក់ស្តែងក្នុងរយៈពេល  $t$
- $\hat{Y}_t$  គឺជាតម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល  $t$
- $e_t$  គឺជាលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ក្នុងរយៈពេល  $t$

ក្នុងការវាស់វែងលម្អៀងសម្រាប់ម៉ូដែលនីមួយៗ វិធីសាស្ត្រដែលបានយកមកប្រើមានចំនួន ៥ ដូចជា៖ Mean Absolute Deviation ( MAD ), Mean Squared Error ( MSE ), Mean Absolute Percentage Error ( MAPE ), Mean Percentage Error ( MPE ), និង Square Root of the MSE ( RMSE )។

វិធីសាស្ត្រខាងលើនេះត្រូវបានយកមកវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ ក្នុងគោលបំណង៖

- ប្រៀបធៀបភាពត្រឹមត្រូវរវាងម៉ូដែលព្យាករណ៍ពីរ ឬច្រើនផ្សេងគ្នា
- វាស់វែងពីគុណប្រយោជន៍ និងភាពសុក្រឹតដែលអាចជឿទុកចិត្តបានរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗ
- ជួយជ្រើសរើសរកម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលល្អជាងគេបំផុតមកព្យាករណ៍។

**១.៩.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation ( MAD )**

មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation ( MAD ) ជាវិធីសាស្ត្រទីមួយសម្រាប់ធ្វើការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍។ វិធីសាស្ត្រ Mean Absolute Deviation ( MAD ) ជាវិធីសាស្ត្រធ្វើការវាស់វែងលើភាពត្រឹមត្រូវនៃការព្យាករណ៍ដោយប្រើមធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតរបស់លម្អៀង។

រូបមន្តរបស់មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង MAD គឺ៖<sup>24</sup>

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

- ដែល  $t$  គឺជារយៈពេល,
- $n$  គឺជាចំនួននៃលម្អៀង

**១.៩.២ មធ្យមនៃការេនៃលម្អៀង Mean Squared Error ( MSE )**

មធ្យមនៃការេនៃលម្អៀង Mean Squared Error ( MSE ) គឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍មួយបែបទៀតដោយយកលម្អៀងនីមួយៗទៅលើកជាការេ ហើយបូកការេនៃភាពលម្អៀងទាំងនោះ រួចមកចែកនឹងចំនួននៃតម្លៃលម្អៀង។

<sup>24</sup> John E. Hanke & Dean Wichern ( 2019 ). Business Forecasting ( 9<sup>th</sup> edition ), page 82

រូបមន្តរបស់មធ្យមនៃការលម្អៀង MSE គឺ៖<sup>25</sup>

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (e_t^2) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

**១.៩.៣ ឫសការ៉េនៃមធ្យមនៃការលម្អៀង** Square Root of the MSE (RMSE)

វិធីសាស្ត្រមួយផ្សេងទៀតនោះគឺឫសការ៉េនៃមធ្យមនៃការលម្អៀង Square Root of the MSE (RMSE) ក៏ត្រូវបានប្រើដើម្បីវាស់វែងលម្អៀងគឺជាឫសការ៉េនៃមធ្យមផលបូកការលើកតម្លៃលម្អៀង ហើយក៏ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីវាស់ពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍មួយ ដោយប្រើឫសការ៉េនៃ MSE ។

រូបមន្តរបស់ RMSE គឺ៖<sup>26</sup>

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n}}$$

**១.៩.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ** Mean Percentage Error (MPE)

វិធីសាស្ត្រមធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error (MPE) គឺជាការគណនាជាមធ្យមផលបូកនៃផលធៀបរបស់លម្អៀង និងតម្លៃជាក់ស្តែងទាំងអស់គិតជាភាគរយ។ ក្នុងករណីនេះ ប្រសិនបើការព្យាករណ៍មិនលម្អៀងទេនោះតម្លៃ MPE នឹងខិតទៅជិតសូន្យ ។

រូបមន្តរបស់មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ MPE គឺ៖<sup>27</sup>

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (e_t / Y_t) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t}$$

**១.៩.៥ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ** Mean Absolute Percentage Error

វិធីសាស្ត្រចុងក្រោយគឺមធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ដែលស្រដៀងគ្នាទៅនឹងវិធីសាស្ត្រ MAD ប៉ុន្តែវិធីសាស្ត្រនេះបង្ហាញពីតម្លៃនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ ដោយការគណនាជាមធ្យមផលបូកនៃផលធៀបរវាងតម្លៃដាច់ខាតរបស់លម្អៀង និងតម្លៃជាក់ស្តែងទាំងអស់។

<sup>25</sup> John E. Hanke & Dean Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 82

<sup>26</sup> John E. Hanke & Dean Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 82-83.

<sup>27</sup> John E. Hanke & Dean Wichern (2019). Business Forecasting (9<sup>th</sup> edition), page 83.

រូបមន្តរបស់មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ MAPE គឺ៖<sup>28</sup>

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t|/Y_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

បន្ទាប់ពីធ្វើការសម្រេចជ្រើសរើសនិងធ្វើការព្យាករណ៍នូវម៉ូដែលដែលសមស្រប ដើម្បីយកទៅធ្វើការព្យាករណ៍សម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យ Trend តាមរយៈស្តង់ដារនៃការព្យាករណ៍រួចមកហើយ ជំហានបន្ទាប់គឺចាំបាច់ត្រូវធ្វើការប្រៀបធៀបលើការវាស់វែងរវាងតម្លៃនៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗដោយជ្រើសយកម៉ូដែលណាដែលមានតម្លៃលម្អៀងតូចជាងគេ។ ការគណនាតាមរយៈវិធីសាស្ត្រទាំងប្រាំដែលបានរៀបរាប់ដូចខាងលើ គឺក្នុងគោលបំណងដើម្បីជ្រើសរើសនូវម៉ូដែលមួយដែលអាចផ្តល់នូវភាពសុក្រឹត ការជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់ ឬមានលម្អៀងតូចជាងគេប្រៀបនឹងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលដទៃ។

---

<sup>28</sup> Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings & Murat Kulahc (2015). Introduction To Time Series Analysis and Forecasting, page 67.

## **ជំពូកទី២**

**ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

## ជំពូកទី២

### ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

#### ២.១ ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

ក្រុមហ៊ុន Costco បានបើកឃ្លាំងដំបូងរបស់ខ្លួននៅទីក្រុង Seattle ក្នុងឆ្នាំ ១៩៨៣ ប៉ុន្តែទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយតាមរយៈការរួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយ Price Club ធ្វើឱ្យប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco បានចាប់ផ្តើមតាំងពីឆ្នាំ ១៩៧៦ នៅពេល Price Club ជាអតីតដៃគូប្រកួតប្រជែងត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅ San Diego រដ្ឋ California ដោយលោក Sol Price និងកូនប្រុសរបស់គាត់ឈ្មោះ Robert។ Price Club ជាក្រុមហ៊ុនមួយចំណោមក្រុមហ៊ុនដទៃដែលមានឃ្លាំងលក់បោះដុំដំបូងបង្អស់ដែលហាងដំបូងត្រូវបានបើកនៅថ្ងៃទី ១២ ខែកក្កដា ឆ្នាំ ១៩៧៦ នៅលើមហាវិថី Morena ដោយប្រើប្រាស់ឃ្លាំងដាក់យន្តហោះចាស់ៗ។ ហាងនេះត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាឃ្លាំង Costco #401 ដែលនៅបន្តដំណើរការដល់សព្វថ្ងៃនេះ។

រូបភាពទី២.១៖ ឃ្លាំងដំបូងបង្អស់របស់ក្រុមហ៊ុន Costco



ម៉ូដែលនៃការលក់របស់ Price Club គឺបានកំណត់គោលដៅអតិថិជនដែលជាម្ចាស់អាជីវកម្មខ្នាតតូចដោយធ្វើការលក់ទំនិញជាច្រើនមុខជាលក្ខណៈបោះដុំក្នុងតម្លៃបញ្ចុះតម្លៃ ដែលមានតែអ្នកមានជាកាតសមាជិកទើបអាចធ្វើការបញ្ជាទិញនៅក្នុងហាងបាន។ ក្រោយមកលោក James Sinegal ជាអនុប្រធានប្រតិបត្តិផ្នែកលក់ទំនិញ ការចែកចាយ និងទីផ្សារ ដែលជាអ្នកទទួលខុសត្រូវលើការកែសម្រួលទំនិញ និងយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារ បានកែប្រែនូវអតិថិជនគោលដៅ ដោយធ្វើការបន្ថែមអតិថិជនដែលមិនមែនជាម្ចាស់អាជីវកម្មចូលជាគោលដៅអតិថិជនរបស់ខ្លួនដោយជួយ Price Club បង្កើតភាពជោគជ័យនិងបានផ្លាស់ប្តូរមុខមាត់វិស័យការចែកចាយទូទាំងពិភពលោក។

គំនិតដើម្បីចាប់ផ្តើមបង្កើតក្រុមហ៊ុន Costco បានកើតឡើងបន្ទាប់ពីលោក Jeffrey Hart Brotman បានធ្វើដំណើរទៅប្រទេសបារាំងដែលលោកបានឃើញផ្សារទំនើបមួយ ដែលក្នុងនោះមានហាងលក់គ្រឿងទេស បញ្ចុះតម្លៃជាមួយនឹងហាងលក់ទំនិញរួមបញ្ចូលគ្នាជាហាងតែមួយ ពេលនោះដែរឪពុករបស់គាត់បានលើកទឹក ចិត្តគាត់ឱ្យសង្កេតមើល Price Club នៅរដ្ឋ California។ ជាមួយនឹងគំនិតទាំងនោះលោក Brotman បាន ទាក់ទងរកលោក James Sinegal ដែលមានកេរ្តិ៍ឈ្មោះនៅក្នុងអាជីវកម្មក្លឹបលក់ដំបូងហើយ ដើម្បីចូលរួមដៃគូ ជាមួយគាត់ក្នុងការបង្កើត Costco ។ ពួកគាត់បានផ្តល់ហិរញ្ញប្បទានលើកដំបូងដល់ប្រតិបត្តិការថ្មីនេះជាមួយ នឹងប្រាក់ផ្ទាល់ខ្លួនរបស់គាត់ បន្ទាប់មកលោក Brotman បានធ្វើការជួបមិត្តភក្តិ និងអ្នកស្គាល់គ្នាដោយគាត់បាន យកតាមខ្លួននូវឯកសារបីដុំធំៗដែលពោរពេញទៅដោយរូបភាព និងព័ត៌មានលម្អិត ដោយអាចរំអង្កាសប្រាក់ បាន ៧.៥ លានដុល្លារដើម្បីបើកហាងបីដំបូងនៅឆ្នាំ ១៩៨៣ ។<sup>29</sup>

នៅថ្ងៃទី ១៥ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ ១៩៨៣ លោក James Sinegal និងលោក Jeffrey H. Brotman ដែលជាស ហស្តបនិករបស់ក្រុមហ៊ុន Costco បានបើកឃ្នាំង Costco ដំបូងគេបង្អស់នៅទីក្រុង Seattle ។ ហាងទីពីរបាន បើកនៅទីក្រុង Portland ក្នុងខែតុលា និងទីបីនៅ Spokane ក្នុងខែធ្នូ ឆ្នាំ ១៩៨៣។ ក្រុមហ៊ុនបានដំណើរការជា សាធារណៈ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៨៥ ដែលមានឃ្នាំងសរុបចំនួន ១៧ ទូទាំងប្រទេស និងបុគ្គលិកចំនួន ១៩៥០នាក់។ ដំបូងឡើយក្រុមហ៊ុនមានទីស្នាក់ការកណ្តាលនៅឃ្នាំងដំបូងរបស់ខ្លួននៅទីក្រុង Seattle ប៉ុន្តែក្រោយមកបាន ផ្លាស់ប្តូរទីស្នាក់ការកណ្តាលរបស់ខ្លួនទៅ Kirkland រដ្ឋ Washington ក្នុងឆ្នាំ ១៩៨៧ ។<sup>30</sup> Costco ជាក្រុមហ៊ុន ដំបូងគេបង្អស់ដែលអាចបង្កើតចំណូលពីការលក់ពីសូន្យដល់ ៣ ពាន់លានដុល្លាក្នុងរយៈពេលតិចជាង៦ឆ្នាំ។

ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៣ នៅពេលដែលការប្រកួតប្រជែងកំពុងតែកើនឡើងនោះធ្វើឱ្យមានការគំរាមកំហែងដល់ Price Club និង Costco Wholesale បន្ទាប់មកលោក Sinegal ត្រូវបានអញ្ជើញឱ្យចូលរួមក្នុងការរួមបញ្ចូលក្រុម ហ៊ុនទាំងពីរ។ Price Club បានបដិសេធការផ្តល់ជូនរបស់ Walmart ក្នុងការរួមបញ្ចូលគ្នារវាង Price Club ជាមួយនឹងសង្វាក់ឃ្នាំង Sam's Club ហើយ Costco និង Price Club បានយល់ព្រមក្នុងការធ្វើប្រតិបត្តិការ បញ្ចូលគ្នាបន្ទាប់ពីចំណូលរបស់ Price Club បានធ្លាក់ចុះដល់ ៤០%។ ដោយសារម៉ូដែលអាជីវកម្មរបស់ Costco ស្រដៀងទៅនឹង Price Club ធ្វើឱ្យការរួមបញ្ចូលគ្នានេះកាន់តែមានភាពងាយស្រួលសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន ទាំងពីរ ក្រោយរួមបញ្ចូលគ្នាក្រុមហ៊ុនសម្រេចយកឈ្មោះ PriceCostco, Inc. ជាម៉ាកយីហោ ហើយសមាជិកភាព បានក្លាយជាសកលមានន័យថាសមាជិក Price Club អាចប្រើប្រាស់សមាជិកភាពរបស់ពួកគេដើម្បីទិញទំនិញ

<sup>29</sup> [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey Brotman](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey_Brotman) (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

<sup>30</sup> <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costco> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

នៅ Costco និងផ្ទុយមកវិញ។ PriceCostco, Inc. ពង្រីកទីតាំងដល់ ២០៦ឃ្លាំង ដែលមានចំណូលរហូតដល់ ១៦ ពាន់លានដុល្លារក្នុងការលក់ប្រចាំឆ្នាំ។ PriceCostco, Inc. ដំបូងឡើយត្រូវបានដឹកនាំដោយនាយកប្រតិបត្តិនៃក្រុមហ៊ុនទាំងពីរ ដែលផ្តោតយ៉ាងខ្លាំងទៅលើការពង្រីកជាអន្តរជាតិដោយមានការបើកហាងនៅក្នុងប្រទេសម៉ិកស៊ិក កូរ៉េខាងត្បូង និងអង់គ្លេស។ ទោះបីជាមានការខិតខំប្រឹងប្រែងយ៉ាងខ្លាំងដើម្បីស្ដារការខាតបង់ក៏ដោយ ការលក់នៅតែបន្តធ្លាក់ចុះ។ លោក Robert Price និង James Sinegal មានមតិផ្សេងគ្នាទាក់ទងនឹងទិសដៅក្រុមហ៊ុន និងគោលនយោបាយស្ដារឡើងវិញនោះធ្វើឱ្យមានការបែកបាក់ក្នុងការសហប្រតិបត្តិការនេះ ដែលបានប្រកាសជាផ្លូវការក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៤ ដែល Prices បានចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនដើម្បីទៅបង្កើត PriceSmart ដែលជាខ្សែសង្វាក់ឃ្លាំងនៅតំបន់អាមេរិកកណ្តាលនិងតំបន់ Caribbean ដែលមិនទាក់ទងទៅនឹង Costco បច្ចុប្បន្ន រីឯលោក Sinegal នៅតែបន្តគ្រប់គ្រង PriceCostco, Inc.។

២ ឆ្នាំក្រោយមក Costco បានផ្លាស់ប្តូរទីស្នាក់ការកណ្តាលរបស់ខ្លួនពី Kirkland ទៅ Issaquah រដ្ឋ Washington ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៦ រហូតដល់សព្វថ្ងៃ ដោយបានជ្រើសរើសសាងសង់ទីស្នាក់ការកណ្តាលថ្មីមួយនៅជាប់នឹងឃ្លាំងលក់ ដើម្បីអនុញ្ញាតឱ្យអ្នកទិញអាចពិនិត្យមើលទំនិញនិងការបញ្ចុះតម្លៃ។ ក្រុមហ៊ុនបានចាប់ផ្តើមសាកល្បងធ្វើការការបំប្លែងហាងទៅជាម៉ាកយីហោ Costco នៅទូទាំងភាគនិរតីនៃសហរដ្ឋអាមេរិកនៅចុងឆ្នាំ ១៩៩៦។ វាបានប្តូរជាផ្លូវការនូវការប្រើប្រាស់ឈ្មោះនិងនិមិត្តសញ្ញាភាគហ៊ុនពី PriceCostco ទៅជា Costco នៅខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ ១៩៩៧ ដែលទីតាំង Price Club ដែលនៅសេសសល់ទាំងអស់ត្រូវបានប្តូរឈ្មោះទៅជា Costco Companies, Inc. បន្ទាប់មកទៀតនៅឆ្នាំ ១៩៩៩ ឈ្មោះក្រុមហ៊ុនបច្ចុប្បន្ន Costco Wholesale Corporation ត្រូវបានដាក់ប្រើប្រាស់ជាផ្លូវការ។ ក្រោយពីបានប្តូរបន្តប្រើប្រាស់ឈ្មោះហើយ Costco បានពង្រីកខ្លួនលើទូទាំងពិភពលោកដោយនៅដើមសតវត្ស ២១ ក្រុមហ៊ុនបានចាប់ផ្តើមដំណើរការឃ្លាំងដែលក្រៅពីមានក្នុងប្រទេសសហរដ្ឋអាមេរិកហើយក៏មាននៅក្នុងប្រទេសផ្សេងៗដូចជា កាណាដា ម៉ិកស៊ិក ប្រទេសអឺរ៉ុប អាស៊ី និង ប្រទេសអូស្ត្រាលីជាដើម។

**២.២ ស្ថាបនិកក្រុមហ៊ុន Costco**

ក្នុងការផ្តួចផ្តើមគំនិតដំបូងចំពោះការបង្កើតនូវក្រុមហ៊ុន Costco ដែលមានកេរ្តិ៍ឈ្មោះល្បីដូចសព្វថ្ងៃនេះ មានស្ថាបនិកចំនួន ២ រូបគឺ លោក James D. Sinegal និងលោក Jeffrey Hart Brotman ។ ក្នុងនេះផងដែរ មានលោក Sol Price ជាស្ថាបនិករបស់ក្រុមហ៊ុន Price Club ដែលក្រោយមកត្រូវបានក្លាយជា Costco បន្ទាប់ពីក្រុមហ៊ុនទាំងពីរធ្វើការរួមបញ្ចូលក្រុមហ៊ុនគ្នា។

**២.២.១ លោក James D. Sinegal ( Jim Sinegal )**

លោក James D. Sinegal កើតថ្ងៃទី ១ ខែមករា ឆ្នាំ ១៩៣៦ ជាអ្នកជំនួញមហាសេដ្ឋីជនជាតិអាមេរិក និងជាសហស្ថាបនិក និងជាអតីតនាយកប្រតិបត្តិនៃសាជីវកម្ម Costco Wholesale ។ គាត់បានកើតនៅក្នុង គ្រួសារកាតូលិកនៅទីក្រុង Pittsburgh រដ្ឋ Pennsylvania លោកបានចូលរៀននៅសាកលវិទ្យាល័យ San Diego State ដោយបានបញ្ចប់បរិញ្ញាបត្រផ្នែកសិល្បៈនៅឆ្នាំ ១៩៥៩។

បន្ទាប់ពី Sinegal បានចាប់ផ្តើមជាអ្នកលក់ឥវ៉ាន់នៅ FedMart នៅឆ្នាំ ១៩៥៥ ខណៈពេលដែលគាត់រៀននៅមហាវិទ្យាល័យ គាត់បាន ដឹងថាគាត់ស្រលាញ់វិស័យការលក់រាយនេះ ហើយគាត់មានការរំភើប ចំពោះឱកាសក្នុងវិស័យនេះ ដែលកំពុងរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័ស។ នៅ FedMart លោកបានធ្វើការដែលបានឡើងតំណែងពីមួយដំណាក់ទៅ មួយដំណាក់ រហូតដល់បានឡើងតំណែងជាអនុប្រធានប្រតិបត្តិទទួល បន្ទុកផ្នែកលក់ទំនិញនិងប្រតិបត្តិការ។ នៅឆ្នាំ ១៩៧៧ ដល់ឆ្នាំ ១៩៧៨ លោក Sinegal គឺជាអនុប្រធានផ្នែកលក់សម្រាប់ Builders Emporium និងជាអនុប្រធានប្រតិបត្តិសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន Price ពីឆ្នាំ ១៩៧៨ ដល់ឆ្នាំ ១៩៧៩។ នៅឆ្នាំ ១៩៧៩ ដល់ឆ្នាំ ១៩៨៣ គាត់បានធ្វើ ការជាមួយនឹង Sinegal/Chamberlin and Associates ដែលជាក្រុម ហ៊ុនដើរតួជាឈ្មួញកណ្តាល និងតំណាងផ្នែកលក់សម្រាប់ផលិតផល ម្ហូបអាហារ និងផលិតផលមិនមែនអាហារ។ ជាមួយអ្នកលក់រាយនៅ Seattle លោក Jeff Brotman គាត់បាន សហស្ថាបនិកបង្កើតក្រុមហ៊ុន Costco ឡើង។ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៨៣ រហូតដល់ពេលលោកចូលនិវត្តន៍នៅឆ្នាំ ២០១១ លោក Sinegal បានបម្រើការជាប្រធាន និងជានាយកប្រតិបត្តិរបស់ Costco ។ ក្នុងនាមជានាយក ប្រតិបត្តិក្រុមហ៊ុន លោក Sinegal ត្រូវបានគេស្គាល់ដោយលោកតែងតែបានចុះត្រួតពិនិត្យដោយផ្ទាល់ទៅកាន់ទី តាំង Costco នីមួយៗជារៀងរាល់ឆ្នាំ។ ការច្នៃប្រឌិតរបស់លោក Sinegal បានធ្វើឱ្យ Costco ក្លាយជាឃ្នាំងដំបូង គេដែលរួមបញ្ចូលអាហារស្រស់ៗ គ្លីនិកថែទាំភ្នែក ឱសថស្ថាន និងស្ថានីយ៍ប្រេងឥន្ធនៈនៅក្នុងផលិតផល និង សេវាកម្មចម្រុះរបស់ក្រុមហ៊ុនផងដែរ។ លោក Sinegal ក៏ត្រូវបានគេស្គាល់ភាពមនុស្សធម៌របស់គាត់ក្នុងអាជីវ កម្មផងដែរ ដែលបានរៀនពីអ្នកណែនាំគាត់គឺលោកSol Price ម៉្យាងទៀតលោក Sinegal បានផ្តល់អាទិភាពដល់ ការពេញចិត្តរបស់អតិថិជន និងបុគ្គលិកជាជាងផលប្រយោជន៍របស់ម្ចាស់ភាគហ៊ុន។ Costco ផ្តល់អត្ថ ប្រយោជន៍ដែលខ្ពស់ជាងស្តង់ដារក្នុងវិស័យការលក់ដុំនិងរាយនេះ ឧទាហរណ៍ ជាង ៩០% នៃបុគ្គលិក Costco

រូបភាពទី២.២៖ លោក Jame D.Sinegal





បានទទួលធានារ៉ាប់រងសុខភាពដែលក្នុងវិស័យលក់ទំនិញរបស់សហរដ្ឋអាមេរិកនេះជាមធ្យមគឺស្ថិតនៅក្រោម ៦០%ប៉ុណ្ណោះ។<sup>31</sup>

នៅថ្ងៃទី ១ ខែមករា ឆ្នាំ ២០១២ លោក Sinegal បានចូលនិវត្តន៍ជា CEO នៃ Costco Wholesale ហើយបន្តធ្វើជាទីប្រឹក្សាក្រុមហ៊ុន ហើយត្រូវបានបន្តផែនដោយមិត្តរួមការងាររយៈពេលវែងរបស់គាត់គឺលោក W. Craig Jelinek លោក Sinegal បានចូលនិវត្តន៍ពីក្រុមប្រឹក្សាភិបាលក្នុងខែមករា ឆ្នាំ ២០១៨។

**២.២.២ លោក Jeffrey Hart Brotman**

លោក Jeffrey Hart Brotman កើតនៅថ្ងៃទី ២៧ ខែកញ្ញា ឆ្នាំ ១៩៤២ លោកជាអ្នកជំនួញ វិនិយោគិន មេធាវី និងសប្បុរសជនដែលជាជនជាតិអាមេរិក។ លោក Brotman គឺជាសហស្ថាបនិក និងជាប្រធានក្រុមហ៊ុន Costco Wholesale លោក Brotman កើតក្នុងគ្រួសារដែលកាន់សាសនា Jewish នៅ Tacoma រដ្ឋ Washington ជាកូនប្រុសរបស់ Pearl និង Bernie Brotman ឪពុកម្តាយរបស់គាត់បានធ្វើអន្តោប្រវេសន៍ទៅសហរដ្ឋអាមេរិកហើយបានតាំងទីលំនៅនៅ Tacoma ។

រូបភាពទី២.៣៖ លោក Jeffrey Hart Brotman



បន្ទាប់ពីបញ្ចប់ថ្នាក់វិទ្យាល័យលោក Brotman បានចូលរៀននៅសាកលវិទ្យាល័យ Washington។ លោកបានបញ្ចប់ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ ផ្នែកវិទ្យាសាស្ត្រនយោបាយនៅឆ្នាំ ១៩៦៤ និងបរិញ្ញាប័ត្រច្បាប់នៅឆ្នាំ ១៩៦៧ គាត់បានអនុវត្តច្បាប់អស់រយៈពេល ៧ ឆ្នាំនៅ Lasher, Brotman & Sweet ប៉ុន្តែត្រូវបានប្តូរមកវិស័យការលក់វិញ។ ក្រោយពីបញ្ចប់ការសិក្សាលោក Brotman និងប្អូនប្រុសរបស់គាត់ឈ្មោះ Michael បានបើកហាងលក់ខោខូវប៊ិយនារីឈ្មោះ Bottoms ហើយនៅក្នុងទសវត្សរ៍ឆ្នាំ ១៩៨០ ពួកគាត់បានបង្កើតខ្សែសង្វាក់ Jeffrey Michael ជាហាងលក់សំលៀកបំពាក់បុរសដែលបានដំណើរការដល់ឆ្នាំ ១៩៩០។ លោក Brotman ក៏ជាវិនិយោគិនដំបូងក្នុងសាជីវកម្ម Starbucks របស់ Howard Schultz ផងដែរ។

<sup>31</sup> [https://en.m.wikipedia.org/wiki/James\\_Sinegal](https://en.m.wikipedia.org/wiki/James_Sinegal) (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

លោក Brotman ជាជនសប្បុរសម្នាក់ដែលបានជួយដល់សង្គមបានច្រើនដោយលោកបានជួយបង្កើត កន្លែងស្រាវជ្រាវជីវវិទ្យាសាស្ត្ររបស់សាកលវិទ្យាល័យ Washington នៅ South Lake Union។ ក្នុងឆ្នាំ ២០០០ លោក Brotman និង Sinegal បានបង្កើតកម្មវិធីអាហារូបករណ៍ Costco ឈ្មោះ Initiative 200 ដើម្បីបញ្ឈប់ សកម្មភាពរបស់សាកលវិទ្យាល័យលើការពិចារណាអំពីជាតិសាសន៍ ឬភេទនៅពេលទទួលសិស្សថ្មី។ អាហារូប ករណ៍នេះផ្តល់ការគាំទ្រផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុយ៉ាងសំខាន់ដល់និស្សិតទាំងនៅសាកលវិទ្យាល័យ Washington និង សាកលវិទ្យាល័យ Seattle។<sup>32</sup>

លោក Brotman បានបម្រើការនៅក្រុមប្រឹក្សាភិបាលនៃក្រុមហ៊ុនសាធារណៈមួយចំនួនហើយលោកជា ក្រុមប្រឹក្សាភិបាលនៃ United Way of King County (ជាអង្គការមិនរកប្រាក់ចំណេញផ្ដោតលើការរៀនសូត្រស ប្រាក់ដើម្បីឧបត្ថម្ភដល់កន្លែងត្រូវការជំនួយ)។ គាត់ក៏បានបម្រើការនៅលើក្រុមប្រឹក្សាភិបាលរបស់ Seafirst Bank, Starbucks និងជាអ្នកទទួលខុសត្រូវនៅសារមន្ទីរសិល្បៈ Seattle ។ លោក Brotman និងភរិយារបស់ លោក Susan បានបរិច្ចាគដើម្បីបុព្វហេតុជាច្រើន ជាពិសេសនៅសាកលវិទ្យាល័យ Washington ជាកន្លែងដែល ពួកគេបានផ្តល់អាហារូបករណ៍ដល់និស្សិតរាប់រយនាក់។ ពួកគាត់ក៏បានផ្តល់ជំនួយក្នុងឈ្មោះជា Jeffrey & Susan Brotman Professorship នៅសាលាច្បាប់ក្នុងសាកលវិទ្យាល័យ Washington ផងដែរ។<sup>33</sup>

លើសពីនេះលោក Brotman ក៏បានបម្រើការជាប្រធានក្រុមហ៊ុន Costco តាំងពីការចាប់ផ្តើមរបស់ក្រុម ហ៊ុនរហូតដល់ពេលលោកទទួលមរណភាព លើកលែងតែក្នុងអំឡុងពេលពីឆ្នាំ ១៩៩៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៤ ដែល គាត់បម្រើការមានតួនាទីជាអនុប្រធានក្រុមហ៊ុន។ នៅថ្ងៃទី ១ ខែសីហា ឆ្នាំ ២០១៧ លោក Brotman បាន ទទួលមរណភាពនៅ Medina រដ្ឋ Washington ក្នុងអាយុ ៧៤ ឆ្នាំដែលគាត់បានស្លាប់ក្នុងដំណេកប្រហែល ដោយសារជំងឺគាំងបេះដូង។

**២.២.៣ លោក Sol Price**

លោក Sol Price កើតនៅថ្ងៃទី ២៣ ខែមករា ឆ្នាំ ១៩១៦ ជាអ្នកលក់ចែកចាយរបស់អាមេរិក និងជា ស្ថាបនិកនៃ FedMart, Price Club (ដែលបានបញ្ចូលគ្នាជាមួយ Costco) និង PriceSmart ។ គាត់ត្រូវបានគេ ចាត់ទុកថាជា “បិតា” នៃម៉ូដែលអាជីវកម្មបែបឃ្នាំងក្នុងការលក់ទំនិញបោះដុំ។ លោក Price កើតនៅ The Bronx ក្នុងទីក្រុងញូយ៉កជាកូនប្រុសរបស់ Samuel និង Bella Price ដែលជាជនអន្តោប្រវេសន៍។ Price បាន

<sup>32</sup> [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey\\_Brotman](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey_Brotman) (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

<sup>33</sup> [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey\\_Brotman](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey_Brotman) (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

បញ្ចប់ការសិក្សាពីវិទ្យាល័យ San Diego ក្នុងឆ្នាំ ១៩៣១ ហើយបានចូលរៀននៅសាកលវិទ្យាល័យ San Diego State University ក្នុងឆ្នាំ ១៩៣២ ដល់ឆ្នាំ ១៩៣៦ លោកទទួលបានសញ្ញាបត្របរិញ្ញាបត្រផ្នែកទស្សនវិជ្ជា និងឆ្នាំ ១៩៣៨ ទទួលបានសញ្ញាបត្រច្បាប់ពីសាកលវិទ្យាល័យ Southern California ។

Price បានបើកដំណើរការ FedMart ដំបូងក្នុងឆ្នាំ ១៩៥៤ ជាមួយកូនប្រុសរបស់គាត់ឈ្មោះ Robert និង Giles Bateman ដែលជាកូនប្រុស Rick Libenson និងបុគ្គលផ្សេងទៀត ហើយបង្កើត Price Club ក្នុងឆ្នាំ ១៩៧៦។ នៅឆ្នាំ ១៩៩៣ Costco បានរួមបញ្ចូលគ្នាជាមួយ Price Club បង្កើតបានជា PriceCostco ក្នុងនោះភាពជាអ្នកដឹកនាំនៅក្នុងក្រុមហ៊ុនថ្មីត្រូវបានបែងចែករវាង Robert និង James Sinegal ។

ក្រៅពីជាអ្នកមានកេរ្តិ៍ឈ្មោះល្បីល្បាញខាងវិស័យការលក់ទំនិញបោះដុំនោះហើយ លោក Sol Price ក៏បានចូលរួមជួយសង្គមជាច្រើនផងដែរ។ នៅចុងទស្សវត្សរ៍ឆ្នាំ ១៩៨០ Price បានបរិច្ចាគ ២ លានដុល្លារដល់ការសាងសង់មជ្ឈមណ្ឌលនិស្សិតថ្មីនៅលើបរិវេណនៃសាកលវិទ្យាល័យកាលីហ្វ័រញ៉ា San Diego ។ លើសពីនេះទៀត លោក Price មានទំនួលខុសត្រូវខ្ពស់ក្នុងការនិងជួយដល់ការបង្កើតថ្មីរបស់សង្កាត់នៅកណ្តាលទីក្រុង San Diego នៃ City Heights ដែលបិតនៅជិតផ្ទះកុមារភាពរបស់គាត់។ Price ក៏ជាសមាជិកនៃក្រុមប្រឹក្សាភិបាលសម្រាប់វិទ្យាស្ថានទីក្រុងនៅទីក្រុងវ៉ាស៊ីនតោនឌីស៊ី ជាក្រុមប្រឹក្សាភិបាលសម្រាប់មជ្ឈមណ្ឌលស្តីពីអាទិភាពថវិកានិងគោលនយោបាយ ហើយលោកក៏ជាគណៈកម្មាធិការប្រឹក្សាភិបាលអ្នកប្រើប្រាស់នៃគណៈកម្មការមូលបត្រសហរដ្ឋអាមេរិកផងដែរ។<sup>34</sup> លោក Sol Price បានទទួលមរណៈភាពនៅថ្ងៃទី ១៤ ខែធ្នូ ឆ្នាំ ២០០៩។

រូបភាពទី២.៤៖ លោក Sol Price



<sup>34</sup> [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sol\\_Price](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sol_Price) (ចូលមើលថ្ងៃទី ០១ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

### ២.៣ ទីតាំងក្រុមហ៊ុន

ក្រុមហ៊ុន Costco មានទីស្នាក់ការកណ្តាលស្ថិតនៅក្នុងទីក្រុង Issaquah រដ្ឋ Washington ដែលជាតំបន់ជាយក្រុងភាគខាងកើតនៃទីក្រុង Seattle ។ ទោះបីជាស្លាកយីហោ Kirkland Signature មានឈ្មោះជាអតីតទីតាំងរបស់ខ្លួននៅ Kirkland ក៏ដោយក្រុមហ៊ុននេះបាទបើកឃ្នាំងដំបូងរបស់ខ្លួននៅក្នុងទីក្រុង Seattle នៅឆ្នាំ ១៩៨៣ ។

រូបភាពទី២.៥៖ ទីតាំងរបស់ទីស្នាក់ការកណ្តាលក្រុមហ៊ុន Costco



គិតត្រឹមខែឧសភា ឆ្នាំ ២០២៤ Costco មានឃ្នាំងសរុបចំនួន ៨៧៩ នៅទូទាំងពិភពលោកក្នុងនោះមាន ៖ ៦០៦នៅសហរដ្ឋអាមេរិក និងព័រតូរីកូ ១០៨នៅកាណាដា ៤០នៅម៉ិកស៊ិកូ ៣៣នៅជប៉ុន ២៩នៅចក្រភពអង់គ្លេស ១៨នៅកូរ៉េ ១៥នៅអូស្ត្រាលី ១៤នៅតៃវ៉ាន់ ៧នៅចិន ៤នៅអេស្ប៉ាញ ២នៅបារាំង ១នៅអ៊ីស្លង់ ១នៅនូវែលសេឡង់ និង១នៅស៊ុយអែត ។ ឃ្នាំងរបស់ Costco ក្នុងប្រទេសដទៃក្រៅសហរដ្ឋអាមេរិកមានការចន្លោះស្រដៀងនឹងទីតាំងរបស់ក្រុមហ៊ុនក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិកដែរ ដែលបង្ហាញពីប្លង់ដូចគ្នាបេះបិទ ផ្លាកសញ្ញា និងសូម្បីតែការសម្គាល់ចំណាត់ថ្លៃ។ ក្នុងឆ្នាំ ២០០៥ ហាង Costco ដំបំផុតទូទាំងពិភពលោកគឺឃ្នាំងលេខ ៦៩២ នៅ Hillsboro រដ្ឋ Oregon ដែលមានផ្ទៃដី ១៣៨១១.២ ម៉ែត្រការ៉េ ក្នុងឆ្នាំ ២០១៥ Costco បានបញ្ចប់ការពង្រីកនៅទីក្រុង Salt Lake រដ្ឋ Utah ដែលវាក្លាយជាឃ្នាំង Costco ដំបំផុតថ្មីមានទំហំ ២១៨០០ ម៉ែត្រការ៉េ។ គិតត្រឹមខែសីហា ឆ្នាំ ២០២២ Costco មានមជ្ឈមណ្ឌលពាណិជ្ជកម្មចំនួន ២៦ នៅសហរដ្ឋអាមេរិក ហើយមាន ចំនួន ៣ នៅក្រៅសហរដ្ឋអាមេរិកដែលបានបើកនៅក្នុងប្រទេសកាណាដាគិតត្រឹមឆ្នាំ ២០២១ ។<sup>35</sup>

### ២.៤ ស្ថាភូសញ្ញា និងអត្ថន័យស្ថាភូសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

ស្ថាភូសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ជាស្ថាភូសញ្ញាក្រុមហ៊ុនមួយដែលត្រូវបានគេស្គាល់ច្រើនបំផុតនៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិក ដោយវាមិនមានការផ្លាស់ប្តូរច្រើនពេកទេចាប់តាំងពីពេលបង្កើតក្រុមហ៊ុនមកម្ល៉េះ។ ស្ថាភូ

<sup>35</sup> <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costco> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៣ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

សញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដូចនឹងស្លាកសញ្ញាផ្សេងដែរគឺវាមានអត្ថន័យច្បាស់លាស់។ ស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco បានបង្កើតឡើងនៅឆ្នាំ ១៩៨៣ ដែលការចនាមានសភាពមិនខុសប្លែកពីសញ្ញាបច្ចុប្បន្នខ្លាំងនោះទេ។

ស្លាកសញ្ញា Costco ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរពីដងក្នុងឆ្នាំ ១៩៨៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៣ និង ឆ្នាំ ១៩៩៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៧ និងការប្តូរចុងក្រោយគេនៅឆ្នាំ ១៩៩៧ ដល់ឆ្នាំ បច្ចុប្បន្ន ដែលបានបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៨៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៣

ស្លាកសញ្ញា Costco ដំបូងគេមានភាពត្រង់និងធម្មតាដែលពុម្ពអក្សរក៏មានភាពសាមញ្ញដែរ ហើយពណ៌ក្រហមធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលក្នុងការកំណត់អត្តសញ្ញាណ ពន្លឺពណ៌របស់ស្លាកសញ្ញាមានពណ៌បែបក្រហមឈាមជ្រូកបានបន្ថែមអារម្មណ៍នៃការប្រុងប្រយ័ត្នផងដែរ ដែលឱ្យអតិថិជនអាចមើលឃើញហាងពីចម្ងាយបាន។ ស្លាកសញ្ញាដំបូងក្រោមឈ្មោះ Costco មានរយៈពេលប្រើប្រាស់ ១០ឆ្នាំមុនពេលក្រុមហ៊ុនប្តូរស្លាកសញ្ញាចេញ។

រូបភាពទី២.៦៖ ស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៨៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៣



➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៧

ស្លាកសញ្ញាទីពីររបស់ Costco តំណាងឱ្យការផ្លាស់ប្តូរដ៏សំខាន់ពីដំបូង។

- អក្សរ “C” ៖ ទីមួយលេចធ្លោជាងនៅក្នុងសញ្ញាទីមួយ ហើយអក្សរទាំងនេះបានប្តូរទៅជាអក្សរធំទាំងអស់ រីឯសភាពអក្សរវិញមានភាពរាងទ្រេតបន្តិចដែលខុសពីស្លាកសញ្ញាចាស់ដែលមានសភាពត្រង់។
- មានការប្រើប្រាស់ពណ៌ផ្សេងគ្នាផងដែរ ដោយអក្សរមានពណ៌ក្រហមនេះខុសពីស្លាកសញ្ញាទីមួយមានពណ៌ក្រហមឈាមជ្រូក ហើយមានបន្ថែមបន្ទាត់ពណ៌ខៀវដែលគូសបញ្ជាក់ពាក្យផងដែរ។

រូបភាពទី២.៧៖ ស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៩៣ ដល់ឆ្នាំ ១៩៩៧



➢ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៧ ដល់ បច្ចុប្បន្ន

នៅឆ្នាំ ១៩៩៧ Costco បានកែលម្អស្លាកសញ្ញាដែលបង្ហាញពីជំហានឆ្ពោះទៅមុខថ្មីសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន។

- ផ្នែក Costco មានទំហំអក្សរធំជាងសញ្ញាមុនៗ មានរំលេចពណ៌ក្រហមក្តីជាងមុនដែលធ្វើឱ្យវាកាន់តែងាយស្រួលក្នុងការកំណត់អត្តសញ្ញាណ និងអាចទាក់ទាញចំណាប់អារម្មណ៍របស់អ្នកទស្សនាផងដែរ។
- ការបន្ថែមថ្មីមួយទៀតលើស្លាកសញ្ញាឆ្នាំ ១៩៩៧ គឺការបញ្ចូលពាក្យ “ WHOLESALE ” ។ ព្រមទាំងមានឆ្លុះចំនួនបីដែលត្រូវបានបន្ថែមទៅលើស្លាកសញ្ញា ជាជាងមានការបន្ថែមតែមួយនៅក្នុងកំណែឆ្នាំ ១៩៩៣ ហើយទាំងនេះមិនលាតសន្ធឹងលើបាតទាំងមូលនោះទេ។ វាងាយស្រួលមើលជាងបើប្រៀបធៀបទៅនឹងស្លាកសញ្ញាពីដំបូង ហើយវានឹងកាន់តែងាយស្រួល ក្នុងការកំណត់អត្តសញ្ញាណពីខាងក្រៅនិងពីចំងាយ។<sup>36</sup>

រូបភាពទី២.៨៖ ស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ ១៩៩៧ ដល់ បច្ចុប្បន្ន



ស្លាកសញ្ញា Costco ទំនងជាបានរចនាឡើងដើម្បីបង្ហាញពីអារម្មណ៍នៃតម្លៃនិងប្រសិទ្ធភាពដ៏អស្ចារ្យដែលជាតម្លៃស្នូលពីដែលម៉ាកនេះហាក់ដូចជាទទួលយកយ៉ាងខ្លាំង ដោយមានការប្រើពណ៌ក្រហមនិងពណ៌ខៀវជាពណ៌ចម្បងរបស់វា រីឯ ពុម្ពអក្សរស្លាកសញ្ញា ប្រើប្រាស់ទម្រង់អក្សរជា Future Extra Bold Oblique។ ការផ្លាស់ប្តូរស្លាកសញ្ញារបស់ក្រុមហ៊ុននេះដែរបានបង្ហាញពីចរិតលក្ខណៈនៃការគិតដ៏ឆ្លាតវៃនិងភាពក្លាហានក្នុងការបោះជំហានឆ្ពោះទៅមុខដើម្បីបន្តខ្លួនឱ្យអភិវឌ្ឍទៅមុខទៀតផងដែរ។

<sup>36</sup> <https://fabrikbrands.com/branding-matters/logofile/costco-logo-history-costco-wholesale-logo-evolution-and-meaning/> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៣ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

**២.៥ ចក្ខុវិស័យ បេសកកម្ម និងគុណតម្លៃ**

សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យ និងសេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មជាធាតុពីរសំខាន់ៗដែលមិនអាច បរិយាយបានចំពោះការផ្តល់ជាទិសដៅយុទ្ធសាស្ត្រក្រុមហ៊ុននីមួយៗក្នុងនោះមានរួមទាំងក្រុមហ៊ុន Costco ផង ដែរ។ វាជាធាតុសំខាន់សម្រាប់ដឹកនាំការអភិវឌ្ឍន៍យុទ្ធសាស្ត្រសហគ្រាស ឬក្រុមហ៊ុននីមួយៗ ខណៈពេលនោះ ដែលវាក៏បង្ហាញទស្សនវិជ្ជាស្នូលក្នុងការសម្រេចបាននូវស្ថានភាពអនាគតដែលអ្នកដឹកនាំចង់សម្រេចបាន។

ក្រុមហ៊ុន Costco ទទួលបាននូវបទពិសោធន៍និងមានការអភិវឌ្ឍន៍រីកចម្រើនយ៉ាងជាប់លាប់ក្នុងរយៈ ពេល ៤ ទស្សវត្សចុងក្រោយនេះ ដើម្បីក្លាយជាអ្នកចែកចាយដ៏ធំបំផុតមួយរបស់ពិភពលោកដោយបានផ្តល់ជូន នូវតម្លៃសមរម្យដែលមិនអាចកាត់ថ្លៃបានក៏ដូចជាសេវាកម្មបម្រើអតិថិជនដ៏ប្រសើរ។ ភាពជោគជ័យខ្លាំងបែបនេះ គឺបានចូលរួមចំណែកដោយក្រុមហ៊ុន Costco បានកំណត់នូវបេសកកម្ម សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យនិងគុណ តម្លៃរបស់ពួកគេយ៉ាងច្បាស់លាស់។

**២.៥.១ ចក្ខុវិស័យ**

សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យ ជាឯកសារដែលពិពណ៌នាអំពីគោលដៅដែលក្រុមហ៊ុនចង់បានជាប្រភព ដែលក្រុមហ៊ុនចង់ឱ្យអាជីវកម្មរបស់គេក្លាយទៅយ៉ាងណានៅពេលអនាគត។ សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យ ផ្តល់ឱ្យក្រុមហ៊ុននិងបុគ្គលិកនូវទិសដៅ គោលបំណង ការលើកទឹកចិត្ត និងការបំផុសគំនិតដើម្បីសម្រេចបាននូវ លទ្ធផលដែលក្រុមហ៊ុនចង់បាន។

សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គឺ ដើម្បីធ្វើឱ្យអាជីវកម្មរបស់ពួកគេ “ ក្លាយជា កន្លែងដែលការទិញ និងការអនុវត្តប្រតិបត្តិការប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាពផ្តល់អោយសមាជិកទទួលបានការសន្សំ សំចៃដែលមិនអាចប្រៀបធៀបបាន”។ សារស្នូលសំខាន់នៅពីខាងក្រោយសេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យរបស់ក្រុម ហ៊ុន Costco គឺថាវាខិតខំដើម្បីភាពល្អឥតខ្ចោះក្នុងគ្រប់ទិដ្ឋភាពនៃប្រតិបត្តិការរបស់ខ្លួន ដោយសង្កត់ធ្ងន់លើការ ពេញចិត្ត និងភាពងាយស្រួលរបស់អតិថិជន។ សេចក្តីថ្លែងការណ៍ចក្ខុវិស័យក្រុមហ៊ុន Costco ក៏សង្កត់ធ្ងន់ផង ដែរថា បេះដូងនៃអាជីវកម្មរបស់ពួកគេគឺ “សមាជិកភាព” មានន័យថាពួកគេផ្តោតទៅលើការបង្កើតភាពស្មោះ ត្រង់ក្នុងចំណោមអតិថិជនដែលមានស្រាប់ ខណៈពេលដែលបន្តទាក់ទាញអតិថិជនថ្មីតាមរយៈតម្លៃទាបដែល មិនអាចកាត់ថ្លៃបាន និងសេវាកម្មដែលមានគុណភាព។<sup>37</sup>

<sup>37</sup> <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៤ ខែកក្កដា ឆ្នាំ ២០២៤)

**២.៥.២ បេសកកម្ម**

សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្ម គឺជាការពន្យល់សង្ខេបអំពីហេតុផលដែលអង្គការបានបង្កើតឡើង និងពិពណ៌នាអំពីគោលបំណង ចេតនា និងទិសដៅរួមរបស់ខ្លួន កំណត់អាជីវកម្មរបស់អង្គការឱ្យបានច្បាស់លាស់ និងរបៀបដែលវានឹងឈានដល់គោលដៅទាំងនេះ។ សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មគាំទ្រលើចក្ខុវិស័យ និងបម្រើដើម្បីទំនាក់ទំនងគោលបំណង និងទិសដៅទៅកាន់បុគ្គលិក អតិថិជន អ្នកលក់ និងអ្នកពាក់ព័ន្ធផ្សេងទៀត។

សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គឺ “ ដើម្បីបន្តផ្តល់ជូនសមាជិករបស់យើងនូវទំនិញ និងសេវាកម្មដែលមានគុណភាពក្នុងតម្លៃទាបបំផុត ” ។ ក្រុមហ៊ុន Costco ទទួលស្គាល់ថាការផ្តោតលើទំនិញនិងសេវាកម្មប្រកបដោយគុណភាព នឹងជួយឱ្យពួកគេរក្សាការប្រកួតប្រជែងក្នុងទីផ្សារ ក៏ដូចជាធ្វើឱ្យអតិថិជនរបស់ពួកគេសប្បាយចិត្តផងដែរ។ ដើម្បីសម្រេចគោលដៅនេះក្រុមហ៊ុន Costco បានសង្កត់ធ្ងន់លើគុណសម្បត្តិដែលអតិថិជនរបស់ខ្លួននឹងទទួលបានពីការដើរទិញឥវ៉ាន់ជាមួយពួកគេ។<sup>38</sup>

សេចក្តីថ្លែងការណ៍បេសកកម្មក្រុមហ៊ុន Costco អាចត្រូវបានបែងចែកជាចំណុចសំខាន់ៗដូចជា៖

- មានការរីកចម្រើនក្នុងវិស័យចែកចាយ
- គុណភាពទំនិញ និងសេវាកម្ម
- មានតម្លៃសមរម្យ

**២.៥.៣ គុណតម្លៃស្នូល (Core Values)**

គុណតម្លៃស្នូល គឺជាគោលការណ៍ ឬជំនឿដែលបុគ្គល ឬអង្គការចាត់ទុកជាសារៈសំខាន់ស្នូល។ គុណតម្លៃស្នូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គឺ “ ការគោរពច្បាប់ ការថែរក្សាសមាជិករបស់យើង ការថែរក្សាបុគ្គលិករបស់យើង និងការគោរពចំពោះអ្នកផ្គត់ផ្គង់របស់យើង ” ដែលអនុញ្ញាតឱ្យក្រុមហ៊ុនរក្សាកេរ្តិ៍ឈ្មោះរបស់ខ្លួនជាអ្នកដឹកនាំផ្នែកក្រុមសីលធម៌អាជីវកម្ម និងប្រតិបត្តិការស្របតាមស្តង់ដារសុចរិតភាពខ្ពស់។<sup>39</sup>

- ការគោរពច្បាប់៖ ក្រុមហ៊ុនទទួលយកមុតមាំថាការគោរពច្បាប់គឺជាការចង្អុលបង្ហាញអំពីការគោរព ចំពោះអង្គការទាំងអស់ដែលពាក់ព័ន្ធនឹងប្រតិបត្តិការរបស់ខ្លួន រួមបញ្ចូលទាំងសមាជិក

<sup>38</sup> <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៤ ខែកក្កដា ឆ្នាំ ២០២៤)

<sup>39</sup> <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៤ ខែកក្កដា ឆ្នាំ ២០២៤)



អ្នកផ្គត់ផ្គង់ បុគ្គលិក និងអ្នកពាក់ព័ន្ធទាំងអស់។

- បន្ថែមពីលើការប្រកាន់ខ្ជាប់នូវការរឹតបន្តឹងផ្លូវច្បាប់ ក្រុមហ៊ុន Costco ក៏ផ្តល់តម្លៃខ្ពស់លើការថែរក្សាសមាជិករបស់ខ្លួន ប្រព្រឹត្តិចំពោះអតិថិជនដោយយុត្តិធម៌ និងផ្តល់តម្លៃដល់ប្រាក់(ប្រាក់តិចតែអាចទិញបានទំនិញច្រើន)។ ក្រុមហ៊ុន Costco ទទួលស្គាល់ថាបើគ្មានអតិថិជនស្មោះត្រង់ទេ ក្រុមហ៊ុននឹងមិនមានអាជីវកម្មទេ ហើយ Costco ស្វែងរកការធានាថាអតិថិជននឹងទទួលបានអារម្មណ៍គោរពតាមរយៈបទពិសោធន៍សេវាកម្មអតិថិជនប្រកបដោយគុណភាព។
- ទាក់ទងទៅនឹងនិយោជិតរបស់ខ្លួន Costco មានការប្តេជ្ញាចិត្តយ៉ាងច្បាស់លាស់ចំពោះមាត្រដ្ឋានប្រាក់ឈ្នួលសមរម្យ និងបរិយាកាសការងារវិជ្ជមាន ដែលបុគ្គលិកម្នាក់ៗទទួលបានការគោរពស្មើគ្នាដោយមិនគិតពីជាតិសាសន៍ ឬអត្តសញ្ញាណយេនឌ័រ។ ការប្តេជ្ញាចិត្តនេះត្រូវបានឆ្លុះបញ្ចាំងនៅក្នុងប្រវត្តិដ៏យូរនៃការដំឡើងប្រាក់ឈ្នួល ដែលក្រុមហ៊ុនផ្តល់ឱ្យដល់បុគ្គលិករបស់ខ្លួនបានទៀងទាត់ ទន្ទឹមនឹងការផ្តល់លទ្ធផលខ្លាំងពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំដែលបានជំរុញឱ្យជោគជ័យដែលពង្រឹងបន្ថែមនូវសារៈសំខាន់នៃគុណតម្លៃស្នូលនេះសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន Costco ។
- ការគោរពចំពោះអ្នកផ្គត់ផ្គង់គឺជាផ្នែកមួយផ្សេងទៀតនៃគុណតម្លៃស្នូល ដែលរួមបញ្ចូលពីរបៀបដែលក្រុមហ៊ុន Costco ធ្វើប្រតិបត្តិការអាជីវកម្មរបស់ខ្លួនដោយផ្តល់អាទិភាពដល់ភាពយុត្តិធម៌នៅពេលទំនាក់ទំនងជាមួយអ្នកផ្គត់ផ្គង់ តាមរយៈការគោរពចំពោះពេលវេលា និងការខិតខំប្រឹងប្រែងរបស់ពួកគេ ដែលវាអនុញ្ញាតអោយមានការបង្កើតនូវទំនាក់ទំនងដែលមានអត្ថប្រយោជន៍ទៅវិញទៅមក នាំអោយទទួលបាននូវលទ្ធផលដែលកាន់តែប្រសើរឡើងនៅគ្រប់ផ្នែកផ្សេងៗ ដូចជាប្រសិទ្ធភាពនៃការចំណាយដែលចុងក្រោយក៏មានអត្ថប្រយោជន៍យ៉ាងទូលំទូលាយសម្រាប់សមាជិកផងដែរ។

**២.៦ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

ការបង្កើតរចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានគោលបំណងសំខាន់ចំពោះអង្គភាព ដែលវាបានបង្កើតឡើងដើម្បីគាំទ្រដល់ការផ្តោតលើប្រសិទ្ធភាពនៃការចំណាយ ឱ្យតម្លៃសម្រាប់ប្រាក់ និងសេវាកម្មអតិថិជន និងការប្តេជ្ញាចិត្តចំពោះបុគ្គលិករបស់ខ្លួន។ ជាមួយនឹងរចនាសម្ព័ន្ធរួមជួរការ ការផ្តោតលើបច្ចេកវិទ្យា និងការច្នៃប្រឌិត និងការប្តេជ្ញាចិត្តចំពោះការអភិវឌ្ឍន៍ និងការរក្សាទេពកោសល្យ ក្រុមហ៊ុនមានទីតាំងនិងជំហរល្អក្នុងការបន្តក្លាយជាអ្នកលេងឈានមុខគេនៅក្នុងឧស្សាហកម្មចែកចាយលក់ដុំ។ រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវបានចែកចេញជា ៣ផ្នែកធំៗគឺ៖ រចនាសម្ព័ន្ធអង្គភាព រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាល និងរចនាសម្ព័ន្ធអ្នកដឹកនាំប្រតិបត្តិការ ។

**២.៦.១ រចនាសម្ព័ន្ធអង្គភាព**

ក្រុមហ៊ុន Costco មានសាខា និងក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធជាច្រើននៅជុំវិញពិភពលោកដែលធ្វើអោយមាន ភាពលំបាកក្នុងការគ្រប់គ្រងប្រសិនបើមិនមានការបែងចែកនូវរចនាសម្ព័ន្ធតាមតំបន់នោះទេ។ ជាហេតុធ្វើអោយ ក្រុមហ៊ុន Costco បង្កើតនូវរចនាសម្ព័ន្ធអង្គភាពដែលចែកជាបីតំបន់ធំៗគឺ៖ សហរដ្ឋអាមេរិក កាណាដា និង អន្តរ ជាតិដទៃ។

រចនាសម្ព័ន្ធតាមអង្គការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco (ពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១)

**២.៦.២ រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាល**

រចនាសម្ព័ន្ធអង្គការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គឺជាកូនកាត់រវាងរចនាសម្ព័ន្ធវានានុក្រុមនិងរចនាសម្ព័ន្ធរាប ស្មើ។ នៅផ្នែកខាងលើនៃវានានុក្រុមគឺជា ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល និងនាយកប្រតិបត្តិដែលជាអ្នកបង្កើតយុទ្ធសាស្ត្រ ការសម្រេចចិត្តសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន។ នៅក្រោមពួកគេមានអ្នកគ្រប់គ្រងផ្នែកដែលទទួលខុសត្រូវលើផ្នែកជាក់លាក់ របស់ក្រុមហ៊ុនដូចជា ផ្នែកប្រតិបត្តិការ ហិរញ្ញវត្ថុ និងទីផ្សារជាដើម។ អ្នកគ្រប់គ្រងផ្នែកទាំងនេះមានកម្រិតជំនាញ ស្វ័យភាព និងអំណាចក្នុងការធ្វើសេចក្តីសម្រេចចិត្តនៅក្នុងតំបន់ទទួលខុសត្រូវរៀងៗខ្លួនដែលពួកគេមានទំនួល ខុសត្រូវលើ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយក្រុមហ៊ុន Costco ក៏មានជារចនាសម្ព័ន្ធរាបស្មើ ដែលមានចំនួនស្រទាប់ រវាងអ្នកគ្រប់គ្រងថ្នាក់កំពូល និងបុគ្គលិកជួរមុខតិចតួច។ នេះអនុញ្ញាតឱ្យមានការធ្វើការសម្រេចចិត្តរហ័ស និង ការទំនាក់ទំនងមានប្រសិទ្ធភាពនៅក្នុងក្រុមហ៊ុន។

រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco (ពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី២)

**២.៦.៣ រចនាសម្ព័ន្ធអ្នកដឹកនាំប្រតិបត្តិការ**

ទិដ្ឋភាពសំខាន់មួយនៃរចនាសម្ព័ន្ធអង្គការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គឺផ្តោតទៅលើប្រសិទ្ធភាពនៃការ ចំណាយ និងអោយតម្លៃទៅលើប្រាក់។ ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវបានរៀបចំនៅជុំវិញសង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់របស់ខ្លួន និង មានខ្សែសង្វាក់បញ្ជាច្បាស់លាស់ជាមួយនឹងការកំណត់តួនាទី និងការទទួលខុសត្រូវបានច្បាស់លាស់ ទាំងនេះ អនុញ្ញាតឱ្យក្រុមហ៊ុនគ្រប់គ្រង និងបង្កើនប្រសិទ្ធភាពខ្សែសង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់របស់ខ្លួនប្រកបដោយសុពលភាព និង ប្រសិទ្ធភាព។ ក្រុមហ៊ុនមានក្រុមដែលខិតខំប្រឹងប្រែងសម្រាប់ការដឹកជញ្ជូន ការបញ្ជាទិញ និងការគ្រប់គ្រង សារពើភ័ណ្ឌ ដែលបានធ្វើការយ៉ាងជិតស្និទ្ធជាមួយគ្នាដើម្បីធានាថាខ្សែសង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់របស់ក្រុមហ៊ុនដំណើរការ ទៅដោយយ៉ាងរលូន។

រចនាសម្ព័ន្ធនៃថ្នាក់ដឹកនាំប្រតិបត្តិការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco (ពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី៣)

**២.៧ ទំនិញ និងសេវាកម្ម**

Costco គឺជាម៉ាកយីហោដ៏ល្បីមួយនៅក្នុងពិភពលោកជាពិសេសនៅក្នុងប្រទេសសហរដ្ឋអាមេរិក ដែលផលិតនិងបានលក់ផលិតផលជាច្រើនប្រភេទ។ Costco ជាក្រុមហ៊ុនដែលមានក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធច្រើនដែលធ្វើឱ្យការផ្គត់ផ្គង់នូវទំនិញ និងសេវាកម្មមានច្រើនប្រភេទទៅតាមលក្ខណៈរបស់ក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធនីមួយៗ។ ក្រុមហ៊ុន Costco ផ្តល់ជូននូវទំនិញនិងសេវាកម្មច្រើនប្រភេទមានដូចខាងក្រោម៖

**២.៧.១ ទំនិញ**

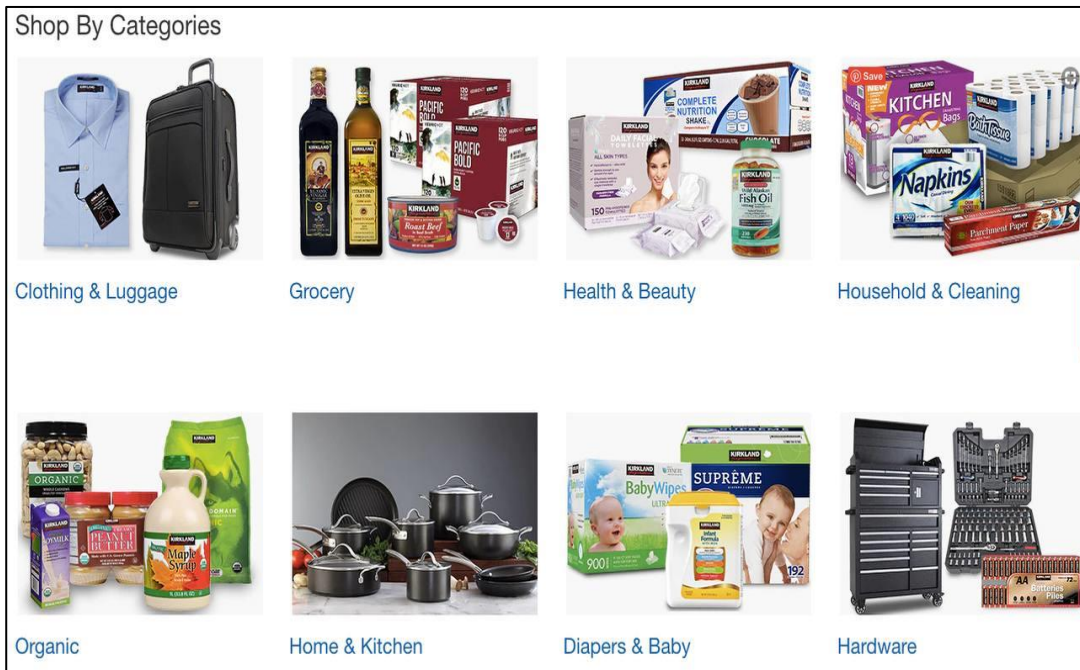
ដោយសារក្រុមហ៊ុន Costco ជាក្រុមហ៊ុនមានបុត្រសម្ព័ន្ធដែលផ្តល់ទាំងទំនិញនិងសេវាកម្មដល់អតិថិជន នោះក្រុមហ៊ុនដែលផ្តល់ជាទំនិញនោះគឺ Costco Wholesale ដែលជាក្រុមហ៊ុនមេ។ Costco Wholesale ជាធម្មតាផ្ទុកប្រភេទទំនិញដែលមានដូចក្នុងផ្សារទំនើប និងមានជម្រើសប្រភេទទំនិញជាច្រើនផ្សេងទៀតដែលមិនធ្លាប់មានរួមទាំងផលិតផលប្រណីតៗមួយចំនួនផងដែរ។

Costco បង្ហាញពីជម្រើសផលិតផលធំបំផុតនិងផ្តាច់មុខបំផុតមួយដែលអាចរកបាននៅក្រោមដំបូលតែមួយ។ Costco មានមុខទំនិញរហូតដល់ ៤០០០ ប្រភេទជាងរួមមាន បន្លែផ្លែឈើ គ្រឿងទេស ស្ករគ្រាប់ ឧបករណ៍ប្រើប្រាស់ ទូរទស្សន៍និងប្រព័ន្ធផ្សព្វផ្សាយ គ្រឿងអេឡិចត្រូនិច សំបកកង់ ប្រដាប់ក្មេងលេង សម្ភារៈកីឡា គ្រឿងតុបតែង កាមេរ៉ា សម្ភារៈប្រើប្រាស់ក្នុងផ្ទះ សំលៀកបំពាក់ ផលិតផលជំនួយសុខភាពនិងសម្រស់ គ្រឿងសង្ហារឹម សម្ភារៈការិយាល័យជាដើម។

- ផលិតផលគោលសំខាន់មួយក្រៅពីទំនិញដែល Costco ផ្តល់នោះគឺសមាជិកភាព មានន័យថាអតិថិជនដែលគាត់អាចធ្វើការបញ្ជាទិញទំនិញក៏ដូចជាប្រើប្រាស់នូវសេវាកម្មរបស់ Costco បានលុះត្រាតែអតិថិជននោះជាសមាជិកភាពដោយមានកាន់កាតសមាជិករបស់ Costco ដែលកាតនេះមានប្រភេទគឺ កាតសមាជិកផ្តាយមាស កាតសមាជិកប្រតិបត្តិផ្តាយមាស កាតសមាជិកអាជីវកម្ម និងកាតសមាជិកប្រតិបត្តិអាជីវកម្មដែលកាតទាំងនេះមានតម្លៃខុសៗគ្នាតាមប្រភេទកាតនីមួយៗដោយធ្វើការបង់ថ្លៃជាប្រចាំឆ្នាំ។ ម៉្យាងវិញទៀត ភាពជាម្ចាស់កម្មសិទ្ធិលើកាតនេះមិនអាចធ្វើការផ្លាស់ប្តូរម្ចាស់បានទេ ក្រៅពីម្ចាស់កាតអ្នកដទៃមិនអាចប្រើប្រាស់បានទេ ឧទាហរណ៍ក្នុងករណីខ្លីកាតមកប្រើ។ (ពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី៤)
- ផលិតផលសញ្ញា Kirkland ៖ ជាម៉ាកយីហោឯកជនរបស់ Costco ដែលបង្ហាញនៅលើប្រភេទទំនិញដ៏ច្រើនក្នុងហាងរបស់ Costco គ្រប់សាខានិងមាននៅលើគេហទំព័រផងដែរ ក្នុងនោះវាមាន

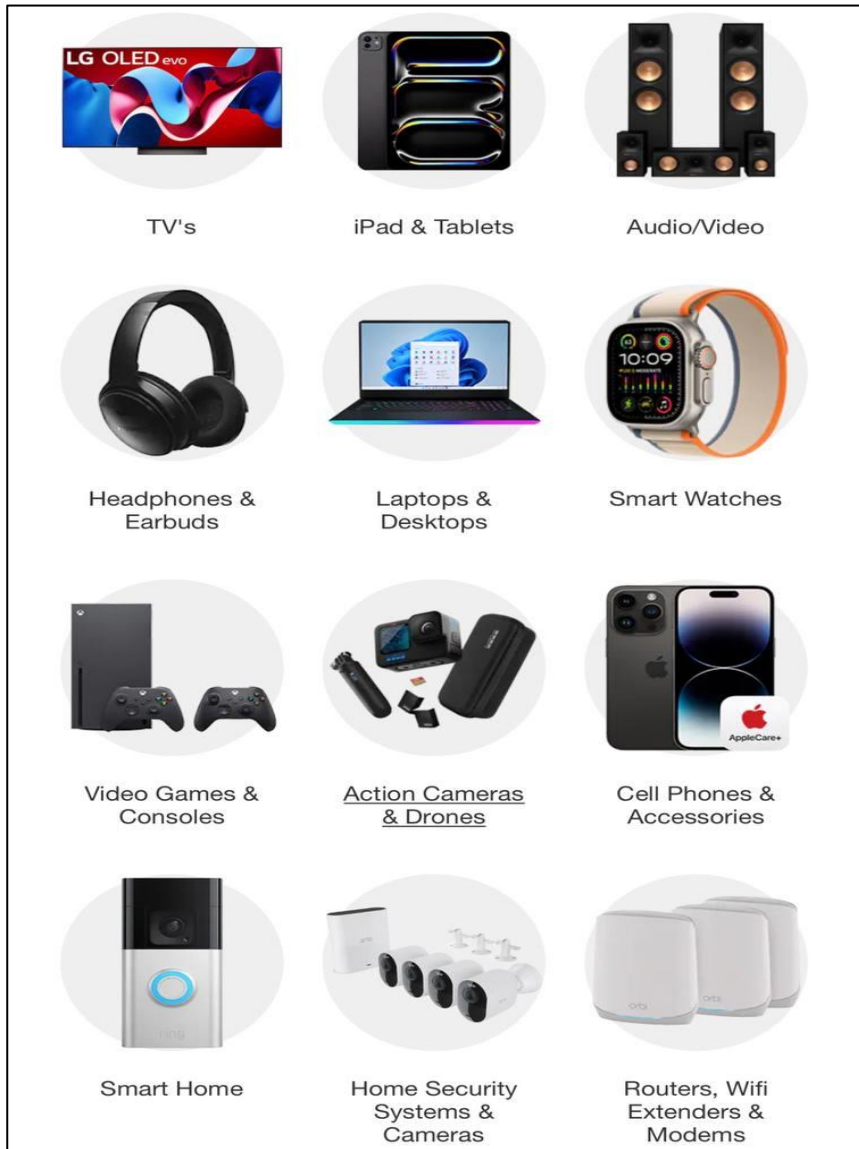
ចំនួនជិតមួយភាគបីនៃការលក់របស់ក្រុមហ៊ុន និងលើសពីកំណើននៃការលក់រួមរបស់ Costco ។ គោលបំណងនៃម៉ាកយីហោ Kirkland នេះគឺដើម្បីផ្តល់ជូននូវផលិតផលដែលមានគុណភាពមានម៉ាកយីហោក្នុងតម្លៃបញ្ចុះតម្លៃ។

រូបភាពទី២.៩៖ ផលិតផលមានស្លាកសញ្ញា Kirkland



- គ្រឿងទេស៖ មានដូចជា បន្លែ ផ្លែឈើ ភេសជ្ជៈ សាច់គ្រប់ប្រភេទ (មាន គោ ជ្រូក ត្រី គ្រឿងសមុទ្រ ជាដើម) ម្សៅ នំ នំចំណី និងមានអាហារកក និងអាហារចំអិនស្រាប់ដែលរៀបរយខ្ពស់ត្រូវនិងមានទំនិញជាច្រើនទៀត។ (ពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី៥)
- គ្រឿងអេឡិចត្រូនិច៖ Costco មានដាក់លក់ទំនិញអេឡិចត្រូនិចច្រើនប្រភេទនិងមានទៅតាមម៉ាកយីហោធំៗដូចជា SAMSUNG LG SONY និងម៉ាកផ្សេងៗទៀត ដែលឧបករណ៍ទាំងនោះមានដូចជា ទូរទស្សន៍ ទូរស័ព្ទ កុំព្យូទ័រ កាមេរ៉ាសុវត្ថិភាព និងឧបករណ៍ផ្សេងទៀតហើយក៏មានទៅតាមទំហំតូចធំតាមតម្រូវការអតិថិជនផងដែរ។

រូបភាពទី២.១០៖ ផលិតផលអេឡិចត្រូនិច



- អាហារដ្ឋាន៖ សម្រាប់អាហារក្នុងហាង Costco មានដូចជា ភីហ្សា ហតដក ប៊ីហ្គី សាឡាដ និងបង្កែមដូចជា កាវ៉ែម និងទឹកក្រឡកនិងភេសជ្ជៈជាដើម។ អ្វីដែលល្អជាងគេនោះគឺហតដកព្រោះវាមានតម្លៃថោកត្រឹមតែ ១.៩៩ដុល្លា និង មានដុតតម្លៃត្រឹមតែ ៥.៩៩ដុល្លា តែប៉ុណ្ណោះ។ ភាពល្អល្អាញរបស់ Costco មានការចូលរួមមួយចំណែក ដោយសារម្ហូបនៅអាហារដ្ឋានមានតម្លៃសមរម្យដែលជាហេតុអោយអតិថិជនមួយចំនួនចូលជាសមាជិក Costco ដើម្បីទទួលបាននូវអត្ថប្រយោជន៍នេះ។

រូបភាពទី២.១១៖ តម្លៃមាន់ដុតក្នុង Costco



២.៧.២ សេវាកម្ម

ក្រៅពីទំនិញដែលក្រុមហ៊ុន Costco លក់នៅក្នុង Costco Wholesale ហើយ Costco ក៏មានការផ្តល់ជាសេវាកម្មច្រើនទៀតដែលផ្តល់ដោយក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធរបស់ខ្លួនដល់សមាជិកខ្លួនផងដែរ។ ក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធរបស់ Costco ដែលផ្តល់ជាសេវាកម្មមានដូចជា Costco Travel, Costco Insurance Agency, Innoval, Costco Gasoline ជាដើម។<sup>40</sup> សេវាកម្មរបស់ Costco (អាចពិនិត្យមើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី៦)

សេវាកម្មសំខាន់ៗមួយចំនួនដែលផ្តល់ដោយក្រុមហ៊ុន Costco មានដូចខាងក្រោម៖

- សេវាកម្ម Concierge៖ Costco ផ្តល់សេវាកម្ម "concierge" ឥតគិតថ្លៃដល់សមាជិកដែលទិញគ្រឿងអេឡិចត្រូនិក ដើម្បីជួយឆ្លើយសំណួរទាក់ទងនឹងការដំឡើង ការប្រើប្រាស់ និងជៀសវាងសក្តានុពលនៃការដូរទំនិញត្រឡប់វិញ មូលហេតុមិនយល់ច្បាស់ពីរបៀបប្រើប្រាស់ផលិតផល។
- Costco Optical៖ ជាប់ចំណាត់ថ្នាក់ជាក្រុមហ៊ុនអុបទិកធំជាងគេទីប្រាំនៅសហរដ្ឋអាមេរិក គិតត្រឹមឆ្នាំ ២០១៥។ មានអ្នកជំនាញផ្នែកភ្នែកប្រចាំការដែលធ្វើការនៅទីតាំង Costco រួមទាំងផ្តល់សេវាកម្មពិនិត្យដល់អ្នកជំងឺទោះបីជាពួកគេគ្មានកាតសមាជិកភាព Costco ក៏ដោយ។
- Costco Travel៖ ជាក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធ Costco ដែលផ្តល់សេវាកម្មរៀបចំដំណើរកំសាន្តដែលផ្តល់នូវជម្រើសគោលដៅទេសចរណ៍កំពូលល្បីៗនៅជុំវិញពិភពលោក មានសណ្ឋាគារ នាវា

<sup>40</sup> <https://www.costco.com/services.html> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

ទេសចរណ៍ រថយន្តជួល និងផលិតផលទេសចរណ៍ផ្សេងៗទៀត ដែលក្រុមហ៊ុនធានាបានថាអតិថិជនខ្លួនទទួលបានបទពិសោធន៍វិស្វកម្មកាលប្រកបដោយគុណភាព។<sup>41</sup> Costco Travel បានបណ្តុះបណ្តាលបុគ្គលិកឱ្យក្លាយជាអ្នកជំនាញទេសចរណ៍ដែលអាចផ្តល់ការប្រឹក្សាដល់អតិថិជនបានទាំងក្នុងការរៀបចំផែនការ និងការកក់ដំណើរកំសាន្ត។

រូបភាពទី២.១២៖ សេវាកម្មរៀបចំដំណើរកំសាន្ត



- ធានារ៉ាប់រង Costco៖ ចំពោះធានារ៉ាប់រង Costco ត្រូវបានគ្រប់គ្រងដោយក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធ ដែលផ្តល់នូវធានារ៉ាប់រងច្រើនប្រភេទដល់អតិថិជនដូចជា ធានារ៉ាប់រងរថយន្តនិងផ្ទះ ធានារ៉ាប់រងសុខភាពអាជីវកម្ម ធានារ៉ាប់រងអាយុជីវិត ធានារ៉ាប់រងសត្វចិញ្ចឹមជាដើម។<sup>42</sup>
  - ធានារ៉ាប់រងរថយន្ត ពេលកញ្ចប់ឡានប្រេះ ឬមានគ្រោះថ្នាក់ចរាចរណ៍ធានារ៉ាប់រងនឹងធ្វើការជួសជុលដោយមិនការចំណាយបន្ថែម និងមានសេវាកម្មជំនួយអូសរថយន្តសម្រាប់សមាជិកកាតខ្មៅ។
  - ធានារ៉ាប់រងសុខភាពអាជីវកម្ម សំដៅលើធានារ៉ាប់រងសុខភាពសម្រាប់បុគ្គលិករបស់អាជីវកម្មមួយទៅលើសុខភាពមាត់ធ្មេញ ភ្នែក អាយុជីវិតនិងការធានារ៉ាប់រងលើពិការភាព។
  - ធានារ៉ាប់រងអាយុជីវិត ជួយផ្តល់នូវសុវត្ថិភាពហិរញ្ញវត្ថុដល់មនុស្សជាទីស្រឡាញ់នៅពេលអ្នកទទួលមរណភាព។

<sup>41</sup> <https://www.costcotravel.com/Info/About-Costco-Travel> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

<sup>42</sup> <https://www.costco.com/services.html> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

- ធានារ៉ាប់រងសត្វចិញ្ចឹម ជាធានារ៉ាប់រងដែលការចំណាយលើពេទ្យសត្វទាក់ទងនឹងគ្រោះថ្នាក់ឬជំងឺដែលមិនស្មានដល់។ វាធានារ៉ាប់រងលើសង្គ្រោះបន្ទាន់ វះកាត់ បញ្ហាជង្គង់ បញ្ហាពីកំណើត និងបានធានារ៉ាប់រងលើបញ្ហាផ្សេងៗទៀត។
- Costco Innovel ៖ ផ្តល់នូវសេវាកម្មដឹកជញ្ជូនរាល់ទំនិញដែលអតិថិជនធ្វើការជាពីក្រុមហ៊ុន Costco ក្នុងនោះមានរួមទាំងសម្ភារៈផ្ទះធំៗ គ្រឿងសង្ហារឹម ពូក ទូរទស្សន៍ ឧបករណ៍ហាត់ប្រាណ និងទំនិញផ្សេងៗទៀតដែលធ្វើអោយអតិថិជនកាន់តែមានភាពងាយស្រួលមិនលំបាកក្នុងការដឹកជញ្ជូនពេលទិញនូវទំនិញដែលមានទំហំធំៗដោយខ្លួនឯង។
- Costco Gasoline ៖ ជាសេវាកម្មផ្តល់ប្រេងឥន្ធនៈដែលប្រេងឥន្ធនៈមានតម្លៃសមរម្យ ហើយប្រេងឥន្ធនៈមានម៉ាកយីហោ Kirkland Fuel នឹងមានអ្នកប្រចាំការសម្រាប់អតិថិជនមានបញ្ហា និងរក្សាអនាម័យ។

រូបភាពទី២.១៣៖ សេវាកម្មផ្តល់ប្រេងឥន្ធនៈ



### ២.៨ ការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

ក្រុមហ៊ុន Costco ជាក្រុមហ៊ុនដែលមានចំណាត់ថ្នាក់លេខបីក្នុងចំណោមក្រុមហ៊ុនចែកចាយជាច្រើន ដោយមានការចូលរួមមួយចំណែកធំដោយសារការជ្រើសរើសនិងប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារដ៏ខ្លាំងក្លា ជាហេតុធ្វើអោយក្រុមហ៊ុន Costco មានភាពជោគជ័យក្នុងវិស័យនេះ។ យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារដែលក្រុមហ៊ុន Costco ដាក់ចេញបានអោយខ្លួនអាចឈរជើងប្រកួតប្រជែងយ៉ាងស្វិតស្វាញជាមួយក្រុមហ៊ុនធំៗពីផ្សេងទៀតគឺក្រុមហ៊ុន Walmart និង Amazon ។



ក្រុមហ៊ុន Costco បានធ្វើប្រតិបត្តិការតាមរយៈបណ្តាញជាង ៨០០ ឃ្លាំងនៅទូទាំងពិភពលោក ហើយ វាត្រូវបានគេស្គាល់ដោយការប្តេជ្ញាចិត្តរបស់ក្រុមហ៊ុនចំពោះតម្លៃទាប ផលិតផលដែលមានគុណភាពខ្ពស់ និង សេវាកម្មអតិថិជនដ៏ល្អឥតខ្ចោះ។ ក្រុមហ៊ុន Costco បានធ្វើការប្រតិបត្តិការទៅលើយុទ្ធសាស្ត្រដូចជា៖

- យុទ្ធសាស្ត្រម៉ូដែលអាជីវកម្ម
- យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារចម្រុះ

**២.៨.១ យុទ្ធសាស្ត្រម៉ូដែលអាជីវកម្ម**

យុទ្ធសាស្ត្រម៉ូដែលអាជីវកម្មសំខាន់ៗរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានបួនគឺ៖ កម្មវិធីសមាជិកភាព ការ គ្រប់គ្រងការផ្គត់ផ្គង់និងតម្រូវការដោយប្រើប្រាស់បរិមាណនៃការលក់ ដឹកនាំលើការចំណាយ និងម៉ូដែលនៃការ លក់។

❖ កម្មវិធីសមាជិក៖ មានន័យថាដើម្បីទិញទំនិញនៅហាង Costco អតិថិជនត្រូវតែជាសមាជិក វិធី សាស្ត្រមួយបែបទៀតដែលអតិថិជនអាចបញ្ជាទិញទំនិញបាន ពួកគេត្រូវតែទិញប័ណ្ណសាច់ប្រាក់ Costco ដើម្បីទិញទំនិញ និងទទួលបានតម្លៃដែល Costco ផ្តល់ជូន។ ម៉ូដែលអាជីវកម្មជាទម្រង់ សមាជិកភាពរបស់ Costco ពិតជាមានប្រសិទ្ធភាព ដោយសារវាបានបង្កើតប្រាក់ចំណេញបាន រហូតដល់ ៧៥% ដែលពួកគេមិនចាំបាច់ចំណាយទៅកន្លែងផ្សេងដែលមិនចាំបាច់។ កម្មវិធី សមាជិកភាពរបស់ Costco មិនផ្តល់ហានិភ័យដល់អតិថិជនទេ ផ្ទុយមកវិញវាថែមទាំងផ្តល់នូវអត្ថ ប្រយោជន៍ដ៏អស្ចារ្យដល់អតិថិជនផងដែរ។ លើសពីនេះអ្នកប្រើប្រាស់អាចស្នើសុំការបង្វិលសង វិញ ប្រសិនបើពួកគេមិនពេញចិត្តនឹងសេវាកម្មរបស់ Costco ។<sup>43</sup> ក្នុងការប្រើប្រាស់យុទ្ធសាស្ត្រនេះ ធ្វើឱ្យមានអត្ថប្រយោជន៍ចំពោះ Costco ។

- ដោយសារ Costco កំណត់តម្លៃជាក់លាក់ក្នុងការចូលជាសមាជិកភាព សម្រាប់ប្រភេទ សមាជិកភាពនីមួយៗនេះធានាបានការបង់ប្រាក់ជាមុនពីអ្នកប្រើប្រាស់យ៉ាងច្រើន។ ថ្លៃ សមាជិកភាពក៏ធានាលំហូរសាច់ប្រាក់គ្មានទីបញ្ចប់ដោយមិនបានរងការរំខានពីស្ថានភាពទីផ្សារ។
- ដោយសារអតិថិជនបង់ថ្លៃសមាជិកភាពទុកជាមុន ធ្វើឱ្យពួកគេចង់ទិញទំនិញនៅហាង Costco នៅពេលដែលពួកគេត្រូវការអ្វីមួយ។ នេះជួយអោយ Costco ធានាបាននូវលំហូរ ប្រាក់ចំណូលអចិន្ត្រៃយ៍ ការរក្សាអតិថិជន និងទទួលបានអតិថិជនស្មោះត្រង់និងប្រតិបត្តិ ការអាជីវកម្មឡើងវិញ។

<sup>43</sup> <https://buildd.co/marketing/costco-marketing-strategy> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

- ❖ ការគ្រប់គ្រង ការផ្គត់ផ្គង់និងតម្រូវការដោយប្រើប្រាស់បរិមាណការលក់៖ Costco អាចលក់ផលិតផលរបស់ខ្លួនជាចំនួនច្រើនក្នុងតម្លៃទាប ដើម្បីរក្សាអតិថិជនគ្រប់រូបនិងការចាប់អារម្មណ៍របស់ពួកគេទៅលើ Costco ។ ដោយសារ Costco លក់ទំនិញបែបជាការលក់ដុំ នោះតម្រូវឱ្យមានការស្តុកទុកទំនិញច្រើន ដើម្បីផ្គត់ផ្គង់តម្រូវការដែលធ្វើឱ្យមានសមាមាត្រអត្រាសារពើភ័ណ្ឌបានលក់មានន័យថាចំនួនថ្ងៃដែល Costco ត្រូវការដើម្បីលក់ផលិតផលនៅពេលដែលពួកគេយកវាពីរោងចក្រ។ Costco មានអត្រាសារពើភ័ណ្ឌបានលក់ចេញមានរយៈពេលតិចជាងដប់ថ្ងៃ។ នេះមានន័យថាផលិតផលនឹងអស់ពីផ្ទៃក្នុងរយៈពេលដប់ថ្ងៃបន្ទាប់ពីលទ្ធកម្មពីក្រុមហ៊ុនផលិត។
- ❖ ដឹកនាំលើការចំណាយ៖ Costco ធ្វើការបញ្ចុះតម្លៃច្រើនៗ និងអត្រាលក់ផលិតផលបានកាន់តែប្រសើរជាងដៃគូប្រកួតប្រជែង នេះអាចដោយសារមូលហេតុពីរ ទីមួយ Costco យកផលិតផលដោយផ្ទាល់ពីរោងចក្រហើយ Costco យកប្រាក់ចំណេញចេញពីការលក់តិចជាងមុន ដើម្បីផ្តល់អ្នកប្រើប្រាស់នូវតម្លៃទាបបំផុត។ ទីពីរ Costco មានភាពជាដៃគូកិច្ចសន្យាជាមួយរោងចក្រ ដែល Costco ធ្វើបរិមាណលក់ដ៏ធំដល់រោងចក្រ ជាលទ្ធផលរោងចក្រផ្តល់ចំនួនទំនិញបន្ថែមនេះជួយឱ្យ Costco ទិញនិងលក់ផលិតផលក្នុងអត្រាតម្លៃទាបជាងដៃគូប្រកួតប្រជែង។
- ❖ គំរូនៃការលក់៖ ច្បាប់របស់ក្រុមហ៊ុនមួយចែងថាគ្មានទំនិញណាអាចត្រូវបានកំណត់លើសពី ១៤% លើថ្លៃដើម ហើយគ្មានទំនិញមានម៉ាក Kirkland អាចត្រូវបានកំណត់លើសពី ១៥% លើថ្លៃដើមទេ។ គំរូនៃការលក់របស់ Costco គឺផ្តោតលើប្រភេទទំនិញមានកំណត់ ទោះបីជាផលិតផលប្រើប្រាស់មានច្រើនប្រភេទក៏ Costco យកតែមួយឬពីរប្រភេទនៃផលិតផលដូចគ្នា ហើយព្យាយាមលក់ឯកតាក្នុងបរិមាណកាន់តែខ្ពស់ក្នុងតម្លៃទាប។ ជាហេតុដែលឃ្នាំង Costco ធម្មតាអាចផ្ទុកផលិតផលបាន ៣៧០០ ផ្សេងគ្នាខណៈពេលដែល Walmart Supercenter ជាធម្មតាផ្ទុកផលិតផលប្រហែល ១៤០០០០។

**២.៨.២ យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារចម្រុះ**

យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារចម្រុះរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ផ្តោតលើការគ្រប់គ្រងសារពើភ័ណ្ឌប្រកបដោយប្រសិទ្ធភាព ការដាក់ស្លាកយីហោឯកជន និងការលក់បរិមាណខ្ពស់។ នេះជារបៀបដែលយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារ Costco ត្រូវបានរចនាឡើងលើ 4Ps ៖

- ❖ ផលិតផល៖ ក្រុមហ៊ុន Costco ចូលទីផ្សារមានផលិតផលដោយផ្តោតលើប្រជាប្រិយភាព និងតម្លៃដែលផ្តល់ឱ្យក្នុងការចែកចាយនៅលើទីផ្សារ។ ក្រុមហ៊ុន Costco Wholesale ប្រើយុទ្ធសាស្ត្រសមាជិកភាពក្នុង

ហាង Costco Wholesale ដែលសមាជិកនៃក្រុមហ៊ុន Costco Wholesale មានអាទិភាពក្នុងការទិញ ផលិតផលជាច្រើនប្រភេទក្នុងតម្លៃទាប។ អ្នកអាចទិញសមាជិកភាពធម្មតាដែលមានតម្លៃ ៦០ ដុល្លារ ឬ សមាជិកភាពប្រតិបត្តិដែលមានតម្លៃ ១២០ ដុល្លារ។ ឥឡូវនេះក្រុមហ៊ុនមានទំនិញជិត ៣៣០នៅកម្រិត ឯកជនដែលស្មើនឹងជិត ១៥% នៃប្រាក់ចំណូលសរុប។ ផលិតផលសំខាន់ៗនៅក្នុង Costco មានដូចជា អាហារ គ្រឿងសង្ហារឹម គ្រឿងអេឡិចត្រូនិច តន្ត្រី គ្រឿងអលង្ការ សំលៀកបំពាក់ ឱសថ ស្រានិង ផលិតផលផ្សេងៗជាច្រើនប្រភេទ លើសពីនេះទៀត Costco ក៏ផ្តល់ជាសេវាកម្មមានដូចជា សេវាកម្ម អចលនទ្រព្យ ធានារ៉ាប់រងផ្ទះនិងថយន្ត សេវាកម្មបញ្ជាំនិងសេវាកម្មផ្សេងទៀត។

- ❖ តម្លៃ៖ ទោះបីជាក្រុមហ៊ុន Costco ផ្តោតលើការផ្តល់នូវបទពិសោធន៍ដ៏មានតម្លៃដល់អតិថិជន និងបាន ជួលកម្លាំងពលកម្មយ៉ាងច្រើនក៏ដោយ វានូវតែអាចផ្តល់ជូននូវផលិតផល និងសេវាកម្មរបស់ខ្លួនក្នុងតម្លៃ ទាប។ Costco មិនមានយុទ្ធសាស្ត្រតែមួយដើម្បីទាក់ទាញអតិថិជនថ្មីក្នុងតម្លៃទាបនោះទេ ក្រុមហ៊ុនមាន កេរ្តិ៍ឈ្មោះក្នុងចំណោមអ្នកប្រើប្រាស់ សម្រាប់អត្ថប្រយោជន៍ផ្សេងទៀតជាមួយផលិតផល និងសេវាកម្ម Costco ក៏ផ្តល់នូវមុខម្ហូបហ្វឹកដូចជា Hot Dog នៅក្នុងអាហារដ្ឋានផងដែរ រួមទាំងមានការផ្តល់ការ បញ្ចុះតម្លៃ និងគុប៉ងជាញឹកញាប់ដល់អតិថិជនរបស់ខ្លួន។ ប្រព័ន្ធកំណត់តម្លៃរបស់ Costco គឺផ្អែកលើ លក្ខខណ្ឌទីផ្សារគឺតម្រូវការនិងការផ្គត់ផ្គង់។ យុទ្ធសាស្ត្រកំណត់តម្លៃបានធ្វើឱ្យអតិថិជនទិញផលិតផល ដែលមិនសូវស្គាល់ក្នុងពេលបញ្ចុះតម្លៃ ជាលទ្ធផលនៅពេលដែលអតិថិជនពេញចិត្តដូចគ្នាពីផលិតផល ដែលមិនសូវពេញនិយមក្នុងតម្លៃទាប អតិថិជនចាប់ផ្តើមទិញកាន់តែច្រើនតម្លៃថោកហើយការលក់កើន ឡើងដោយស្វ័យប្រវត្តិ។<sup>44</sup>
- ❖ ទីកន្លែង៖ ទីតាំងដើរតួនាទីយ៉ាងសំខាន់ព្រោះវាអនុញ្ញាតឱ្យអតិថិជនអាចពិនិត្យផលិតផលផ្ទាល់ដោយ Costco Wholesale មានជាង ៨០០ ឃ្លាំងនៅទូទាំងពិភពលោកដែលអាចឱ្យអតិថិជនគោលដៅដឹងថា ទីតាំង Costco មាននៅជិតពួកគេបំផុត។
- ❖ ការផ្សព្វផ្សាយ៖ យុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារក្នុងការផ្សព្វផ្សាយរបស់ Costco មិនមានភាពខ្លាំងក្លាទេបើប្រៀបធៀប ទៅនឹងដៃគូប្រកួតប្រជែងផ្សេងៗ។ ក្រុមហ៊ុន Costco ជឿជាក់ថាពួកគេមិនចាំបាច់ចំណាយប្រាក់លើការ ផ្សាយពាណិជ្ជកម្មម៉ាក Costco ឬការចូលជាសមាជិកភាពសាកល្បងឡើយដោយសារយុទ្ធសាស្ត្រអាជីវ កម្មរបស់ Costco ពួកគេបានបង្កើតនូវជំហរមួយថាខ្លួនស្ថិតនៅចំណុចកណ្តាលនៃការយកចិត្តទុកដាក់ ក្នុងចំណោមអតិថិជនខ្លួន។

<sup>44</sup> <https://buildd.co/marketing/costco-marketing-strategy> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៧ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

## ២.៩ ដៃគូប្រកួតប្រជែង

ចំពោះដៃគូប្រកួតប្រជែងធំៗនៅក្នុងទីផ្សារទំនិញចែកចាយដ៏មានការប្រកួតប្រជែងខ្លាំងនេះមានក្រុមហ៊ុន Walmart Inc. និងសហគ្រាស Target ។

- ក្រុមហ៊ុន Costco និងក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធរបស់ខ្លួន Costco ដំណើរការជាឃ្លាំងប្រើប្រាស់ដោយសមាជិក ភាពមានទំនិញប្រើប្រាស់ច្រើនប្រភេទត្រូវបានលក់ដុំ។ ទាំងម៉ាកយីហោ និងផលិតផលស្លាកយីហោឯក ជនត្រូវបានលក់ជាច្រើនប្រភេទទំនិញ។
- Walmart Inc. គឺជាដៃគូប្រកួតប្រជែងដ៏សំខាន់មួយរបស់ Costco ដែលប្រតិបត្តិការហាងលក់រាយទូទាំងពិភពលោកតាមរយៈផ្នែកចម្បងចំនួនបី៖ Walmart US, Walmart International និង Sam's Club ដែល Sam's Club ប្រហាក់ប្រហែលនឹងទម្រង់លក់របស់ Costco ដែរ។ ទោះជាយ៉ាងណាក៏ដោយក្រុមហ៊ុន Costco នៅតែស្ថិតក្នុងការប្រកួតប្រជែងដោយផ្ទាល់ជាមួយ Walmart និងក្រុមហ៊ុនបុត្រសម្ព័ន្ធរបស់ខ្លួន។
- សហគ្រាស Target គឺជាដៃគូប្រកួតប្រជែង Costco មួយផ្សេងទៀត និងជាអ្នកលក់រាយលើទំនិញទូទៅ ដែលធ្វើប្រតិបត្តិការមានតែនៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិចតែប៉ុណ្ណោះ។ Target ប្រើប្រាស់ទីតាំងសម្រាប់បម្រើសេវាកម្មដល់អតិថិជនដោយផ្ទាល់ និងការធ្វើពាណិជ្ជកម្មតាមអេឡិចត្រូនិកសម្រាប់ការលក់ទំនិញរបស់ខ្លួន។

ក្នុងចំណោមដៃគូប្រកួតប្រជែងទាំងអស់របស់ក្រុមហ៊ុន Costco ក្រុមហ៊ុន Walmart គឺជាដៃគូប្រកួតប្រជែងដ៏ធំបំផុតរបស់ Costco ដោយសារតែ Walmart មានទីតាំងទីផ្សារធំជាង Costco មានប្រាក់ចំណូលខ្ពស់ និងការបោះពុម្ពផ្សាយធំជាង។ ភាពខុសគ្នាដ៏សំខាន់បំផុតរវាង Costco និងដៃគូប្រកួតប្រជែងនោះគឺ មានតែសមាជិកប៉ុណ្ណោះដែលអាចទិញទំនិញនៅ Costco បានដែលអនុញ្ញាតឱ្យវាផ្តល់ជូននូវផលិតផលជាច្រើនក្នុងតម្លៃទាបជាងដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ខ្លួន។

# **ជំពូកទី៣**

## **ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន**

**Costco**

### ជំពូកទី៣

### ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

#### ៣.១ ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលដើម្បីព្យាករណ៍

នៅក្នុងការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco វិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) ត្រូវបានជ្រើសយកមកប្រើប្រាស់ដែលក្នុងនោះមានទិន្នន័យរយៈពេល ២១ឆ្នាំ ចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ យកមកធ្វើការព្យាករណ៍។

ដើម្បីអាចធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានប្រសិទ្ធភាព និងបានត្រឹមត្រូវ យើងគប្បីគោរពតាមជំហាននីមួយៗដូចខាងក្រោម ៖

- ១. ការប្រមូលទិន្នន័យតាមឆ្នាំនីមួយៗ
- ២. កំណត់ពីប្រភេទនៃទិន្នន័យ
- ៣. ធ្វើការព្យាករណ៍ទៅតាមប្រភេទម៉ូដែលនីមួយៗ
- ៤. គណនាលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ
- ៥. ប្រៀបធៀបទៅលើតម្លៃលម្អៀងនៃម៉ូដែលនីមួយៗ
- ៦. ធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អជាងគេផ្អែកលើតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលណាមួយតូចជាងគេប្រៀបធៀបនឹងម៉ូដែលដ៏ទៃមកធ្វើការព្យាករណ៍។

#### ៣.២ ទិន្នន័យនៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

ទិន្នន័យដែលយកមកសិក្សាបង្ហាញនិងប្រើប្រាស់ដើម្បីបកស្រាយ និងធ្វើការគណនាគឺបានដកស្រង់ចេញពីរបាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ក្រុមហ៊ុនដោយផ្ទាល់និងឆ្លងកាត់ការត្រួតពិនិត្យយ៉ាងល្អិតល្អន់រាល់ទិន្នន័យទាំងអស់។ ទិន្នន័យដែលបានប្រមូលយកមកធ្វើការព្យាករណ៍នេះស្ថិតក្នុងរយៈពេល ២១ ឆ្នាំចុងក្រោយ គិតចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ដែលមានទិន្នន័យជាប្រភេទ Time-Series Data មានដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៖ ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ ២០២៣

ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco		
Year	Revenue	Units
2003	43.86	Billion Dollar (\$)
2004	49.16	Billion Dollar (\$)
2005	54.29	Billion Dollar (\$)
2006	61.39	Billion Dollar (\$)
2007	66.05	Billion Dollar (\$)
2008	73.06	Billion Dollar (\$)
2009	72.32	Billion Dollar (\$)
2010	79.88	Billion Dollar (\$)
2011	91.30	Billion Dollar (\$)
2012	101.22	Billion Dollar (\$)
2013	106.45	Billion Dollar (\$)
2014	114.48	Billion Dollar (\$)
2015	116.55	Billion Dollar (\$)
2016	119.59	Billion Dollar (\$)
2017	132.73	Billion Dollar (\$)
2018	144.83	Billion Dollar (\$)
2019	154.67	Billion Dollar (\$)
2020	172.92	Billion Dollar (\$)
2021	203.08	Billion Dollar (\$)
2022	231.02	Billion Dollar (\$)
2023	245.65	Billion Dollar (\$)

ប្រភព៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco<sup>45</sup>

**៣.៣ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco**

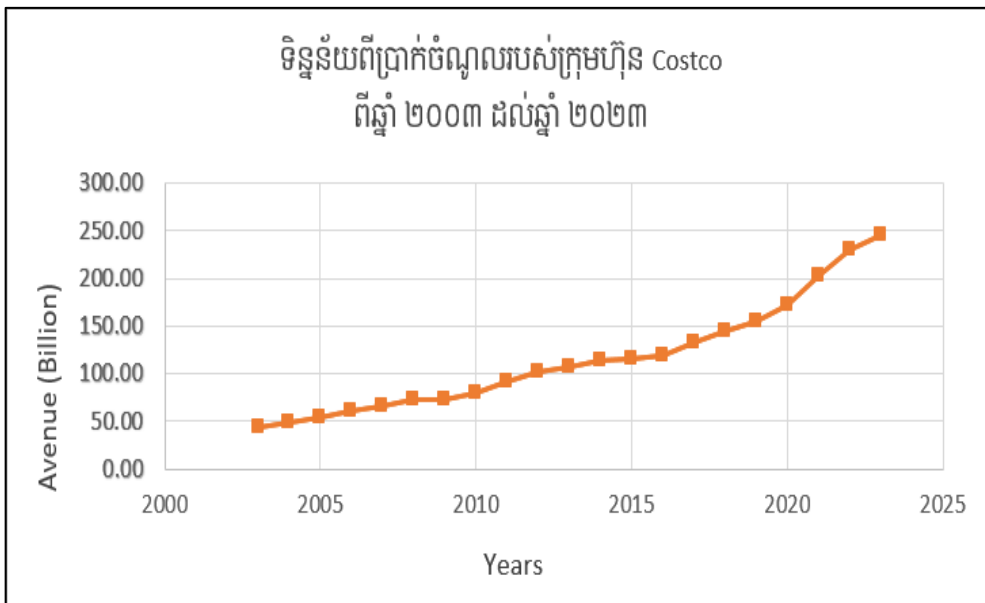
មុននឹងឈានចូលដល់ការធ្វើការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco ជាដំបូងត្រូវស្គាល់ពីប្រភេទទិន្នន័យជាមុនសិន។ ដូចនេះដើម្បីកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យនៅក្នុង Time Series Data មួយបាន យើងអាចធ្វើការកំណត់ទិន្នន័យតាមរយៈក្រាប តាមរយៈមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation និងតាមរយៈស្ថិតិពណ៌នា ដែលក្នុងការសិក្សានេះនឹងលើកយកការកំណត់ទិន្នន័យតាមរយៈក្រាប និងតាម Autocorrelation មកបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

<sup>45</sup> <https://companiesmarketcap.com/costco/revenue/> (ចូលមើលថ្ងៃទី០៩ ខែកក្កដា ឆ្នាំ២០២៤)

### ៣.៣.១ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រោម

តាមរយៈក្រាបខាងក្រោមនេះ គឺជាក្រាបដែលបង្ហាញពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ដែលសង្កេតឃើញមានលំនាំកើនឡើងជាលំដាប់ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ។ ប្រភេទទិន្នន័យ Trend ជាទិន្នន័យរបស់ Time Series Data ដែលបម្រែបម្រួលមានការកើនឡើងឬថយចុះ ដូចនេះយើងកំណត់បានថាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco គិតចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ជាប្រភេទទិន្នន័យ Trend ដោយសារចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនមានបម្រែបម្រួលកើនឡើងដែលនាំឱ្យវាជាទិន្នន័យប្រភេទ Upward Linear Trend ។

រូបភាពទី៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈការបង្ហាញខាងលើ អំពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ សង្កេតឃើញថា នៅចន្លោះឆ្នាំ២០០៣ រហូតដល់ឆ្នាំ២០០៨ ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានសភាពឡើងជាលំដាប់ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ ប៉ុន្តែនៅក្នុងឆ្នាំ២០០៩ ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនមានការធ្លាក់ចុះបន្តិច ហើយវាបានបន្តកើនឡើងជាលំដាប់រហូតដល់ឆ្នាំ២០២៣។ បើសង្កេតមើលទៅលើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនក្នុងចន្លោះឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ ២០០៥ និងឆ្នាំ ២០១៤ ដល់ឆ្នាំ ២០១៦ ប្រាក់ចំណូលបានកើនឡើងបន្តិចម្តងៗ ហើយចាប់ពីឆ្នាំ ២០១៧ ដល់ឆ្នាំ ២០២៣ ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនបានកើនឡើងគួរឱ្យកត់សម្គាល់ ជាពិសេសនៅចន្លោះឆ្នាំ ២០១៩ និងឆ្នាំ ២០២៣ ដែលជាឆ្នាំដែលពិភពលោកជួបបញ្ហារ៉ុសកូវីដ-១៩។



**៣.៣.២ ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation**

ក្នុងការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យក្រៅពីការកំណត់តាមរយៈក្រាបហើយ គេក៏អាចប្រើប្រាស់មេគុណទំនាក់ទំនងដើម្បីយកមកកំណត់ផងដែរ។ មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Coefficient Function (ACF) គឺជាវិធីសាស្ត្រមួយក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រដទៃទៀតដែលត្រូវបានយកមកសិក្សាប្រភេទទិន្នន័យ ដោយធ្វើឡើងតាមរយៈរូបមន្ត និងប្រើប្រាស់តាមកម្មវិធី Minitab ។

រូបមន្តមេគុណទំនាក់ទំនងមានដូចខាងក្រោម៖

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad k = 0, 1, 2, \dots$$

ដែល  $r_k$  ជាមេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ Lag នៃគម្លាតអំឡុងពេល  $k$

$\bar{Y}$  ជាមធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time Series

$Y_t$  ជាតម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល  $t$

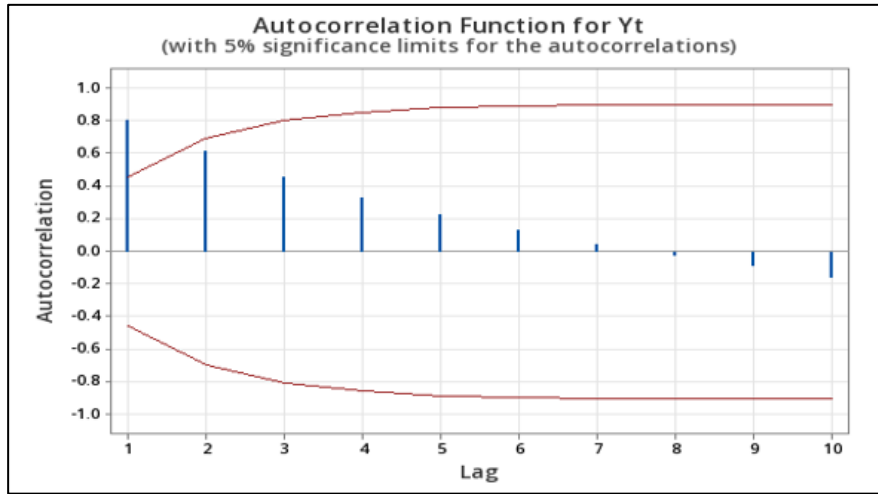
$Y_{t-k}$  ជាតម្លៃសង្កេតមុនរយៈពេល  $t$  ចំនួន  $k$  ដង ឬ នៅរយៈពេល  $t-k$

តារាងទី៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Function នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco

Autocorrelations			
Lag	ACF	T	LBQ
1	0.815525	3.74	16.06
2	0.624405	1.87	25.97
3	0.461495	1.2	31.69
4	0.339305	0.83	34.96
5	0.235572	0.56	36.63
6	0.140494	0.33	37.27
7	0.05181	0.12	37.36
8	-0.018224	-0.04	37.37
9	-0.084421	-0.2	37.66
10	-0.151248	-0.35	38.67

ប្រភព៖ Minitab Output

រូបភាពទី៣.២៖ ក្រាបបង្ហាញពីមេគុណទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco



ប្រភព៖ Minitab Output

ក្នុងតារាងទី ៣.២ និងរូបភាពទី ៣.២ ដែលបង្ហាញពីមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco សង្កេតឃើញថាមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation (ACF) រវាង  $Y_t$  និង  $Y_{t-k}$  ដែលស្ថិតនៅទីតាំងទី១ (Lag1) មានតម្លៃធំដែលតម្លៃខិតទៅជិត១ បញ្ជាក់ថាវាមានទំនាក់ទំនងខ្លាំង ប៉ុន្តែសង្កេតបន្តទៅលើទីតាំងទី២ (Lag2) ដែលមានតម្លៃទាបជាងទីតាំងទី១ (Lag1) នោះធ្វើអោយវាមានទំនាក់ទំនងខ្សោយជាងទីតាំងទី១ ហើយវានៅបន្តមានការធ្លាក់ចុះជាបន្តបន្ទាប់រហូត រហូតដល់តម្លៃខិតទៅជិតតម្លៃ០ នោះមានន័យថាជំហានវាមានទំនាក់ទំនងខ្លាំង បន្ទាប់មកមានទំនាក់ទំនងមធ្យមរួចបន្តទៅមានទំនាក់ទំនងខ្សោយរហូតដល់គ្មានទំនាក់ទំនង។ ក្នុងករណីដែលមានមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation (ACF) បង្ហាញដូចខាងលើយើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដែលប្រមូលបានជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend។

៣.៤ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈស្ថិតិពណ៌នា

ស្ថិតិពណ៌នា (Descriptive Statistic) គឺជាវិធីសាស្ត្រនៃការសង្ខេបព័ត៌មានដែលធ្វើការពណ៌នាពីសំណុំទិន្នន័យទាំងមូលដែលបានលើកយកមកសិក្សាលើប្តូរពុយឡាស្យុង (សកលស្ថិតិ) ឬ អេសង់ទីយ៉ុង (គំរូតាង)។ ស្ថិតិពណ៌នាបានបែងចែកជាអង្គការនៃទំនោរកណ្តាល និងរង្វាស់នៃការប្រែប្រួល។ ក្នុងការសិក្សានេះនឹងធ្វើការពណ៌នាទិន្នន័យតាមរយៈស្ថិតិពណ៌នាដោយប្រើប្រាស់ទាំងអង្គការនៃទំនោរកណ្តាល និងរង្វាស់នៃការប្រែប្រួលដែលមានដូចជា៖ មធ្យម មេដ្យាន គម្លាតស្តង់ដារ រ៉ាញ៉ង់ រីង គម្លាតគំរូស្តង់ដារ តម្លៃអតិបរមា និងតម្លៃអប្បបរមា។

តារាងទី៣.៣៖ ការពណ៌នាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣

ស្ថិតិពណ៌នា (Descriptive Statistic)	
Mean	115.93
Median	106.45
Standard Error	12.763
Standard Deviation	58.49
Sample Variance	3420.83
Range	201.79
Minimum	43.86
Maximum	245.65

ប្រភព៖ Excel Output

យោងទៅតាមតារាងទី ៣.៣ ដែលបង្ហាញពីលទ្ធផលនៃការប្រើប្រាស់ស្ថិតិពណ៌នាលើទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco យើងសង្កេតឃើញថា៖

- ក្នុងកំឡុងពេលពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ សង្កេតឃើញថាចំណូលប្រចាំឆ្នាំជាមធ្យមរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានចំនួន ១១៥.៩៣ ពាន់លានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក។
- នៅក្នុងរយៈពេល ២១ឆ្នាំចុងក្រោយពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ ចំណូលអតិបរមាខ្ពស់បំផុតដែលក្រុមហ៊ុន Costco អាចរកបានគឺមានចំនួន ២៤៥.៦៥ ពាន់លានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិកនៅក្នុងឆ្នាំ ២០២៣។ ចំណែកឯ ប្រាក់ចំណូលអប្បបរមាទាបបំផុតដែលក្រុមហ៊ុនអាចរកបានមានចំនួន ៤៣.៨៦ ពាន់លានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិកនៅក្នុងឆ្នាំ ២០០៣ ហើយមានមេដ្យាននៃចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុនមានចំនួន ១០៦.៤៥ ពាន់លានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិកនៅឆ្នាំ ២០១៣។
- ចាប់តាំងពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ ២០២៣ គម្លាតនៃប្រាក់ចំណូលអតិបរមាទៅចំណូលអប្បបរមារបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានចំនួន ២០១.៧៩ ពាន់លានដុល្លារសហរដ្ឋអាមេរិក។
- ទិន្នន័យក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំចុងក្រោយនេះដែរ មានគម្លាតគំរូស្តង់ដារចំនួន ៥៨.៤៩ និងមានវ៉ារ្យង់ចំនួន ៣៤២០.៨៣។

**៣.៥ ការព្យាករណ៍ពីចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ**

ការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) គឺមានជម្រើសម៉ូដែលជាច្រើនសម្រាប់យកមកធ្វើការព្យាករណ៍ដោយផ្អែកលើប្រភេទទិន្នន័យនីមួយៗ ហើយការប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលនីមួយៗទាមទារអោយអ្នកព្យាករណ៍ស្គាល់ពីប្រភេទទិន្នន័យជាមុនសិន ទើបអាចជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របបាន។ បន្ទាប់ពីធ្វើការវិភាគតាមការប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រខាងលើរួចមកហើយ ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco រយៈពេល២១ឆ្នាំចុងក្រោយនេះមានសណ្ឋានជាប្រភេទទិន្នន័យបែប Upward Linear Trend។ ដូចនេះហើយ ម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យប្រភេទ Trend មានដូចខាងក្រោម៖

- ❖ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)
- ❖ ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)
- ❖ ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)
- ❖ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)
- ❖ ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing (HES)
- ❖ ម៉ូដែល Time linear regression
- ❖ ម៉ូដែល Autoregressive (AR) Models

**៣.៥.១ ម៉ូដែល Absolute Change Model**

ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) គឺជាម៉ូដែលព្យាករណ៍មួយប្រភេទក្នុងចំណោមម៉ូដែលព្យាករណ៍ដទៃនៅក្នុងម៉ូដែល Naïve ដែលត្រូវបានគេប្រើជាញឹកញាប់ក្នុងការព្យាករណ៍អនុវត្តចំពោះទិន្នន័យប្រភេទ Trend។ ខាងក្រោមគឺជាការគណនាព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈម៉ូដែលនេះផ្ទាល់ដោយប្រើរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ ACM៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1})$$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ t ត្រូវយកចាប់ពី២ ធ្វើឱ្យការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ផ្តើមពីឆ្នាំទី៣

យើងបាន  $t = 2$  នោះ  $\hat{Y}_3 = Y_2 + (Y_2 - Y_1) = 49.16 + (49.16 - 43.86) = 54.46$

$t = 3$  នោះ  $\hat{Y}_4 = Y_3 + (Y_3 - Y_2) = 54.29 + (54.29 - 49.16) = 59.42$

$$t = 4 \quad \text{នោះ: } \hat{Y}_5 = Y_4 + (Y_4 - Y_3) = 61.39 + (61.39 - 54.29) = 68.49$$

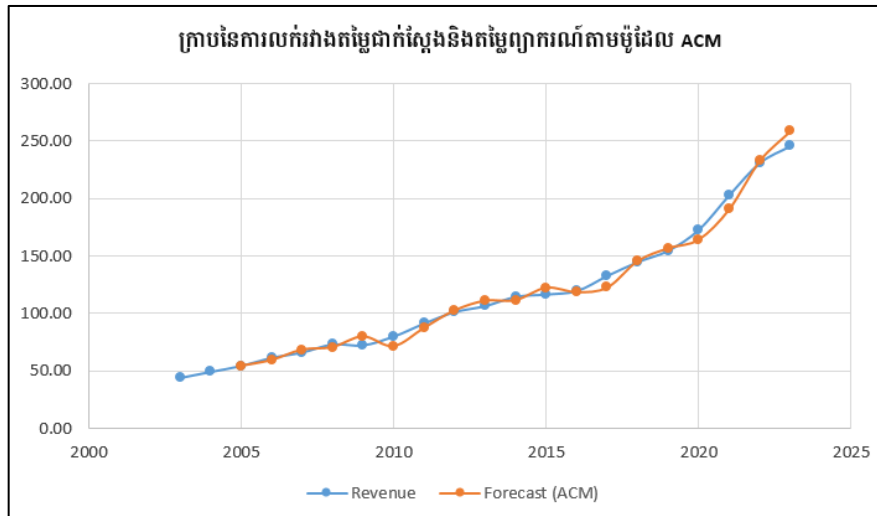
តាមរយៈការគណនាតាមរូបមន្តខាងលើ យើងទាញបានតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមរយៈម៉ូដែល ACM

ការព្យាករណ៍ចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco							
Year	Revenue $Y_t$	Forecast: $\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1})$	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t / Y_t$	$ e_t  / Y_t$
2003	43.86						
2004	49.16						
2005	54.29	54.46	-0.17	0.17	0.03	0.00	0.00
2006	61.39	59.42	1.97	1.97	3.88	0.03	0.03
2007	66.05	68.49	-2.44	2.44	5.95	-0.04	0.04
2008	73.06	70.71	2.35	2.35	5.52	0.03	0.03
2009	72.32	80.07	-7.75	7.75	60.06	-0.11	0.11
2010	79.88	71.58	8.30	8.30	68.89	0.10	0.10
2011	91.30	87.44	3.86	3.86	14.90	0.04	0.04
2012	101.22	102.72	-1.50	1.50	2.25	-0.01	0.01
2013	106.45	111.14	-4.69	4.69	22.00	-0.04	0.04
2014	114.48	111.68	2.80	2.80	7.84	0.02	0.02
2015	116.55	122.51	-5.96	5.96	35.52	-0.05	0.05
2016	119.59	118.62	0.97	0.97	0.94	0.01	0.01
2017	132.73	122.63	10.10	10.10	102.01	0.08	0.08
2018	144.83	145.87	-1.04	1.04	1.08	-0.01	0.01
2019	154.67	156.93	-2.26	2.26	5.11	-0.01	0.01
2020	172.92	164.51	8.41	8.41	70.73	0.05	0.05
2021	203.08	191.17	11.91	11.91	141.85	0.06	0.06
2022	231.02	233.24	-2.22	2.22	4.93	-0.01	0.01
2023	245.65	258.96	-13.31	13.31	177.16	-0.05	0.05

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមគឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល ACM តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
4.84	38.46	0.004	0.04	6.20

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.២ ម៉ូដែល Relative Change Model

ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ជាម៉ូដែលមួយប្រភេទទៀតក្នុងចំណោមម៉ូដែលព្យាករណ៍នៅក្នុងម៉ូដែល Naïve ដែលត្រូវបានគេប្រើជាក្នុងការព្យាករណ៍ចំពោះទិន្នន័យប្រភេទ Trend ។ ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវបានអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ RCM៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ  $t$  ត្រូវយកចាប់ពី២ ធ្វើឱ្យការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ផ្តើមពីឆ្នាំទី៣

យើងបាន  $t = 2$  នៅ:  $\hat{Y}_3 = Y_2 \times \frac{Y_2}{Y_1} = 49.16 \times \frac{49.16}{43.86} = 55.10$

$t = 3$  នៅ:  $\hat{Y}_4 = Y_3 \times \frac{Y_3}{Y_2} = 54.29 \times \frac{54.29}{49.16} = 59.96$

$t = 4$  នៅ:  $\hat{Y}_5 = Y_4 \times \frac{Y_4}{Y_3} = 61.39 \times \frac{61.39}{54.29} = 69.42$

-----

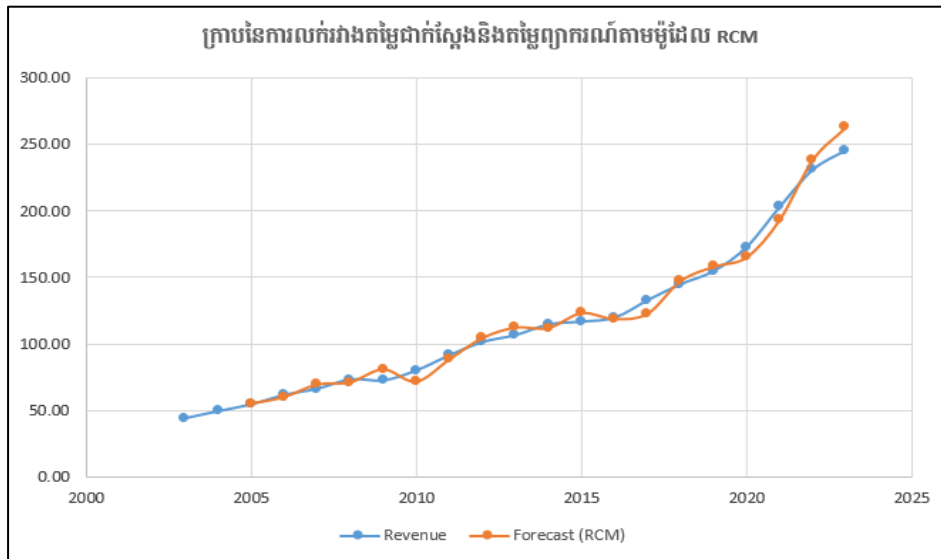
តាមរយៈការគណនាខាងលើយើងទាញបានតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី ៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល RCM

ការព្យាករណ៍ចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco							
Year	Revenue	Forecast: $\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}}$	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t / Y_t$	$ e_t  / Y_t$
2003	43.86						
2004	49.16						
2005	54.29	55.10	-0.81	0.81	0.66	-0.01	0.01
2006	61.39	59.96	1.43	1.43	2.06	0.02	0.02
2007	66.05	69.42	-3.37	3.37	11.35	-0.05	0.05
2008	73.06	71.06	2.00	2.00	3.99	0.03	0.03
2009	72.32	80.81	-8.49	8.49	72.15	-0.12	0.12
2010	79.88	71.59	8.29	8.29	68.77	0.10	0.10
2011	91.30	88.23	3.07	3.07	9.42	0.03	0.03
2012	101.22	104.35	-3.13	3.13	9.81	-0.03	0.03
2013	106.45	112.22	-5.77	5.77	33.27	-0.05	0.05
2014	114.48	111.95	2.53	2.53	6.40	0.02	0.02
2015	116.55	123.12	-6.57	6.57	43.11	-0.06	0.06
2016	119.59	118.66	0.93	0.93	0.87	0.01	0.01
2017	132.73	122.71	10.02	10.02	100.41	0.08	0.08
2018	144.83	147.31	-2.48	2.48	6.17	-0.02	0.02
2019	154.67	158.03	-3.36	3.36	11.31	-0.02	0.02
2020	172.92	165.18	7.74	7.74	59.93	0.04	0.04
2021	203.08	193.32	9.76	9.76	95.19	0.05	0.05
2022	231.02	238.50	-7.48	7.48	55.96	-0.03	0.03
2023	245.65	262.80	-17.15	17.15	294.26	-0.07	0.07

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមគឺជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល RCM តាមរយៈការគណនាខាងលើទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
5.49	46.58	-0.004	0.04	6.83

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.៣ ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)

ដើម្បីគណនាកម្មវិធីនេះជាដំបូងតម្រូវឱ្យគណនាកម្មវិធីលំដាប់ទី១ Moving Average ( $M_t$ ) សិនបន្ទាប់មកត្រូវគណនាកម្មវិធីលំដាប់ទី២ Moving Average ( $M'_t$ )។ ការព្យាករណ៍លើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) មានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ DMA៖

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$



ក្នុងការសិក្សានេះ នឹងធ្វើការលើកយកមធ្យមរំកិលលំដាប់៣ នោះ (k = 3) មកប្រើប្រាស់ធ្វើការព្យាករណ៍ ដែលមានជំហានក្នុងការគណនាដូចខាងក្រោម៖

❖ ជំហានទី១ : រកមធ្យមរំកិលទី១ Moving Average ( $M_t$ ) លំដាប់៣

តាមរូបមន្ត 
$$M_t = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2}}{3} \quad \text{ឬ} \quad M_t = \text{Average} (Y_t, Y_{t-1}, Y_{t-2})$$

យក  $t = 3$  :  $M_3 = \text{Average}(Y_3, Y_2, Y_1) = 49.10$

$t = 4$  :  $M_4 = \text{Average}(Y_4, Y_3, Y_2) = 54.95$

$t = 5$  :  $M_5 = \text{Average}(Y_5, Y_4, Y_3) = 60.58$

-----

❖ ជំហានទី២ : រកមធ្យមរំកិលទី១ Moving Average ( $M'_t$ ) លំដាប់៣

តាមរូបមន្ត 
$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2}}{3} \quad \text{ឬ} \quad M'_t = \text{Average} (M_t, M_{t-1}, M_{t-2})$$

យក  $t = 5$  :  $M'_5 = \text{Average} (M_5, M_4, M_3) = 54.88$

$t = 6$  :  $M'_6 = \text{Average} (M_6, M_5, M_4) = 60.79$

$t = 7$  :  $M'_7 = \text{Average} (M_7, M_6, M_5) = 65.96$

-----

❖ ជំហានទី៣ : គណនាមេគុណសមីការ  $a_t$  និង  $b_t$

តាមរូបមន្ត 
$$a_t = 2M_t - M'_t$$

យក  $t = 5$  :  $a_5 = 2M_5 - M'_5 = 2 \times 60.58 - 54.88 = 66.28$

$t = 6$  :  $a_6 = 2M_6 - M'_6 = 2 \times 66.83 - 60.79 = 72.87$

$t = 7$  :  $a_7 = 2M_7 - M'_7 = 2 \times 70.48 - 65.96 = 75$

-----

តាមរូបមន្ត  $b_t = \frac{2}{k-1}(M_t - M'_t)$

យក  $t = 5 : b_5 = \frac{2}{3-1}(M_5 - M'_5) = 60.58 - 54.88 = 5.70$

$t = 6 : b_6 = \frac{2}{3-1}(M_6 - M'_6) = 66.83 - 60.79 = 6.05$

$t = 7 : b_7 = \frac{2}{3-1}(M_7 - M'_7) = 70.48 - 65.96 = 4.52$

-----

❖ ជំហានទី៤: ការព្យាករណ៍

តាមរូបមន្ត  $\hat{Y}_{t+1} = a_t + b_t$

យក  $t = 5 : \hat{Y}_6 = a_5 + b_5 = 66.28 + 5.70 = 71.98$

$t = 6 : \hat{Y}_7 = a_6 + b_6 = 72.87 + 6.05 = 78.93$

$t = 7 : \hat{Y}_8 = a_7 + b_7 = 75 + 4.52 = 79.51$

-----

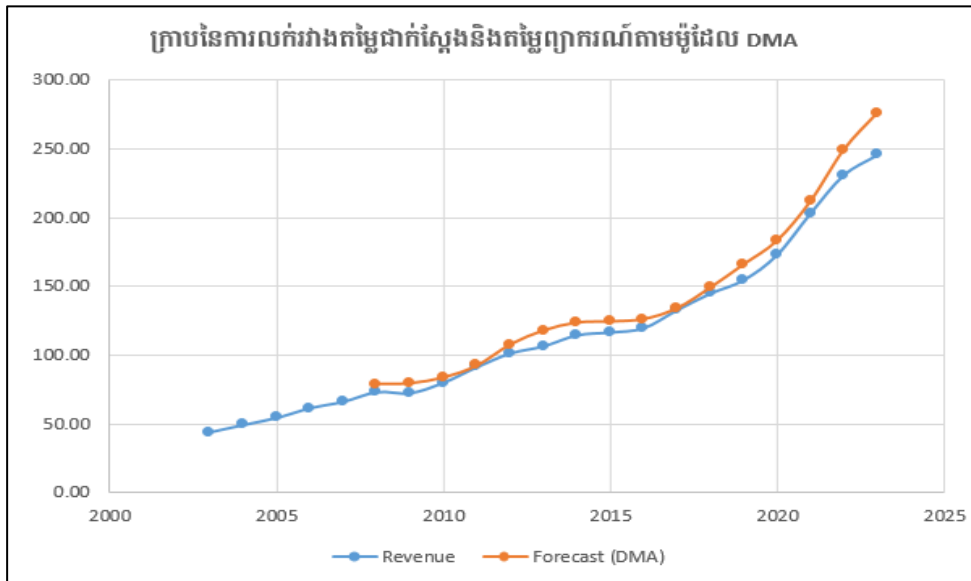
តាមរយៈការគណនាតាមរូបមន្តខាងលើ យើងទាញបានតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.៨៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល DMA

ការព្យាករណ៍ពីចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco											
Year	Revenue	$M_t$	$M'_t$	$a_t$	$b_t$	Forecast	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t/Y_t$	$ e_t /Y_t$
2003	43.86										
2004	49.16										
2005	54.29	49.10									
2006	61.39	54.95									
2007	66.05	60.58	54.88	66.28	5.70						
2008	73.06	66.83	60.79	72.88	6.05	71.98	1.08	1.08	1.17	0.01	0.01
2009	72.32	70.48	65.96	74.99	4.51	78.93	-6.61	6.61	43.68	-0.09	0.09
2010	79.88	75.09	70.80	79.37	4.29	79.51	0.37	0.37	0.14	0.00	0.00
2011	91.30	81.17	75.58	86.76	5.59	83.66	7.64	7.64	58.34	0.08	0.08
2012	101.22	90.80	82.35	99.25	8.45	92.35	8.87	8.87	78.74	0.09	0.09
2013	106.45	99.66	90.54	108.77	9.12	107.70	-1.25	1.25	1.56	-0.01	0.01
2014	114.48	107.38	99.28	115.49	8.10	117.89	-3.41	3.41	11.61	-0.03	0.03
2015	116.55	112.49	106.51	118.48	5.98	123.59	-7.04	7.04	49.56	-0.06	0.06
2016	119.59	116.87	112.25	121.50	4.62	124.46	-4.87	4.87	23.70	-0.04	0.04
2017	132.73	122.96	117.44	128.47	5.52	126.12	6.61	6.61	43.69	0.05	0.05
2018	144.83	132.38	124.07	140.70	8.31	133.99	10.84	10.84	117.55	0.07	0.07
2019	154.67	144.08	133.14	155.01	10.94	149.01	5.66	5.66	32.06	0.04	0.04
2020	172.92	157.47	144.64	170.30	12.83	165.95	6.97	6.97	48.55	0.04	0.04
2021	203.08	176.89	159.48	194.30	17.41	183.13	19.95	19.95	397.96	0.10	0.10
2022	231.02	202.34	178.90	225.78	23.44	211.71	19.31	19.31	372.88	0.08	0.08
2023	245.65	226.58	201.94	251.23	24.65	249.22	-3.57	3.57	12.73	-0.01	0.01

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល DMA តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.៩៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DMA

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
7.13	80.87	0.020	0.05	8.99

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.៤ ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)

ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) ជាម៉ូដែលដែលត្រូវបានយកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងការព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend ក្នុង Time Series។ ការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវប្រព្រឹត្តទៅតាមរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ DES៖

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$$

មុននឹងឈានចូលធ្វើការព្យាករណ៍ម៉ូដែល DES ដំបូងត្រូវសន្មត់យកមេគុណ  $\alpha$  ( $\alpha = 0.6$ ) ជា បណ្តោះអាសន្នសិន បន្ទាប់មកទៀតធ្វើការព្យាករណ៍រួចហើយយើងនឹងកំណត់  $\alpha$  ណាដែលធ្វើឲ្យលម្អៀង MAD កាន់តែតូចដើម្បីយកមកធ្វើការព្យាករណ៍លើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន។ ក្នុងការរកតម្លៃ  $\alpha$  ដែលត្រឹមត្រូវទាមទារឱ្យ ប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការក្នុងកម្មវិធី Excel។ (ពិនិត្យមើលឧបសម្ព័ន្ធទី ៧ ដែលបង្ហាញពីរបៀបកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta )

តារាងទី៣.១០៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha

Microsoft Excel 16.0 Answer Report  
Worksheet: [Forecasting Thesis 2023-2024.xlsx]DES  
Report Created: 8/2/2024 4:59:11 AM  
Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

**Solver Engine**  
Engine: GRG Nonlinear  
Solution Time: 0.063 Seconds.  
Iterations: 0 Subproblems: 0

**Solver Options**  
Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001, Use Automatic Scaling  
Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Forward, Require Bounds  
Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$I\$28	MAD	5.47	5.47

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$F\$27	Alpha	0.6	0.6	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$F\$27	Alpha	0.6	\$F\$27<=1	Not Binding	0.4
\$F\$27	Alpha	0.6	\$F\$27>=0	Not Binding	0.6

ប្រភព៖ Excel Output

តាមតារាងទី៣.១០ ដែលបានកំណត់ពីតម្លៃ Alpha ដើម្បីរកតម្លៃ  $\alpha$  មួយល្អដែលអាចធ្វើអោយលម្អៀង MAD កាន់តែតូច។ ដោយសារជាដំបូងយើងបានកំណត់តម្លៃ  $\alpha = 0.6$  ក្រោយពីធ្វើការរកតម្លៃ  $\alpha$  ថ្មីតាមប្រតិបត្តិការ Solver ក្នុងកម្មវិធី Excel រួចមកហើយ សង្កេតឃើញថាតម្លៃលម្អៀង MAD គឺ 5.47 ដែលវានៅលើដដែលគ្មានការប្រែប្រួល ដូចនេះអាចសន្មត់បានថា តម្លៃ  $\alpha$  ដែលសមស្របក្នុងការយកទៅព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES គឺតម្លៃ  $\alpha = 0.6$  ។ ក្នុងការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) តម្រូវអោយធ្វើការគណនាតាមជំហានដូចខាងក្រោម៖

ចំណាំ៖ ម៉ូដែល DES មានលក្ខខណ្ឌសន្មត់ដំបូងគឺ  $S_1 = Y_1$  និង  $S'_1 = S_1$

❖ ជំហានទី១៖ គណនា Exponential Smoothing ទីមួយ

តាមរូបមន្ត  $S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$

យក  $t = 2$  នោះ  $S_2 = 0.6Y_2 + (1 - 0.6)S_1 = 47.04$

-----

❖ ជំហានទី២៖ គណនា Exponential Smoothing ទីពីរ

តាមរូបមន្ត  $S'_t = \alpha S_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$

យក  $t = 2$  នោះ  $S'_2 = 0.6S_2 + (1 - 0.6)S'_1 = 45.77$

-----

❖ ជំហានទី៣៖ រកមេគុណនៃសមីការលីនេអ៊ែរ (Coefficient of Linear Equation)

តាមរូបមន្ត  $a_t = 2S_t - S'_t$

យក  $t = 1$  នោះ  $a_1 = 2S_1 - S'_1 = 43.86$

$t = 2$  នោះ  $a_2 = 2S_2 - S'_2 = 48.31$

-----

តាមរូបមន្ត  $b_t = \frac{\alpha}{1-\alpha}(S_t - S'_t)$

យក  $t = 1$  នោះ  $b_1 = \frac{0.6}{1-0.6}(S_1 - S'_1) = 0$

$t = 2$  នោះ  $b_2 = \frac{0.6}{1-0.6}(S_2 - S'_2) = 1.91$

-----

❖ ជំហានទី៤៖ ការព្យាករណ៍

តាមរូបមន្ត  $\hat{Y}_{t+1} = a_t + b_t p$

ដែល  $p = 1$  ព្រោះចំនួនរយៈពេលព្យាករណ៍ទៅមុខមួយគ្រា

យក  $t = 1$  នោះ  $\hat{Y}_2 = a_1 + b_1 = 43.86$

$t = 2$  នោះ  $\hat{Y}_3 = a_2 + b_2 = 50.22$

-----

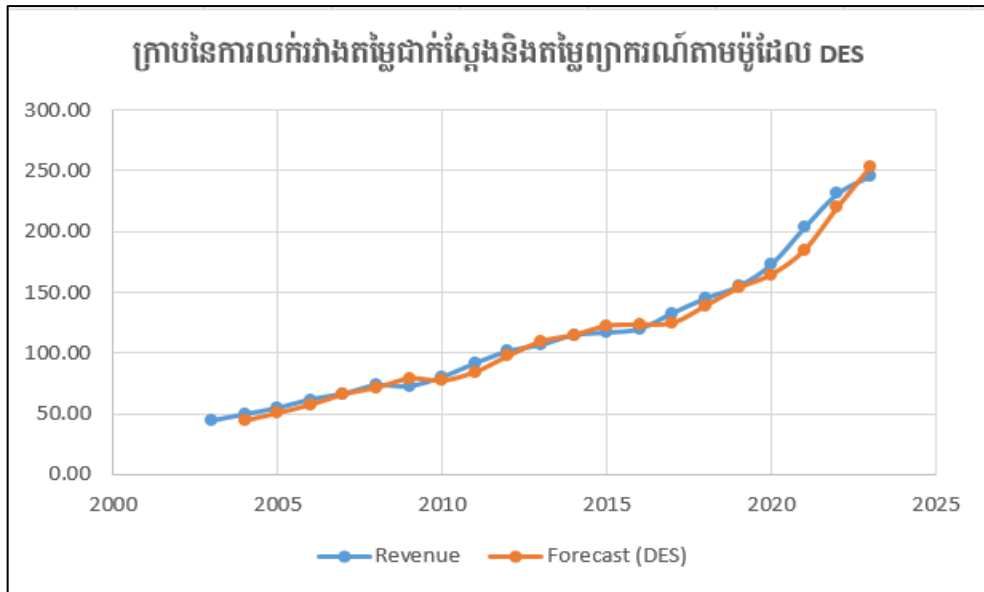
តាមរយៈការគណនាខាងលើ យើងទាញបានតារាងព្យាករណ៍ដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១១៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល DES

ការព្យាករណ៍ពីចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco											
Year	Revenue	$S_t$	$S'_t$	$a_t$	$b_t$	Forecast	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t/Y_t$	$ e_t /Y_t$
2003	43.86	43.86	43.86	43.86	0.00						
2004	49.16	47.04	45.77	48.31	1.91	43.86	5.30	5.30	28.09	0.11	0.11
2005	54.29	51.39	49.14	53.64	3.37	50.22	4.07	4.07	16.56	0.07	0.07
2006	61.39	57.39	54.09	60.69	4.95	57.01	4.38	4.38	19.17	0.07	0.07
2007	66.05	62.59	59.19	65.98	5.10	65.64	0.41	0.41	0.17	0.01	0.01
2008	73.06	68.87	65.00	72.74	5.81	71.08	1.98	1.98	3.91	0.03	0.03
2009	72.32	70.94	68.56	73.32	3.57	78.55	-6.23	6.23	38.85	-0.09	0.09
2010	79.88	76.30	73.21	79.40	4.64	76.88	3.00	3.00	8.98	0.04	0.04
2011	91.30	85.30	80.46	90.14	7.26	84.05	7.25	7.25	52.63	0.08	0.08
2012	101.22	94.85	89.10	100.61	8.63	97.40	3.82	3.82	14.63	0.04	0.04
2013	106.45	101.81	96.73	106.90	7.63	109.24	-2.79	2.79	7.79	-0.03	0.03
2014	114.48	109.41	104.34	114.49	7.61	114.52	-0.04	0.04	0.00	0.00	0.00
2015	116.55	113.69	109.95	117.44	5.61	122.10	-5.55	5.55	30.80	-0.05	0.05
2016	119.59	117.23	114.32	120.14	4.37	123.05	-3.46	3.46	11.99	-0.03	0.03
2017	132.73	126.53	121.65	131.42	7.33	124.51	8.22	8.22	67.54	0.06	0.06
2018	144.83	137.51	131.16	143.86	9.52	138.74	6.09	6.09	37.07	0.04	0.04
2019	154.67	147.81	141.15	154.46	9.98	153.37	1.30	1.30	1.68	0.01	0.01
2020	172.92	162.87	154.18	171.56	13.03	164.45	8.47	8.47	71.78	0.05	0.05
2021	203.08	187.00	173.87	200.12	19.69	184.60	18.48	18.48	341.54	0.09	0.09
2022	231.02	213.41	197.60	229.23	23.72	219.81	11.21	11.21	125.64	0.05	0.05
2023	245.65	232.75	218.69	246.82	21.10	252.95	-7.30	7.30	53.29	-0.03	0.03

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល DES តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.១២៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល DES

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
5.47	46.61	0.026	0.05	6.83

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.៥ ម៉ូដែល Holts' Method of Exponential Smoothing ( HES )

ម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing ( HES ) ជាម៉ូដែលដែលត្រូវបានយកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងការព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend ក្នុង Time Series ។ ការព្យាករណ៍ទៅលើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវប្រព្រឹត្តទៅតាមរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ HES៖

$$\hat{Y}_{t+p} = L_t + pT_t$$



មុននឹងឈានចូលធ្វើការព្យាករណ៍ម៉ូដែល HES ដំបូងត្រូវសន្មត់យកមេគុណ  $\alpha$  និង  $\beta$  ( $\alpha = 0.6, \beta = 0.8$ ) ជាបណ្តោះអាសន្នសិនបន្ទាប់មកទៀតធ្វើការព្យាករណ៍រួចហើយយើងនឹងកំណត់  $\alpha$  ណាដែលធ្វើឲ្យលម្អៀង MAD កាន់តែតូចដើម្បីយកមកធ្វើការព្យាករណ៍លើចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន។ ក្នុងការរកតម្លៃ  $\alpha$  និង  $\beta$  ដែលត្រឹមត្រូវទាមទារឱ្យប្រើប្រាស់ប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការក្នុងកម្មវិធី Excel។

តារាងទី៣.១៣៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta

Microsoft Excel 16.0 Answer Report  
 Worksheet: [Forecasting Thesis 2023-2024.xlsx]HES  
 Report Created: 8/2/2024 5:01:31 AM  
 Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

**Solver Engine**  
 Engine: GRG Nonlinear  
 Solution Time: 0.047 Seconds.  
 Iterations: 0 Subproblems: 0

**Solver Options**  
 Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001, Use Automatic Scaling  
 Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Forward, Require Bounds  
 Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$G\$28	Beta MAD	5.94	5.94

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$C\$27	Alpha	0.6	0.6	Contin
\$C\$28	Beta	0.8	0.8	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$C\$27	Alpha	0.6	\$C\$27<=1	Not Binding	0.4
\$C\$28	Beta	0.8	\$C\$28<=1	Not Binding	0.2
\$C\$27	Alpha	0.6	\$C\$27>=0	Not Binding	0.6
\$C\$28	Beta	0.8	\$C\$28>=0	Not Binding	0.8

ប្រភព៖ Excel Output

តាមតារាងទី៣.១៣ ខាងលើដែលបានបង្ហាញពីការកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta ដើម្បីរកតម្លៃ  $\alpha$  និង  $\beta$  មួយល្អដែលអាចធ្វើអោយលម្អៀង MAD កាន់តែតូច។ តាមការរក  $\alpha$  និង  $\beta$  តាមប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ Solver នៅក្នុង Excel យើងទទួលបានតម្លៃលម្អៀង MAD នៅលើដដែលគ្មានការប្រែប្រួល ដូចនេះអាចសន្មត់បានថា តម្លៃ  $\alpha$  និង  $\beta$  ដែលសមស្របក្នុងការយកទៅព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES គឺតម្លៃ  $\alpha = 0.6, \beta = 0.8$  ។ ក្នុងការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Holt's Method of Exponential Smoothing (HES) តម្រូវអោយធ្វើការគណនាតាមជំហានដូចខាងក្រោម៖

ចំណាំ៖ ម៉ូដែល HES មានលក្ខខណ្ឌសន្មត់ដំបូងគឺ  $L_1 = Y_1$  និង  $T_1 = 0$

❖ ជំហានទី ១ : គណនា Smoothing Level ( $L_t$ ) ដោយប្រើមេគុណ smoothing coefficient ( $\alpha$ )

តាមរូបមន្ត  $L_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$

យក  $t = 2$  នោះ  $L_2 = 0.6Y_2 + (1 - 0.6)(L_1 + T_1)$

$L_2 = 0.6 \times 49.16 + (1 - 0.6)(43.86 + 0) = 47.04$

$t = 3$  នោះ  $L_3 = 0.6Y_3 + (1 - 0.6)(L_2 + T_2)$

$L_3 = 0.6 \times 54.29 + (1 - 0.6)(47.04 + 2.54) = 52.41$

-----

❖ ជំហានទី ២ : គណនា Trend Level ( $T_t$ ) ដោយប្រើមេគុណ smoothing coefficient ( $\beta$ )

តាមរូបមន្ត  $T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$

យក  $t = 2$  នោះ  $T_2 = 0.8(L_2 - L_1) + (1 - 0.8)T_1$

$T_2 = 0.8(47.04 - 43.86) + (1 - 0.8)0 = 2.54$

$t = 3$  នោះ  $T_3 = 0.8(L_3 - L_2) + (1 - 0.8)T_2$

$T_3 = 0.8(52.41 - 47.04) + (1 - 0.8)2.54 = 4.80$

-----

❖ ជំហានទី ៣: ការព្យាករណ៍

តាមរូបមន្ត  $\hat{Y}_{t+1} = L_t + pT_t$

ដែល  $p=1$  ព្រោះចំនួនរយៈពេលព្យាករណ៍ទៅមុខមួយគ្រា

យក  $t = 1$  នោះ  $\hat{Y}_2 = L_1 + T_1$

$\hat{Y}_2 = 43.86 + 0 = 43.86$

$t = 2$  នោះ  $\hat{Y}_3 = L_2 + T_2$

$\hat{Y}_3 = 47.04 + 2.54 = 49.58$

$t = 3$  នោះ  $\hat{Y}_4 = L_3 + T_3$

$\hat{Y}_4 = 52.41 + 4.08 = 57.21$

-----

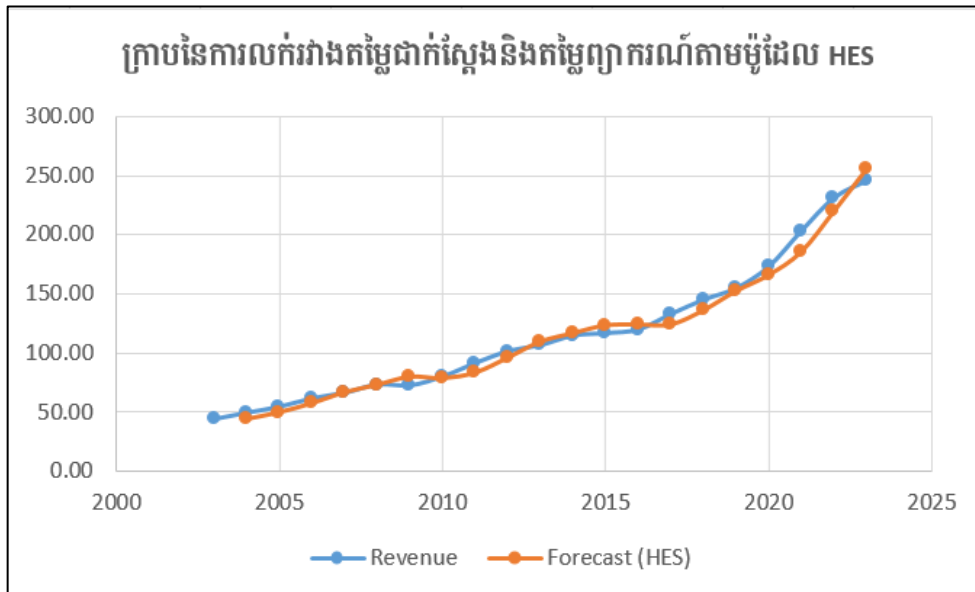
តាមរយៈការគណនាខាងលើ យើងទាញបានតារាងព្យាករណ៍ដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល HES

ការព្យាករណ៍ចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco									
Year	Revenue	$L_t$	$T_t$	Forecast:	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t / Y_t$	$ e_t  / Y_t$
2003	43.86	43.86	0.00						
2004	49.16	47.04	2.54	43.86	5.30	5.30	28.09	0.11	0.11
2005	54.29	52.41	4.80	49.58	4.71	4.71	22.15	0.09	0.09
2006	61.39	59.72	6.81	57.21	4.18	4.18	17.47	0.07	0.07
2007	66.05	66.24	6.58	66.53	-0.48	0.48	0.23	-0.01	0.01
2008	73.06	72.96	6.69	72.82	0.24	0.24	0.06	0.00	0.00
2009	72.32	75.26	3.17	79.66	-7.34	7.34	53.86	-0.10	0.10
2010	79.88	79.30	3.87	78.43	1.45	1.45	2.11	0.02	0.02
2011	91.30	88.05	7.77	83.17	8.13	8.13	66.13	0.09	0.09
2012	101.22	99.06	10.36	95.82	5.40	5.40	29.16	0.05	0.05
2013	106.45	107.64	8.94	109.42	-2.97	2.97	8.85	-0.03	0.03
2014	114.48	115.32	7.93	116.58	-2.10	2.10	4.40	-0.02	0.02
2015	116.55	119.23	4.71	123.25	-6.70	6.70	44.88	-0.06	0.06
2016	119.59	121.33	2.62	123.94	-4.35	4.35	18.96	-0.04	0.04
2017	132.73	129.22	6.84	123.96	8.77	8.77	76.97	0.07	0.07
2018	144.83	141.32	11.05	136.06	8.77	8.77	76.97	0.06	0.06
2019	154.67	153.75	12.15	152.37	2.30	2.30	5.30	0.01	0.01
2020	172.92	170.11	15.52	165.90	7.02	7.02	49.26	0.04	0.04
2021	203.08	196.10	23.90	185.63	17.45	17.45	304.37	0.09	0.09
2022	231.02	226.61	29.19	220.00	11.02	11.02	121.51	0.05	0.05
2023	245.65	249.71	24.32	255.80	-10.15	10.15	102.97	-0.04	0.04

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល HES តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.១៥៖ ការវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល HES

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
5.94	51.68	0.022	0.05	7.19

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.៦ ម៉ូដែល Time Linear Regression

ម៉ូដែល Time linear Regression ជាម៉ូដែលដែលប្រើសម្រាប់ទិន្នន័យជាសេរីលីនេអ៊ែរមានប្រភេទជា Trend។ ក្នុងម៉ូដែល Time linear Regression នេះមានលក្ខណៈខុសពីម៉ូដែលព្យាករណ៍មុនៗត្រង់ម៉ូដែលនេះបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងរវាងអថេរឯករាជ្យ (ពេលវេលា) និងអថេរអាស្រ័យ។ ដើម្បីអាចប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Time linear Regression ជាដំបូងត្រូវដឹងថាទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានទម្រង់ជា Linear ឬ Non-linear ។

ការព្យាករណ៍ដោយប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Time linear Regression ទៅលើទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវអនុវត្តតាមរូបមន្តខាងក្រោម៖

រូបមន្តសមីការបន្ទាត់នៃ Linear របស់ម៉ូដែល Time linear Regression ៖

$$\hat{Y} = b_0 + b_1X$$

$b_0$  : Coefficient of intercept ,  $b_1$  : Coefficient of time

❖ គណនា ( $b_1$ ) ដោយប្រើរូបមន្ត

$$b_1 = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum x)^2} = \frac{\sum(X - \bar{X})(Y - \bar{Y})}{\sum(X - \bar{X})^2}$$

❖ គណនា ( $b_0$ )ដោយប្រើរូបមន្ត

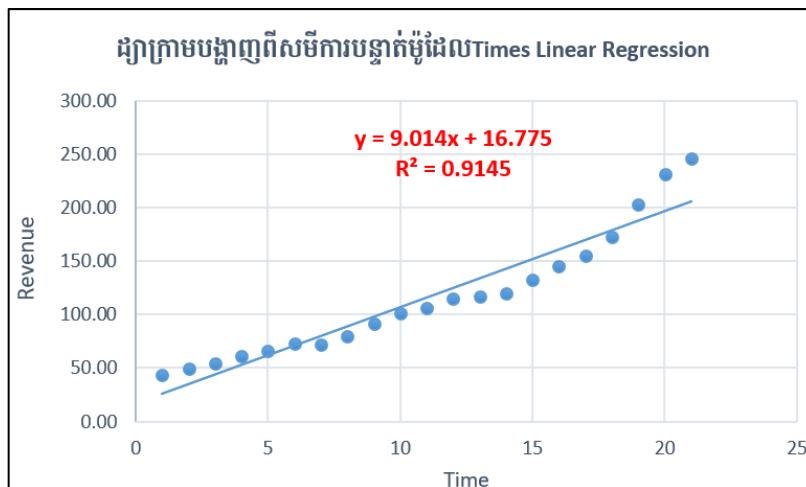
$$b_0 = \frac{\sum Y}{n} - \frac{b_1 \sum X}{n} = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$$

ក្រៅពីបានកំណត់សមីការបន្ទាត់នៃ Linear របស់ម៉ូដែល Time linear Regression រួចមក ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រ២បែបទៀតដែលអាចគណនារកសមីការម៉ូដែល Time linear Regression បានងាយស្រួល។

**៣.៥.៦.១ ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Scatter Diagram**

វិធីសាស្ត្រមួយក្នុងចំណោមវិធីសាស្ត្រទាំងពីរដែលបានលើកយកមកសិក្សានេះ គឺការគណនាសមីការ Time linear Regression តាមរយៈមុខងារ Scatter Diagram ក្នុងកម្មវិធី Excel ។

រូបភាពទី៣.៨៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Time linear Regression



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរូបភាពទី៣.៨ ខាងលើ បានបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Time linear Regression គឺ៖  
 $Y = 9.014x + 16.775$  ដែលមាន  $b_1 = 9.014$ ,  $b_0 = 16.775$  ។ ដោយសារ មេគុណ  $b_1 = 9.014$  ខុសពីសូន្យ  
 នាំឲ្យទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco មានសមីការទម្រង់ linear ។

**៣.៥.៦.២ ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Summary Output**  
 តារាងទី៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output តាមម៉ូដែល Time linear Regression

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.956271638							
R Square	0.914455446							
Adjusted R Square	0.909953101							
Standard Error	17.55094062							
Observations	21							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	62564.01064	62564.01064	203.1065	1.34953E-11			
Residual	19	5852.674817	308.0355167					
Total	20	68416.68546						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	16.77471429	7.941910295	2.112176248	0.048138	0.152105001	33.3973236	0.152105	33.3973236
Time t	9.013987013	0.632491996	14.2515432	1.35E-11	7.69016605	10.337808	7.69016605	10.337808

ប្រភព៖ Excel Output

តាមតារាងទី៣.១៦ ដែលបានបង្ហាញថាតម្លៃរបស់ Intercept ស្មើ 16.77471429 និង មេគុណពេល  
 វេលា (Time t) ស្មើ 9.013987013 ។

យើងមានសមីការ  $\hat{Y} = b_0 + b_1X$

នាំឱ្យ  $\hat{Y} = 16.77471429 + 9.013987013X$

បើ  $X = 1$  នោះ  $\hat{Y} = 16.77471429 + 9.013987013 \times 1 = 25.7887012$

$X = 2$  នោះ  $\hat{Y} = 16.77471429 + 9.013987013 \times 2 = 34.8026882$

$X = 3$  នោះ  $\hat{Y} = 16.77471429 + 9.013987013 \times 3 = 43.81667252$

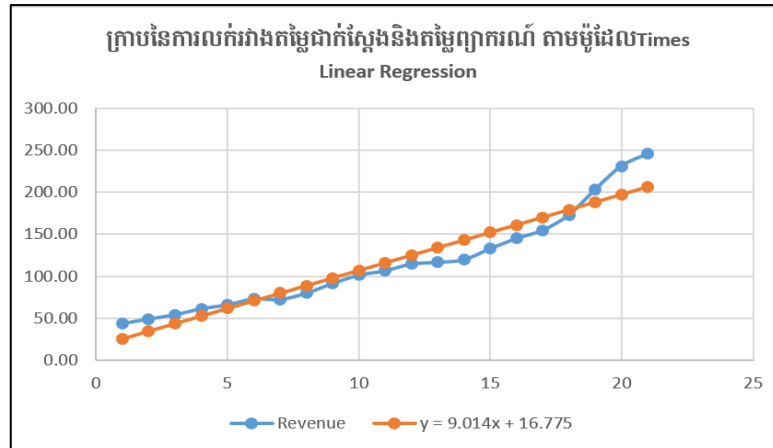
ក្រោយគណនាសមីការរួច បន្ទាប់ត្រូវជំនួសតម្លៃអថេរចូលសមីការដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ដោយទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៧៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល Time Linear Regression

ការព្យាករណ៍ចំណូលក្រុមហ៊ុន Costco								
Year	Time	Revenue	Forecast: $y = 9.014x + 16.775$	Error	$ e_t $	$e^2$	$e_t/Y_t$	$ e_t /Y_t$
2003	1	43.86	25.79	18.07	18.07	326.56	0.41	0.41
2004	2	49.16	34.80	14.36	14.36	206.12	0.29	0.29
2005	3	54.29	43.82	10.47	10.47	109.68	0.19	0.19
2006	4	61.39	52.83	8.56	8.56	73.26	0.14	0.14
2007	5	66.05	61.85	4.21	4.21	17.68	0.06	0.06
2008	6	73.06	70.86	2.20	2.20	4.84	0.03	0.03
2009	7	72.32	79.87	-7.55	7.55	57.05	-0.10	0.10
2010	8	79.88	88.89	-9.01	9.01	81.13	-0.11	0.11
2011	9	91.30	97.90	-6.60	6.60	43.57	-0.07	0.07
2012	10	101.22	106.92	-5.69	5.69	32.43	-0.06	0.06
2013	11	106.45	115.93	-9.48	9.48	89.85	-0.09	0.09
2014	12	114.48	124.94	-10.46	10.46	109.47	-0.09	0.09
2015	13	116.55	133.96	-17.41	17.41	303.00	-0.15	0.15
2016	14	119.59	142.97	-23.38	23.38	546.67	-0.20	0.20
2017	15	132.73	151.99	-19.26	19.26	370.76	-0.15	0.15
2018	16	144.83	161.00	-16.17	16.17	261.44	-0.11	0.11
2019	17	154.67	170.01	-15.34	15.34	235.41	-0.10	0.10
2020	18	172.92	179.03	-6.11	6.11	37.30	-0.04	0.04
2021	19	203.08	188.04	15.04	15.04	226.17	0.07	0.07
2022	20	231.02	197.06	33.97	33.97	1153.62	0.15	0.15
2023	21	245.65	206.07	39.58	39.58	1566.66	0.16	0.16

ប្រភពព័ត៌មាន៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៩៖ ក្រាបបង្ហាញចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍ម៉ូដែល Time Linear Regression



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល Time Linear Regression តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.១៨៖ វិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល Time Linear Regression

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
13.95	278.70	0.011	0.13	16.69

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៥.៧ ម៉ូដែល Autoregressive (AR)

ម៉ូដែល Autoregressive (AR) គឺសាកសមសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទៅលើទិន្នន័យ Time Series ដែលមានលំនាំទិន្នន័យ (Data Pattern) ផ្សេងគ្នាៗ ហើយជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលបន្សំលើនៃអ្វីនៃតម្លៃពីមុនអថេរឯករាជ្យព្យាករណ៍ ហើយមានច្រើនលំដាប់ (p) ដោយតម្លៃរបស់  $p \geq 1$ ។ ការកំណត់លំដាប់នៃ AR គឺត្រូវបានវិភាគទៅលើ Pattern នៃ Partial Autocorrelation Function (PACF) តាមរយៈកម្មវិធី Minitab។ ហេតុដូច្នេះហើយ ដើម្បីកំណត់លំដាប់នៃ AR ដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco យើងត្រូវធ្វើការគណនា និងវិភាគ PACF ជាមុនសិន។



**៣.៥.៧.១ ការកំណត់លំដាប់នៃម៉ូដែល AR តាម Partial Autocorrelation Function**

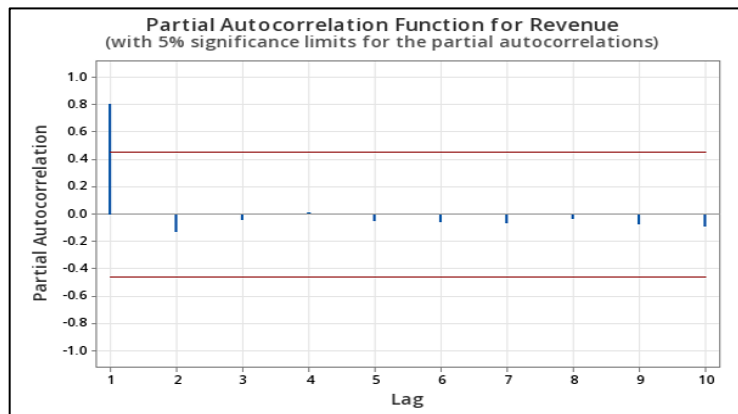
Partial Autocorrelation Function ( PACF ) ដែលត្រូវបានប្រើសម្រាប់បញ្ជាក់អំពីម៉ូដែល AR( $p$ ) ត្រូវ ជ្រើសរើស  $p$  ចំនួនប៉ុន្មាន និងត្រូវបានគណនាតាមការប្រើប្រាស់កម្មវិធី Minitab មានលទ្ធផលដូចតារាងខាង ក្រោម៖

តារាងទី៣.១៩៖ តារាងតម្លៃរបស់ Partial Autocorrelation Functions

Partial Autocorrelations		
Lag	PACF	T
1	0.815525	3.74
2	-0.121451	-0.56
3	-0.031884	-0.15
4	0.008043	0.04
5	-0.040493	-0.19
6	-0.054098	-0.25
7	-0.057861	-0.27
8	-0.026125	-0.12
9	-0.069303	-0.32
10	-0.081246	-0.37

ប្រភព៖Minitab

រូបភាពទី៣.១០៖ Partial Autocorrelation Functions (PACF)



ប្រភព៖Minitab

តាមរយៈលទ្ធផលខាងលើ មេគុណ PACF ដំបូងនៅ Lag 1 មានតម្លៃធំ ហើយនៅ Lag បន្តបន្ទាប់មេគុណ មានតម្លៃតូចៗខិតទៅរកសូន្យ ហើយមានតម្លៃក្រោមសូន្យ។ ដូចនេះ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាម៉ូដែល Autoregressive គឺមានលំដាប់ ១ AR(1)។

**៣.៥.៧.២ ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី១**

យោងតាមការបកស្រាយដោយប្រើប្រាស់មេត្រិក PACF សន្និដ្ឋានបានថា ទិន្នន័យនៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ជាម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់ទី១ AR(1) ដែលមានទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរតៗគ្នារវាងតម្លៃអថេរបច្ចុប្បន្ន  $Y_t$  និងតម្លៃអថេរអតីតកាលមុនបច្ចុប្បន្នមួយគ្រា  $Y_{t-1}$  ក្នុងទិន្នន័យ Time Series ។ រូបមន្ត Autoregressive model លំដាប់ទីមួយ AR (1) ៖

$$Y_t = b_0 + b_1 X + \varepsilon$$

ដែល  $\varepsilon = 0$

$b_0$ : Coefficient of Intercept                       $b_1$  : Coefficient of X variable ( $X = Y_{t-1}$ )

តារាងទី៣.២០៖ តារាងកំណត់តម្លៃ Y-lagged ក្នុងម៉ូដែល AR(1)

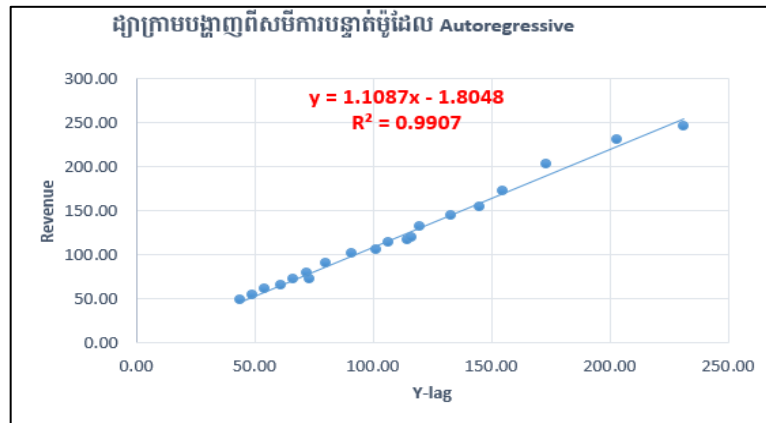
Year	Revenue	Lag 1
2003	43.86	
2004	49.16	43.86
2005	54.29	49.16
2006	61.39	54.29
2007	66.05	61.39
2008	73.06	66.05
2009	72.32	73.06
2010	79.88	72.32
2011	91.30	79.88
2012	101.22	91.30
2013	106.45	101.22
2014	114.48	106.45
2015	116.55	114.48
2016	119.59	116.55
2017	132.73	119.59
2018	144.83	132.73
2019	154.67	144.83
2020	172.92	154.67
2021	203.08	172.92
2022	231.02	203.08
2023	245.65	231.02

ប្រភព៖ Excel Output

$Y$  - lagged ( $Y_{t-1}$ ) ជាអថេរឯករាជ្យដែលបានមកពីតម្លៃនៃទិន្នន័យចំណូលឆ្នាំចាស់ ក្រោយពីស្គាល់អថេរឯករាជ្យចេញហើយ បន្ទាប់គឺធ្វើការគណនារកសមីការ Autoregressive ដោយប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រពីរយ៉ាងគឺ តាមរយៈ: Scatter Diagram និង Summary Output ។

១. ការគណនាសមីការម៉ូដែល Autoregressive តាមរយៈ: Scatter Diagram

រូបភាពទី៣.១១៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល AR (1)



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរូបភាពទី៣.១១ ខាងលើបង្ហាញថាសមីការរបស់ម៉ូដែល Autoregressive AR (1) គឺ៖  $Y = 1.1087x - 1.8048$  ដែលមាន  $b_0 = 1.8048$ ,  $b_1 = 1.1087$  ។

២. ការគណនាសមីការម៉ូដែល Autoregressive តាមរយៈ: Summary Output

តារាងទី៣.២១៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output តាមម៉ូដែល AR (1)

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.995339967							
R Square	0.990701651							
Adjusted R Square	0.990185076							
Standard Error	5.703084039							
Observations	20							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	62377.6595	62377.6595	1917.827461	9.67727E-20			
Residual	18	585.453016	32.52516755					
Total	19	62963.11252						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-1.804805771	3.05007808	-0.591724449	0.561394179	-8.212782035	4.603170493	-8.212782035	4.603170493
Y-lag	1.108680867	0.025316391	43.79300699	9.67727E-20	1.055493104	1.16186863	1.055493104	1.16186863

ប្រភព៖ Excel output

តាមតារាងទី៣.២១ ដែលបានបង្ហាញថាតម្លៃ R Square គឺ Y-lagged អាចពន្យល់ពីចំណូលនៅឆ្នាំ ទី (t)បាន 99.07%។

យើងមានសមីការ  $\hat{Y} = b_0 + b_1X$  នាំឱ្យ  $\hat{Y} = -1.804805771 + 1.108680867 x$

បើ  $X = 43.86$  នោះ  $\hat{Y} = -1.804805771 + 1.108680867 \times 43.86 = 46.8219367$

$X = 49.16$  នោះ  $\hat{Y} = -1.804805771 + 1.108680867 \times 49.16 = 52.6979453$

$X = 54.29$  នោះ  $\hat{Y} = -1.804805771 + 1.108680867 \times 54.29 = 58.3854581$

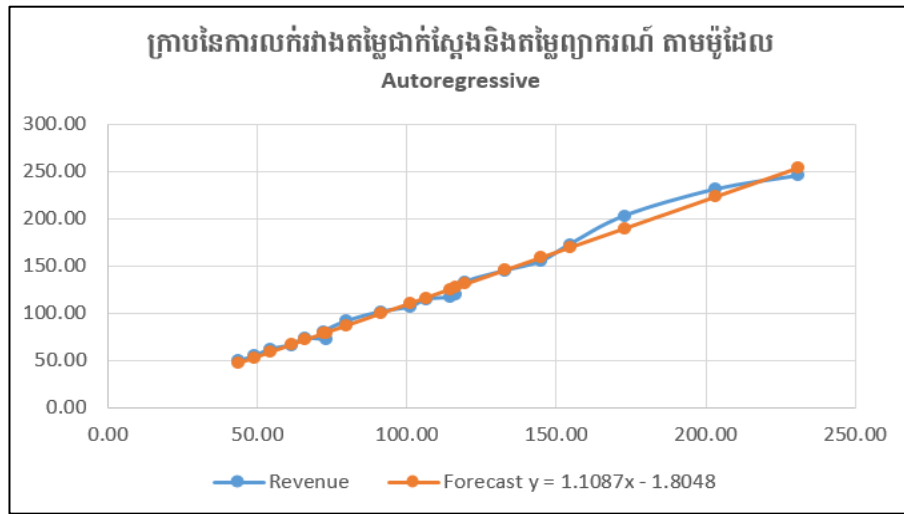
ក្រោយគណនាសមីការរួច បន្ទាប់ត្រូវជំនួសតម្លៃអថេរចូលសមីការដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ដោយទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.២២៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំក្រុមហ៊ុន Costcoតាមម៉ូដែល AR(1)

ការព្យាករណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំក្រុមហ៊ុន Costco								
Year	Y-lag	Revenue	Forecast: $y = 1.1087x - 1.8048$	Error	$ e_t $	$e_t^2$	$e_t/Y_t$	$ e_t /Y_t$
2004	43.86	49.16	46.82	2.34	2.34	5.46	0.05	0.05
2005	49.16	54.29	52.70	1.59	1.59	2.53	0.03	0.03
2006	54.29	61.39	58.39	3.00	3.00	9.02	0.05	0.05
2007	61.39	66.05	66.26	-0.21	0.21	0.04	0.00	0.00
2008	66.05	73.06	71.42	1.64	1.64	2.67	0.02	0.02
2009	73.06	72.32	79.20	-6.88	6.88	47.29	-0.10	0.10
2010	72.32	79.88	78.38	1.50	1.50	2.26	0.02	0.02
2011	79.88	91.30	86.76	4.54	4.54	20.63	0.05	0.05
2012	91.30	101.22	99.42	1.80	1.80	3.24	0.02	0.02
2013	101.22	106.45	110.42	-3.97	3.97	15.74	-0.04	0.04
2014	106.45	114.48	116.22	-1.74	1.74	3.01	-0.02	0.02
2015	114.48	116.55	125.12	-8.57	8.57	73.43	-0.07	0.07
2016	116.55	119.59	127.41	-7.82	7.82	61.22	-0.07	0.07
2017	119.59	132.73	130.78	1.95	1.95	3.78	0.01	0.01
2018	132.73	144.83	145.35	-0.52	0.52	0.27	0.00	0.00
2019	144.83	154.67	158.77	-4.10	4.10	16.80	-0.03	0.03
2020	154.67	172.92	169.68	3.24	3.24	10.51	0.02	0.02
2021	172.92	203.08	189.91	13.17	13.17	173.41	0.06	0.06
2022	203.08	231.02	223.35	7.67	7.67	58.83	0.03	0.03
2023	231.02	245.65	254.33	-8.68	8.68	75.29	-0.04	0.04

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.១២៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលជាក់ស្តែង និងចំណូលនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល AR(1)



ប្រភព៖ Excel Output

➢ តម្លៃលម្អៀងតាមរយៈវិធីសាស្ត្រនីមួយៗ

ខាងក្រោមនេះជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងនៃម៉ូដែល Autoregressive AR(1) តាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងមានដូចជា MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE លើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

តារាងទី៣.២៣៖ វិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល Autoregressive AR(1)

Forecast Error Measures				
$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t }{n}$	$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t^2)}{n}$	$MPE = \frac{\sum_{t=1}^n (e_t/Y_t)}{n}$	$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n  e_t /Y_t}{n}$	$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}}$
4.25	29.27	0.00054	0.036	5.41

ប្រភព៖ Excel Output

៣.៦ ការជ្រើសរើសម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍

បន្ទាប់ពីបានធ្វើការសិក្សាយ៉ាងលម្អិត ដោយអនុវត្តលើការព្យាករណ៍នូវម៉ូដែលនីមួយៗដូចខាងលើ និងបានធ្វើការវាស់វែងលម្អៀងសម្រាប់ម៉ូដែលទាំងអស់រួចរាល់មកហើយ នោះដំហានបន្ទាប់យើងនឹងធ្វើការប្រៀបធៀបលើតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗដោយរកតម្លៃលម្អៀងណាតូចជាងគេ ដើម្បីសម្រេចធ្វើការជ្រើសរើសម៉ូដែលមួយដែលសមស្របជាងគេមកធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដែលគិតចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ ២០២៣។

តារាងទី៣.២៤៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍នីមួយៗក្នុង Time series

ការប្រៀបធៀបលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗនៃទិន្នន័យប្រភេទ Time series					
Time Series Model	MAD	MSE	MPE	MAPE	RMSE
Absolute Change Model (ACM)	4.84	38.46	0.00439	0.04048	6.20
Relative Change Model (RCM)	5.49	46.58	-0.00419	0.04485	6.83
Double Moving Averages (DMA)	7.13	80.87	0.02035	0.05	8.99
Double Exponentials Smoothing (DES)	5.47	46.61	0.02619	0.05	6.83
Holt's Exponential Smoothing Method (HES)	5.94	51.68	0.0226	0.05	7.19
Time Linear Regressive	13.95	278.70	0.0119	0.13	16.69
Autoregressiv Model AR(1)	4.25	29.27	0.00054	0.03605	5.41

ប្រភព៖ Excel Output

តាមតារាងទី៣.២៤ ខាងលើបានបង្ហាញពីការប្រៀបធៀបលម្អៀងនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ទាំង៧ យើងសង្កេតឃើញថា ម៉ូដែល Autogressive AR(1) ដែលមានលម្អៀង MAD, MSE, MPE, MAPE និង RMSE តូចជាងលម្អៀងនៃម៉ូដែលផ្សេងទៀត នាំឱ្យយើងសន្និដ្ឋានបានថាម៉ូដែល Autogressive AR(1) គឺជាម៉ូដែលល្អជាងគេបំផុត ដែលអាចជ្រើសរើសយកមកធ្វើការព្យាករណ៍ទៅលើប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

**៣.៧ ការត្រួតពិនិត្យភាពសកសមរបស់ម៉ូដែល និងលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង**

ដើម្បីអោយមានភាពប្រាកដថាអាចយកម៉ូដែល Autoregressive model AR(1) ទៅព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco នៅអនាគតបាននិងដើម្បីឱ្យលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍មានភាពត្រឹមត្រូវអាចទទួលយកបាន ចាំបាច់តម្រូវឱ្យមានការត្រួតពិនិត្យនិងតេស្តសកសមទៅលើភាពសកសមរបស់ម៉ូដែល និងលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង។

លក្ខខណ្ឌចាំបាច់ក្នុងការធ្វើតេស្តរបស់ម៉ូដែល Autoregressive model AR(1) មាន២គឺ៖

១. វាយតម្លៃលើភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែល Assess Model Fit

- គណនាមេគុណដេទែមីណង់ Compute the Coefficient of Determination
- គណនាលម្អៀងស្តង់ដារ Compute the Standard Error
- ការធ្វើតេស្តសម្មតិកម្ម  $\beta_1 \neq 0$

២. វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀង (Residuals)

- លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភាពណរម៉ាល់ (Normality)
- លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានរ៉ាវ៉ង់មានតម្លៃថេរស្មើគ្នា (Homoscedasticity)
- លម្អៀង (Residuals) ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ គឺមានភាពឯករាជ្យ (Independent)

**៣.៧.១ ការវាយតម្លៃលើភាពត្រឹមត្រូវរបស់ម៉ូដែល** Autoregressive model AR(1)

ការវាយតម្លៃលើភាពត្រឹមត្រូវម៉ូដែល ឬការពិនិត្យលើភាពសាកសមរបស់ម៉ូដែល Autoregressive model AR(1) នេះគឺប្រព្រឹត្តទៅជាមួយនឹងបីដំណាក់កាលដូចខាងក្រោម ដែលក្នុងការគណនាវិធីសាស្ត្រទាំងនេះគឺប្រើប្រាស់កម្មវិធី Excel និងMinitab ក្នុងការសម្រួល។

**៣.៧.១.១ គណនាមេគុណដេទែមីណង់** Coefficient of Determination ( R-squared )

ក្នុងការគណនាមេគុណដេទែមីណង់នេះ យើងពិនិត្យមើលលើអថេរចំណូលនៃគ្រាបច្ចុប្បន្នអាចប្រែប្រួលកម្រិតណា ហើយរូបមន្តនៃគណនាគឺ៖

$$r^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} = 1 - \frac{\sum(\hat{Y} - \bar{Y})^2}{\sum(Y - \bar{Y})^2}$$

តាមរយៈកម្មវិធី excel ( ពិនិត្យមើលក្នុងតារាងទី៣.២១ ដែលបង្ហាញពីរបាយការណ៍នៃ Summary Output ) ឃើញថាតម្លៃនៃមេគុណនេះ ( R square ) មានតម្លៃស្មើ 0.990701651 នេះមានន័យថាប្រមាណ ៩៩.០៧% នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវបានពន្យល់ដោយចំណូលពីឆ្នាំចាស់។

ចំណាំ៖ ម៉ូដែលទាំងឡាយណាដែលមេគុណដេទែមីណង់ ( R square ) កាន់តែធំ នោះទំនាក់ទំនងរវាងអថេរឯករាជ្យនិងអថេរអាស្រ័យមានកាន់តែខ្លាំង ដែលធ្វើអោយម៉ូដែលព្យាករណ៍នោះជាម៉ូដែលល្អបំផុត។

**៣.៧.១.២ ការគណនាលម្អៀងគម្លាតស្តង់ដារ** Standard error of Estimate

ក្នុងការគណនាលម្អៀងគម្លាតស្តង់ដារ Standard error of estimate យើងមើលគម្លាតពីអថេរ X អាចមានចន្លោះប៉ុន្មានពី Y ដែលទទួលរងឥទ្ធិពល រូបមន្តគណនាគឺ៖

$$s_f = \sqrt{s_{y.x}^2 + s_{y.x}^2 \left( \frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum(X - \bar{X})^2} \right)}$$
$$s_f = s_{y.x} \sqrt{1 + \frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum(X - \bar{X})^2}}$$

តាមរយៈការបង្ហាញក្នុងកម្មវិធី Excel ( ពិនិត្យមើលក្នុងតារាងទី៣.២១ ដែលបង្ហាញពីរបាយការណ៍នៃ Summary Output ) តម្លៃ Standard error of estimate ស្មើនឹង 5.703084039 នេះមានន័យថា ការប្រែប្រួល Y ដែលរងឥទ្ធិពល ពី X(lag1) មានចន្លោះត្រឹម 5.703084039 ប៉ុណ្ណោះ ឬ អាចពន្យល់បានម្យ៉ាងទៀតនោះគឺប្រមាណ 5.70% នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ត្រូវមិនអាចពន្យល់បានដោយចំណូលពីឆ្នាំចាស់។

**៣.៧.១.៣ ការតេស្តសម្មតិកម្ម**

ក្នុងរូបភាពទី៣.១១៖ ជាដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco តាមម៉ូដែល AR (1) តាម រយៈ: Scatter Diagram និង ក្នុងតារាងទី៣.២១ ដែលបង្ហាញពីរបាយការណ៍នៃ Summary Output បង្ហាញពី តម្លៃ Y-lag ស្មើ 1.108680867 ដែលខុសពីសូន្យ ហើយមានសមីការ  $Y = 1.1087x - 1.8048$  យើងអាចទាញ បានថាទំនាក់ទំនងរវាងអថេរឯករាជ្យដែលជាចំណូលពីឆ្នាំចាស់ និងអថេរអាស្រ័យជាតម្លៃ Y-lag មាន ទំនាក់ ទំនងជាលីនេអ៊ែរ ប៉ុន្តែយើងមិនអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានពីទំនាក់ទំនងនេះដោយគ្រាន់តែមានសមីការ  $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$  ចំពោះប៉ុព្យឡាស្យុងទាំងមូលបានទេ។ អាស្រ័យហេតុនេះហើយ ដើម្បីអាចសន្និដ្ឋានពីទំនាក់ ទំនងលីនេអ៊ែរនេះបានឱ្យប្រាកដ យើងត្រូវការធ្វើតេស្តលើតម្លៃ  $\beta_1$  ។

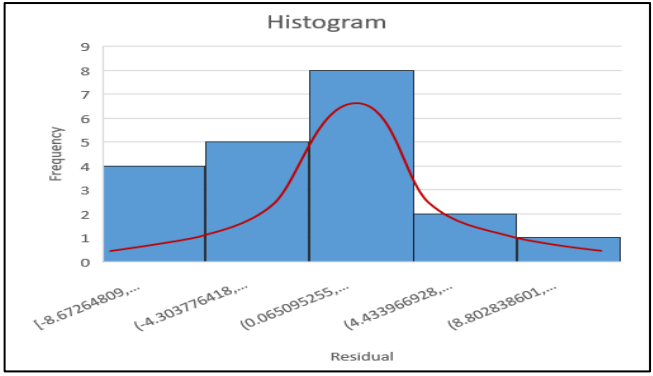
- លក្ខខណ្ឌ  $H_0: \beta_1 = 0$  ជាទំនាក់ទំនងមិនលីនេអ៊ែរ,  $H_1: \beta_1 \neq 0$  ជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។ បើ  $\beta_1 \neq 0$  មាន ន័យថាប៉ុព្យឡាស្យុង (ស្ថិតិសកល) ទាំងមូលមានទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។ ក្នុងការធ្វើតេស្តលើ  $\beta_1$  គេ និយមប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រពី t Test ។

ក្នុងតារាងទី៣.២១ ដែលបង្ហាញពីរបាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បានបង្ហាញឃើញថា តម្លៃ P-Value មានតម្លៃ 9.67727E-20 ដែលស្មើនឹង  $9.67727 \times 10^{-20}$  សន្ទត់ស្មើ 0 តែម្តង។ កាលណាតម្លៃ P-Value < Alpha (0.05) នោះយើងអាចបដិសេធ  $H_0$  ឬមិនបដិសេធ  $H_1$ ។ ដូចនេះយើងអាចសន្និដ្ឋាន  $\beta_1 \neq 0$  ទំនាក់ទំនងក្នុងប៉ុព្យឡាស្យុងទាំងមូលរវាងអថេរឯករាជ្យ និងអថេរអាស្រ័យជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។

**៣.៧.២ វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀង**

**៣.៧.២.១ លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភាពណរម៉ាល់**

ដើម្បីធ្វើតេស្តរកភាពណរម៉ាល់នៃលម្អៀង យើងត្រូវសង់អ៊ីស្តូក្រាមនៃលម្អៀង (Residuals) ។ រូបភាពទី៣.១៣៖ អ៊ីស្តូក្រាមនៃលម្អៀង (Residuals) របស់ម៉ូដែល Autoregressive model AR(1)

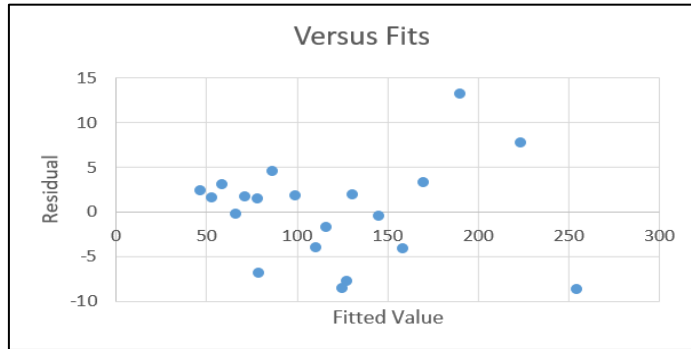


ប្រភព៖ Excel Output



**៣.៧.២.២ លម្អៀង (Residuals) ត្រូវមានភ័យរៀនក្នុងម្លូស្តេស្តីតា Homoscedasticity**  
សង់ដ្យាក្រាមចំណុច ដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាង  $\hat{Y}$  អ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals) ។

រូបភាពទី៣.១៤៖ ដ្យាក្រាមចំណុចរវាងលម្អៀង (Residuals) និង Autoregressive

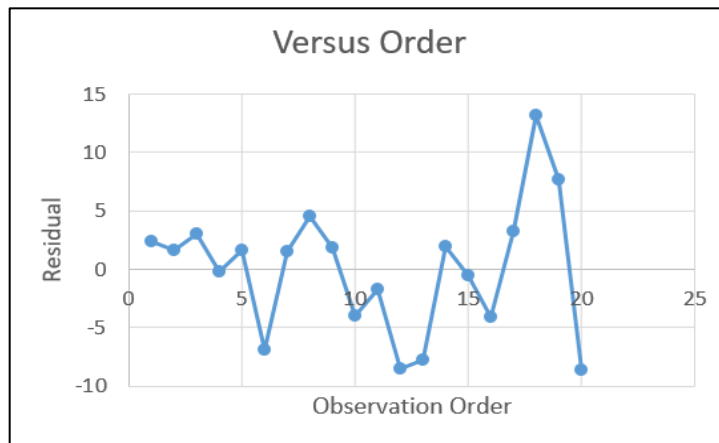


ប្រភព៖ Excel Output

**៣.៧.២.៣ លម្អៀង (Residuals) ត្រូវឯករាជ្យ (Independent)**

សង់ក្រាបដែលមានអ័ក្សអាប់ស៊ីសតាងឱ្យលម្អៀង (Residuals) អ័ក្សអរដោនេតាងឱ្យពេល (Time period) ដើម្បីធ្វើតេស្តថាតើលម្អៀង (Residuals) មានភាពឯករាជ្យឬទេ។

រូបភាពទី៣.១៥៖ ក្រាបបន្ទាត់រវាងលម្អៀង (Residuals) និងពេល (Time)



ប្រភព៖ Excel Output

យោងតាមការបកស្រាយខាងលើដោយផ្អែកលើលក្ខខណ្ឌទី១៖ វាយតម្លៃពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែល  
Assess Model Fit និង លក្ខខណ្ឌទី២៖ វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀងដែលបង្ហាញដូចរូបភាពខាងលើវាបាន  
បំពេញនូវលក្ខខណ្ឌទាំងបីនៃលម្អៀង។ ដូចនេះម៉ូដែល Autoregressive model AR(1) ពិតជាម៉ូដែលល្អ  
បំផុតក្នុងការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

**សេចក្តីសន្និដ្ឋាន**

**និង ការផ្តល់អនុសាសន៍**

## សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍

### ១. សេចក្តីសន្និដ្ឋាន

សរុបសេចក្តីមក បន្ទាប់ពីឆ្លងកាត់ការសិក្សាស្រាវជ្រាវយ៉ាងស៊ីជម្រៅទៅលើប្រធានបទ “ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco” រួចមក ក្រុមហ៊ុន Costco ជាក្រុមហ៊ុនដែលផ្គត់ផ្គង់និងលក់ទំនិញដុំខ្នាតយក្សនិងជាម៉ាកយីហោដ៏ល្បីល្បាញបំផុតមួយមិនទាំងនៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិកនិងនៅលើពិភពលោក។ ក្នុងរយៈពេល ២១ឆ្នាំចុងក្រោយនេះក្រុមហ៊ុន Costco មានចំណូលកើនឡើងជាលំដាប់ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ ទោះបីជាសេដ្ឋកិច្ចពិភពលោកមានការធ្លាក់ចុះដោយសារកត្តាផ្សេងៗក៏ដោយដូចជា វិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចនៅឆ្នាំ ២០០៨ ជំងឺកូវីដ១៩ និងដោយសារសង្គ្រាមក៏ដោយ។ ទាំងនេះគឺក៏ព្រោះតែក្រុមហ៊ុន Costco បានកំណត់នូវចក្ខុវិស័យនិងបេសកកម្មរបស់ខ្លួនបានត្រឹមត្រូវ បូករួមទាំងប្រើប្រាស់នូវយុទ្ធសាស្ត្រម៉ូដែលអាជីវកម្មនិងយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារដែលល្អថ្មីប្លែកពីក្រុមហ៊ុនប្រកួតប្រជែងដទៃ ដែលធ្វើឱ្យមានភាពទាក់ទាញនិងបង្កើតចំណាប់អារម្មណ៍របស់អតិថិជន។

រួមជាមួយនឹង ការផ្តល់ជាទំនិញនិងសេវាកម្មផ្សេងៗជាច្រើនទៀតដែលមានភាពឈានមុខគេដែលក្នុងនោះមានម៉ាកយីហោផលិតផលផ្ទាល់ខ្លួន Kirkland ដែលកត្តាទាំងនេះហើយបានចូលរួមជំរុញឱ្យក្រុមហ៊ុន Costco មានភាពជោគជ័យខ្លាំងដែលក្លាយជាក្រុមហ៊ុនឈានមុខគេលំដាប់ទី៣ ក្នុងវិស័យការលក់ទំនិញនេះនៅក្នុងសហរដ្ឋអាមេរិក។ ទន្ទឹមនឹងភាពខ្លាំងទាំងនេះ ក្រុមហ៊ុនក៏មានចំណុចខ្វះខាតមួយចំនួន ដូចជាជា៖ អតិថិជនដែលអាចធ្វើការបញ្ជាទិញទំនិញរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco បាន លុះត្រាតែពួកគេក្លាយជាសមាជិកភាពរបស់ Costco នោះធ្វើឱ្យចំនួនអតិថិជនរបស់ Costco នៅមានកំណត់នូវឡើយ ព្រោះអតិថិជនមួយចំនួនចង់ទិញទំនិញរបស់ Costco ប៉ុន្តែពួកគាត់មិនចាប់អារម្មណ៍ក្នុងការចូលជាសមាជិកភាពដែលធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុនបាត់បង់នូវអតិថិជនសក្តានុពលមួយចំនួន។

ដោយឡែកសម្រាប់ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដែលប្រមូលបានចាប់ពីឆ្នាំ២០០៣ ដល់ឆ្នាំ២០២៣ តាមរយៈរបាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ដែលបានកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមេត្តាណូទំនាក់ទំនង ACF សន្និដ្ឋានបានថាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ក្នុងរយៈពេល២១ឆ្នាំចុងក្រោយនេះជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend ក្នុងស៊េរីពេលវេលាដែលមានលក្ខណៈជា Upward Linear Trend។ ផ្អែកទៅលើទិន្នន័យមានប្រភេទជា Trend ដូច្នេះ ម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យដែលសមស្របយកមកអនុវត្តមាន ៧ម៉ូដែល មានដូចជា៖ ម៉ូដែល Absolute Change Model, ម៉ូដែល Relative Change Model, ម៉ូដែល Double Moving Average, ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing, ម៉ូដែល Holt’s Method, ម៉ូដែល Time-linear regression និងម៉ូដែល Autoregressive។ ប៉ុន្តែមពីនេះ ការប្រៀបធៀបម៉ូដែលនីមួយៗក្នុងគោលបំណងជ្រើសរើសម៉ូដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco បានប្រើប្រាស់នូវវិធីសា

ស្រាវវាស់វែងលម្អៀងចំនួន ៥ មានដូចជា៖ មធ្យមគម្លាតដាច់ខាតនៃលម្អៀង (MAD), មធ្យមលម្អៀងការេ (MSE), មធ្យមលម្អៀងគិតជាភាគរយ (MPE), មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ (MAPE) និងឫសការេនៃមធ្យមលម្អៀង (RMSE)។

ជាសរុបមក បន្ទាប់ពីបានធ្វើការបកស្រាយលើការជ្រើសរើសម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ឃើញថា ម៉ូដែលAutoregressive លំដាប់១ ជាម៉ូដែលល្អបំផុតព្រោះវាមានតម្លៃលម្អៀងតូចជាងគេបើប្រៀបនឹងតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលដទៃ។ ម៉្យាងវិញទៀតម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ បានបំពេញនូវលក្ខខណ្ឌចាំបាច់នៃលម្អៀងទាំងបី ដែលអាចអោយយើងសន្និដ្ឋានបានថា ម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ គឺជាម៉ូដែលល្អជាងគេបំផុតសម្រាប់យកមកធ្វើការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco ។

**២. ការផ្តល់អនុសាសន៍**

ឆ្លងកាត់តាមរយៈការសិក្សាស្រាវជ្រាវទៅលើប្រធានបទ “ ការការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco” រួចមក យើងសង្កេតឃើញថាការសិក្សាស្រាវជ្រាវមួយនេះមានលក្ខណៈខ្វះខាតនៅឡើយដោយសារ វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវមួយនេះ គឺបានប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) ដែលជាវិធីសាស្ត្រមួយផ្តោតលើ ការប្រើប្រាស់រូបមន្តគណិតវិទ្យាទៅលើទិន្នន័យនៃអតីតកាលយកមកធ្វើការព្យាករណ៍នៅពេលអនាគត។ ដើម្បីធ្វើអោយការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើកក្រោយកាន់តែមានភាពស៊ីជម្រៅ និងច្បាស់លាស់ អ្នកសិក្សាជ្រាវជ្រាវគួរគប្បី៖

- ✓ គួរបន្ថែមការសិក្សាលើវិធីសាស្ត្រស្រាវជ្រាវបែបគុណវិស័យ (Qualitative Method) ដើម្បីអោយការព្យាករណ៍មានប្រសិទ្ធភាព និងភាពជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់
- ✓ ស្វែងរកទិន្នន័យអោយបានគ្រប់គ្រាន់ ដូចដែលអ្នកវិទ្យាជាច្រើនបានលើកឡើងថាទិន្នន័យកាន់តែច្រើននោះលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍នឹងផ្តល់ភាពត្រឹមត្រូវកាន់តែខ្ពស់។
- ✓ គួរស្វែងយល់ទៅលើម៉ូដែលផ្សេងទៀតដូចជាម៉ូដែល ARIMA ដើម្បីពង្រីកចំណេះដឹងនៅក្នុងការព្យាករណ៍អោយកាន់តែទូលំទូលាយ។

**ឯកសារយោង**

## ឯកសារយោង

### ឯកសារជកស្រង់ពីសៀវភៅ អត្ថបទសិក្សា ៖

លោក ព្រី សុគុណ. (2023-2024). សៀវភៅព្យាករណ៍ធុរកិច្ច. សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច

Armstrong, J. S. (2001). Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners. New York: Springer Science and Business Media.

Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Riensel, G. C. (2015). Time Series Analysis: Forecasting and Control (5<sup>th</sup> ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

Chopra, S., Meindl, P. (2016). Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation (6<sup>th</sup> ed.). London: Pearson Education.

Hanke, J. E., Wichern, D. W. (2009). Business Forecasting (9<sup>th</sup> ed.). New Jersey: Prentice Hall.

Hoshmand, A. R. (2010). Business Forecasting: A Practical Approach (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Routledge.

Hyndman, R. J. (2014). Forecasting: principles and practice (3<sup>rd</sup> ed.). Melbourne: OTexts.

Keller, G. (2022). Statistics for management and economics. Canada: Cengage Learning.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., Kulahc, M. (2015). Introduction To Time Series Analysis and Forecasting (2<sup>nd</sup> ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.

### ឯកសារជកស្រង់ពីគេហទំព័រ

*Importance of Forecasting.* ( n.d. ). Retrieved June 16, 2024, from

<https://corporatefinanceinstitute.com/resources/economics/economic-forecasting/>

Bhandari, P. (2023, June 22). *What Is Quantitative Research? : Definition, Uses & Methods.* Retrieved June 16, 2024, from

<https://www.scribbr.com/methodology/quantitative-research/>

*First Initiation of Creating Costco.* ( n.d. ). Retrieved July 01, 2024, from

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey\\_Brotman](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey_Brotman)

*History of Costco.* ( n.d. ). Retrieved July 01, 2024, from

<https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costco>

*James D. Sinegal Background.* ( n.d. ). Retrieved July 01, 2024, from

[https://en.m.wikipedia.org/wiki/James\\_Sinegal](https://en.m.wikipedia.org/wiki/James_Sinegal)

*Jeffrey Hart Brotman Background.* ( n.d. ). Retrieved July 01, 2024, from [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey\\_Brotman](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Jeffrey_Brotman)

*Sol Price background.* ( n.d. ). Retrieved July 01, 2024, from [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sol\\_Price](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Sol_Price)

*Location of company and Headquarters.* ( n.d. ). Retrieved July 03, 2024, from <https://en.m.wikipedia.org/wiki/Costco>

*Costco Logo.* ( n.d. ). Retrieved July 03, 2024, from <https://fabrikbrands.com/branding-matters/logofile/costco-logo-history-costco-wholesale-logo-evolution-and-meaning/>

Pereira, D. ( April 28, 2023 ). *Costco's Vision.* Retrieved July 04, 2024, from <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/>

Pereira, D. ( April 28, 2023 ). *Costco's Mission.* Retrieved July 04, 2024, from <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/>

Pereira, D. ( April 28, 2023 ). *Costco's Core Value.* Retrieved July 04, 2024, from <https://businessmodelanalyst.com/costco-mission-and-vision-statement/>

*Costco Services.* Retrieved July 06, 2024, from <https://www.costco.com/services.html>

*Costco Travel's Services.* Retrieved July 06, 2024, from <https://www.costcotravel.com/Info/About-Costco-Travel>

*Costco Marketing Strategy.* ( n.d. ). Retrieved July 06, 2024, from <https://buildd.co/marketing/costco-marketing-strategy>

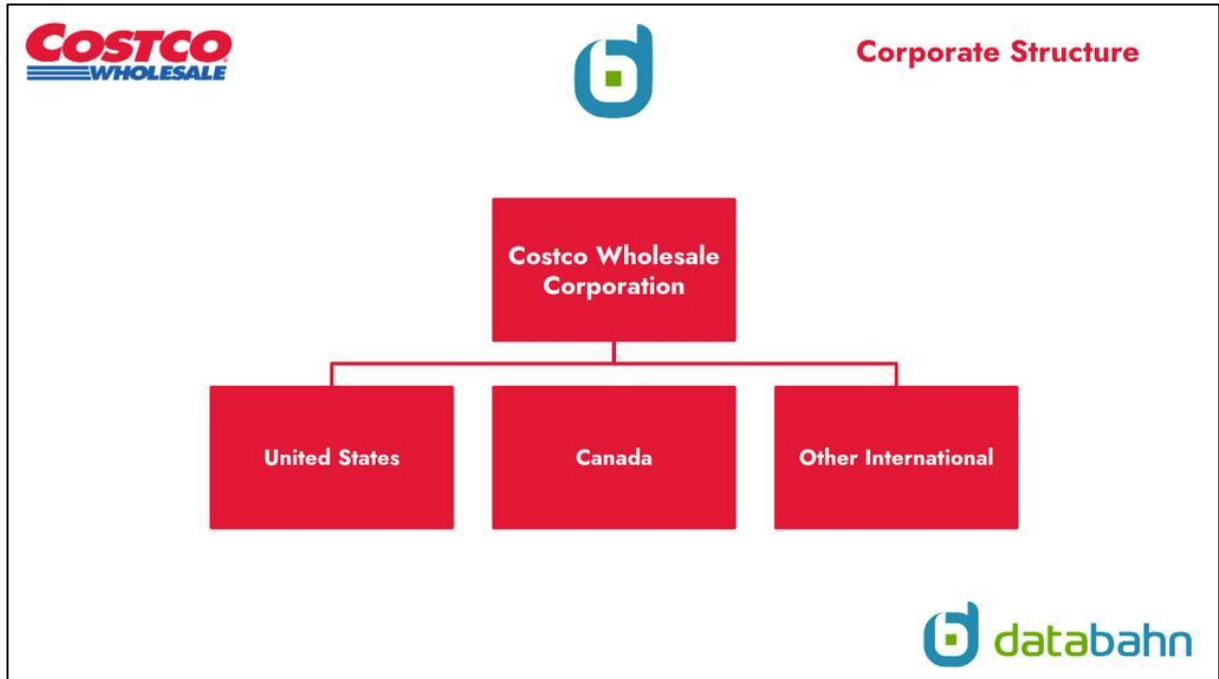
*Costco Annual Revenue.* Retrieved July 09, 2024, from <https://companiesmarketcap.com/costco/revenue/>

**ଉପସଂହୃତ**



## ឧបសម្ព័ន្ធទី ១

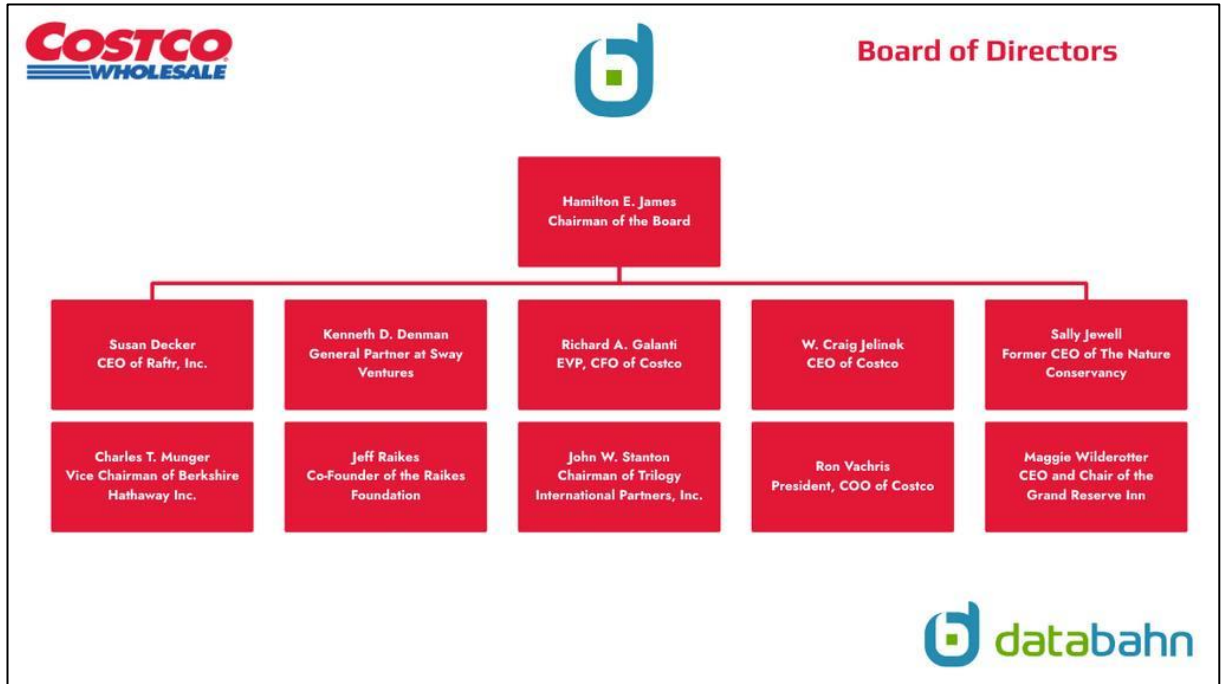
រចនាសម្ព័ន្ធអង្គការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco



ប្រភព៖ <https://www.databahn.com/blogs/fortune-1000-sales-trigger-events/costco-org-chart-sales-intelligence-blog>

## ឧបសម្ព័ន្ធទី ២

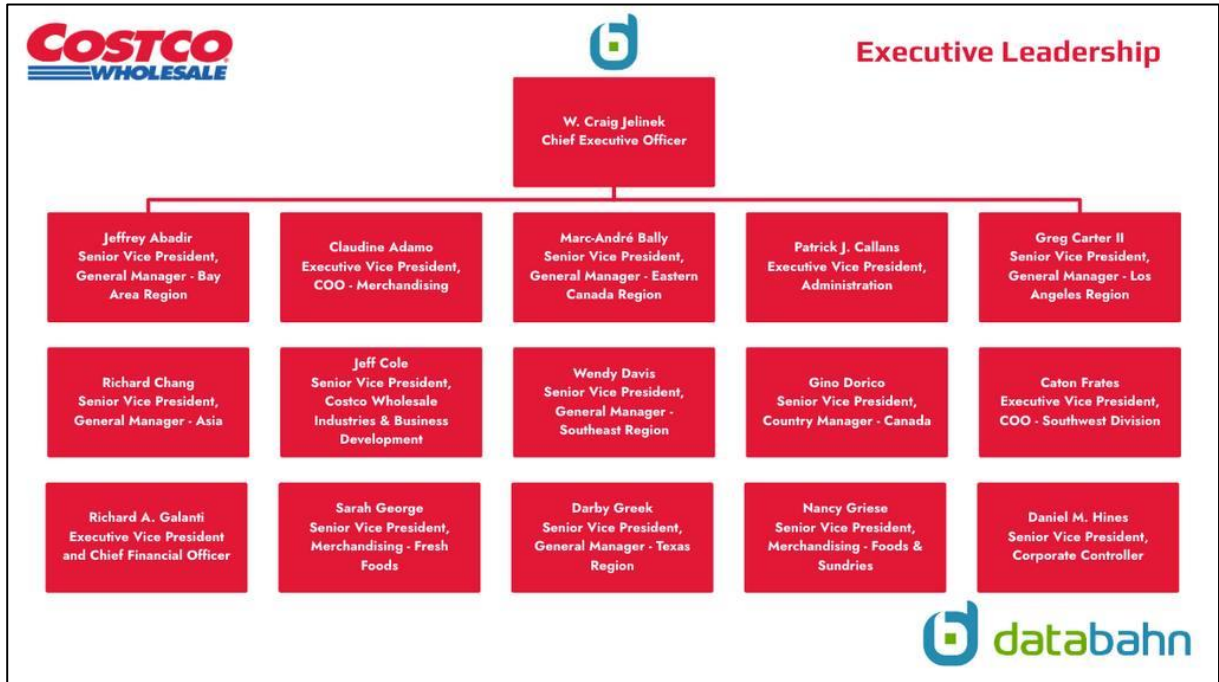
រចនាសម្ព័ន្ធក្រុមប្រឹក្សាភិបាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco



ប្រភពពី៖ <https://www.databahn.com/blogs/fortune-1000-sales-trigger-events/costco-org-chart-sales-intelligence-blog>

## ឧបសម្ព័ន្ធទី ៣

រចនាសម្ព័ន្ធអ្នកដឹកនាំប្រតិបត្តិការរបស់ក្រុមហ៊ុន Costco





ប្រភព៖ <https://www.databahn.com/blogs/fortune-1000-sales-trigger-events/costco-org-chart-sales-intelligence-blog>

**ឧបសម្ព័ន្ធទី ៤**

កាតសមាជិករបស់ក្រុមហ៊ុន Costco



# ឧបសម្ព័ន្ធទី ៥

ទំនិញម៉ាក Kirkland Signature



# ឧបសម្ព័ន្ធទី ៦

សេវាកម្មផ្សេងៗ



The cover of the Costco Travel Summer 2020 Sample Book. It features a dark blue background with the Costco Travel logo at the top. Below the logo, it says "SUMMER 2020" and "Discover the Value of Costco Travel". At the bottom, it says "SAMPLE BOOK". The right side of the cover shows a colorful lifeguard stand on a beach.

An advertisement for Costco Travel's European Getaway. The left side has a blue background with the Costco Wholesale Travel logo. Text reads "BOOK YOUR EUROPEAN getaway TODAY" and "Included Extras or member value with every vacation". A "VIEW DETAILS" button is at the bottom. The right side shows a photograph of the Eiffel Tower at dusk, reflected in water.

An advertisement for Innoval Solutions, a Costco Special Delivery partner. The top left features the "Special Delivery" logo. The top right features the Innoval logo with the tagline "Innovative logistics. Smart solutions." Below this, there are three images: a Costco Wholesale Innoval employee badge that says "EMPLOYEE SINCE 2020", a woman wearing a headset, and a white delivery truck. At the bottom, the text "SERVICE DELIVERY INSTALLATION" is displayed above the "INNOVAL SOLUTIONS" logo.

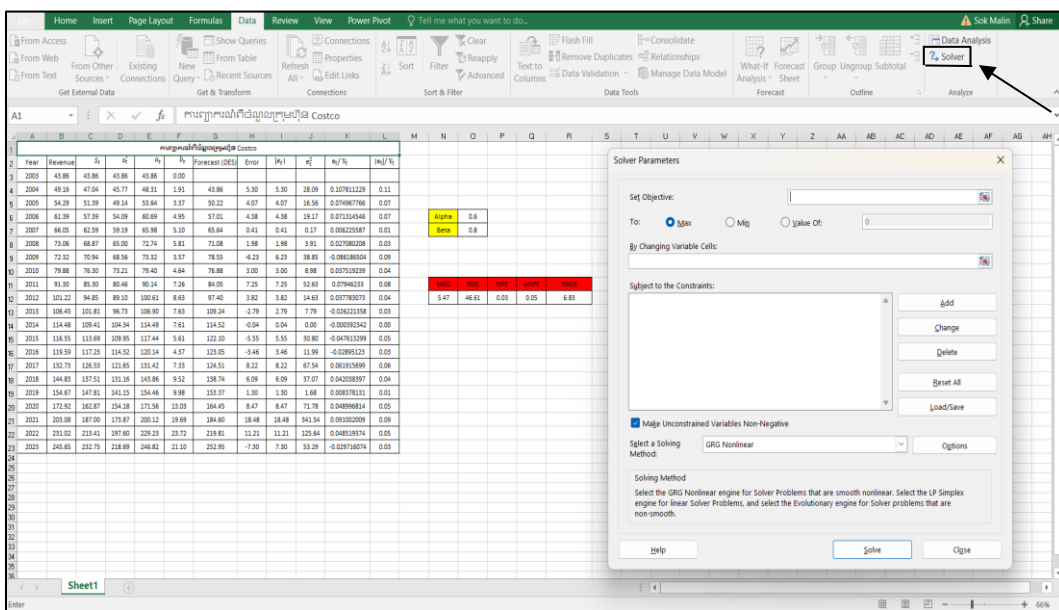
## ឧបសម្ព័ន្ធទី ៧

របៀបគណនាកតម្លៃ Alpha និង Beta អនុវត្តក្នុងម៉ូដែល HES

ខាងក្រោមនេះជាជំហានក្នុងការស្វែងរកនូវតម្លៃ Alpha និង Beta ៖

១. ជាដំណាក់កាលដំបូងយើងត្រូវចូលក្នុងកម្មវិធី Microsoft Excel ជាមុនសិន

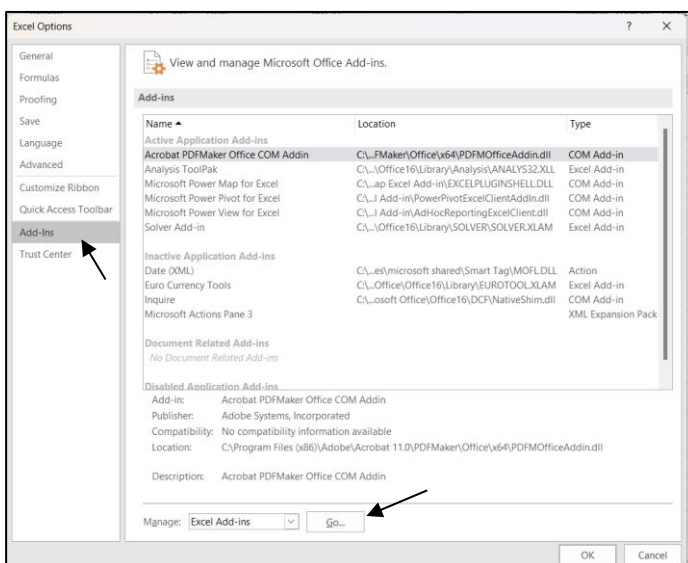
២. ស្វែងរក Data tab ▶ ហើយចុចចូលមុខងារ Solver នោះយើងនឹងឃើញផ្ទាំង Solver Parameters



❖ ករណីមិនមានមុខងារ Solver ក្នុង Data tab ត្រូវធ្វើដូចជា៖

ដំបូងចុចលើ File Button ▶ បន្ទាប់មកចុចលើ Option Button ▶ នោះវានឹងលេចឡើងនូវផ្ទាំង Excel Option ▶ ចុចលើ Add-Ins Button ▶ បន្ទាប់មកចុច Go Button

បន្ទាប់នោះវាលេចឡើងផ្ទាំង Add-Ins រួច Select យក Solver Add-In ▶ រួច Ok ជាការស្រេច។

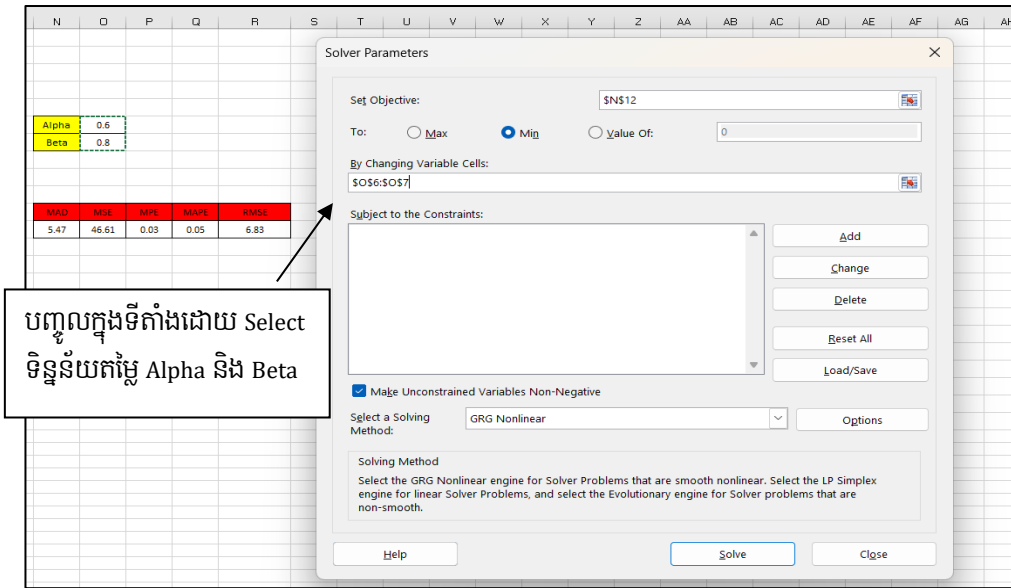




៣. បន្ទាប់ចុច Set Objective ត្រូវបញ្ចូលនូវទិន្នន័យដាក់ក្នុងបញ្ជី ដោយធ្វើការជ្រើសរើសនូវរង្វាស់លម្អៀងមួយក្នុងចំណោម៤ ក្នុងការបង្ហាញនេះយើងលើកយកនូវតម្លៃ MAD មកគណនា យើងក៏អាចជ្រើសយកតម្លៃលម្អៀងដទៃបានដូចគ្នា ។

៤. ចុច Min ដើម្បីធ្វើឱ្យលទ្ធផលនៃការរកតម្លៃ Alpha និង Beta នាំឱ្យលម្អៀងមានតម្លៃតូច

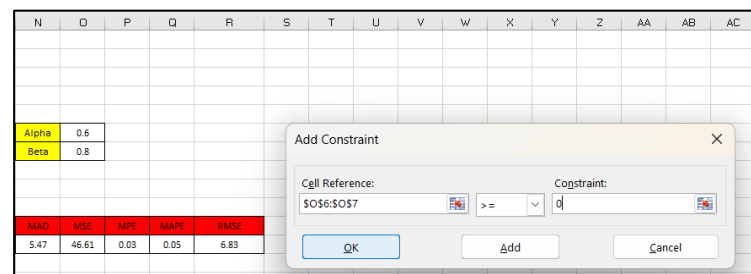
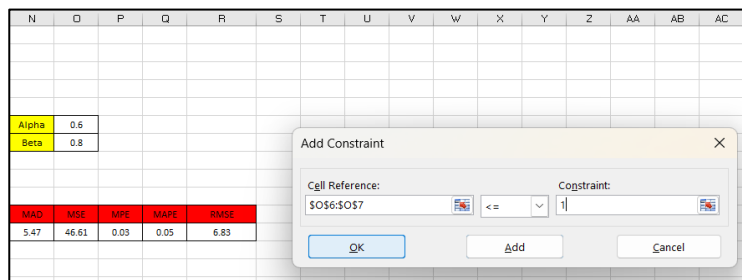
៥. ចុច By Changing Variable Cells Button រួចបញ្ចូលទិន្នន័យតម្លៃ



៦. ចុច Add Button

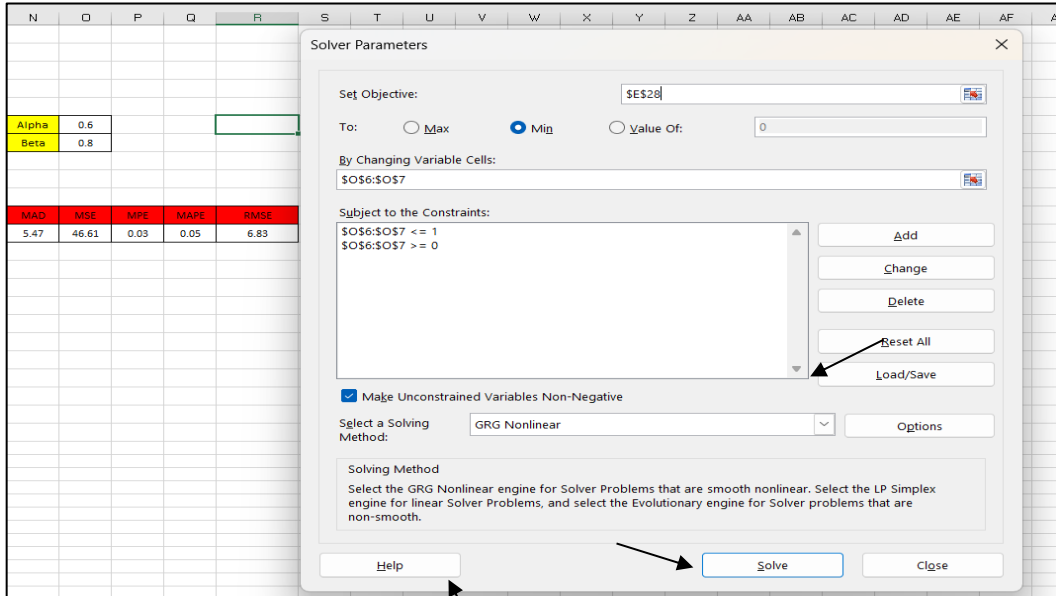
បន្ទាប់មកនឹងមានផ្ទាំង Add Constraint លេចចេញមកដោយត្រូវបញ្ចូលនូវទីតាំងនៃ តម្លៃ Alpha និង Beta ដាក់ក្នុង Cell Reference Box ជ្រើសរើសលក្ខខណ្ឌ Alpha និង Beta ( $0 \leq \alpha \leq 1$  and  $0 \leq \beta \leq 1$ )

បន្ទាប់ពីធ្វើការ Add នូវលក្ខខណ្ឌ នីមួយៗហើយ បន្ទាប់មកត្រូវ ចុច Ok



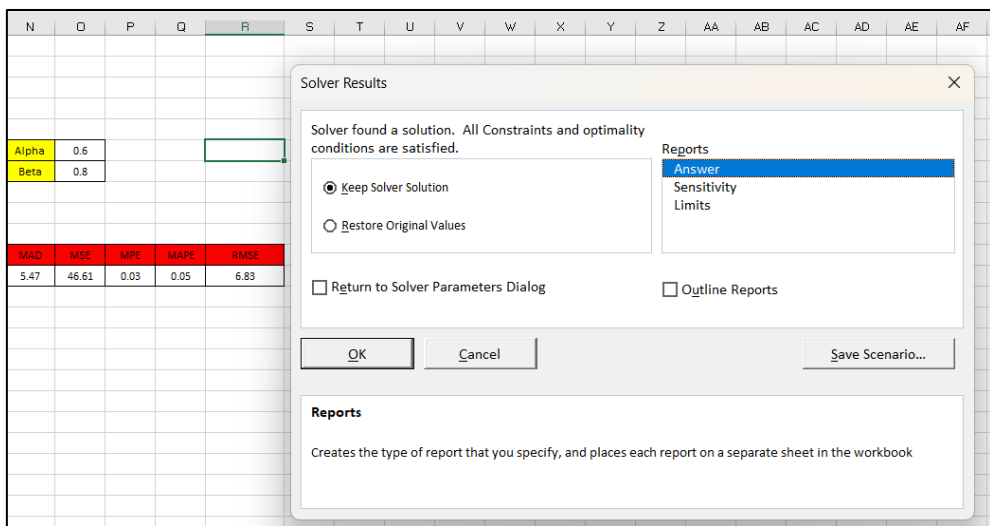
៧. ចុចលើ Solve Button

បន្ទាប់ពីបានបំពេញនូវលក្ខខណ្ឌរួចមក លទ្ធផលបង្ហាញតាមរូបខាងក្រោម ហើយយើងត្រូវចុច Solve Button



៨. Solve Result

បន្ទាប់ពីចុចលើ Solve Button យើងនឹងឃើញផ្ទាំងថ្មីលេចឡើងដោយត្រូវគឺ Solver Results ។ ក្នុងករណីដែលអ្នកស្រាវជ្រាវចង់បង្កើតនូវ របាយការណ៍ស្តីពីដំណើរការក្នុងការស្វែងរកតម្លៃ Alpha និង Beta ដែលធ្វើឱ្យរង្វាស់នៃលម្អៀងតូច សូមរកមើលក្នុង កូឡុន Reports ហើយចុចយក Answer Button ហើយចុច Ok



បន្ទាប់មកតម្លៃ របស់ Alpha និង Beta នឹងធ្វើការផ្លាស់ប្តូរស្វ័យប្រវត្តិ ហើយយើងនឹងទទួលបាននូវតម្លៃរង្វាស់នៃលម្អៀងតូចជាងគេ។