



សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ
និង វិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច

សាលាបញ្ចប់ការសិក្សា

ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូល របស់ក្រុមហ៊ុន Apple

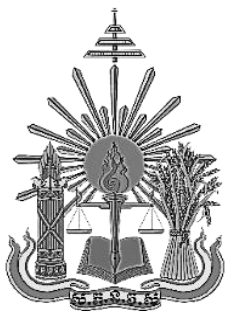
ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី ០៣ ខែ មេសា ឆ្នាំ ២០២៣ ដល់ថ្ងៃទី ៣១ ខែ ឧសភា ឆ្នាំ ២០២៣

តាងតែងឡើង ដោយ
និស្សិតឈ្មោះ យិន ឧត្តម
ហុន លីអេង

ណែនាំដោយ
លោក ព្រី សុគុណ

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរកិច្ច
ជំនាន់ទី ៧

ឆ្នាំចូលសិក្សា ២០១៩
ឆ្នាំសរសេរសាលា ២០២៣



សាកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ
និង វិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច

សារណាបញ្ចប់ការសិក្សា

ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូល
របស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ស្រាវជ្រាវចាប់ពីថ្ងៃទី ០៣ ខែ មេសា ឆ្នាំ ២០២៣ ដល់ថ្ងៃទី ៣១ ខែ ឧសភា ឆ្នាំ ២០២៣

តាងតែងឡើង ដោយ
និស្សិតឈ្មោះ យិន ឈន់ហាក់
ហុន លីអេង

ណែនាំដោយ
លោក ព្រ៉ាំ សុគុណ

ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រ គ្រប់គ្រងធុរកិច្ច
ជំនាន់ទី ៧

ឆ្នាំចូលសិក្សា ២០១៩
ឆ្នាំសរសេរសារណា ២០២៣

សេចក្តីថ្លែងអំណរគុណ

ខ្ញុំបាទឈ្មោះ **យិន ឈន់ហាក់** និងនាងខ្ញុំឈ្មោះ **ហុន លីអេង** ដែលជានិស្សិតថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រគ្រប់គ្រងធុរកិច្ចនៃសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច។ យើងខ្ញុំទាំងពីររូបមានសេចក្តីរីករាយក្រៃលែងដែលមានឱកាសក្នុងការសរសេរសារណាបញ្ចប់ថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រក្រោមប្រធានបទ **“ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE ~”**។ សូមបញ្ជាក់ផងដែរថាឱកាសមួយនេះវាជាសមិទ្ធផលពីការខិតខំរៀនសូត្រតស៊ូពុះពារគ្រប់ឧបសគ្គ រួមនឹងការលះបង់របស់លោកអ្នកមានគុណទាំងឡាយដែលបុព្វហេតុនាំឱ្យយើងខ្ញុំទាំងពីរអាចឈានមកដល់ថ្ងៃនេះ។

ជាបឋម យើងខ្ញុំទាំងពីរ សូមរំលឹកដល់គុណរបស់លោកអ្នកមានគុណរួមមាន **មាតា បិតា** ដែលលោកបានផ្តល់កំណើត ព្រមជាមួយគុណបការៈក្នុងការចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សាទូន្មានប្រដៅដោយព្រហ្មវិហារធម៌ និងសម្រក់គ្រប់ដំណាក់ព្រៀសឈាម មិនខ្លាចនឿយហត់ឆ្លងកាត់នូវការលំបាកគ្រប់បែបយ៉ាងដោយមិនត្អូញត្អែរ ក៏ដើម្បីតែបញ្ជូនបុត្រាបុត្រី មកបន្តថ្នាក់ឧត្តមសិក្សា ក្នុងការក្រេបជញ្ជក់នូវចំណេះដឹង ដើម្បីក្លាយជារូបវន្តបុគ្គលពោរពេញដោយ ចំណេះដឹង សីលធម៌ និងគុណធម៌។

ជាបន្តយើងខ្ញុំសូមសម្តែងនូវសេចក្តីអំណរគុណយ៉ាងក្រៃលែងជូនចំពោះ **ឯកឧត្តមបណ្ឌិតសភាវិទ្យាធិការ សភាវិទ្យាធិការរង ព្រឹទ្ធមុនីស្រី ព្រឹទ្ធមុនីស្រីរង សាស្ត្រាចារ្យ ព្រមទាំងបុគ្គលិកទាំងអស់** នៃសកលវិទ្យាល័យភូមិន្ទនីតិសាស្ត្រ និងវិទ្យាសាស្ត្រសេដ្ឋកិច្ច ដែលបានយកចិត្តទុកដាក់បណ្តុះបណ្តាលនូវចំណេះដឹងទៅកាន់យុវជនកម្ពុជាពីមួយជំនាន់ទៅមួយជំនាន់ ដើម្បីធានាបាននូវធនធានមនុស្សដ៏ប្រាកដ ដែលជាសរសរទ្រូង និងជាកម្លាំងចលករសម្រាប់ ការអភិវឌ្ឍសង្គមប្រកបដោយចីរភាព និរន្តរភាព និងបរិយាបន្ន។

ជូនជាពិសេស យើងខ្ញុំសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅចំពោះលោកគ្រូ **ព្រំ សុគុណ** ដែលបានចំណាយពេលវេលាដ៏មានតម្លៃក្នុងការបង្ហាត់បង្រៀន ណែនាំទូន្មាន បង្ហាញគន្លឹះ ព្រមទាំងការផ្តល់ឱកាស តាំងពីពេលចាប់ផ្តើមរហូតដល់បានបញ្ចប់នូវសារណារបស់យើងខ្ញុំទាំងពីររូប។

ជាចុងបញ្ចប់យើងខ្ញុំទាំងពីររូបសូមគោរពជូនពរដល់មាតា បិតា គ្រូបាអាចារ្យ និងលោកអ្នកមានគុណទាំងឡាយ សូមមេត្តាទទួលដោយសេចក្តីអនុគ្រោះឱ្យជួបតែសេចក្តីសុខសេរីសុភមង្គលឧត្តុង្គឧត្តម ក្សេមក្សាន្ត ថ្កុំថ្កើន រុងរឿង ជាដ៏រាប់តរៀងទៅ។

អារម្ភកថា

នៅក្នុងប្រព័ន្ធទីផ្សារសេរីដែលបើកទូលាយក្នុងការប្រកួតប្រជែង ទន្ទឹមនឹងសន្ទុះនៃបដិវត្តន៍ឧស្សាហកម្ម ៤.០ មានភាពរីកចម្រើនយ៉ាងឆាប់រហ័សនៃបច្ចេកវិទ្យា ដែលនាំឱ្យសកម្មភាពអាជីវកម្ម មានភាពមាញឹកកាន់តែខ្លាំង និងមានកំណើនរីកលូតលាស់ដូចផ្សិតគ្រប់ទិសទី ជាមួយគ្នានោះដែរសមរភូមិនៃការប្រកួតប្រជែងក៏កាន់តែឡើងកម្ពស់ ពីមួយថ្ងៃទៅមួយ។ ហេតុដូច្នេះនេះអាជីវកម្មត្រូវតែពង្រីកខ្លួនបានឱ្យកាន់តែឆាប់រហ័សជាមួយការចាប់យកចំណែកទីផ្សារបានកាន់តែធំ និងការបង្កើនប្រាក់ចំណូលបានកាន់តែច្រើនទើបមានឱកាសក្នុងការរស់រានបាន។ ដើម្បីសម្រេចនូវរឿងទាំងអស់នេះ គ្រប់អាជីវកម្មទាំងអស់គឺត្រូវឱ្យគិតគូរយ៉ាងល្អិតល្អន់ និងហ្មត់ចត់ ក្នុងការរៀបចំនូវផែនការយុទ្ធសាស្ត្រ ព្រមទាំងព្យាករណ៍ ពីការរៀបចំផែនការនៃការលក់និងផែនការហិរញ្ញវត្ថុ ផែនការធនធានមនុស្ស ព្រមទាំងផែនការការពារហានិភ័យជាដើម។

ស្របពេលជាមួយគ្នា យើងខ្ញុំទាំងពីររូបបានឆ្លងកាត់ការសិក្សាថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រគ្រប់គ្រងធុរៈកិច្ចក្នុងរយៈពេល៤ឆ្នាំ ព្រមទាំងទទួលបានចំណេះដឹងអំពីការព្យាករណ៍។ ហេតុដូច្នេះហើយ យើងខ្ញុំមាននូវសេចក្តីរីករាយជាអនេកដែលបានធ្វើការសិក្សាលើប្រធានបទ “ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE”។

ការសិក្សាមួយនេះ គឺមានគោលបំណងក្នុងការបន្សល់ទុកនូវស្នាដៃអនុស្សាវរីយ៍នៃជីវិតក្នុងសកលវិទ្យាល័យរបស់យើងខ្ញុំកន្លងមក។ បន្ថែមពីនេះទៀតយើងខ្ញុំសង្ឃឹមយ៉ាងមុតមាំថាអត្ថបទស្រាវជ្រាវមួយនេះក្លាយជាគុណប្រយោជន៍នៃចំណេះដឹងថ្មីមួយសម្រាប់ សារធារណៈជន ម្ចាស់អាជីវកម្ម មិត្តអ្នកអានដែលមានបំណងចង់បង្កើននូវចំណេះដឹងថ្មីៗ ទាក់ទងអំពីវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ ដើម្បីយកទៅប្រើប្រាស់ក្នុងស្ថាប័ន និងអាជីវកម្មរបស់ខ្លួនផ្ទាល់ ហើយក៏ជាជំនួយមួយផ្នែកសម្រាប់ការស្រាវជ្រាវរបស់មិត្តនិស្សិត ឬ អ្នកស្រាវជ្រាវទាំងអស់ដែលមានបំណងក្នុងការសិក្សាអោយកាន់តែលម្អិតស៊ីជម្រៅឱ្យប្រសើរជាងនេះជាបន្តទៅទៀត។

ជាចុងក្រោយ យើងខ្ញុំសូមអភ័យទោសរាល់កំហុសខុសឆ្គងចំណុចខ្វះខាតទៅលើការបកស្រាយខ្លឹមសារប្រធានបទខាងលើ ដូចជាពាក្យពេចន៍ សំណេរអក្ខរាវិរុទ្ធ ក្នុងការស្រាវជ្រាវដោយអចេតនា សូមលោកគ្រូអ្នកគ្រូមិត្តនិស្សិត មិត្តអ្នកអាន និងអ្នកស្រាវជ្រាវអនុគ្រោះដល់យើងខ្ញុំ។ ជាពិសេសផងនោះ យើងខ្ញុំសូមស្វាគមន៍យ៉ាងរីករាយរាល់ការកែលម្អពីសំណាក់សាធារណៈមតិទាំងឡាយ ក្នុងន័យស្ថាបនាលើស្នាដៃនេះឱ្យប្រសើរឡើងដោយសេចក្តីគោរពអំពីយើងខ្ញុំ សូមអរគុណ។

មាតិកា

ទំព័រ

១. បញ្ជីអក្សរកាត់.....	v
២. បញ្ជីរូបភាព.....	vi
៣. បញ្ជីតារាង.....	ix
៤. បញ្ជីឧបសម្ព័ន្ធ.....	x

សេចក្តីផ្តើម

១. លំនាំបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ.....	១
២. ចំណោទបញ្ហានៃការស្រាវជ្រាវ.....	២
៣. គោលបំណងស្រាវជ្រាវ.....	២
៤. កំណត់ទំហំនៃការស្រាវជ្រាវ.....	២
៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ.....	៣
៦. វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ.....	៣
៦.១. ការប្រមូលទិន្នន័យ.....	៣
៦.២. ការវិភាគទិន្នន័យ.....	៣
៧. រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ.....	៤

ជំពូកទី១

រំលឹកទ្រឹស្តី

១.១. និយមន័យព្យាករណ៍.....	៦
១.២. ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍.....	៧
១.៣. សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍.....	៨
១.៤. ប្រភេទនៃការព្យាករណ៍.....	១០
១.៥. ប្រភេទនៃទិន្នន័យ.....	១១
១.៦. សមាសធាតុនៃ General Time Series.....	១២
១.៦.១. សមាសធាតុ Trend.....	១២
១.៦.២. សមាសធាតុ Seasonal.....	១៤

១.៦.៣. សមាសធាតុ Cyclical	១៤
១.៦.៤. សមាសធាតុ Random Component	១៥
១.៧. ការកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation	១៥
១.៨. សំណើនៃម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យជា Trend	១៦
១.៨.១. ម៉ូដែល Naive.....	១៦
១.៨.១.១.ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM).....	១៦
១.៨.១.២. ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM).....	១៧
១.៨.២. ម៉ូដែល Moving Average	១៧
១.៨.៣. ម៉ូដែល Exponential Smoothing	១៧
១.៨.៤. ម៉ូដែល Linear Regression.....	១៩
១.៨.៥. ម៉ូដែល Autoregressive Model (AR).....	១៩
១.៩. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍	២៣
១.៩.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation (MAD).....	២៣
១.៩.២ មធ្យមនៃការេលម្អៀង Mean Squared Error (MSE)	២៣
១.៩.៣ ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង Square Root of the Mean Squared Error (RMSE).....	២៤
១.៩.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error (MPE)	២៤

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

២.១. ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	២៥
២.១.១ ប្រវត្តិរបស់ Steve Jobs.....	២៥
២.១.២.ប្រវត្តិរបស់ Steve Wozniak.....	២៦
២.១.៣.ប្រវត្តិរបស់លោក Ronald Wayne.....	២៧
២.១.៤. ជោគជ័យនៃការបង្កើត Apple II.....	២៨
២.២. រចនាសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc.	៣១
២.២.១. ប្រវត្តិនៃថ្នាក់ដឹកនាំកំពូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៣១
២.៣. ចក្ខុវិស័យ និងបេសកកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៣២

២.៣.១. ចក្ខុវិស័យ	៣២
២.៣.២. បេសកកម្ម	៣២
២.៤. យុទ្ធសាស្ត្រអាជីវកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៣៣
២.៥. អាសយដ្ឋានរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៣៤
២.៦. រូបសញ្ញា និងអត្ថន័យនៃរូបសញ្ញា	៣៤
២.៧. ផលិតផល និង សេវាកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៣៧
២.៧.១. ផលិតផល	៣៧
២.៧.២. សេវាកម្ម	៣៩
២.៨. ទីផ្សារ និងដៃគូប្រកួតប្រជែង	៤១
២.៨.១. ទីផ្សាររបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៤១
២.៨.២. ដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple	៤២

ជំពូកទី៣

ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE

៣.១. ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ	៤៤
៣.២. ទិន្នន័យនៃការលក់របស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC	៤៥
៣.៣. ការកំណត់ ពិពណ៌នាពីទិន្នន័យ វិភាគពីប្រភេទនៃទិន្នន័យរបស់ APPLE INC	៤៥
៣.៣.១. ការកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាមរយៈក្រាប	៤៥
៣.៣.២. ប្រវត្តិនៃទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC	៤៦
៣.៤. ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation	៥០
៣.៥. ការបកស្រាយទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple តាមវិធីសាស្ត្រពិពណ៌នា	៥១
៣.៦. ម៉ូដែលព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple នៃវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ	៥២
៣.៦.១. ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)	៥២
៣.៦.២. ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)	៥៤
៣.៦.៣. ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)	៥៦
៣.៦.៤. ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)	៥៩
៣.៦.៥. ម៉ូដែល Holt's Exponential Smoothing Method (HES)	៦៣

៣.៦.៦. ម៉ូដែល Time Linear Regression	៦៧
៣.៦.៦.១. ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Scatter diagram	៦៨
៣.៦.៦.២. ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាមរយៈ Summary Output	៦៩
៣.៦.៧. ម៉ូដែល Auto Regression Model (AR(p) for $p \geq 1$)	៧១
៣.៦.៧.១. ការប្រើប្រាស់ Partial Correlation (PACF) ក្នុងការកំណត់លំដាប់នៃ Auto Regression.....	៧២
៣.៦.៧.២. ម៉ូដែល Auto Regressive Model ឬ AR លំដាប់ទី១.....	៧៣
៣.៧.ការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍	៧៦
៣.៨. ការត្រួតពិនិត្យពីលក្ខខណ្ឌចាំបាច់របស់ Autoregressive	៧៧
៣.៨.១. វាយតម្លៃពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែល Assess Model Fit.....	៧៨
៣.៨.២. វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀង (Residual).....	៧៩

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍

១. សេចក្តីសន្និដ្ឋាន	៨២
២. ការផ្តល់នូវអនុសាសន៍	៨៣

ឯកសារយោង

ឧបសម្ព័ន្ធ

បញ្ជីអក្សរកាត់

ACF:	Autocorrelation Function
ACM:	Absolute Change Model
AR:	Autoregressive
DES:	Double Exponential Smoothing
DMA:	Double Moving Average
HES:	Holt's Method of Exponential Smoothing
AAPL:	Apple inc. American Association of Professional Landmen
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
SES:	Single Exponential Smoothing
SMA:	Simple Moving Average WES: Winter's Method of Exponential Smoothing

បញ្ជីរូបភាព

ទំព័រ

រូបភាពទី ១.១៖ សមាសធាតុនៃ General Time series	១២
រូបភាពទី ១.២៖ ក្រាបបង្ហាញពី Upward and Downward Trend	១៣
រូបភាពទី ១.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពី Linear Trend និង Non Linear Trend	១៣
រូបភាពទី ១.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពី Seasonal Component.....	១៤
រូបភាពទី ១.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពី Cyclical Component.....	១៤
រូបភាពទី ១.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពី Random Component.....	១៥
រូបភាពទី ១.៧៖ អ៊ីសូក្រាមដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual មានភាពណែនាំម៉ាល់	២២
រូបភាពទី ១.៨៖ ក្រាបដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual ជា Homoscedasticity	២២
រូបភាពទី ១.៩៖ ក្រាបដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual មានភាពឯករាជ្យ	២២
រូបភាពទី ២.១៖ Steve Jobs	២៦
រូបភាពទី ២.២៖ Steve Wozniak.....	២៦
រូបភាពទី ២.៣៖ Ronald Wayne	២៧
រូបភាពទី ២.៤៖ Apple I.....	២៨
រូបភាពទី ២.៥៖ Apple II plus	២៨
រូបភាពទី ២.៦៖ Apple II ភ្ជាប់ជាមួយ Monitor.....	២៨
រូបភាពទី ២.៧៖ ទីតាំងរបស់ក្រុមហ៊ុនApple.....	៣៤
រូបភាពទី ២.៨៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple	៣៥
រូបភាពទី ២.៩៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple	៣៥
រូបភាពទី ២.១០៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple.....	៣៦
រូបភាពទី ២.១១៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple.....	៣៦
រូបភាពទី ២.១២៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple.....	៣៦
រូបភាពទី ២.១៣៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple	៣៧
រូបភាពទី ២.១៤៖ រូបតំណាង ផលិតផល iPhone	៣៧
រូបភាពទី ២.១៥៖ រូបតំណាង ផលិតផល Mac	៣៨
រូបភាពទី ២.១៦៖ រូបតំណាង ផលិតផល iPad	៣៨

រូបភាពទី ២.១៧៖ រូបតំណាង ផលិតផល Air Pods	៣៨
រូបភាពទី ២.១៨៖ រូបតំណាង ផលិតផល Apple Tv 4K.....	៣៨
រូបភាពទី ២.១៩៖ រូបតំណាង ផលិតផល Apple Watch.....	៣៩
រូបភាពទី ២.២០៖ រូបតំណាង ផលិតផល Home Pod mini	៣៩
រូបភាពទី ២.២១៖ រូបតំណាង ផលិតផល Accessary	៣៩
រូបភាពទី ២.២២៖ សំណុំសេវាកម្មរបស់ Digital Content	៤០
រូបភាពទី ២.២៣៖ សេវាកម្ម AppleCare.....	៤០
រូបភាពទី ២.២៤៖ សេវាកម្ម Apple Pay.....	៤០
រូបភាពទី ២.២៥៖ សេវាកម្ម AppleCare	៤១
រូបភាពទី ២.២៦៖ Apple's Top Competitors in Smartphone Industrial	៤៣
រូបភាពទី ២.២៧៖ Apple's Top Competitors in Personal Computer Industrial.....	៤៣
រូបភាពទី ២.២៨៖ Apple's Top Competitors in Service Segment	៤៣
រូបភាពទី ៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE INC.	៤៦
រូបភាពទី ៣.២៖ កំណើននៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE INC.....	៤៦
រូបភាពទី ៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc	៥១
រូបភាពទី ៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តុក និងការលក់ព្យាករណ៍ តាមម៉ូដែលACM	៥៤
រូបភាពទី ៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តុក និងការលក់ព្យាករណ៍ តាមម៉ូដែលRCM	៥៦
រូបភាពទី ៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តុក និងការលក់ព្យាករណ៍ តាមម៉ូដែល DMA	៥៩
រូបភាពទី ៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តុក និងការលក់ព្យាករណ៍ តាមម៉ូដែល DES.....	៦៣
រូបភាពទី ៣.៨៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តុក និងការលក់ព្យាករណ៍ តាមម៉ូដែល HES.....	៦៧
រូបភាពទី ៣.៩៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាមរយៈ Scatter Diagram	៦៨

រូបភាពទី ៣.១០៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍	
តាមម៉ូដែល Time Linear Regression	៧១
រូបភាពទី ៣.១១៖ Partial Autocorrelation Function for revenue.....	៧២
រូបភាពទី ៣.១២៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Auto Regressive	
តាមរយៈ Scatter Diagram	៧៤
រូបភាពទី ៣.១៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍	
តាមម៉ូដែល Auto Regression	៧៦
រូបភាពទី ៣.១៤៖ អ៊ីសូក្រាមលម្អៀង (Residual) របស់ Auto Regressive.....	៧៩
រូបភាពទី ៣.១៥៖ ដ្យាក្រាមចំណុចនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Auto Regressive	៨០
រូបភាពទី ៣.១៦៖ ក្រាបនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Auto Regressive	៨០

បញ្ជីតារាង

ទំព័រ

តារាងទី ៣.១៖ ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC. ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ២០២២.....	៤៥
តារាងទី ៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc.	៥០
តារាងទី ៣.៣៖ ស្ថិតិពិពណ៌នានៃទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ.....	៥១
តារាងទី ៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល ACM.....	៥៣
តារាងទី ៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM.....	៥៤
តារាងទី ៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល ACM.....	៥៥
តារាងទី ៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM.....	៥៦
តារាងទី ៣.៨៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល DMA	៥៨
តារាងទី ៣.៩៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA.....	៥៩
តារាងទី ៣.១០៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha.....	៦០
តារាងទី ៣.១១៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល DES.....	៦២
តារាងទី ៣.១២៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES.....	៦៣
តារាងទី ៣.១៣៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta.....	៦៤
តារាងទី ៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល HES.....	៦៦
តារាងទី ៣.១៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES	៦៧
តារាងទី ៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output.....	៦៩
តារាងទី ៣.១៧៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមម៉ូដែល Time Linear Regression	៧០
តារាងទី ៣.១៨៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Time Linear Regression	៧១
តារាងទី ៣.១៩៖ តារាងតម្លៃរបស់ Partial Autocorrelation function.....	៧២
តារាងទី ៣.២០៖ តារាងរាយតម្លៃអថេរ Y-Lagged នៃម៉ូដែល AR.....	៧៣
តារាងទី ៣.២១៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output	៧៤
តារាងទី ៣.២២៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមម៉ូដែល Auto Regression	៧៥
តារាងទី ៣.២៣៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Auto Regression.....	៧៦
តារាងទី ៣.២៤៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗនៃទិន្នន័យប្រភេទ Time Series.....	៧៧

បញ្ជីឧបសម្ព័ន្ធ

- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ១៩៩៤
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ២៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ ១៩៩៩
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៣៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០០ ដល់ ២០០២
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៤៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ ២០០៥
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៥៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៦ ដល់ ២០០៨
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៦៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៩ ដល់ ២០១១
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៧៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១២ ដល់ ២០១៤
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៨៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១៥ ដល់ ២០១៧
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ៩៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១៨ ដល់ ២០២០
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១០៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០២០ ដល់ ២០២២
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១១៖ របៀបគណនាកត្តា Alpha និង Beta អនុវត្តក្នុងម៉ូដែល HES
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១២៖ របៀបបង្កើតនូវរបាយការណ៍សង្ខេប Summary Output
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១៣៖ រចនាសម្ព័ន្ធកំពូលៗរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc
- ឧបសម្ព័ន្ធទី ១៤៖ តារាងស្ថិតិពិពណ៌នា

សេចក្តីផ្តើម

១. លំនាំបញ្ជាក់នៃការស្រាវជ្រាវ

ប្រសិនបើជាក្រឡេកមើលក្រោយចាប់ពីនាទីនេះតទៅយើងនឹងឃើញថា បញ្ហានយោបាយ សង្គ្រាមសញ្ជាតិ រហូតដល់សង្គ្រាមខាងផ្នែកពាណិជ្ជកម្ម ជំងឺរាតត្បាតដូចជា Covid 19 និងវិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចតែងតែធ្វើការប្តូរវេនគ្នា ក្នុងការបង្កើតនូវឥទ្ធិពលអវិជ្ជមានចំពោះសន្តិសុខសង្គមជុំវិញពិភពលោកដោយមិនអាចព្រៀងទុកជាមុន។ ភាពប្រែប្រួលនៃព្រឹត្តិការណ៍យ៉ាងឆាប់រហ័សទាំងនេះ ដែលជាសារជាស់តៀនសតិដល់សាធារណៈជនទាំងអស់ឱ្យចេះរីករកមធ្យោបាយក្នុងការបង្ការខ្លួនចេញពីរណ្តៅនៃភាពមរណៈ ជាពិសេសទៅលើអាជីវកម្ម។

យ៉ាងណាមិញ បើមើលពីជ្រុងម្ខាងទៀតនោះឃើញថាភាពរីកចម្រើនខ្ពស់បំផុតនៃបច្ចេកវិទ្យាមនុស្សជាតិ ចេះតែអភិវឌ្ឍន៍ឥតឈប់ឈរពីមួយថ្ងៃទៅមួយថ្ងៃ ដែលធ្វើឱ្យសកម្មភាពប្រចាំថ្ងៃរបស់មនុស្សកាន់តែមាញឹកឡើងៗ និងការប្រកួតប្រជែងគ្នាទៅវិញទៅមក ចាប់ពីលក្ខណៈបុគ្គល គ្រួសារ ជាពិសេសអាជីវកម្មថ្នាក់ជាតិរហូតដល់ថ្នាក់អន្តរជាតិ។ ម្យ៉ាងវិញទៀតដោយអាជីវកម្មតែងតែបានបង្កើតឱ្យមានសមរភូមិប្រកួតប្រជែងមានលក្ខណៈមិនទៀងទាត់ ឬ គួរឱ្យខ្លាច។ ដូច្នេះហើយដើម្បីឱ្យអាជីវកម្មមួយនៅតែអាចបន្តទៅបាន នោះអាជីវកម្មគឺត្រូវឱ្យវិវឌ្ឍន៍ក្នុងការរៀបចំខ្លួនដោយល្អិតល្អន់លើការការពារហានិភ័យ ដែលបណ្តាលឱ្យអាជីវកម្មទទួលនូវភាពក្ស័យធន។ ចំពោះការបញ្ចៀស ឬ បន្ថយនូវហានិភ័យដែលជាការត្រៀមខ្លួនទុកជាមុននោះ គឺមានវិធីសាស្ត្រតែម្យ៉ាងប៉ុណ្ណោះគឺការព្យាករណ៍។ ការព្យាករណ៍ គឺជាឧបករណ៍ម្យ៉ាងជួយក្នុងការប៉ាន់ស្មានពីអនាគតរបស់ក្រុមហ៊ុន និងណែនាំរៀបចំអភិវឌ្ឍន៍ផែនការយុទ្ធសាស្ត្រឱ្យគ្រប់គ្រាន់ទាន់ពេលវេលាសម្រាប់ហានិភ័យដែលនឹងកើតឡើងខាងមុខ។

ជាឧទាហរណ៍ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលត្រូវបានស្គាល់ច្បាស់ជាក្រុមហ៊ុនដែលមានភាពជោគជ័យខ្លាំងក្នុងចំណោមក្រុមហ៊ុនដទៃទៀតក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្មទូរគមនាគមន៍ដែលបានឆ្លងកាត់នូវព្យុះភ្លៀងជាច្រើនតួយ៉ាងដូចជាវិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចដ៏ធំកាលពីឆ្នាំ២០០៨ មហន្តរាយនៃជំងឺកូវីត១៩ និងសង្គ្រាមពាណិជ្ជកម្ម ឬ ជាការប្រឈមមុខនឹងដៃគូប្រកួតប្រជែងក្តី។ ក្រុមហ៊ុននៅតែអាចឈរជើងយ៉ាងមាំមួននៅតែអាចចាប់យកអតិថិជនគោលដៅបង្កើតចំណូលដ៏សន្ធឹកសន្ធាប់ក្នុងវិស័យមួយនេះដែរ។ នេះយើងមិនអាចបដិសេធបានឡើយពីភាពអស្ចារ្យក្នុងការព្យាករណ៍ដែលជួយបញ្ចៀសហានិភ័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។

ដោយមើលឃើញពីអត្ថប្រយោជន៍នៃការព្យាករណ៍នៅក្នុងធុរកិច្ច និងភាពវៃឆ្លាតរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ហេតុដូច្នេះហើយទើបបណ្តាលឱ្យយើងខ្ញុំបង្កើតនូវការសិក្សាស្រាវជ្រាវក្រោមប្រធានបទ៖ ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។

២. បំណងបញ្ជាក់នៃការស្រាវជ្រាវ

ការព្យាករណ៍មានឥទ្ធិពលយ៉ាងខ្លាំងលើគ្រប់វិស័យជាពិសេស គឺវិស័យធុរកិច្ចផ្តល់ឱ្យនូវមូលដ្ឋាននៃការធ្វើសេចក្តីសម្រេចចិត្ត និងបន្ថែមពីលើសមត្ថភាពក្នុងការឆ្លើយតបទាន់ពេលវេលាចំពោះហេតុការណ៍មិនប្រាកដណាមួយនាថ្ងៃអនាគត។ ការព្យាករណ៍ គឺបង្ហាញពីសញ្ញាវិជ្ជមានដែលនាំឱ្យអាជីវកម្មអាចមានលទ្ធភាពគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការអភិវឌ្ឍន៍រីកចម្រើន។ ក៏ប៉ុន្តែមិនមែនរាល់ការប្រើការព្យាករណ៍ទាំងអស់ត្រូវបានធ្វើឡើងតាមរបៀបត្រឹមត្រូវនោះទេ។ ហេតុដូច្នេះហើយការជ្រើសរើសវិធីសាស្ត្រដែលត្រឹមត្រូវជាបញ្ហាចោទត្រូវដោះស្រាយក៏ដើម្បីឱ្យការព្យាករណ៍កាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព។ ដោយសារតែហេតុនេះហើយទើបជួយជំរុញឱ្យការសិក្សាមួយនេះកើតឡើង ហើយការសិក្សានេះទៀតសោតនឹងសិក្សាស៊ីជម្រៅទៅលើបញ្ហាដូចខាងក្រោម៖

- ❖ តើក្រុមហ៊ុន Apple ជាក្រុមហ៊ុនអ្វី? និងមានស្ថានភាពទូទៅយ៉ាងដូចម្តេច?
- ❖ តើម៉ូដែលណាខ្លះដែលសក្តិសមក្នុងការប្រើប្រាស់សម្រាប់ព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple
- ❖ តើវិធីសាស្ត្រប្រភេទណាខ្លះដែលយកមកជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple?
- ❖ តើនីតិវិធីវាយតម្លៃក្នុងការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុតក្នុងការព្យាករណ៍មានលក្ខណៈបែបណា?

៣. គោលបំណងស្រាវជ្រាវ

ក្នុងការសិក្សាស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របក្នុងការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple នេះមានគោលបំណងក្នុងការបង្កប់នូវការយល់ដឹងស៊ីជម្រៅពីម៉ូដែល ដែលនឹងជួយឱ្យក្រុមហ៊ុន Apple អាចយកទៅធ្វើការសម្រេចចិត្តចំពោះការព្យាករណ៍លើទិន្នន័យជាបរិមាណវិស័យរបស់ក្រុមហ៊ុនបានត្រឹមត្រូវ។

គោលបំណងខាងលើត្រូវបានបំបែកជាតូចៗមានដូចជា៖

- ❖ ស្វែងយល់ពីស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple
- ❖ ពិចារណាលើម៉ូដែលដែលសក្តិសមយកមកព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple
- ❖ ស្វែងរកម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលល្អបំផុតតាមរយៈរបៀបផ្សេងៗនៃម៉ូដែលនីមួយៗ
- ❖ វាយតម្លៃលើការសម្រេចចិត្តក្នុងការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុតក្នុងការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដោយការវិភាគពីលក្ខណៈសម្បត្តិនៃលម្អៀងដែលចាំបាច់។

៤. កំណត់ទំហំនៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សាស្រាវជ្រាវប្រធានបទមួយនេះ គឺធ្វើការផ្ដោតសំខាន់ដោយគ្របដណ្តប់លើស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ។ ទន្ទឹមនឹងការមិនប្រើប្រាស់ការវិភាគការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យដែលមិន

មែនជាគោលបំណងសំខាន់ក្នុងការស្រាវជ្រាវ ដោយធ្វើការជំនួសមកវិញនូវការប្រើព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រ បរិមាណវិស័យដែលត្រូវបានស្គាល់ថាមានម៉ូដែលព្យាករណ៍ដូចជា៖ ម៉ូដែល Naive ម៉ូដែល Moving Average ម៉ូដែល Exponential Smoothing ម៉ូដែល Time-linear regression និងម៉ូដែល Autoregressive ដែលយកមកអនុវត្តក្នុងការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលមានរយៈពេល ៣៣ឆ្នាំគឺ ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩០ រហូតដល់ ឆ្នាំ២០២២។

៥. សារៈសំខាន់នៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សាមួយនេះជាឯកសារបន្ថែម ដែលអាចបម្រើដល់ការស្រាវជ្រាវសម្រាប់និស្សិតជំនាន់ក្រោយ សិក្សាបំពេញបន្ថែមលើចំណេះដឹង ហើយវាក៏ចូលជាប្រយោជន៍ដល់សាធារណៈជនក្នុងការពង្រីកចំណេះដឹង ក្នុងការព្យាករណ៍ ជាពិសេសចំពោះអង្គភាពទាំងឡាយណាដែលចង់ការយល់ដឹងកាន់តែច្បាស់លើការព្យាករណ៍ ដើម្បីយកទៅអនុវត្ត និងអភិវឌ្ឍន៍ផែនការយុទ្ធសាស្ត្របញ្ចៀសពីគ្រោះថ្នាក់សម្រាប់អាជីវកម្មរបស់ខ្លួន។

៦. វិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវ

៦.១. ការប្រមូលទិន្នន័យ

ក្នុងការសិក្សានេះបានប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្របែបបរិមាណវិស័យ លើទិន្នន័យចំណូលដែលមានស្រាប់ របស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំ ដោយចាប់ពី ឆ្នាំ១៩៩០ ដល់ ឆ្នាំ២០២២។ ទិន្នន័យទាំងនេះត្រូវ បានដកស្រង់ចេញប្រភពដូចជា៖ របាយការណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ដកស្រង់ពីគេហ ទំព័រផ្លូវការរបស់គណៈកម្មការមូលបត្រសហរដ្ឋអាមេរិក និងពីរបាយការណ៍ចំណូលប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc.។

៦.២. ការវិភាគទិន្នន័យ

បន្ទាប់ពីទទួលបានទិន្នន័យទាំង ៣៣ឆ្នាំរួចមកទិន្នន័យទាំងអស់គឺត្រូវបានយកមកធ្វើការពិភាក្សា ដោយ ធ្វើការបង្ហាញតាមក្រាបហើយក្នុងនោះដែលត្រូវបានធ្វើការស្វែងរកនូវង្វាស់ស្ថិតិពិពណ៌នារង្វាស់ទីតាំងកណ្តាល និងរង្វាស់ពង្រាយស្ថិតិ។ ក្រោយមកប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យមានដូចជា៖

- ❖ ម៉ូដែល Naïve : Absolute Change Model (ACM) និង Relative Change Model (RCM)
- ❖ ម៉ូដែល Moving Average : Double Moving Average (DMA)
- ❖ ម៉ូដែល Exponential Smoothing : Double Exponential Smoothing (DES) និង Holt's Method Exponential Smoothing (HES)
- ❖ ម៉ូដែល Time Linear Regression
- ❖ ម៉ូដែល Autoregressive Model (AR)

បន្ទាប់ពីជ្រើសរើសម៉ូដែលជំហានបន្ទាប់គឺការពិចារណាចំពោះម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ ដោយចេញពីការប្រៀបធៀបចំពោះលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗដែលលម្អៀងទាំងអស់នោះមានដូចជា៖

- ❖ មធ្យមលម្អៀងការ Mean Square Error (MSE)
- ❖ មធ្យមគម្លាតដាច់ខាត Mean Absolute Deviation (MAD)
- ❖ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាពរយ Mean Percentage Error (MPE)
- ❖ ឬសការេនៃមធ្យមនៃលម្អៀងការ Square Root of Mean Square Error (RMSE)

ក្នុងការស្រាវជ្រាវនេះត្រូវបានលើកយកកម្មវិធីជំនួយចំនួនពីគឺ Microsoft Excel និង Minitab Software ក្នុងការគណនា និងវិភាគចំពោះទិន្នន័យ។

៧. វេនសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ

ការសិក្សានេះ ត្រូវបានបែងចែកជាផ្នែកដូចខាងក្រោម៖

សេចក្តីផ្តើម៖ បង្ហាញពីគោលបំណងនៃការជ្រើសរើសប្រធានបទខាងលើនេះឡើង ទំហំនៃការស្រាវជ្រាវ ដែនកំណត់ គោលបំណង សារៈសំខាន់ និងវិធីសាស្ត្រនៃការស្រាវជ្រាវយ៉ាងលម្អិត។

ជំពូកទី១ - រំលឹកទ្រឹស្តី

ក្នុងជំពូកនេះត្រូវបានធ្វើឡើង ជាសំណេរដែលទាក់ទង និងទ្រឹស្តីទូទៅ ព្រមជាមួយទិដ្ឋភាពរបស់ការ ព្យាករណ៍ក្នុងនោះដែរក៏ផ្តោតទៅលើ និយមន័យព្យាករណ៍ ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍ សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ ហើយនិងការបង្ហាញពីប្រភេទទិន្នន័យ និងវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ព្រមទាំងម៉ូដែលព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យ Time Series Date ដែលជាប្រភេទ Trend និងវិធីសាស្ត្រក្នុងការវាស់វែងពីលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗ។

ជំពូកទី២ - ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ក្នុងជំពូកនេះធ្វើការពិពណ៌នាអំពីទិដ្ឋភាពរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple បានផ្តោតសំខាន់ទៅលើជីវប្រវត្តិរបស់ ក្រុមហ៊ុននិងការវិវត្តន៍ទៅមុខរបស់ក្រុមហ៊ុនដែលបានឈានមកដល់សព្វថ្ងៃ។ ក្នុងនោះក៏បានបញ្ចូលផងដែរ នូវចក្ខុវិស័យបេសកកម្ម យុទ្ធសាស្ត្រ ព្រមជាមួយដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន។

ជំពូកទី៣ - ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ក្នុងជំពូកនេះ គឺជាការអនុវត្តន៍នូវម៉ូដែលនីមួយៗទៅលើទិន្នន័យត្រូវប្រមូលបានដែលមានរយៈពេល ៣៣ឆ្នាំដោយចាប់ពី ឆ្នាំ១៩៩០ ដល់ឆ្នាំ២០២២។ មួយវិញទៀតគឺជាការធ្វើតេស្តរកលទ្ធផលចំពោះម៉ូដែល នីមួយៗដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលមួយណាដែលល្អបំផុតតាមរយៈការប្រៀបធៀបលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗ។

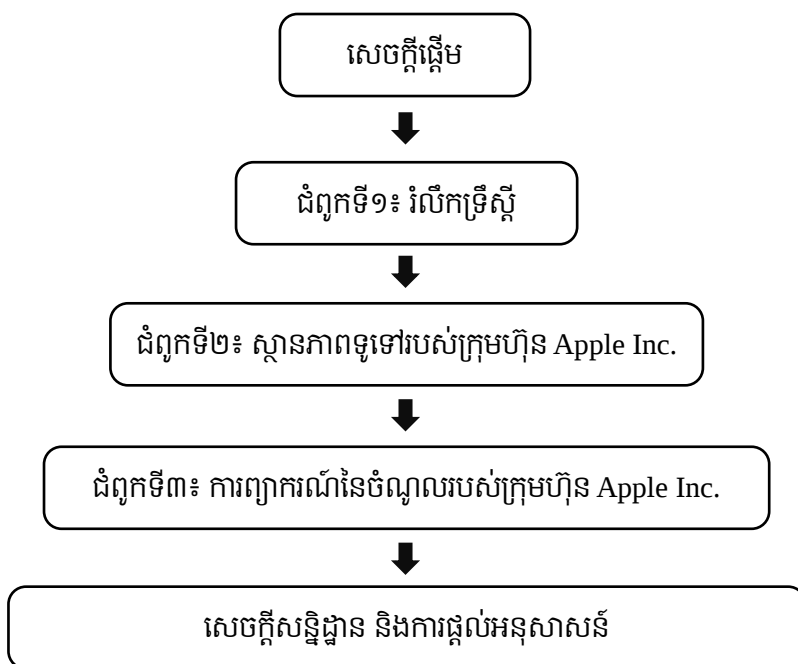
សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងផ្តល់អនុសាសន៍

នៅក្នុងចំណុចនេះ គឺជាការសរុបលទ្ធផល និងធ្វើការសន្និដ្ឋានចុងក្រោយជាផ្លូវការនូវលទ្ធផលជុំវិញការសិក្សាទាំងមូល។ ក្នុងនេះផងដែរក៏មានការផ្តល់នូវមតិយោបល់ខ្លះៗដែលជាបច្ច័យក្នុងការសិក្សាស្វែងយល់ពីការព្យាករណ៍ឱ្យកាន់តែស៊ីជម្រៅ និងមានប្រសិទ្ធភាព។

គន្ថនិទេសន៍ - បញ្ជីឯកសារយោង

ឧបសម្ព័ន្ធ - ឧបករណ៍ស្រាវជ្រាវ

រចនាសម្ព័ន្ធនៃការស្រាវជ្រាវ



ជំពូកទី១
រំលឹកច្រើន

ជំពូកទី១ រំលឹកទ្រឹស្តី

១.១. និយមន័យព្យាករណ៍

ដោយសារតែបម្រែបម្រួលនៃបរិបទសង្គមបានធ្វើឱ្យការរស់នៅ និងការយល់ឃើញរបស់មនុស្សចេះតែ វិវត្តន៍ដោយផ្លាស់ប្តូរបន្តិចម្តងៗ។ ដូចគ្នាផងដែរការព្យាករណ៍ត្រូវបានអ្នកប្រាជ្ញជាច្រើនឱ្យនិយមន័យខុសៗ គ្នាដោយផ្អែកទៅលើចំណេះដឹង និងបទពិសោធន៍លើកថភាពខុសៗគ្នារបស់ពួកគេ។

បើយោងទៅតាមលោក Douglas C. Montgomery, Cheryl L. Jennings និងជាមួយលោក Murat Kulahci ដែលពួកគាត់បាននិពន្ធសៀវភៅរួមគ្នាក្រោមចំណងជើងថា៖ Introduction to Time Series Analysis and Forecasting ដែលបាននិយមន័យលើការព្យាករណ៍ត្រឹមថា “ការព្យាករណ៍គឺជាប៉ាន់ស្មាន អំពីព្រឹត្តិការណ៍ ឬព្រឹត្តិការណ៍នាពេលអនាគត” ។¹

ក៏ប៉ុន្តែបើផ្អែកទៅតាមសៀវភៅ Business Forecasting: A Practical Approach ជាស្នាដៃនិពន្ធ ដោយលោក A Reza Hashmand ជាមួយការលើកឡើងថា៖ “ការព្យាករណ៍គឺជាផ្នែកសំខាន់មួយនៃការ បង្កើតឱ្យមានផែនការ និងការគ្រប់គ្រងប្រព័ន្ធ នៅក្នុងអង្គការត្រូវការនីតិវិធីព្យាករណ៍ដែលអនុញ្ញាតឱ្យពួក គេរៀបចំប៉ាន់ស្មានអនាគតប្រកបទៅដោយប្រសិទ្ធភាពខ្ពស់ និងធ្វើការឆ្លើយតបទាន់ពេលវេលា”។ លោក ក៏បានធ្វើការសង្កត់ធ្ងន់ផងដែរថាការព្យាករណ៍អាចត្រូវបានប្រើជាឧបករណ៍ ដើម្បីណែនាំក្នុងការសម្រេច ចិត្តត្រឹមត្រូវ ទោះបីជាកម្រិតនៃភាពមិនច្បាស់លាស់នៅតែមាន។²

បន្ថែមពីទ្រឹស្តីដែលបានការលើកឡើងខាងលើ លោក Rob J Hyndman រួមជាមួយនឹងលោក George Athanasopoulos ក្នុងសៀវភៅ Forecasting: Principles and Practice បានធ្វើការដាក់និយមន័យ រួមគ្នាទៅលើព្យាករណ៍ថា៖ “ការព្យាករណ៍ គឺជាប៉ាន់ស្មានពីព្រឹត្តិការណ៍ដែលនឹងកើតឡើងក្នុងពេលអនាគត ដោយរក្សាឱ្យបាននូវភាពត្រឹមត្រូវតាមដែលអាចទៅធ្វើបាន ដោយចេញពីការផ្តល់នូវព័ត៌មានទាំងអស់ដែលជាប់ ពាក់ព័ន្ធ ដែលមានទិន្នន័យប្រវត្តិសាស្ត្រ និងចំណេះដឹងអំពីអនាគតណាមួយ ឬ ព្រឹត្តិការណ៍ដែលអាច ប៉ះពាល់ដល់ការព្យាករណ៍” ។³

សរុបជាមួយគ្នា ការព្យាករណ៍គឺជាការបកស្រាយពីដំណើរការនៃការប៉ាន់ស្មានពីព្រឹត្តិការណ៍នាពេល អនាគតឱ្យបានត្រឹមត្រូវដោយការសិក្សាវិភាគលើទិន្នន័យដែលជាប់ពាក់ព័ន្ធទទួលបានពីអតីតកាល។

¹ Montgomery, D.C., Jennings, C.L., & Kulahci, M. 2015. *Introduction to time series analysis and forecasting* (2nd ed) Page 1.

² Hashmand, A.R. 2010. *Business forecasting: a practical approach*. (2nd ed). Page 2.

³ Hyndman, R.J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*. (2nd ed). Page 9.

១.២.ប្រវត្តិនៃការព្យាករណ៍

ការព្យាករណ៍ ត្រូវបានដឹងថាមានប្រវត្តិចាក់ឫសយ៉ាងជ្រៅក្នុងអរិយធម៌របស់មនុស្សជាតិចាប់តាំងពីអរិយធម៌អេស៊ីបបុរាណដែលបានប្រើការព្យាករណ៍ក្នុងការបង្កើតនូវតារាសាស្ត្រ និងព្យាករណ៍ពីឧតុនិយមជួយការតាមដានពីដំណើរផ្លាស់ប្តូរនៃរដូវកាល និងការបង្កើតឱ្យមានប្រតិទិនក្នុងមួយឆ្នាំ។ ទស្សនៈនៃការព្យាករណ៍មិនយូរប៉ុន្មានក៏ត្រូវបានសាយភាយទៅគ្រប់ទិសទីក្នុងវប្បធម៌ផ្សេងៗគ្នាដូចជា៖ ចក្រភពបាប៊ីឡូន ប្រទេសចិន និងអាណាចក្រក្រិច ជាដើម។⁴ ដោយបានឆ្លងកាត់ទំព័រនៃប្រវត្តិសាស្ត្រពីមួយទៅមួយគោលគំនិតនៃការព្យាករណ៍ត្រូវបានអភិវឌ្ឍន៍ ដោយចេញការប្រើប្រាស់នូវការអង្កេតធ្វើការវិនិច្ឆ័យ រហូតដល់ការប្រើប្រាស់នូវទម្រង់ស្ថិតស្ថាននៃគណិតវិទ្យា។ ក្រោយមកទើបគេដឹងថាជាគណិតវិទ្យាស្ថិតស្ថានមួយនោះត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាស្ថិតិ(Statistics)។⁵ ក្នុងពេលនោះ ស្ថិតិត្រូវបានប្រើប្រាស់តែក្នុងការប្រមូលទិន្នន័យដូចជា៖ ចំនួនប្រជាជន ដីធ្លី ផលកសិកម្ម ជាដើម។ល។ ដែរប្រើប្រាស់សម្រាប់ក្នុងការជួយគ្រប់គ្រងរដ្ឋតែប៉ុណ្ណោះ។⁵ ក៏ប៉ុន្តែរហូតដល់សតវត្សទី១៧ គេសង្កេតឃើញថាគំនិតនៃស្ថិតិត្រូវបានរីកចម្រើនខ្លាំងរហូតដល់វាត្រូវបានគេបញ្ចូលទៅក្នុងអាជីវកម្មដែលអាចហៅដោយខ្លីថាការព្យាករណ៍ធុរកិច្ច។ គេក៏អាចធ្វើការបញ្ជាក់ផងដែរពីភាពរីកចម្រើននេះបានតាមរយៈការលើកឡើងរបស់សៀវភៅប្រវត្តិនៃហានិភ័យ ដែលជាស្នាដៃនិពន្ធរបស់លោក Peter Bernstein ឆ្នាំ១៩៩៦ លោកបានសង្កេត និងផ្តល់អនុសាសន៍ថាការអភិវឌ្ឍន៍នៃការព្យាករណ៍អាជីវកម្មសតវត្សទី១៧គឺជាការច្នៃប្រឌិតដ៏សំខាន់ជាងគេមួយ។ ដោយលោកក៏បានភ្ជាប់មកជាមួយនូវសំណេរមួយឃ្លាដែលសសេរថា “ការព្យាករណ៍ធ្លាប់ត្រូវបានចាត់ទុកជាយូរយារណាស់មកហើយថាជាការខ្វះខាតពេលវេលាបំផុតតែក៏បានក្លាយជាភាពចាំបាច់បំផុតក្នុងសតវត្សទី១៧។ សម្រាប់សហគ្រិនក្មេងៗដែលមានឆន្ទៈក្នុងការប្រថុយប្រថានក្នុងការបង្កើតឱកាសសម្រាប់អនាគតរបស់ពួកគេ”។ ដោយត្រឹមតែរយៈពេល 300ឆ្នាំ ការជឿនលឿនរបស់វិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ផ្នែកលើទិន្នន័យការអភិវឌ្ឍន៍ជាច្រើនគួរឱ្យកត់សម្គាល់រហូតមកដល់ក្នុងសតវត្សទី20។ ក្នុងនោះផងដែរគេសង្កេតឃើញថាវិធីសាស្ត្រដូចជា៖ Regression Analysis, Decomposition, Smoothing និងAutoregressive Moving Average ក៏កាន់តែមានភាពល្អប្រសើរមានប្រសិទ្ធភាពព្រមទាំងងាយស្រួលជាងមុន។ ប្រសិនបើរយៈពេល25ឆ្នាំចុងក្រោយ ការអភិវឌ្ឍន៍វិធីសាស្ត្រផ្នែកលើទិន្នន័យតួនាទីនៃការវិនិច្ឆ័យ និងវិធីសាស្ត្រវិនិច្ឆ័យចំពោះការព្យាករណ៍បានកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំងមិនគួរឱ្យជឿ និងកាន់តែមានភាពងាយស្រួលកាន់តែខ្លាំង។ ជាក់ស្តែងការវិនិច្ឆ័យរបស់បុគ្គលអាចជាមធ្យោបាយដ៏ល្អតែមួយគត់ក្នុងការព្យាករណ៍ពីអនាគត ដែលករណីនេះអាចធ្វើបានលុះត្រាតែអ្នកព្យាករណ៍មិនមានប្រវត្តិ

⁴ <https://earthobservatory.nasa.gov/features/WxForecasting/wx2.php> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦/០៥/២០២៣)

⁵ <https://vsae.nl/nl/studenten/aenorm/2019-04-29-the-origin-of-statistics> (ចូលមើលថ្ងៃទី ០៦/០៥/២០២៣)

ទិន្នន័យ។ តែផ្ទុយមកវិញក្នុងករណីដែលអ្នកព្យាករណ៍មានទិន្នន័យ ដែលអាចរកបានការព្យាករណ៍ត្រូវប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យជាចាំបាច់ ស្របពេលជាមួយគ្នានៃការរីកចម្រើនវិទ្យាសាស្ត្រកុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួនសម័យទំនើបដែលមានអានុភាព បាននាំឱ្យការព្យាករណ៍នៃតម្លៃនាពេលអនាគតវាបានក្លាយទៅជារឿងងាយស្រួល និងជាការចាប់អារម្មណ៍សម្រាប់អ្នកព្យាករណ៍មិនដូចពីមុនឡើយដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញលំបាកក្នុងការយល់ឱ្យស៊ីជម្រៅ។⁶

១.៣. សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍

ជាការពិតណាស់សារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍ត្រូវបានគេមើលឃើញកាន់តែច្បាស់នៅក្នុងកំឡុងពេលដែលពិភពលោកកំពុងតែជួបប្រទះនូវការរាលដាលជាសកលនៃជំងឺរលាកផ្លូវដង្ហើមកូវីត១៩ ដែលពេលនោះមិនថាតែមនុស្សជាតិដែលងាយរងគ្រោះប៉ុណ្ណោះទេ។ ក៏ប៉ុន្តែសូម្បីតែអាជីវកម្ម ឬ ស្ថាប័នមួយចំនួនត្រូវបានបង្ខំចិត្តផ្អាកនូវដំណើរការដោយគោរពតាម វិធានការបិទខ្ទប់របស់រដ្ឋាភិបាល។ ដោយប្រការនេះឯងធ្វើឱ្យការព្យាករណ៍កាន់តែក្លាយទៅជាប្រធានបទជាទីចាប់អារម្មណ៍ដែលគេតែងតែនិយមលើកយកមកធ្វើការពិភាក្សាជាពិសេសពីសំណាក់ម្ចាស់អាជីវកម្មផ្ទាល់តែម្តង។ ក៏ព្រោះតែក្រោមហេតុផលមួយថាការព្យាករណ៍ជាវិធីសាស្ត្រដែលមានប្រសិទ្ធភាពក្នុងការប៉ាន់ស្មានទុកជាមុន និងបង្ការនូវហានិភ័យដែលមិនអាចនឹកស្មានដល់ការព្យាករណ៍ក៏ដើរតួសំខាន់ដែលក្នុងការរៀបចំផែនការ និងការសម្រេចចិត្តត្រឹមត្រូវ។ បើសិននិយាយដល់វិសាលភាពនៃសារៈសំខាន់របស់ព្យាករណ៍គឺវាមានឥទ្ធិពលលើវិស័យជាច្រើនដូចជា៖ វិស័យរដ្ឋាភិបាល វិស័យសេដ្ឋកិច្ច ហិរញ្ញវត្ថុ វិស័យធុរកិច្ច និងវិស័យដទៃទៀតជាដើម។ល។

១.៣.១. វិស័យរដ្ឋាភិបាល សេដ្ឋកិច្ច ហិរញ្ញវត្ថុ

ការព្យាករណ៍ត្រូវបានរដ្ឋាភិបាលប្រើប្រាស់ក្នុងការគ្រប់គ្រងរដ្ឋជាក់ស្តែងការព្យាករណ៍ពិតជាបានជួយដល់រដ្ឋាភិបាលដូចជា៖⁷

❖ ការធ្វើចំរើនឬប្រជាសាស្ត្រ

ជាការព្យាករណ៍ចំនួនប្រជាជនតាម ប្រទេស តំបន់ ធ្វើឡើងជាប្រចាំដែលជាញឹកញាប់ត្រូវបានកំណត់ដោយអចេរដូចជា ភេទ អាយុ ព្យាករណ៍នេះក៏រាប់ទាំងពី ការកើត ការស្លាប់ និងការចំណាកស្រុកផងដែរ។ រដ្ឋាភិបាលប្រើប្រាស់ការព្យាករណ៍ទាំងនេះសម្រាប់ការធ្វើផែនការគោលនយោបាយ និងសកម្មភាពសេវាសង្គមដូចជាចំណាយ ថែទាំសុខភាព ធានារ៉ាប់រងសង្គម កម្មវិធីចូលនិវត្តន៍ និងកម្មវិធីប្រឆាំងភាពក្រីក្រ។

⁶ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting* (9th ed). Page 1.

⁷ Hashmand, A.R. 2010. *Business forecasting: a practical approach*. (2nd ed). Page 4.

❖ សេដ្ឋកិច្ច ស្ថាប័នហិរញ្ញវត្ថុ និងស្ថាប័នគោលនយោបាយ

ការព្យាករណ៍ជិះឥទ្ធិពលលើសេដ្ឋកិច្ចសំខាន់ៗដូចជា៖ ផលិតផលសរុបក្នុងស្រុក កំណើនប្រជាជន ភាពអត់ការងារធ្វើ អត្រាការប្រាក់ អតិផរណា កំណើនការងារ និងផលិតកម្ម។ បន្ថែមពីលើនេះការព្យាករណ៍ទាំងនេះគឺជាផ្នែកមួយដ៏សំខាន់នៃការណែនាំនៅពីក្រោយការរៀបចំផែនការរូបិយវត្ថុ និងសារពើពន្ធ ផែនការថវិកា និងការសម្រេចចិត្តដែលធ្វើឡើងក្នុងរដ្ឋាភិបាល។

១.៣.២. និស័យធុរកិច្ច

ការព្យាករណ៍ជាឧបករណ៍សំខាន់ក្នុងការសម្រេចចិត្តធ្វើផែនការយុទ្ធសាស្ត្រធ្វើឡើងដោយអាជីវកម្មជាច្រើន។ ការព្យាករណ៍ត្រូវបានគេបែងចែងសំខាន់ៗយ៉ាងក្នុងអាជីវកម្មដែលមានដូចជា៖^{8, 9}

១.៣.២.១. ការគ្រប់គ្រងប្រតិបត្តិការ

ស្ថាប័នអាជីវកម្មប្រើជាប្រចាំសម្រាប់ការលក់ផលិតផល ឬ ក៏តម្រូវការនៃសេវាកម្មដើម្បីរៀបចំកាលវិភាគអំពី ការគ្រប់គ្រងស្តុក គ្រប់គ្រងសង្វាក់ផ្គត់ផ្គង់ កំណត់តម្រូវការបុគ្គលិក និងផែនការសមត្ថភាពព្រមទាំងយុទ្ធសាស្ត្រកាត់បន្ថយថ្លៃដើមផលិតកម្ម។ ព្យាករណ៍ក៏អាចត្រូវបានប្រើប្រាស់ផងដែរដើម្បីកំណត់ភាពចម្រុះនៃផលិតផល ឬ សេវាកម្ម និងទីតាំងផលិតផលត្រូវផលិត។

១.៣.២.២. ទីផ្សារ

ការព្យាករណ៍មានសារៈសំខាន់ក្នុងការសម្រេចចិត្តទីផ្សារ។ ការព្យាករណ៍ត្រូវបានយកមកប្រើប្រាស់ក្នុងការប្រាប់អំពីទំហំទីផ្សារ និងលក្ខណៈនៃទីផ្សារដូចជាចំណែកទីផ្សារ និន្នាការតម្លៃ ប្រភពនៃការប្រកួតប្រជែង ហើយមានប្រជាសាស្ត្រនៃទីផ្សារ ផែនការផ្សាយពាណិជ្ជកម្ម និងការចំណាយបាន ហើយវាធ្វើឱ្យកាន់តែច្បាស់អំពីទំនាក់ទំនងរវាងសកម្មភាពផ្សព្វផ្សាយ និងការលក់។ ហើយបង្កើតយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារនាពេលអនាគតសម្រាប់ផលិតផលផ្សេងៗ។

១.៣.២.៣. ហិរញ្ញវត្ថុ និងការគ្រប់គ្រងហានិភ័យ

វិនិយោគិនដែលមានទ្រព្យសកម្មហិរញ្ញវត្ថុ ក៏បានប្រើប្រាស់ការព្យាករណ៍ដោយជួយចង្អុលបង្ហាញពីការវិនិយោគរបស់ពួកគេ។ ជាឧទាហរណ៍ក្នុងវិស័យមូលបត្រភាគហ៊ុនដោយផ្តល់ការសម្រេចចិត្តវិនិយោគតាមរយៈការប្រៀបធៀប ហានិភ័យមូលបត្រ និងហានិភ័យទីផ្សារ។ មួយវិញទៀតការព្យាករណ៍ជួយក្នុងការគ្រប់គ្រងហានិភ័យផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុតាមរយៈការវាយតម្លៃពីភាពងាយស្រួលក្នុងការបម្លែងទ្រព្យសកម្មមកវិញផងដែរ។

⁸ Hashmand, A.R. 2010. *Business forecasting: a practical approach*. (2nd ed). Page 3.

⁹ Anderson, D. R., & Sweeney, et al. 2016. *Statistics for business & economics*. (12th ed). Page 3-4

១.៤.ប្រភេទនៃការព្យាករណ៍

១.៤.១.ការព្យាករណ៍តាមពេលវេលា

ការព្យាករណ៍ត្រូវបានគេចាត់ថ្នាក់នៃប្រភេទរបស់វាជា២ប្រភេទធំៗ គឺ៖ការព្យាករណ៍រយៈពេលវែង និងការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លី។

- ❖ ការព្យាករណ៍រយៈពេលវែង ជាទូទៅត្រូវបានគេដឹងថាមានរយៈពេលចាប់ពី៣ឆ្នាំឡើង។ ការព្យាករណ៍ប្រភេទនេះត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងការកំណត់ពីគោលដៅរបស់អង្គការ សម្រាប់រយៈពេលវែងហើយច្រើនតែចេញពីការសម្រេចចិត្តរបស់ថ្នាក់ដឹកនាំកំពូល។
- ❖ ការព្យាករណ៍រយៈពេលខ្លីត្រូវបានកំណត់ជាទូទៅថាមានរយៈពេលក្រោម១ឆ្នាំក្នុងករណីខ្លះវាមានរយៈពេលកាន់តែខ្លីដោយខ្លីរហូតក្រោម៣ខែក៏មាន។ ហើយវាក៏ត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់ដោយអ្នកគ្រប់គ្រងកម្រិតកណ្តាល និងអ្នកគ្រប់គ្រងកម្រិតមូលដ្ឋានក្នុងការដាក់ចេញនូវយុទ្ធសាស្ត្រឱ្យទាន់ពេលវេលា។

១.៤.២.ការព្យាករណ៍បែបម៉ាក្រូ និងមីក្រូ

ការព្យាករណ៍ក៏បន្តធ្វើការបែងចែកដោយបានបង្កើតនូវថ្នាក់ចំនួនពីរគឺការព្យាករណ៍តាមបែបម៉ាក្រូ និងការព្យាករណ៍តាមបែបមីក្រូ។

- ❖ ការព្យាករណ៍តាមបែបមីក្រូ ជាទូទៅវាមានវិសាលភាពក្នុងកម្រិតនៃសហគ្រាស តែប៉ុណ្ណោះ។
- ❖ ការព្យាករណ៍តាមបែបម៉ាក្រូ ត្រូវបានគេស្គាល់ថាធ្វើឡើងក្នុងការសម្រេចចិត្តធំៗធ្វើឡើងថ្នាក់ជាតិ។ ដោយច្រើនត្រូវបានប្រើក្នុងរដ្ឋាភិបាល។

១.៤.៣.ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ និងបរិមាណវិស័យ

- ❖ ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ

វិធីព្យាករណ៍តាមរយៈគុណវិស័យជាវិធីសាស្ត្រដែលមានផ្តល់នូវលក្ខណៈងាយស្រួល។ ដោយមិនមានការបង្ខិតបង្ខំឱ្យមាននូវទិន្នន័យច្រើននោះទេ។ ហើយធ្វើការសម្រេចទៅតាមការពិភាក្សា ឬមួយក៏ជាការប៉ាន់ស្មានវិនិច្ឆ័យទៅតាមគំនិត យោបល់របស់បុគ្គលដែលមាននូវ ជំនាញ និងចំណេះដឹង ព្រមទាំងបទពិសោធន៍ដោយមានសមត្ថភាពក្នុងការប្រមើលមើលពីអនាគតដែលអាចកើតឡើង។ វិធីសាស្ត្រនេះមាននូវសារៈប្រយោជន៍ខ្លាំងដែលទន្ទឹមនឹង ពុំអាចធ្វើការស្វែងរក ឬ មិនមានទិន្នន័យច្រើនពីអតីតកាលនៅក្នុងដៃ ម៉្យាងវិញទៀតទិន្នន័យចាស់ៗដែលមិនអាចពន្យល់ពីអនាគតបាន។ ក៏ប៉ុន្តែវាក៏បានភ្ជាប់មកជាមួយនូវផលអវិជ្ជមានផងដែរ ដោយសារតែការព្យាករណ៍មិនបានពឹងផ្អែកលើមូលដ្ឋានគណិតវិទ្យាដោយលំបាកក្នុងការប្រៀបធៀបស្វែងរកនូវលម្អៀង។ គួរបញ្ជាក់ផងដែរថាវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ និងបរិមាណ

វិស័យនេះអាចនឹងគ្មានប្រសិទ្ធភាពគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការព្យាករណ៍ចំពោះព្រឹត្តិការណ៍នាថ្ងៃអនាគតក្នុងករណីដែលវា ត្រូវបានប៉ាន់ស្មានវិភាគវិនិច្ឆ័យតាមរយៈយោបល់របស់អ្នកមានឥទ្ធិពល។

❖ ការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ

វិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍តាមរយៈបរិមាណវិស័យជាវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍ពឹងផ្អែកលើការប្រើប្រាស់ទិន្នន័យពី អតីតកាលឬបច្ចុប្បន្នដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍ពីអនាគត ផ្ទុយពីការព្យាករណ៍តាមគុណវិស័យដែលជ្រើសយកការ វិនិច្ឆ័យតាមបុគ្គលមកប៉ាន់ស្មានពីអនាគត។ ប៉ុន្តែការព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យត្រូវបានសង្កេតឃើញ ថាបានប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលសំខាន់ៗចំនួនបីដែលមានដូចជា៖ Regression Models, Smoothing Models និង General Time Series Models ។ ហើយចំពោះសារៈសំខាន់នៃការព្យាករណ៍តាមបរិមាណ វិស័យត្រូវបានមើលឃើញថាមានការបញ្ចូលនូវវិទ្យាសាស្ត្រគណិតវិទ្យាដែលធ្វើការគាំទ្រទៅដល់ភាពងាយ ស្រួលទៅដល់ការវាស់វែងអំពីភាពលម្អៀង ឬ ភាពមិនត្រឹមត្រូវនៃការព្យាករណ៍។ ប៉ុន្តែអ្នកព្យាករណ៍ត្រូវយកចិត្ត ទុកដាក់ចំពោះទិន្នន័យក្នុងការព្យាករណ៍ ក៏ព្រោះតែកាលណាដែលទិន្នន័យពីអតីតកាលដែលមានសភាព ឃ្លាតឆ្ងាយពីបច្ចុប្បន្នខ្លាំង នោះលទ្ធផលដែលទទួលបានមិនអាចពន្យល់ពីស្ថានភាពបច្ចុប្បន្ន និងអនាគត បានឡើយ។ តែផ្ទុយមកវិញប្រសិនបើទិន្នន័យពីអតីតកាលមានតិចតួចនោះលទ្ធផលដែលទទួលបានមិនមាន នូវលទ្ធភាពគ្រប់គ្រាន់ដើម្បីពន្យល់ពីអនាគតបានឡើយ។

១.៤.៤ ការព្យាករណ៍ជាចំណុច និង ចន្លោះ

- ❖ ការព្យាករណ៍ជាចំណុច ជាទម្រង់នៃការព្យាករណ៍ដែលការព្យាករណ៍ធ្វើការប៉ាន់ស្មានអំពីតម្លៃតែ មួយ។
- ❖ ការព្យាករណ៍ជាចន្លោះ គឺជាការព្យាករណ៍ដែលការព្យាករណ៍ ឬ ប៉ាន់ស្មានអំពីនៃតម្លៃនាពេល អនាគតត្រូវស្ថិតនៅចន្លោះពេល។

១.៥. ប្រភេទនៃទិន្នន័យ

ជាទូទៅគេតែងតែឃើញថាទិន្នន័យត្រូវបានបែងចែកជាពីរប្រភេទខុសៗគ្នា។ ដោយទិន្នន័យទីមួយត្រូវ បានគេហៅថា Cross-sectional Data ។ Cross-sectional គឺទិន្នន័យប្រមូលបានក្នុងពេលតែមួយដោយ មិន គិតថាមួយម៉ោងមួយថ្ងៃមួយសប្តាហ៍ ឬ មួយខែនោះទេ។ ប្រភេទទិន្នន័យទីពីរ គឺជាទិន្នន័យ ដែលការសង្កេត ទិន្នន័យនោះធ្វើឡើងតាមរយៈពេលតៗគ្នា។ ដែលគេឱ្យឈ្មោះថាជា Time Series Data។¹⁰

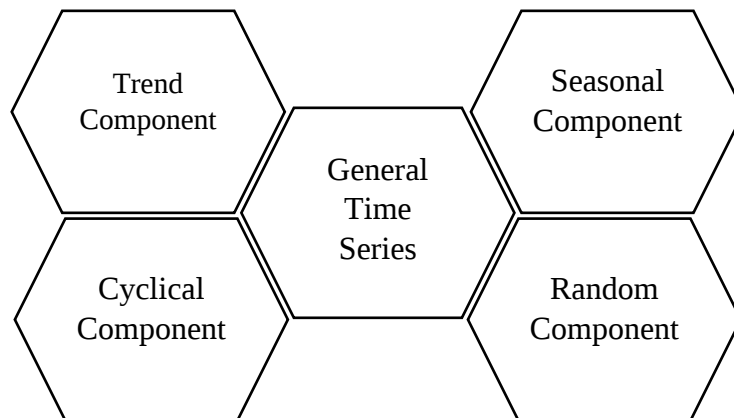
¹⁰ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 61.

១.៦. សមាសធាតុនៃ General Time Series

General Time Series: កាលណាដែលតម្លៃសង្កេតនៃអថេរមិនឯករាជ្យ (Y) ដែលអាស្រ័យទៅលើពេលវេលាត្រូវបានគេហៅថា ទិន្នន័យស៊េរីពេលវេលា ឬ គ្រាន់តែជាស៊េរីពេលវេលាដែលជាញឹកញាប់ការសង្កេតទាំងនេះត្រូវបានកត់ត្រានៅចន្លោះពេលកំណត់។ ជាទូទៅទិន្នន័យដែលសង្កេតក្រោមទម្រង់ជាស៊េរីពេលវេលាជាធម្មតាឬច្រើនតែងតែទាក់ទងគ្នាទៅវិញទៅមក (ជាប់ទាក់ទងគ្នាដោយស្វ័យប្រវត្តិ)។ ហើយកាលណាដែលគេនិយាយដល់ Time series គេនឹកដល់សមាសធាតុ៤យ៉ាង ដែលមានដូចជា៖

សមាសធាតុ Trend សមាសធាតុ Seasonal សមាសធាតុ Cyclical សមាសធាតុ Random ។

រូបភាពទី១.១៖ សមាសធាតុនៃ General Time series



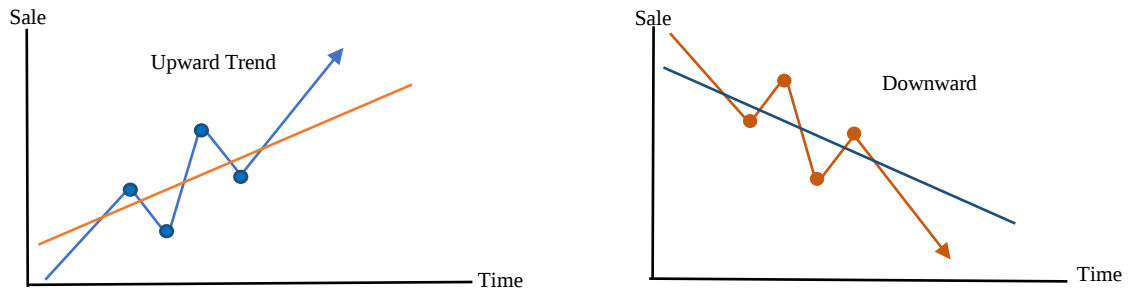
១.៦.១. សមាសធាតុ Trend

Trend គឺជាចលនាដែលមាននិន្នាការអាចឡើង (Upward Trend) ឬ ចុះ (Downward Trend) ក្នុងរយៈពេលវែងនៃស៊េរីពេលវេលា។ រូបភាពរបស់សមាសធាតុ Trend ត្រូវបានអ្នកវិភាគជាច្រើនបានផ្សារភ្ជាប់ទៅជាមួយទិដ្ឋភាពអាជីវកម្ម និងសេដ្ឋកិច្ចមកធ្វើការពន្យល់តាមរយៈហេតុផលដូចខាងក្រោមដោយជាឧទាហរណ៍មានដូចជា៖¹¹

- ការផ្លាស់ប្តូរបច្ចេកវិទ្យា និងផលិតភាពកើនឡើងដែលទិដ្ឋភាពនេះវាបាននាំឱ្យបានការផ្លាស់ប្តូរនៃរបៀបរស់នៅ។ ជាឧទាហរណ៍តម្រូវការនៃគ្រឿងអេឡិចត្រូនិចមានការកើនឡើងជាមួយគ្នា និងការមកដល់នៃកុំព្យូទ័រ ឬ ការប្រើប្រាស់ថ្លើងមានការធ្លាក់ចុះពេលស្របគ្នា និងការមកដល់នៃយន្តហោះ។
- ការផ្លាស់ប្តូរចំនួនប្រជាជននាំឱ្យមានកំណើននៃតម្រូវការនៃទំនិញនិងសេវា
- ឥទ្ធិពលអតិផរណាក្នុងសេដ្ឋកិច្ចធ្វើឱ្យមានការប្រែប្រួលដល់ថ្លៃផលិតកម្មឬថ្លៃទំនិញ។

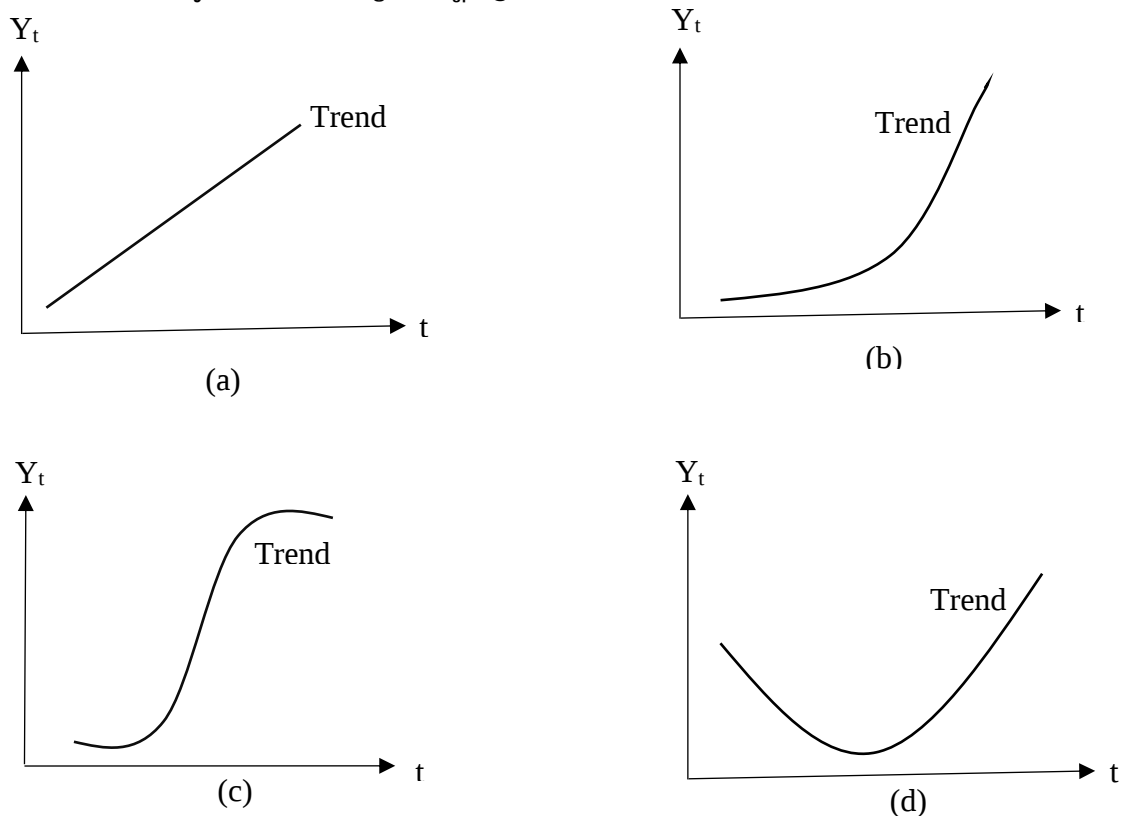
¹¹ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 62.

រូបភាពទី១.២៖ ក្រាបបង្ហាញពី Upward and Downward Trend



គួរឱ្យកត់សម្គាល់ផងដែរថា ក្រៅពីទម្រង់ Upward trend Downward ។ Trend ក៏បន្តបំបែកដែលបានបង្កើតនូវ Linear Trend និង Non Linear Trend ។ ចំពោះ Linear trend ដែលបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១.៣(a) មានសភាពជាបន្ទាត់នៅពេលដែលសំណុំទិន្នន័យនៅជុំគ្នាដែលបង្កើតបានទៅជាខ្សែត្រង់មួយនោះគឺ Linear Trend. ។ ចំណែកឯទិន្នន័យដែលស្ថិតនៅជុំគ្នាបង្កើតជាបន្ទាត់តែប៉ុណ្ណោះវាស្ថិតនៅរាយប៉ាយហើយបង្កើតបានខ្សែកោងជំនួសវិញដោយអាចហៅវាថាជា Non Linear Trend ដែលបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី ១.៣.(b-d) ។¹²

រូបភាពទី១.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពី Linear Trend និង Non Linear Trend

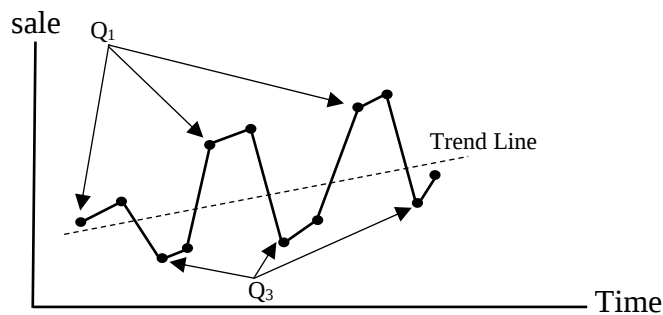


¹² Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed.). page 11.

១.៦.២. សមាសធាតុ Seasonal

Seasonal ឬ អាចហៅម្យ៉ាងទៀតថាជាការផ្លាស់ប្តូរកំរិតទិន្នន័យប្រែប្រួលប្រចាំសប្តាហ៍ ប្រចាំខែ ប្រចាំត្រីមាស។ល។ ការប្រែប្រួលតាមរដូវកាលសំដៅលើលំនាំនៃការផ្លាស់ប្តូរដែលមានស្ថេរភាពច្រើន ឬតិចលេចឡើងជារៀងរាល់ឆ្នាំហើយកើតឡើងជាទៀងទាត់ពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំ។ បន្ថែមពីនេះចំពោះការប្រែប្រួលតាមរដូវកាលវាបង្ហាញតាមរយៈរូបភាពដូចជា កត្តាវប្បធម៌ ពិធីបុណ្យជាតិ បុណ្យប្រពៃណី ជាដើមឬជា កត្តាអាកាសធាតុ ដូចជា រដូវក្ដៅ រដូវវស្សា និងរដូវរំហើយជាដើម។ល។¹³

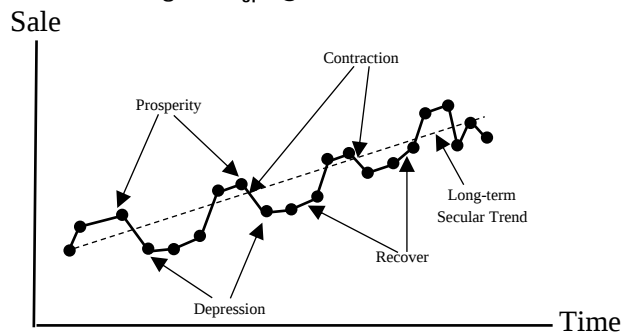
រូបភាពទី១.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពី Seasonal Component



១.៦.៣. សមាសធាតុ Cyclical

Cyclical ជាសមាសធាតុដែលស្ថិតក្នុង Time series ដែលមានលំនាំស្រដៀងគ្នាជាមួយនិង Seasonal Component ផងដែរ។ ក៏ប៉ុន្តែ Cyclical គឺមានលំនាំកើតឡើងនៅក្នុងវដ្តអាជីវកម្ម និងសេដ្ឋកិច្ច។ ម្យ៉ាងវិញទៀតវាមានចលនាប្រែប្រួលក្នុងប្រវែងជាធម្មតាមានរយៈពេលចាប់ពី១ឆ្នាំ ទៅ១០ឆ្នាំ។¹⁴

រូបភាពទី១.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពី Cyclical Component



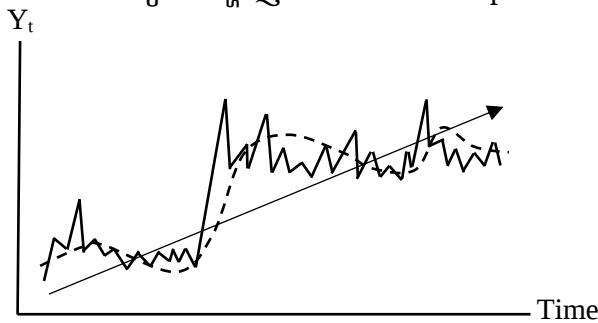
¹³ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed.)*. Page 166-167.

¹⁴ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach (2nd ed.)*. Page 12.

១.៦.៤. សមាសធាតុ Random Component

សមាសធាតុ Random ជាសមាសធាតុក្នុង Time Series ដែលមានភាពមិនទៀងទាត់មានការប្រែប្រួលដែលមិនអាចស្មានទុកជាមុនបាន ឬ ដោយចៃដន្យ។ ការប្រែប្រួលទាំងនេះគឺជាលទ្ធផលនៃព្រឹត្តិការណ៍ជាច្រើនដែលកើតមិនទៀងទាត់ជាឧទាហរណ៍ វិបត្តិសេដ្ឋកិច្ច ជំងឺរាតត្បាត គ្រោះធម្មជាតិជាដើម។¹⁵

រូបភាពទី១.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពី Random Component



១.៧. ការកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation

ជាទូទៅនៅពេលដែលអថេរត្រូវបានវាស់វែងដោយពេលវេលាការសង្កេតក្នុងកំឡុងពេលផ្សេងៗគ្នា គឺទាក់ទងគ្នាញឹកញាប់ ឬ ជាប់ទាក់ទងគ្នា។ ការជាប់ទាក់ទងគ្នានេះត្រូវបានវាស់វែងដោយប្រើមេគុណការជាប់ទាក់ទងគ្នាដោយស្វ័យប្រវត្តិ។ មេគុណដែលត្រូវយកមកវាស់វែងគឺ Autocorrelation។ Autocorrelation គឺជាទំនាក់ទំនង (Correlation) រវាងតម្លៃនៃការសង្កេតដែលមានលំដាប់លំដោយតាមពេលឬតម្លៃសង្កេតនៅឆ្ងាយពីគ្នាក្នុងកំឡុងពេលមួយគ្រាឬច្រើនគ្រា (Lagged Variable)។¹⁶

រូបមន្ត គណនាមេគុណទំនាក់ទំនង Autocorrelation Coefficient

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

ដែល k = គម្លាតនៃកំឡុងពេលដែលត្រូវបានហៅថា Lag

r_k = មេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ Lag នៃកំឡុងពេល K

$\bar{Y}$ = មធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time Series

Y_t = តម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល t

Autocorrelation Coefficient មានសមត្ថភាពពិសេសមួយក្នុងការវែកញែកអំពីថ្នាក់នៃទិន្នន័យរបស់ Time Series ដែលបានចែកដូចខាងក្រោម៖¹⁷

¹⁵ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 166-167.

¹⁶ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 64-65.

¹⁷ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 68.

- ប្រសិនបើស៊េរីមួយជា Random កាលណាទំនាក់ទំនងគ្នារវាង Y_t និងសម្រាប់ពេលណាមួយ lag k គឺនៅជិតសូន្យ។ តម្លៃបន្តបន្ទាប់នៃស៊េរីពេលវេលាគឺមិនមានទំនាក់ទំនងគ្នាទៅវិញទៅមកទេ។
- ប្រសិនបើស៊េរីមួយជាTrend កាលណាតម្លៃសង្កេតជាបន្តបន្ទាប់មានទំនាក់ទំនងគ្នាយ៉ាងខ្លាំង ហើយមេគុណការជាប់ទាក់ទងគ្នាដោយស្វ័យប្រវត្តិ ហើយទំនាក់ទំនងមានការប្រែប្រួលពីទំនាក់ទំនងខ្លាំងរហូតដល់ខ្សោយខិតទៅរកសូន្យដោយខ្លាំងនៅលើកដំបូង ហើយបន្ទាប់មកធ្លាក់ចុះបន្តិចម្តងៗឆ្ពោះទៅរកសូន្យនៅពេលដែលចំនួននៃLag កើនឡើង។
- ប្រសិនបើស៊េរីមួយមានលំនាំជា Seasonal មេគុណការជាប់ទាក់ទងគ្នាយ៉ាងសំខាន់នឹងកើតឡើងនៅ Lag តាមរដូវ ឬ ពហុគុណនៃ Lag តាមរដូវកាល។ Lag តាមរដូវកាលគឺ 4 សម្រាប់ទិន្នន័យប្រចាំត្រីមាស និង12 សម្រាប់ទិន្នន័យប្រចាំខែ។

១.៨. សំណើនៃម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យជាTrend

គ្រប់ម៉ូដែលទាំងអស់របស់ Time Series ជាម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍ដែលពឹងផ្អែកទាំងស្រុងលើតម្លៃបច្ចុប្បន្ន និងអតីតកាលដើម្បីព្យាករណ៍អំពីតម្លៃអនាគត។ ក៏ប៉ុន្តែគ្រប់ម៉ូដែលរបស់ Time Series អាចពន្យល់ ឬ ព្យាករណ៍បានក្នុងករណីទិន្នន័យជាប្រភេទ Trend គឺមានដូចខាងក្រោម។

១.៨.១. ម៉ូដែល Naive

វិធីសាស្ត្រ Naive៖ បច្ចេកទេសប៉ាន់ប្រមាណដែលផ្អែកទាំងស្រុងលើការសង្កេតជាប្រវត្តិសាស្ត្រ ឬ អាចនិយាយថាតម្លៃពីអតីតកាលនៃអថេរដូចជាប្រាក់ចំណូល និងលំហូរសាច់ប្រាក់ដើម្បីព្យាករណ៍ទៅកាលបន្ទាប់។ វិធីសាស្ត្រNaive មានភាពសាមញ្ញនៅក្នុងការព្យាករណ៍ព្រមទាំងងាយស្រួលក្នុងការប្រើបន្ថែមពីនោះ វិធីសាស្ត្រ Naive ត្រូវបានបែងចែកជាពីរក្រុមដែលមានដូចជា៖¹⁸

១.៨.១.១.ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)

ម៉ូដែល Absolute Change Model វាជាផ្នែកមួយនៃម៉ូដែល Naive ដែលប្រើសម្រាប់ព្យាករណ៍ទិន្នន័យជាប្រភេទ Trend ។ ដើម្បីព្យាករណ៍ទិន្នន័យប្រភេទTrend ក្នុងម៉ូដែល (ACM) គេត្រូវយកតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្ន ហើយបន្ថែមនូវគម្លាតរវាងតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្ននិងតម្លៃសង្កេតគ្រាមុន ។

ដែលម៉ូដែលAbsolute Change Model នេះមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖¹⁹

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

ដែល $\hat{Y}_{t+1}$ ជាតម្លៃព្យាករណ៍នៅអនាគត $t+1$
 Y_t ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល t

¹⁸ Shim, J.K., & Siegel, J. G. (2011). *Budgeting Basics and Beyond (2nd ed)*. Page 235.
¹⁹ Shim, J.K., & Siegel, J. G. (2011). *Budgeting Basics and Beyond (2nd ed)*. Page 235.

១.៤.១.២. ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)

ម៉ូដែល Relative Change Model ក៏ជាផ្នែកមួយផងដែរនៃម៉ូដែល Naive ដែលសម្រាប់ទិន្នន័យជាប្រភេទTrend។ ម៉ូដែលនេះវាមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖²⁰

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

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

Y_t ជាតម្លៃសង្កេតបច្ចុប្បន្នក្នុងរយៈពេល t

១.៤.២. ម៉ូដែល Moving Average

Moving Average គឺជាម៉ូដែលដែលគណនាតម្លៃមធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតដែលមានលំដាប់ K ដើម្បីព្យាករណ៍សម្រាប់ពេលបន្ទាប់។ ចំពោះម៉ូដែល Moving Average ដែលអាចប្រើប្រាស់យកមកព្យាករណ៍បានសម្រាប់ទិន្នន័យជា Trend គឺ Double Moving Average (DMA)។

- ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) វាជាម៉ូដែលសម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យជាTrend ដែលតម្រូវឱ្យធ្វើការគណនាមធ្យមរំកិលទ្វេដងពេលគឺ Double Moving ទៅលើ Moving Average ក្នុងន័យនេះមានន័យថាគេត្រូវគណនាលើសំណុំទី១ គឺ Moving បន្ទាប់មកគេយកវាមកគណនាក្នុងសំណុំទី២ដោយត្រូវធ្វើការ Moving ម្តងទៀត។²¹

M_t គឺជា Moving Average ទី១ ពី Y_t : $M_t = \hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{K}$ $k = 2, 3, \dots$

M'_t គឺជា Moving Average ទី២ ពី M_t : $M_t = M'_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-k+1}}{K}$

មេគុណនៃសមីការ Coefficients of Equation:

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

និង

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

សមីការព្យាករណ៍នៃ DMA:

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

ដែល $P=1,2,\dots$

១.៤.៣. ម៉ូដែល Exponential Smoothing

ខណៈពេលដែលវិធីសាស្ត្រមធ្យមរំកិលប្រើប្រាស់តែការអង្កេតថ្មីៗដើម្បីធ្វើការព្យាករណ៍។ ចំណែកនៃវិធីសាស្ត្រ Exponential Smoothing ដែលជាវិធីសាស្ត្រដែលផ្តល់នូវចំពោះមធ្យមរំកិលដែលមានទម្រង់អិចស្ប៉ូណង់ស្យែលទៅលើតម្លៃអង្កេតពីមុនៗទាំងអស់។ គោលបំណងសំខាន់ក្នុងការប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រ

²⁰ Shim, J.K., & Siegel, J. G. (2011). *Budgeting Basics and Beyond (2nd ed)*. Page 236.

²¹ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 116-118.

Exponential Smoothing គឺដើម្បីធ្វើការកែតម្រូវក្នុងការកំណត់ការព្យាករណ៍ ដែលភាគច្រើនតែសម្រាប់ ទិន្នន័យ ដែលនិន្នាការឡើងលើ ឬ ចុះក្រោមខ្លាំង ពេលគឺធ្វើឱ្យទិន្នន័យមានសភាព Smooth ឬ រលោង។ ក្នុងវិធីសាស្ត្រនេះមាននូវម៉ូដែលសំខាន់ចំនួន២ដូចខាងក្រោម៖²²

១.៤.៣.១. ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing Method

Double Exponential Smoothing វាគឺជាវិធីសាស្ត្រអ៊ុចស្ស៊ីណង់ស្បែកដែលប្រើដើម្បីព្យាករណ៍សេរី ពេលវេលាចេញពីការគណនាសំណុំនៃអ៊ុចស្ស៊ីណង់ស្បែកទ្វេដង។²³

គណនាអ៊ុចស្ស៊ីណង់ស្បែកទី១ (S_t)
$$S_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)S_{t-1}$$

គណនាអ៊ុចស្ស៊ីណង់ស្បែកទី២ (S'_t)
$$S'_t = \alpha S_t + (1 - \alpha)S'_{t-1}$$

រកមេគុណនៃសមីការលីនីអ៊ែរ Coefficient of Linear Equation

$$a_t = 2S_t - S'_t \quad \text{និង} \quad b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t - S'_t)$$

សមីការព្យាករណ៍ DES

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

ដែល k = គម្លាតនៃកំឡុងពេលដែលត្រូវបានហៅថា Lag

r_k = មេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់ Lag នៃកំឡុងពេល K

$\bar{Y}$ = មធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតរបស់ទិន្នន័យ Time Series

Y_t = តម្លៃសង្កេតនៃរយៈពេល t

១.៤.៣.២ ម៉ូដែល HOLT's Exponential Smoothing Method

វិធីសាស្ត្រ Holt's Method Exponential Smoothing (HES) ជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ទិន្នន័យ Trend របស់ទិន្នន័យ Times Series ។ វិធីសាស្ត្រនេះមានភាពស្រដៀងគ្នាទៅនឹងវិធីព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្រ DES ដែរដោយលើកលែងតែបច្ចេកទេសធ្វើឱ្យទិន្នន័យមានភាពរលោងនៃទិន្នន័យ Time Series ក៏ព្រោះដោយសារ ការប្រើប្រាស់ Smoothing Constant ពីរផ្សេងគ្នានោះគឺ (α និង β) ។ គុណសម្បត្តិនៃវិធីសាស្ត្រនេះគឺផ្តល់ភាព បត់បែនសម្រាប់ការព្យាករណ៍ ។²⁴

រូបមន្តចំនួនបីដែលត្រូវបានប្រើក្នុងវិធីសាស្ត្រ HES គឺ៖

The Exponentially Smoothed Series or Current Level Estimates

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

The Trend Estimates

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

²² Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting* (9th ed.). Page 119.

²³ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed.). Page 118.

²⁴ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed.). Page 122.

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

ដែល L_t : The new smoothed value (estimate of current level)

Y_t : ជាតម្លៃសង្កេតថ្មី ឬ តម្លៃជាក់ស្តែងនៅក្នុងរយៈពេល t

$\hat{Y}_{t+p}$: តម្លៃព្យាករណ៍សម្រាប់រយៈពេល p ទៅពេលអនាគត , T_t : The trend estimates

α : តម្លៃ smoothing constant for the level , β : តម្លៃ smoothing constant for trend estimate

p : រយៈពេលដែលនឹងត្រូវព្យាករណ៍ទៅអនាគត

១.៤.៤. ម៉ូដែល Linear Regression

១.៤.៤.១. ម៉ូដែល Time Linear Regression

Time Linear Regression គឺជាម៉ូដែលដែលធ្វើសិក្សាពីទំនាក់ទំនងនៃអថេរឯករាជ្យ និងអថេរមិនឯករាជ្យ។ វាធ្វើការផ្តោតតែទៅលើអថេរឯករាជ្យ (Time) ដែលធ្វើការពន្យល់ដល់អថេរមិនឯករាជ្យដែលមានដូចជា ចំណូល ឬចំណាយជាដើម។ ដើម្បីអាចប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែល Time Linear Regression គេត្រូវគូសនូវក្រាបជា មុនសិនដើម្បីដឹងថាវាជា Linear ឬ Non-Linear ។ ហើយជាបន្ទាប់ត្រូវគណនារក Coefficient of Correlation²⁵

សមីការបន្ទាត់នៃ Linear

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

គណនារក Coefficient of Correlation

គណនា (b_1)ដោយប្រើរូបមន្ត

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

b_1 = Coefficient of time

គណនា (b_0)ដោយប្រើរូបមន្ត

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

b_0 = Coefficient of intercept

១.៤.៥. ម៉ូដែល Autoregressive Model (AR)

ម៉ូដែល Autoregressive Model ជាបច្ចេកទេសការព្យាករណ៍ដ៏មានអានុភាពសម្រាប់ទិន្នន័យជា Time Series Data ដែលបង្កប់ន័យថាតម្លៃនៃអថេរអាស្រ័យក្នុងរយៈពេលមួយគឺទាក់ទងនឹងតម្លៃនៃអថេរអាស្រ័យក្នុងរយៈពេលផ្សេងទៀត។²⁶ ម៉ូដែល AR ជាម៉ូដែលដែលតម្លៃបច្ចុប្បន្ននៃអថេរ Y អាស្រ័យលើតម្លៃអថេរ

²⁵ Keller, G. (2007). *Statistics for management and Economics Abbreviated*. Page 581.

²⁶ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. Page 357.

Y ក្នុងរយៈពេលមុនធ្វើជាអថេរឯករាជ្យបូកជាមួយនិងគម្លាត (ε)។ ម្យ៉ាងវិញទៀតម៉ូដែល AR ជាម៉ូដែលដែលមាននូវលំដាប់ដោយ Autoregressive លំដាប់ P សំដៅទៅទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរនៅឆ្នាំគ្នា p គ្រា។ បើក្នុងករណី Autoregressive មានលំដាប់១មានន័យថាទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃនៃអថេរនៅឆ្នាំគ្នាមួយគ្រា ក្នុងករណីដែល Autoregressive មានលំដាប់២មានន័យថាទំនាក់ទំនងរវាងតម្លៃអថេរនៅឆ្នាំគ្នាពីរគ្រា។²⁷ ដែលមាននូវរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្ត Autoregressive Model មានលំដាប់១៖ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$

រូបមន្ត Autoregressive Model មានលំដាប់២៖ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t$

រូបមន្ត Autoregressive Model មានលំដាប់P៖²⁸ $Y_t = \beta_0 + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$

ដែល Y_t = the response (dependent) variable at time t

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-3}$ = The response variable at time lags t-1, t-2, t-3.... t-p
Respectively (Independent variable)

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ = The Coefficient to be estimated

ε_t = The error term at time t (that are assumed to be 0)

១.៤.៥.១. ការវាយតម្លៃលំដាប់នៃ Autoregressive Model តាម (PACF)

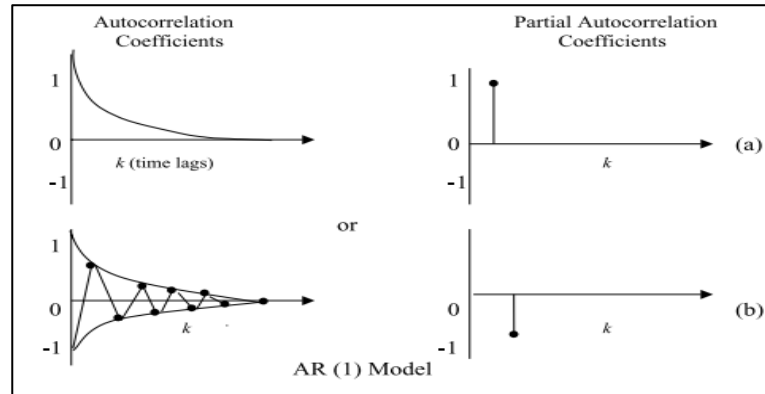
ដើម្បីធ្វើការជ្រើសរើសលំដាប់របស់ម៉ូដែលព្យាករណ៍ Autoregressive Model បានសមស្របគេចាំបាច់ធ្វើការប្រើប្រាស់នូវ Partial Autocorrelation Function (PACF) ក្នុងការវិភាគពីលំដាប់របស់ AR ឱ្យដឹងថាជា AR(1), AR(2), AR(p)។ ក្នុងការប្រើប្រាស់ Partial Autocorrelation Function (PACF) គឺតម្រូវធ្វើការប្រើប្រាស់នូវ Software Minitab ក្នុងការគណនា។ ជាទូទៅដែនកំណត់របស់ PACF គឺស្ថិតនៅក្នុងចន្លោះពី -1 ទៅ 1 ។ ក្នុងការគណនានូវលំដាប់របស់ Autoregressive Model គេពេញនិយមប្រើប្រាស់ PACF ដោយសារវាមានលក្ខណៈងាយស្រួលក្នុងការសង្កេតជាង ម្យ៉ាងវិញទៀតក៏អាចប្រើប្រាស់បង្ហាញបានតាម Autocorrelation មកធ្វើការគណនាដូចគ្នាដែលបង្ហាញក្នុងរូបភាពទី១.៦ ដូចខាងក្រោម។ ក្នុងរូបខាងក្រោមនឹងបង្ហាញអំពី៖

- AR (1) ចំពោះ ACF នឹងបង្ហាញតម្លៃធំបំផុតក៏ប៉ុន្តែយូរៗទៅធ្វើឱ្យមានតម្លៃតូច ដោយតូចរហូតខិតទៅរកសូន្យបន្តិចម្តងៗ រីឯចំពោះ PACF នឹងបង្ហាញពីតម្លៃធំនៅក្នុង First time lag ឬ Lag ទី១ ហើយបន្ទាប់ពីនោះគឺធ្លាក់ចុះទៅសូន្យ។²⁹

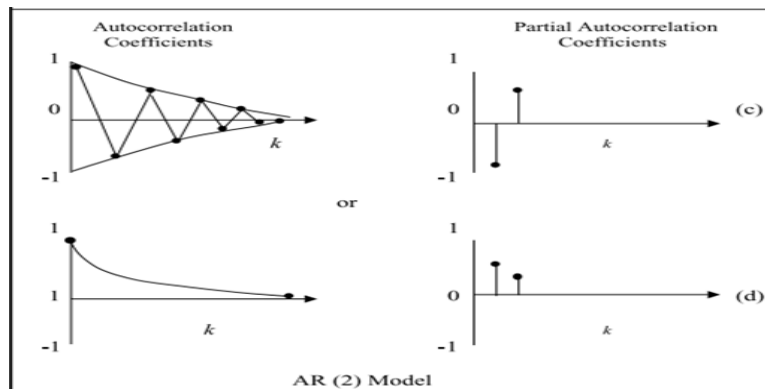
²⁷ Berenson, M., Levine, D., Szeabet, K.A., & Krehbiel, T. C. (2012). *Basic Statistics: Concepts and Application* (12th ed), Page 684.

²⁸ Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting* (9th ed). Page 404.

²⁹ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed.). Page 275.



- AR (2) ចំពោះ ACF បង្ហាញតម្លៃធំបំផុតហើយយូរទៅៗតម្លៃគឺតូចខិតទៅរកសូន្យ រីឯចំពោះ PACF នឹងបង្ហាញពីតម្លៃធំនៅ First and Second-time lag ក៏ប៉ុន្តែក្រោយពី Second time lag គឺធ្លាក់ចុះ។³⁰



- សំគាល់ គំរូខាងលើនឹងត្រូវបានបង្ហាញដូចគ្នារហូតដល់ AR(p) Model។ ជាទូទៅកាលណាមាន AR មានលំដាប់ p ចំពោះ ACF នឹងបង្ហាញថាទីតាំងទី១រហូតដល់លំដាប់ទីតាំងទី P មាននូវនិន្នាការតម្លៃធំខ្ពស់ជាងគេក៏ប៉ុន្តែក្រោយមកមានទំនោរទៅរកសូន្យនៅទីបញ្ចប់រីឯ PACF បង្ហាញតម្លៃធំនៅត្រង់ទីតាំងទី១ដល់ទីតាំងទី P ហើយមានទំនោរទៅសូន្យក្រោយ P time Lag

១.៤.៥.២. ការត្រួតពិនិត្យលក្ខខណ្ឌចំបាច់នៃលម្អៀង

ពេលដែលការព្យាករណ៍បង្ហាញថាម៉ូដែល Autoregressive Model ជាម៉ូដែលល្អជាងគេនោះដើម្បីអាចយកម៉ូដែលនេះទៅប្រើប្រាស់បានជាគោលការណ៍ត្រូវធ្វើការវិភាគចំពោះម៉ូដែលថា បានគោរពនូវលក្ខខណ្ឌដែលកំណត់ថាជាម៉ូដែលមានលក្ខណៈគ្រប់គ្រាន់ពេលតម្រូវឱ្យគោរពលើលម្អៀង Residual ចំនួនបី៖

១. លម្អៀង (Residual) ត្រូវតែមានភាពណរម៉ាល់ (Normal)
២. លម្អៀង (Residual) ត្រូវតែមានរ៉ាប់រង ឬ Variant ថេរ ត្រូវបានស្គាល់ជា Homoscedasticity
៣. លម្អៀង (Residual) ពីមួយគ្រាទៅមួយគ្រាត្រូវតែឯករាជ្យ (independent)

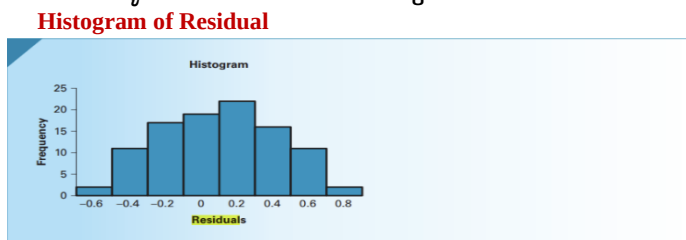
³⁰ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed). page 275.

វិធីសាស្ត្រក្នុងការពិនិត្យមើលពីលម្អៀងក្នុងលក្ខខណ្ឌទាំង៣ មានដូចជា៖³¹

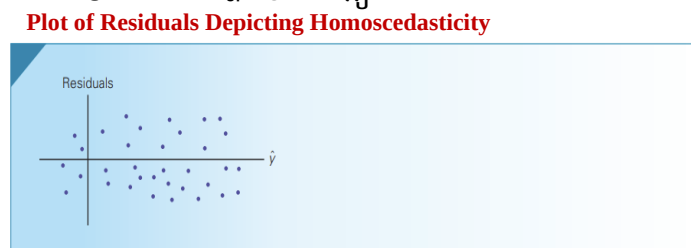
- វិធីសាស្ត្រត្រួតពិនិត្យពីភាពណាម៉ាល់នៃលម្អៀង (Residual) គេចាំបាច់ប្រើប្រាស់នូវ Histogram។
- វិធីសាស្ត្រត្រួតពិនិត្យពី Residual មានរ៉ាងរង់ថើរ ឬ Homoscedasticity ត្រូវគូសក្រាបមួយដែលមានអ័ក្សដេកជា $\hat{Y}$ និងអ័ក្សឈរត្រូវកំណត់ជា Residual។
- វិធីសាស្ត្រត្រួតពិនិត្យពី Residual ថាឯករាជ្យ គឺត្រូវគូសក្រាបមួយដែលមានអ័ក្សដេកជាពេលវេលា និងអ័ក្សឈរត្រូវកំណត់ជា Residual ។

រូបភាពខាងក្រោមបង្ហាញពី Residual ដែលត្រូវបានបំពេញនូវលក្ខខណ្ឌទាំងបីដែរ ។ រូបភាពទី១.៧. បង្ហាញប្រាប់ថាលម្អៀង Residual មានភាពណាម៉ាល់។ រូបភាពទី ១.៨. បង្ហាញប្រាប់ពីលម្អៀង Residual គឺជា Homoscedasticity និងរូបភាពទី ១.៩. បង្ហាញប្រាប់ពីលម្អៀង Residual គឺមានភាពឯករាជ្យ។

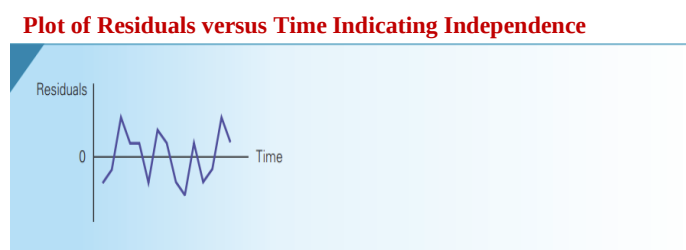
រូបភាពទី១.៧. អ៊ីសូក្រាមដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual មានភាពណាម៉ាល់



រូបភាពទី១.៨. ក្រាមដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual ជា Homoscedasticity



រូបភាពទី១.៩. ក្រាមដែលបង្ហាញពីលម្អៀង Residual មានភាពឯករាជ្យ



³¹ Keller, G. (2022). *Statistics for management and economics*. Page 668-670.

១.៩. ការវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍

ការព្យាករណ៍ដែលប្រើប្រាស់ម៉ូដែលត្រឹមត្រូវក៏មិនអាចធ្វើឱ្យលទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍មានកម្រិតជឿជាក់កាន់តែខ្ពស់បានទេ គឺត្រូវអាស្រ័យលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍។ ដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អជាងគេយកមកព្យាករណ៍គឺត្រូវធ្វើការប្រៀបទៅលើតម្លៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមួយចំនួន។ បន្ថែមពីនេះចំពោះម៉ូដែលទាំងឡាយណាដែលមានលម្អៀងមានតម្លៃកាន់តែតូចមានន័យថាម៉ូដែលដែលយកមកប្រើ គឺជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតដើម្បីយកមកធ្វើការព្យាករណ៍ប៉ាន់ស្មាន និងវាស់វែងលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍នីមួយៗបានតាមការប្រើប្រាស់ដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តទូទៅនៃលម្អៀង

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

ដែល e_t = លម្អៀងនៃការព្យាករណ៍ក្នុងរយៈពេល t

Y_t = តម្លៃជាក់ស្តែង ក្នុងរយៈពេល t

$\hat{Y}_t$ = តម្លៃព្យាករណ៍ ក្នុងរយៈពេល

ក្នុងការស្វែងរកនូវម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍ ជាទូទៅមានគេនិយមប្រើប្រាស់នូវការប្រៀបធៀបលម្អៀងដូចជា Mean Absolute Deviation (MAD), Mean Squared Error (MSE), Mean Percentage Error (MPE), និង Square Root of the MSE (RMSE) ក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗហើយម៉ូដែលទាំងឡាយណាដែលមានកម្រិតលម្អៀងតូចជាងគេគឺជាម៉ូដែលព្យាករណ៍ដែលល្អជាងគេបំផុត។

១.៩.១ មធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតនៃលម្អៀង Mean Absolute Deviation (MAD)

វិធីសាស្ត្រទីមួយសម្រាប់ការវាស់វែងលម្អៀងម៉ូដែលនៃការព្យាករណ៍គឺ Mean Absolute Deviation (MAD)។ វិធីសាស្ត្រ Mean Absolute Deviation (MAD) វាស់ភាពត្រឹមត្រូវនៃការព្យាករណ៍ដោយប្រើមធ្យមនៃតម្លៃដាច់ខាតរបស់លម្អៀង។ រូបមន្តរបស់ MAD ៖³²

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

១.៩.២ មធ្យមនៃការេលម្អៀង Mean Squared Error (MSE)

Mean Squared Error (MSE) ជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងពីលម្អៀងដោយធ្វើការយកលម្អៀងទៅលើកជាការេ ហើយបូកការេនៃភាពលម្អៀងទាំងនោះធៀបនឹងចំនួននៃតម្លៃលម្អៀង។ រូបមន្តរបស់ Mean Squared Error (MSE) គឺ៖³³

³² Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed). page 14.

³³ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed). page 15.

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

១.៩.៣ ឫសការេនៃមធ្យមនៃការេលម្អៀង Square Root of the Mean Squared Error (RMSE)

RMSE ជាវិធីសាស្ត្រវាស់វែងពីលម្អៀងដោយបំពាក់ឫសការេនៃមធ្យមការេនៃផលបូកលម្អៀង ឬ ឫសការេនៃមធ្យមការេលម្អៀង (MSE) ត្រូវបានប្រើប្រាស់ដើម្បីវាស់ពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែលព្យាករណ៍ដោយមានរូបមន្តដូចខាងក្រោម ៖³⁴

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

១.៩.៤ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ Mean Percentage Error (MPE)

វិធីសាស្ត្រ MPE គឺជាការគណនាជាមធ្យមនៃផលបូកនៃផលធៀបរវាងលម្អៀង និងតម្លៃជាក់ស្តែងទាំងអស់គិតជាភាគរយ។ រូបមន្តរបស់ MPE គឺ៖³⁵

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

សរុបមកវិញបន្ទាប់ពីធ្វើការសម្រេចចិត្តជ្រើសរើសម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ប្រភេទទិន្នន័យតាមរយៈស្តង់ដារនៃការព្យាករណ៍រួចមកហើយ។ ជាបន្ទាប់គឺតម្រូវឱ្យធ្វើការប្រៀបធៀបរវាងតម្លៃនៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែលនីមួយៗនោះផងដែរ ការគណនាតាមរយៈវិធីសាស្ត្រដែលបានរៀបរាប់ដូចខាងលើគឺក្នុងគោលបំណងដើម្បីជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលអាចផ្តល់នូវការជឿជាក់។

³⁴ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed). page 16.

³⁵ Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach* (2nd ed). Page 16.

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE

ជំពូកទី២

ស្ថានភាពទូទៅរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ដើមឡើយមានឈ្មោះថា Apple Computer, Inc. ដែលជាក្រុមហ៊ុនសាជីវកម្មពហុជាតិរបស់អាមេរិក និងមានភាពចាស់វែងក្នុងការដឹកនាំខាងបច្ចេកវិទ្យាក្នុងឧស្សាហកម្មគ្រឿងអេឡិចត្រូនិចដែលមានភាពល្បីល្បាញ និងបានទទួលការគាំទ្រចំពោះការផលិតផលដែលប្រកបដោយភាពច្នៃប្រឌិតនានាដូចជាម៉ូតូ និងរចនាបថថ្មីៗនៃទំនាក់ទំនងសម័យមានទាំងឧបករណ៍ផ្នែករឹង (Hardware) និងប្រព័ន្ធកម្មវិធី (Software)។ ម្យ៉ាងវិញទៀតក្រុមហ៊ុន Apple inc. បានក្តោបក្តាប់មូលធនទីផ្សារប្រមាណជាង ២.៦១៣ ពាន់ពាន់លានដុល្លារជាមួយនឹងចំណែកទីផ្សារសរុប២៣% ក្នុងពិភពឧស្សាហកម្មគ្រឿងអេឡិចត្រូនិច។ ក្រុមហ៊ុន Apple ត្រូវបានទទួលស្គាល់ពីសំណាក់អ្នកប្រើប្រាស់តាមរយៈផលិតផលសំខាន់ៗមានដូចជា៖ Macintosh iPhone iPad និងកម្មវិធីកុំព្យូទ័រ រួមមានប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ Mac OS X, កម្មវិធីត្សូត្រី iTunes, កម្មវិធី I Life, ព្រមទាំងកម្មវិធីទំនើប I Work ។ ដែលសម្រាប់បម្រើការងារការិយាល័យ និងកម្មវិធីបម្រើដល់ឧស្សាហកម្មភាពយន្ត Final Cut Studio ជាដើម។ ចាប់តាំងពីពេលកើតក្នុងឆ្នាំ១៩៧៦ ក្រុមហ៊ុនបានបោះជំហានឡើងជាលំដាប់រហូតក្លាយជាមេដឹកនាំខាងផ្នែកបច្ចេកវិទ្យា ដែលគ្របដណ្តប់ស្ទើរតែពាសពេញពិភពលោកលើទ្វីបធំៗដូចជា៖ អាមេរិក អឺរ៉ុប អាហ្វ្រិក អាស៊ី អូសេអានី ជាដើម។ ក្នុងឆ្នាំ២០២២ថ្មីៗនេះក្រុមហ៊ុនបានសម្រេចនូវភាពជោគជ័យជាប្រវត្តិសាស្ត្រនៃចំណូលខ្ពស់បំផុត ដែលសម្រេចបាននូវកំណត់ត្រា ៣៩៤.៣៣ ពាន់លានដុល្លារលើកំណត់ត្រាចាស់កាលពីឆ្នាំ២០២១ ។

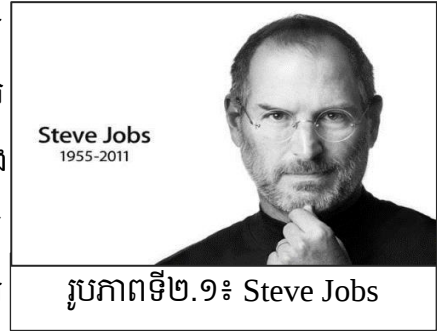
២.១. ប្រវត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

Apple Inc ត្រូវបានបង្កើតឡើងដោយបុគ្គលសំខាន់ៗចំនួនបីនាក់មានដូចជាលោក Steve Jobs, Steve Wozniak និងRonald Wayne ក្នុងនោះដែល Steve Jobs គឺជាអ្នកដែលបានផ្តួចផ្តើមគំនិតក្នុងការបង្កើតនូវក្រុមហ៊ុនកុំព្យូទ័រមួយនេះឱ្យកើតឡើង។ Apple Inc ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅថ្ងៃទី០១ ខែមេសា ឆ្នាំ១៩៧៦ ដែលមានដំណើររឿងចាប់ផ្តើមពី៖

២.១.១ ប្រវត្តិរបស់ Steve Jobs

លោក Steve Jobs ដែលមានឈ្មោះដើមថា Steven Paul Jobs។ លោកកើតនៅថ្ងៃទី២៤ ខែកុម្ភៈ ឆ្នាំ១៩៥៥ នៅ San Francisco រដ្ឋ California សហរដ្ឋអាមេរិក ។ លោក Steve ជាក្មេងកំព្រាហើយគាត់ត្រូវបានទទួលចិញ្ចឹមដោយគ្រួសារមួយដែលរស់នៅ Mountain View រដ្ឋ California លោកបានធំធាត់ដឹងក្តីក្នុងជ្រលងមួយ ដែលមនុស្សជាច្រើនបានស្គាល់ថាជាមជ្ឈមណ្ឌលនៃគំហើញបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗនោះគឺ Silicon Valley។ ដោយសារតែលោកបានធំធាត់ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានដែលពោរពេញដោយបច្ចេកវិទ្យាវាបានជាផ្នែកមួយដែលជិះឥទ្ធិពល

ទៅដល់ផ្នត់គំនិតរបស់លោក ដែលធ្វើឱ្យលោកមានគំនិតផ្សាភ្ជាប់ ជាមួយបច្ចេកវិទ្យា។ Steve Jobs ជាកុមារដែលមានភាពឆ្លាតវៃព្រមទាំងទទួលបានការអប់រំដែលអំណោយផលក្នុងការពង្រីកការយល់ដឹងថែមទៀតផង។ ដោយសារតែ Steve មានភាពឆ្លាតស្រាប់បានធ្វើឱ្យ Steve មានការធុញទ្រាន់ក្នុងការសិក្សារហូតដល់ពេលដែលត្រូវចូល



មហាវិទ្យាល័យក្រោយមក Steve Jobs ក៏សម្រេចបោះបង់ការសិក្សានៅពាក់កណ្តាលទីដោយមិនទទួលបានសញ្ញាបត្រអ្វីនោះទេ។ នៅក្នុងឆ្នាំ១៩៧៤ Steve បានបម្រើការងារក្នុងក្រុមហ៊ុនផលិតវីដេអូ Game មួយឈ្មោះថា Atari ក៏ប៉ុន្តែមិនបានយូរប៉ុន្មានផងលោកក៏បានចាប់អារម្មណ៍យ៉ាងខ្លាំងក្នុងការធ្វើសមាជិកអប់រំចិត្ត និងបានទៅសិក្សាស្វែងយល់ពីព្រះពុទ្ធសាសនាក្នុងប្រទេសឥណ្ឌា។³⁶ លុះក្រោយមក លោកក៏បានវិលត្រលប់មកនៅសហរដ្ឋអាមេរិកវិញដោយបានចំណាយពេលវេលារបស់លោកមួយចំនួនធំជាមួយមិត្តភក្តិដ៏ជិតស្និទ្ធម្នាក់ដែលស្គាល់គ្នាតាំងពីពេលនៅរៀនមានឈ្មោះថា Steve Wozniak។

២.១.២. ប្រវត្តិរូប Steve Wozniak

លោក Steve Wozniak មានឈ្មោះដើមថា Stephen Gary Wozniak កើតថ្ងៃទី ១១ ខែសីហា ឆ្នាំ ១៩៥០ នៅទីក្រុង San Jose រដ្ឋ California សហរដ្ឋអាមេរិក។ Steve Wozniak មានអាយុច្រើនជាង Steve Jobs រហូតដល់៥ឆ្នាំ តែផ្ទុយស្រឡះពី Steve Jobs លោកបានបញ្ចប់ថ្នាក់វិស្វកម្មគ្រឹះស្ថាននីតិសកលវិទ្យាល័យដ៏ល្បីល្បាញគឺ California, Berkely. ថ្វីត្បិតតែ Steve Jobs និង Steve Wozniak ត្រូវបានមនុស្សជាច្រើនយល់ថាពួកគេមិនសមជាមិត្តដោយអាយុ និងបុគ្គលិកលក្ខណៈខុសគ្នាយ៉ាងណា ក៏ប៉ុន្តែពួកគេជាមិត្តដ៏ជិតស្និទ្ធនឹងគ្នា ហើយតែងតែចែករំលែក



នូវគំនិត ជំនាញ និងបទពិសោធន៍ឱ្យគ្នាទៅវិញទៅមក។ ក្នុងសម័យនោះគេឃើញថាបច្ចេកវិទ្យាកុំព្យូទ័រសម័យទំនើបដែលប្រើប្រាស់បានត្រូវបានអនុវត្តតាមទ្រឹស្តីអ្នកប្រាជ្ញគណិត Alan Turing មានទំហំធំ និងមានតម្លៃថ្លៃដោយត្រូវបានប្រើប្រាស់តែនៅក្នុងស្ថាប័នរដ្ឋ ឬ ក្នុងវិស័យយោធាតែប៉ុណ្ណោះ ហើយកុំព្យូទ័រដែលមានទំហំតូចដំបូងបង្អស់ត្រូវបានផលិតក្នុងឆ្នាំ១៩៧៤ ដោយក្រុមហ៊ុនមួយមានឈ្មោះថា MITS។³⁷ ហេតុផលខាងលើនេះជារបត់នៃគំនិតក្នុងការចាប់ផ្តើមធ្វើការបង្កើតនូវកុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួន ហើយឈានដល់ព្រឹត្តិការណ៍នៃការបង្កើតក្រុមហ៊ុន Apple Computer inc.។ ក្នុងឆ្នាំ១៩៧៥ ពេលដែល Steve Wozniak កំពុងតែបម្រើការងារជាវិស្វករ

³⁶ <https://www.britannica.com/biography/Steve-Jobs> ចូលមើលថ្ងៃ ១២/០៤/២០២៣

³⁷ <https://www.britannica.com/technology/personal-computer> ចូលមើលថ្ងៃ ១២/០៤/២៣

អេឡិចត្រូនិចឱ្យក្រុមហ៊ុន HP (Hewlett-Packard Company) ស្រាប់តែលោកបានលេញចេញនូវគំនិតក្នុងការចងបង្កើតនូវកុំព្យូទ័រដែលមានតួរម៉ាស៊ីន និងក្តាចចក្នុងប្រអប់តែមួយហើយអាចតភ្ជាប់ទៅនឹងអេក្រង់ Monitor ក្រោយលោកបានយកនូវគំនិតចនាគំនិតច្នៃប្រឌិតរបស់ខ្លួនទៅប្រាប់មិត្តជិតស្និទ្ធរបស់គាត់គឺ Steve Jobs បន្ទាប់ពីបានស្តាប់ Jobs មានការកោតសរសើរយ៉ាងខ្លាំងលើស្មារតី Wozniak ហើយលោកចង់យកគំនិតនេះទៅរកស៊ី នៅថ្ងៃទី០១ ខែមេសា ឆ្នាំ១៩៧៦ ក្រុមហ៊ុន **Apple Computer Company**. ត្រូវបានបង្កើតឡើងនៅពេលនោះមានស្ថាបនិកចំនួន៣នាក់គឺ **Steve Jobs, Steve Wozniak** និង **Ronald Wayne** ។³⁸

២.១.៣.ប្រវត្តិរបស់លោក Ronald Wayne

លោក Ronald G. Wayne កើតនៅទីក្រុង Cleveland រដ្ឋ Ohio សហរដ្ឋអាមេរិកថ្ងៃទី១៧ ខែឧសភា ឆ្នាំ១៩៣៤ គាត់ត្រូវបានគេស្គាល់ថាជាសហស្ថាបនិកនៃក្រុមហ៊ុន Apple Computer Company. ដោយបានរួមជាមួយ Steve Jobs និង Steve Wozniak។ គាត់បានបញ្ចប់ការសិក្សាពីសាលាសិល្បៈឧស្សាហកម្មនៅទីក្រុងញូវយ៉ក។³⁹ លោកក៏ជាអ្នកដែលធ្វើការរចនានូវ Logo របស់ Apple ផងដែរ។ មិនដូចជា Steve Jobs និង Steve Wozniak ដែលពួកគេទាំងពីរមានចំណែកភាគហ៊ុន ៤៥%



រូបភាពទី២.៣៖ Ronald Wayne

ក្នុងម្នាក់ៗ។ ដោយលើកលែងតែ Ronald Wayne មានចំណែកហ៊ុនត្រឹមតែ១០% តែប៉ុណ្ណោះ។ ចំពោះកិច្ចការរបស់ក្រុមហ៊ុនត្រូវបានបែងចែកដោយ Wozniak ទទួលខុសត្រូវខាងផ្នែកបច្ចេកវិទ្យាមេកានិច Jobs ជាអ្នកទទួលខុសត្រូវខាងវិស្វកម្មមេកានិច និងខាងផ្នែកទីផ្សារ និងយុទ្ធសាស្ត្រជំនួញថែមទៀតផង។ ជាចុងក្រោយ Ronald Wayne ទទួលខុសត្រូវផ្នែករដ្ឋបាលរបស់ក្រុមហ៊ុន។⁴⁰ ក៏ប៉ុន្តែត្រឹមតែរយៈពេល ១១ថ្ងៃបន្ទាប់ លោក Ronald Wayne បានចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនក៏ដោយសារតែលោកមាននូវមន្ទិលសង្ស័យ និងកាតព្វកិច្ចក្នុងការសងបំណុល។ ហើយលោកក៏បោះបង់ចោលនូវចំណែកភាគហ៊ុន១០% ចោលតែម្តង។⁴¹

³⁸ <https://www.britannica.com/biography/Stephen-Gary-Wozniak> ចូលមើលថ្ងៃ ១២/០៤/២៣

³⁹ <https://www.ronaldgwayne.com/pages/bio> ចូលមើលថ្ងៃ ១២/០៤/២៣

⁴⁰ <https://www.businessinsider.com/ronald-wayne-third-founder-apple-computer-2017-2> ចូលមើល ១២/០៤/២០២៣

⁴¹ <https://www.cnbc.com/2018/08/02/why-ronald-wayne-sold-his-10-percent-stake-in-apple-for-800-dollars.html> ចូលមើល ១២/០៤/២០២៣

២.១.៤. ខោតខ័យនៃការបង្កើត Apple II

ថ្វីត្បិតតែផលិតផល Apple I បានផលិតជោគជ័យ និងបានដាក់លក់យ៉ាងណាស់ក៏ប៉ុន្តែវាមិនទាន់មាននូវលក្ខណៈសម្បត្តិគ្រប់គ្រាន់ដែលអាចចាត់ទុកថាជាកុំព្យូទ័រនៅឡើយនោះទេ វាត្រឹមតែជាបណ្តុំនៃក្តារមេ ឬ Mather Bot តែប៉ុណ្ណោះ។ ក្នុងកំឡុងពេលនោះកុំព្យូទ័រនៅមិនទាន់ជាឧបករណ៍ដែលត្រូវការចាំបាច់ប្រើប្រាស់សម្រាប់បម្រើដល់សាធារណៈជននៅឡើយនោះទេ។ ប៉ុន្តែវាបង្កើតឡើងសម្រាប់តែអ្នកជំនាញខាងផ្នែកកុំព្យូទ័រស្រាប់ ហើយទិញទៅរៀបចំដំឡើងដោយខ្លួនឯង ដោយសារហេតុនេះហើយទើបលោក Steve Jobs រកឃើញនូវផ្លូវរកស៊ីថ្មី ដោយពង្រីកឧស្សាហកម្មកុំព្យូទ័ររបស់ក្រុមហ៊ុនខ្លួន ដោយជាមួយនឹងការផលិតនូវផលិតផលសម្រេចមានគ្រប់គ្រឿងដំឡើងមិនស្មុគស្មាញសម្រាប់អតិថិជនដែលមិនមានជំនាញកុំព្យូទ័រក៏អាចទិញយកមកប្រើប្រាស់បាននោះដែល Jobs ក៏បានធ្វើការបញ្ចុះបញ្ចូលនូវ Steve Wozniak ឱ្យរៀបចំ



រូបភាពទី២.៤៖ Apple I



រូបភាពទី២.៥៖ Apple II plus

រចនាក្នុងការផលិតនូវម៉ូដែលកុំព្យូទ័រថ្មី ដែលត្រូវបានស្គាល់ថាជា Apple II ក៏ប៉ុន្តែបញ្ហាប្រឈមរបស់ពួកគេចំពោះគម្រោងថ្មីមួយនោះគឺជាការចំណាយដើមទុនដ៏ធំដែល Jobs និង Wozniak មិនមានលទ្ធភាពក្នុងការរ៉ាប់រងបានឡើយ ហេតុនេះទើបពួកគេទាំងពីរបានសម្រេចចិត្តក្នុងការយកគម្រោងរចនាមួយនេះលក់ឱ្យក្រុមហ៊ុនដទៃ។ ប៉ុន្តែមិនមានក្រុមហ៊ុនណាហ៊ានទិញនូវគម្រោងថ្មីមួយនោះឡើយ។ ដោយសារតែមិនអាចបញ្ចុះបញ្ចូលឱ្យក្រុមហ៊ុនដទៃទិញនូវគម្រោងរបស់ខ្លួន។ ពួកគេក៏បានធ្វើការប្តូរចិត្តហើយព្យាយាមស្វែងរកអ្នកវិនិយោគដោយប្តូរជាមួយភាគហ៊ុនរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ជាលទ្ធផលដែលមានអ្នកវិនិយោគម្នាក់ឈ្មោះ



រូបភាពទី២.៦៖ Apple II ភ្ជាប់ជាមួយ Monitor

Michael Markkula ដែលត្រូវបានដឹងថាជាឥស្សរជនដែលមានទ្រព្យសម្បត្តិហូរហ័រនៅក្នុងក្រុមហ៊ុន Inter corporation ដោយលោកហ៊ានក្នុងការបោះទុនវិនិយោគរកស៊ីលើគម្រោងស្រាវជ្រាវថ្មីដោយប្តូរមកវិញដើម្បីទទួលបាននូវភាគហ៊ុន។ លោកបានក្លាយជាម្ចាស់ភាគហ៊ុនធំបំផុត និងជាសមាជិកមានឥទ្ធិពលបំផុតនៃក្រុមប្រឹក្សាភិបាល Apple។ ក្នុងឆ្នាំ១៩៧៧ កុំព្យូទ័រ Apple II ត្រូវបានបញ្ចេញលក់ដោយពេលនោះវាបានទទួលការគាំទ្រពីសំណាក់អ្នកប្រើប្រាស់យ៉ាងខ្លាំង និងវាបានកែប្រែនូវមុខមាត់របស់ Apple ស្ទើរទាំងស្រុង។ ក្រោយមកឆ្នាំ១៩៨០ ក្រុមហ៊ុន

Apple Computer Company បានសម្រេចបោះផ្សាយលក់មូលបត្រហ៊ុនរបស់ខ្លួន និងបានប្រែក្លាយខ្លួនក្លាយជាក្រុមហ៊ុនសាជីវកម្មវិញម្តងការបោះមូលបត្រនេះត្រូវបានវិនិយោគិនជាច្រើនចាត់ទុកថាជាភាពជោគជ័យដ៏ធំសម្បើមដែលមិនធ្លាប់មានក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្របន្ទាប់ពីការបោះផ្សាយមូលបត្រភាគហ៊ុនរបស់ក្រុមហ៊ុន Ford ដែលបានធ្វើឱ្យតម្លៃរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple បានកើនឡើងភ្លាមៗរហូតដល់១.៨ ពាន់លានដុល្លារ⁴² ទោះបីជាក្រុមហ៊ុន Apple ទទួលបានជោគជ័យយ៉ាងខ្លាំងក៏ដោយ Steve Jobs បានគិតគូរពីអនាគតរបស់ផលិតផល Apple II ដែលក្រុមហ៊ុនផលិត ថាវាច្បាស់បាត់បង់ការគាំទ្រនៅថ្ងៃមួយជាក់ជាពុំខាន។ ម្យ៉ាងវិញទៀតកុំព្យូទ័រ Apple II នេះត្រូវបានសាធារណៈជនស្គាល់ថាជាស្នាដៃរបស់លោក Steve Wozniak ។ Steve Jobs មានបំណងក្នុងការបង្កើតកុំព្យូទ័រមួយប្រភេទផ្ទាល់ខ្លួន និងមានលក្ខណៈពិសេសដែលមិនធ្លាប់មាន។ កុំព្យូទ័រថ្មីដែល Jobs ផលិតមានឈ្មោះថា Macintosh ឬ Mac វាជាកុំព្យូទ័រដែលបានប្រើប្រាស់នូវបច្ចេកវិទ្យាមួយហៅថា Graphical User Interface ដែលអាចឱ្យអ្នកប្រើប្រាស់អាចបញ្ជូនកុំព្យូទ័រដោយប្រើ Mouse មានលក្ខណៈងាយស្រួល ជាងកុំព្យូទ័រដ៏ទៃក៏ដោយសារតែកុំព្យូទ័រដទៃសុទ្ធតែប្រើប្រាស់នូវប្រព័ន្ធមួយដែលត្រូវបានស្គាល់ថាជា Common line Interface ដែលមានលក្ខណៈស្មុគស្មាញសំបុកពឹងផ្អែកលើការប្រើប្រាស់ Keyboard ក្នុងការបញ្ជូន។⁴³ ក្នុងឆ្នាំ១៩៨៤ កុំព្យូទ័រ Macintosh ត្រូវបានចេញលក់ក៏ប៉ុន្តែវាពិបាកក្នុងការប្រកួតប្រជែងគ្នាដោយសារវាមានតម្លៃថ្លៃតែមានល្បឿនយឺត និងកម្មវិធីប្រតិបត្តិការណ៍ Software មានតិចតួចតែប៉ុណ្ណោះ។ ក្រោយបរាជ័យនៃការចេញលក់ដំបូងរបស់ Macintosh ក្រោមការដឹកនាំដោយ Steve Jobs ផ្ទាល់បានធ្វើឱ្យមានភាពតានតឹងយ៉ាងខ្លាំងក្នុងផ្ទៃក្នុងរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។ មួយឆ្នាំក្រោយការបរាជ័យ ដោយពេលនោះក្រុមប្រឹក្សាភិបាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple បានសម្រេចដកហូតដំណែងរបស់ Steve ជាស្ថាបនិកដែលបង្កើតក្រុមហ៊ុនចេញពីការសម្រេចចិត្តទាំងឡាយរបស់ក្រុមហ៊ុន។ នៅខែឧសភា ឆ្នាំ ១៩៨៥ លោក Steve Jobs បានសម្រេចចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនរបស់គាត់ដោយបានលក់នូវភាគហ៊ុនដែលគាត់មានទាំងអស់។ ក្រោយពីចាកចេញពីក្រុមហ៊ុន Apple លោកនៅតែបន្តរកស៊ីក្នុងការផលិតម៉ាស៊ីនកុំព្យូទ័រតែសម្រាប់ប្រើក្នុងវិស័យអប់រំវិញម្តងដែលលោកបានដាក់ឈ្មោះក្រុមហ៊ុនថា NeXT ប៉ុន្តែក្រុមហ៊ុនថ្មីនោះមិនសូវជាទទួលបានជោគជ័យខ្លាំងនោះទេ ពេលចាប់ផ្តើមដំបូងក៏ដោយសារតែកុំព្យូទ័រដែលផលិតបានមានតម្លៃថ្លៃ និងមិនអាចដាក់ឱ្យប្រកួតប្រជែងជាមួយម៉ាកដទៃបានទេរហូតដល់ប៉ុន្មានឆ្នាំក្រោយទើបក្រុមហ៊ុននេះអាចទទួលបានប្រាក់ចំណេញរបស់ខ្លួនខ្លះៗបាន។ ក្រៅពីនោះលោកក៏បានក្តោបក្តាប់នូវក្រុមហ៊ុន Pixar ដែលជាក្រុមហ៊ុនផលិតខ្សែភាពយន្តគំនូរជីវចរដោយប្រើនូវកុំព្យូទ័រដែលក្រោយមកក្រុមហ៊ុនមួយនេះជួយឱ្យ Jobs អាចរកប្រាក់បានរាប់ពាន់លានដុល្លារដែលបានពីការបោះ

⁴² <https://www.thestreet.com/apple/stock/1980-to-now-the-journey-of-apples-market-cap> ចូលមើលថ្ងៃ ១៨/០៤/២០២៣

⁴³ <https://history-computer.com/macintosh-by-apple-complete-history-of-mac-computers/> ចូលមើលថ្ងៃ ១៨/០៤/២០២៣

នូវមូលបត្រ។ ក្រោយពីការចាកចេញអស់រយៈពេលជាច្រើនឆ្នាំរបស់ Steve Jobs ក្រុមហ៊ុន Apple នៅតែបន្តជោគជ័យដដែលប៉ុន្តែភាពជោគជ័យមិនស្ថិតនៅយូរឡើយ។ ការចាកចេញរបស់ Steve Jobs បានបន្សល់ទុកជាគ្រោះដ៏ធំសម្រាប់ Apple ដោយសារតែការកង្វះនូវភាពច្នៃប្រឌិត និងបរាជ័យក្នុងការបង្កើតផលិតផលថ្មីខណៈពេលដែលក្រុមហ៊ុន Microsoft ដែលត្រូវជាគូប្រជែងបានវាយលុកយកនូវចំណែកទីផ្សារដែលបណ្តាលឱ្យក្រុមហ៊ុន Apple រងផលប៉ះពាល់ចំពោះហិរញ្ញវត្ថុយ៉ាងខ្លាំង នឹងឈានជិតទៅដល់ការដួលរលំថែមទៀតផង ហើយក្រោយមកទើបមានការផ្លាស់ប្តូរនូវនាយកប្រតិបត្តិមកលើលោក Gilbert Amelio. ដោយលោកបានព្យាយាមក្នុងការស្វែងរកពីបញ្ហារហូតបានដឹងថា ក្រុមហ៊ុនបានចំណាយយ៉ាងច្រើនក៏ដើម្បីតែលម្អទៅលើប្រព័ន្ធចាស់ៗរបស់ផលិតផល Macintosh ដោយមិនមាននូវការបង្កើតថ្មីឡើយ។ ជាចុងក្រោយលោកក៏បានសម្រេចចិត្តធ្វើការទិញយកនូវក្រុមហ៊ុន NeXT ដើម្បីទទួលឱ្យ Jobs ត្រលប់មកក្នុងក្រុមហ៊ុន Apple វិញដោយបានចំណាយទុនប្រមាណជាង ៤០០លានដុល្លារអាមេរិក។ ក្នុងខែមិថុនាឆ្នាំ១៩៩៧ Steve Jobs បានត្រឡប់មកវិញដោយបានមកវិញនូវកម្លាំងចិត្ត និងភាពច្នៃប្រឌិតមកជាមួយ។ មិនយូរប៉ុន្មានលោកក៏ត្រូវបានតែងតាំងជានាយកប្រតិបត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។ ក្នុងឆ្នាំ១៩៩៨ Jobs បានបញ្ចេញនូវកុំព្យូទ័រថ្មីមួយដែលមានឈ្មោះថា iMac ដែលវាមានរាងជាពងមាន់ និងមានប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការណ៍លឿនរហ័សទំនើបទាន់សម័យ ហើយថែមទាំងមានតម្លៃមធ្យមអាចឱ្យសាធារណៈជនមានលទ្ធភាពក្នុងការទិញយកទៅប្រើប្រាស់។ នៅឆ្នាំបន្ទាប់គឺឆ្នាំ១៩៩៩ Jobs បានបញ្ចេញនូវកុំព្យូទ័រប្រភេទថ្មីមួយទៀតគឺ iBook ថ្វីត្បិតតែការខិតខំរបស់ Jobs នៅមិនទាន់អាចជួយដណ្តើមទីផ្សារឱ្យ Apple វិញក៏ដោយតែចំណេញពីការលក់កុំព្យូទ័រពីរប្រភេទនោះបានជួយដល់ Apple មានឈ្មោះជាក្រុមហ៊ុនផលិតកុំព្យូទ័រសារជាថ្មី។ បន្ទាប់ពីការទទួលនូវសក្តានុពលថ្មីក្នុងឆ្នាំ២០០១ លោក Steve Jobs បានទាញក្រុមហ៊ុន Apple មកកាន់របត់វិថីថ្មីមួយទៀតដោយបានពង្រីកមុខជំនួញដែលចាប់ផ្តើមរកស៊ីក្នុងវិស័យតូរ្យតន្ត្រីជាមួយការចាប់ផ្តើមបង្កើតនូវកម្មវិធីដូចជា iTunes និងកម្មវិធីកុំព្យូទ័រសម្រាប់ចាក់តន្ត្រីហើយកម្មវិធីនោះត្រូវបានបម្លែងរហូតក្លាយជាទម្រង់ឌីជីថលMP3។ ក្រោយមកទៀតនៅថ្ងៃទី២៣ ខែតុលា ឆ្នាំ២០០១ ដដែល លោកបានណែនាំឱ្យពិភពលោកទាំងមូលបានស្គាល់នូវផលិតផលថ្មីមួយរបស់ Apple នោះគឺ iPod ដែលមានមុខងារក្នុងការចាក់ភ្លេង មុននឹងការដាក់លក់មុខងារ iTunes Store ជាសាធារណៈនៅឆ្នាំ២០០៣។ ក្រោយមក Apple បានឈានជើងប្រឡូកក្នុងវិស័យឧស្សហកម្មទូរគមនាគមន៍ដោយការប្រកួតប្រជែងខាងផ្នែកផលិតទូរស័ព្ទដៃ iPhone វិញម្តង។ នៅថ្ងៃទី០៩ ខែមករា ក្នុងឆ្នាំ២០០៧ Apple មានសម្រេចចិត្តលុបចោលនូវពាក្យ Computer ដោយមកពីពាក្យ Apple Computer Company មកត្រឹមតែ Apple Inc. ក្រោយមកនៅថ្ងៃ០៥ ខែតុលា ឆ្នាំ២០១១ ស្ថាបនិកដ៏ចំណាន និងជាបិតានៃភាពច្នៃប្រឌិតបង្កើតថ្មីរបស់ក្រុមហ៊ុនលោក Steve Jobs បានលាចាកលោកដោយសារជំងឺមហារីកលំពែកដោយបានបន្សល់ទុកស្នាដៃនូវក្រុមហ៊ុន

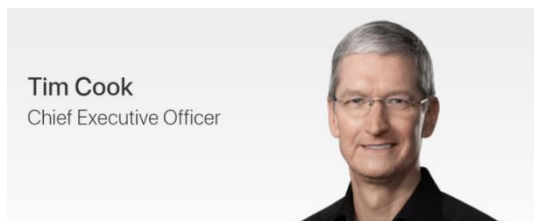
Apple inc. ដែលល្បីល្បាញ និងជាក្រុមហ៊ុនឈានមុខខាងផ្នែកបច្ចេកវិទ្យា ព្រមជាមួយផលិតផល និងបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗដែលជំរុញឱ្យមានការផ្លាស់ប្តូរចំពោះបរិបទក្នុងការរស់នៅរបស់មនុស្សជាតិនាពេលបច្ចុប្បន្ន។⁴⁴

២.២. របបសម្ព័ន្ធរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc.

ក្រោយពីពេលដែល Steve Jobs បានប្រកាសជាសាធារណៈពីការលាលែងពីតំណែងជានាយកប្រតិបត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc.។ នៅថ្ងៃទី២៤ ខែតុលា ឆ្នាំ២០១១ កោអីជានាយកប្រតិបត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុនបានធ្លាក់ទៅលើលោក Tim Cook ហើយថ្នាក់ដឹកនាំមួយចំនួនរបស់ Apple ក៏ត្រូវបានប្រែប្រួលផងដែរ។

២.២.១. ប្រវត្តិនៃថ្នាក់ដឹកនាំកំពូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

➤ ប្រវត្តិរបស់លោក Tim Cook



មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១៣

លោក Tim Cook គឺជានាយកប្រតិបត្តិរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។ លោកកើតនៅថ្ងៃទី០១ ខែតុលា ឆ្នាំ១៩៦០ ក្នុង Mabile រដ្ឋAlabama សហរដ្ឋអាមេរិក។ លោកTim បញ្ចប់ការសិក្សាMBAពីសាកលវិទ្យាល័យដ៏ល្បីឈ្មោះនោះគឺសាកលវិទ្យាល័យ Duke, North Carolina និងថ្នាក់បរិញ្ញាបត្រវិទ្យាសាស្ត្រផ្នែកវិស្វកម្មឧស្សាហកម្មពីសាកលវិទ្យាល័យ Auburn ។ ក្រោយលោកបានចូលបម្រើការងារឱ្យក្រុមហ៊ុនមួយឈ្មោះថា Compaq ដែលទទួលបានមុខងារក្នុងការទិញ និងគ្រប់គ្រងសារពើភ័ណ្ឌរបស់ក្រុមហ៊ុនទាំងមូល។ បន្ទាប់ពីធ្វើការឱ្យបានមួយរយៈលោកក៏សម្រេចចិត្តចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនដោយចាប់ផ្តើមជីវិតថ្មីក្នុងក្រុមហ៊ុន IBM។ កំឡុងពេលដែលលោកបម្រើការងារឱ្យ IBM លោកត្រូវបានសម្គាល់ថាទទួលបានផ្លែផ្កាយ៉ាងខ្លាំងរហូតដល់ក្រុមហ៊ុនបានចាត់តាំងលោកទៅទទួលបន្ទុកគ្រប់គំបន់ទាំងអស់នៃអាមេរិកខាងជើងដោយធ្វើប្រតិបត្តិការចែកចាយកុំព្យូទ័ររបស់ក្រុមហ៊ុន IBM។ ក្រោយពេលខិតខំបម្រើការងារអស់រយៈពេល១២ឆ្នាំ លោកបានសម្រេចចិត្តចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនដូចពេលដែលគាត់បម្រើការងារឱ្យ Compaq ដូច្នេះដែលដោយលោកសម្រេចចិត្តបានចូលបម្រើការឱ្យ Apple វិញម្តង។ ដំបូងឡើយលោកត្រឹមតែជាប្រធានផ្នែកប្រតិបត្តិការ និងទទួលខុសត្រូវលើរាល់ការលក់និងប្រតិបត្តិការរបស់ក្រុមហ៊ុនទូទាំងពិភពលោកតែប៉ុណ្ណោះ។ ប៉ុន្តែក្រោយការប្រកាសចាកចេញពីក្រុមហ៊ុនរបស់ Steve Jobs មកនៅថ្ងៃ ២៤ ខែសីហា ឆ្នាំ២០១១ លោកត្រូវបានតែងតាំងជានាយកប្រតិបត្តិក្រុមហ៊ុន Apple ។

⁴⁴ <https://www.britannica.com/biography/Steve-Jobs/Saving-Apple> ចូលមើលថ្ងៃ ១៩/០៤/២០២៣

២.៣. ចក្ខុវិស័យ និងបេសកកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

២.៣.១. ចក្ខុវិស័យ

តាំងពីចាប់ផ្តើមបង្កើតក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងឆ្នាំ១៩៧៦មកទល់ពេលបច្ចុប្បន្នគេសង្កេតឃើញថាតាំងពីដើមមកក្រុមហ៊ុន Apple ត្រូវបានបំបែកចេញពីចក្ខុវិស័យរបស់វិទ្យាសាស្ត្រនិកក្រុមហ៊ុន Apple លោក Steve Jobs ដោយចក្ខុវិស័យរបស់គាត់គឺ “We Started Out to Get a Computer in The Hand of Everyday People, and We Succeeded Beyond Our Wildest Dream” ។⁴⁵ ដែលពេលនោះ Apple ផ្តោតខ្លាំងក្នុងការនាំយកនូវកុំព្យូទ័ររបស់ខ្លួនឱ្យទៅសាធារណៈជនបានស្គាល់ និងប្រើប្រាស់។ លុះក្រោយមកទស្សនវិស័យរបស់ Apple ត្រូវបានផ្លាស់ប្តូរជាប្តូរហែរហូតដល់សម័យកាលក្រោមការដឹកនាំរបស់លោក Tim Cook។ ក្នុងឆ្នាំ២០០៩ លោកបានបង្កើតនូវទស្សនវិស័យថ្មីសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន Apple ដោយលោកបានមានប្រសាសន៍ថា៖

- យើងជឿថាយើងនៅលើផែនដីនេះដើម្បីបង្កើតផលិតផលដ៏អស្ចារ្យ ហើយមិនផ្លាស់ប្តូរទេ។
- យើងកំពុងផ្តោតលើការច្នៃប្រឌិតឥតឈប់ឈរ។
- យើងជឿជាក់លើភាពសាមញ្ញ មិនស្មុគស្មាញ។
- យើងជឿជាក់ថាយើងត្រូវជាម្ចាស់ និងគ្រប់គ្រងបច្ចេកវិទ្យានៅពីក្រោយផលិតផលដែលយើងផលិត
- យើងជឿជាក់លើការនិយាយថាទេចំពោះគម្រោងរាប់ពាន់នោះ គឺជាហេតុដែលយើងពិតជាអាចផ្តោតលើមនុស្សមួយចំនួនដែលពិតជាមានសារៈសំខាន់ និងមានន័យសម្រាប់យើង។
- យើងជឿជាក់លើកិច្ចសហការយ៉ាងស៊ីជម្រៅអាចអនុញ្ញាតឱ្យយើងច្នៃប្រឌិតតាមរបៀបដែលអ្នកដទៃមិនអាចធ្វើបាន។
- យើងមិនដោះស្រាយអ្វី ដែលនៅទាបជាងកម្រិតប្រសើរនៅគ្រប់ក្រុមទាំងអស់នៅក្នុងក្រុមហ៊ុននោះទេ ហើយយើងមានភាពស្មោះត្រង់ចំពោះខ្លួនឯងក្នុងការសារភាពនៅពេលដែលយើងធ្វើខុស និងភាពក្លាហានក្នុងការផ្លាស់ប្តូរ។ ហើយខ្ញុំមិនខ្វល់ថាអ្នកណានៅក្នុងការងារអ្វីទេតម្លៃទាំងនោះត្រូវបានបង្កប់ក្នុងក្រុមហ៊ុននេះដែល Apple នឹងធ្វើបានយ៉ាងល្អបំផុត។

២.៣.២. បេសកកម្ម

សព្វថ្ងៃនេះ Apple ជាក្រុមហ៊ុននាំមុខក្នុងការចនាប្រកបទៅដោយការច្នៃប្រឌិតខ្ពស់ដោយមិនត្រឹមតែ iPhone, iPad, Mac, Apple Watch និង Apple TV ប៉ុណ្ណោះទេជាមួយនឹងសេវាកម្មឈានមុខគេរួមមាន App Store, Apple Music, Apple Pay និង iCloud ជាដើមដែលបានផ្តល់នូវបទពិសោធន៍ប្លែកៗថ្មីៗសម្រាប់បម្រើដល់អ្នកគាំទ្រ។ ដើម្បីសម្រេចបាននូវលទ្ធផលដូចខាងលើ វាកើតចេញពីការដាក់នូវបេសកកម្មរយៈ

⁴⁵ <https://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,986849-2,00.html> ចូលមើល ២៩/០៤/២០២៣

ពេលវែងដ៏ជោគជ័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដោយបេសកកម្មនោះគឺជា “ ក្រុមហ៊ុនត្រូវតែនាំយកបទពិសោធន៍អ្នកប្រើប្រាស់ដ៏ល្អបំផុតដល់អតិថិជនរបស់ខ្លួនតាមរយៈផ្នែក Hardware ផ្នែក Software និងភាពច្នៃប្រឌិត ”។⁴⁶

២.៤. យុទ្ធសាស្ត្រអាជីវកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

បើមើលទៅក្នុងពិភពប្រកួតប្រជែងផ្នែកឧស្សាហកម្មបច្ចេកវិទ្យាចំពោះផលិតផល និងសេវាកម្ម។ សព្វថ្ងៃគេសង្កេតឃើញថាមានការប្រកួតប្រជែងគ្នាយ៉ាងខ្លាំង។ ហើយការប្រកួតប្រជែងទាំងនោះទៀតសោតច្រើនតែជាការប្រកួតប្រជែងគ្នាទៅលើការកំណត់តម្លៃទៅវិញទៅមកតាមរយៈចរិតលក្ខណៈនៃការប្រកួតប្រជែងនេះ វានឹងបង្កើតជាស្ថានភាពមួយដែលនាំឱ្យប្រាក់ចំណេញដល់របស់ក្រុមហ៊ុនម្ខាងៗមានការចុះ។ ហើយជាការឆ្លើយតបការទទួលយកភាពជឿនលឿននៃបច្ចេកវិទ្យាយ៉ាងឆាប់រហ័សរបស់ដៃគូប្រកួតប្រជែងជាញឹកញាប់ផលិតផលនិងសេវាកម្មថ្មីៗប្រកបដោយស្តង់ដារឧស្សាហកម្មត្រូវបានកែលម្អនិងអភិវឌ្ឍន៍ជាបន្តបន្ទាប់។ ហើយបើនិយាយពីក្រុមហ៊ុន Apple វិញដៃគូប្រកួតប្រជែងមួយចំនួនធំរបស់ក្រុមហ៊ុននេះច្រើនតែជ្រើសរើសការប្រកួតប្រជែងដោយផ្អែកលើការកំណត់តម្លៃទាបជាចម្បង ហើយតែងតែធ្វើការត្រាប់តាមផលិតផលរបស់ក្រុមហ៊ុនដោយការរំលោភលើកម្មសិទ្ធិបញ្ញាតែម្តង។ លើសពីនេះទៅទៀតដៃគូប្រកួតប្រជែងទាំងអស់នោះសុទ្ធតែជាក្រុមហ៊ុនដែលសម្បូរទៅដោយធនធានបទពិសោធន៍ល្អៗ។ ហើយមាននូវកម្មវិធីទប់ទល់នឹងហានិភ័យចេញពីលក់ផលិតផលដោយប្រាក់ចំណេញទាប ឬ លក់ខាតថែមទៀតផង។ ប្រការនេះហើយទើបក្រុមហ៊ុន Apple កំណត់នូវយុទ្ធសាស្ត្រជាចំបងដូចខាងក្រោម៖

- ក្រុមហ៊ុនត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងការរចនា និងបង្កើតដំណោះស្រាយសម្រាប់ផលិតផលទាំងអស់រួមមានទាំងផ្នែករឹង ប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ កម្មវិធីជាច្រើន ហើយនិងសេវាកម្មពាក់ព័ន្ធដទៃទៀត។
- ការប្រកួតប្រជែងចម្បងរបស់ក្រុមហ៊ុនត្រូវឈរលើតម្លៃ សុវត្ថិភាពផលិតផល និងសេវា គុណភាព និងភាពជឿជាក់នៃផលិតផល និងសេវាកម្មជាមួយការរចនាប្រកបដោយភាពច្នៃប្រឌិត ផ្នែកទន់ និងផ្នែករឹងដូចជាគ្រឿងបន្លាស់ និងសមត្ថភាពចែកចាយ សេវាកម្ម និងការផ្គត់ផ្គង់ របស់ក្រុមហ៊ុន។
- ក្រុមហ៊ុនប្រឈមមុខនឹងការប្រកួតប្រជែងយ៉ាងខ្លាំងនៅក្នុងទីផ្សារដែលសម្បូរទៅដោយក្រុមហ៊ុនដែលមានបច្ចេកទេសល្អៗការចែកចាយ និងធនធានផ្សេងទៀតក៏ដូចជាការផ្តល់ជូននូវផ្នែករឹងកម្មវិធី និងសេវាកម្មដែលមានមូលដ្ឋានអតិថិជនធំ។
- ក្រុមហ៊ុនត្រូវផ្តោតលើការពង្រីកឱកាសទីផ្សាររបស់ខ្លួនទាក់ទងនឹងស្ថាតហ្វូន កុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួន ថេប្លេត ឧបករណ៍ពាក់ និងគ្រឿងបន្លាស់ និងសេវាកម្មផ្សេងៗទៀត។

⁴⁶ <https://fourweekmba.com/apple-mission-statement-vision-statement/> ចូលមើលថ្ងៃ ២៩/០៤/២០២៣

- សមត្ថភាពរបស់ក្រុមហ៊ុនជាឧបករណ៍ចម្បងដើម្បីជោគជ័យលើការប្រកួតប្រជែងដោយសមត្ថភាពទាំងនោះគឺជាការធានាលើផលិតផល សេវាកម្ម និងបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗទៅកាន់ទីផ្សារទាន់ពេលវេលា។
- ក្រុមហ៊ុនឆ្លើយតបភ្លាមៗនឹងការប្រកួតប្រជែងនៅពេលដែលប្រកួតប្រជែង ដែលបានធ្វើត្រាប់តាមលក្ខណៈផលិតផលនិងកម្មវិធីរបស់ក្រុមហ៊ុនខ្លួនទៅក្នុងផលិតផលរបស់ពួកគេ ឬ ជាការសហការគ្នាដើម្បីបង្កើតនូវដំណោះស្រាយរួមគ្នា។ ក៏ប៉ុន្តែបង្កប់នូវលក្ខណៈប្រកួតប្រជែងខ្លាំងជាងអ្វីដែលពួកគេផ្តល់ជូននាពេលបច្ចុប្បន្ន។⁴⁷

២.៥. អាសយដ្ឋានរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

Apple Park គឺជាទីស្នាក់ការកណ្តាលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple តាំងនៅ។ Apple Park Way មានទីតាំងស្ថិតនៅទីក្រុងCupertino រដ្ឋCalifornia សហរដ្ឋអាមេរិក។ វាត្រូវបានសម្ពោធឱ្យប្រើប្រាស់នៅក្នុងខែមេសា ២០១៧ ដែលជាកន្លែងស្រាវជ្រាវ និងអភិវឌ្ឍន៍ផលិតផលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ជាមួយនឹងការ Design ជាអគារបែបអនាគតមានរាងជាដង្កូវគ្រប់ដណ្តប់លើផ្ទៃដី១៧៥ហិកតា និងបានចំណាយទុនសាងសង់ប្រមាណជាង ៤១៧ ពាន់លានដុល្លារ ។⁴⁸

រូបភាពទី២.៧. ទីតាំងរបស់ក្រុមហ៊ុនApple



២.៦. រូបសញ្ញា និងអត្ថន័យនៃរូបសញ្ញា

❖ ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៧៦

ឡូហ្គោដំបូង Apple ត្រូវបានរចនាឡើងក្នុងឆ្នាំ១៩៧៦ ដោយលោក Ronald Wayne ដែលជាសហស្ថាបនិកទីបីរបស់ Apple ការរចនាបទរបស់លោក Ronald Wayne គឺមានលក្ខណៈសាមញ្ញបុរាណតែសំបុកក្នុងរូបបានបង្ហាញពីបិតារូបវិទ្យាអង្គគ្រួសារដ៏ល្បីល្បាញគឺលោក Isaac Newton ដែលកំពុងអង្គុយសរសេរសៀវភៅនៅក្រោមដើមឈើដែលត្រូវបានស្គាល់ថាជាដើមប៉ោម និងមានផ្លែប៉ោមមួយផ្លែព្យួរនៅពីលើក្បាលរបស់គាត់។ ជាមួយខ្សែប្រូប្រុំពីទ្វីបសរសេរថាApple Computer Co. ហើយនៅលើស៊ុមមានសរសេរប្រយោគមួយថា៖ “Newton... A Mind Forever Voyaging Through Strange Seas of Thought ... Alone.” ។

⁴⁷ Apple Report (2022) Apple Inc – page 2 & 3

⁴⁸ <https://appleinsider.com/inside-apple-park> ចូលមើលថ្ងៃទី៣០/០៤/២០២៣

រូបភាពទី២.៨៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple



❖ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៧៧

មួយឆ្នាំក្រោយមកស្ថាបនិក Apple ដែលនៅសេសសល់គឺ Steve Wozniak និង Steve Jobs បានសម្រេចចិត្តធ្វើការផ្លាស់ប្តូរនូវរូបរាងរចនាឡូហ្គោរបស់ Apple ឱ្យមើលមកទំនើបជាងមុនសក្តិសមជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាកុំព្យូទ័រ ដោយលើកនេះ Jobs បានជួលលោក Rob Janoff ជាអ្នករចនាក្រាហ្វិចដ៍ល្បីឈ្មោះសម្រាប់ទទួលបានការកិត្តិយសនេះ មិនប៉ុន្មានសប្តាហ៍និមិត្តសញ្ញាថ្មីរបស់ Apple បានចេញជាប្រភេទឡើង។ រូបសញ្ញាថ្មីនេះគឺមានភាពទាក់ទាញខ្លាំងជាមួយផ្ទៃប៉ោមដែលត្រូវបានខាំមួយចំណិត។ ទោះយ៉ាងណាក៏ឡូហ្គោនេះក៏បន្ថែមនូវពណ៌ឥន្ទធនដែលធ្វើឱ្យវាលេចធ្លោកាន់តែខ្លាំង។ ក៏ប៉ុន្តែមានការដាក់ជាចម្ងល់ថាហេតុអ្វីបានជាវាត្រូវរចនាមកជាមួយស្នាមខាំមួយចំណិតបែបនេះ? តាមពិតទៅមូលហេតុមួយនៃការខាំគឺ ដើម្បីបញ្ជាក់ឱ្យច្បាស់ថាផ្ទៃឈើនោះពិតជាផ្ទៃប៉ោមព្រោះវាអាចងាយយល់ច្រឡំថាជាផ្លែ Cherry ។ ហើយការខាំបានជួយអនុញ្ញាតឱ្យពាក្យ“ផ្ទៃប៉ោម” អាចដាក់ក្នុងចន្លោះក្នុងឡូហ្គោផ្ទៃប៉ោម។

រូបភាពទី២.៩៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុនApple



❖ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩៨

ក្រោយពី Steve Jobs បានត្រលប់មកវិញជាមួយនឹងការភ្ជាក់ផ្អើលក្នុងឆ្នាំ១៩៩៧ បន្ទាប់ពីក្រុមហ៊ុនមានភាពអាក់អន់ដែលអូសបន្លាយជាច្រើនឆ្នាំ។ ក្នុងការត្រលប់មកវិញនេះ Steve ចង់ធ្វើឱ្យម៉ាកយីហោ Apple ក្លាយជាម៉ាកយីហោដ៏អស្ចារ្យ និងកាន់តែមានភាពប្រណិតខ្លាំងជាងមុន នៅក្នុងការងារនេះគាត់បានបន្ថែមការកែប្រែមួយចំនួនទៅឡូហ្គោ Apple ចាស់ ដើម្បីប្រាប់ពីគោលបំណងរបស់លោកទៅកាន់ពិភពលោក។ លើកនេះពណ៌ឥន្ទធនដែលឆើតឆាយត្រូវបានកែប្រែជាពណ៌ខ្មៅដិត និងមានសភាពស្តើងជាងមុន។ បន្ថែមទៀតនៅក្នុងឡូហ្គោ Apple មានការប្រែប្រួលផងដែរ។ ជាឧទាហរណ៍ឡូហ្គោ Apple ដែលមានពណ៌ខៀវដើម្បី

ឆ្លុះបញ្ចាំងពី iMac ថ្មីនៃពណ៌ខៀវ Bondi។

រូបភាពទី២.១០៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Apple



❖ ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០១

នៅឆ្នាំ ២០០១ និមិត្តសញ្ញារបស់ Apple ត្រូវបានកែច្នៃឡើងវិញដោយមានរាងផ្ទៃជាងមុន និងត្រូវបានជំនួសថ្មីដោយពណ៌ប្រាក់ភ្លឺ និងពណ៌ប្រាក់សក្រាស់គួរឱ្យកត់សម្គាល់។ និមិត្តសញ្ញាដែលបង្កើតដោយពណ៌ទឹកប្រាក់និងខ័ណ្ឌដោយសណ្ឋានរាងទឹកលលកនេះមានបំណងក្នុងការបង្ហាញពីភាពរស់រវើក ដែលអាចលេចធ្លោគ្រប់ទីកន្លែង។ កំណើតថ្មីនៃនិមិត្តសញ្ញាត្រូវបានគេស្គាល់ថាជានិមិត្តសញ្ញាកញ្ចក់ ឬ ពណ៌ Aqua បានទទួលការពេញនិយមយ៉ាងខ្លាំងដែលវាត្រូវបានប្រើប្រាស់លើ Aqua Apple និងបង្ហាញនៅលើ MacOS X Cheetah ។

រូបភាពទី២.១១៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Apple



❖ ចាប់ពីឆ្នាំ ២០០៧

នៅឆ្នាំ ២០០៧ ភាពស្រស់ស្អាតនៃនិមិត្តសញ្ញា Aqua Apple បានអស់ទៅហើយ។ ហេតុផលមួយក្នុងចំណោមហេតុផលសម្រាប់ការផ្លាស់ប្តូរនេះអាចជាតម្លៃនៃឧបករណ៍ Apple ក្នុងពេលនោះគឺមានតម្លៃថ្លៃជាងដៃគូប្រកួតប្រជែងរបស់ខ្លួន។ ហេតុនេះត្រូវធ្វើឱ្យរូបសញ្ញាមានលក្ខណៈពិសេសជាង។ ដើម្បីធ្វើឱ្យឡូហ្គោមើលទៅមានលក្ខណៈទំនើប និងបង្ហាញជាជម្រើសដ៏ល្អ។ តាមរយៈចេតនាបង្កើតក្រុមហ៊ុន Apple ចង់បង្ហាញគោលដៅថ្មីផ្ដោតទៅលើនិរន្តរភាពនិងភាពជាប់បានយូរ។

រូបភាពទី២.១២៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Apple



❖ ចាប់ពីឆ្នាំ ២០១៧

រចនាបទរបស់ Apple ថ្មីត្រូវបានបង្កើតឡើងក្នុងឆ្នាំ២០១៧ វាក៏ត្រូវបានបន្តប្រើប្រាស់រហូតដល់ពេលបច្ចុប្បន្នដោយនៅតែរក្សាទម្រង់ដើម ដោយគ្រាន់តែបានផ្លាស់ប្តូរចំពោះការប្រើប្រាស់ពណ៌ទៅជាពណ៌ប្រផេះ។ និមិត្តសញ្ញាពណ៌ប្រផេះនេះជាទ្បហ្គោដ៍ជោគជ័យបំផុតនាពេលបច្ចុប្បន្ន និងក៏ត្រូវបានប្រើនៅលើគេហទំព័រ និងត្រូវបានចាត់ទុកជារូបតំណាងរបស់ Apple ។ ភាពសាមញ្ញតែមានភាពទាក់ទាញរបស់វាអាចឱ្យអារម្មណ៍ដែលអាចទទួលបានពីភាពរលោងដែលតំណាងឱ្យការរចនាគុណភាពខ្ពស់ និងភាពច្នៃប្រឌិត។ ធ្វើឱ្យអ្នកគាំទ្រមិនអាចព្រងើយកន្តើយចំពោះការពិតដែលថានិមិត្តសញ្ញាដែលតំណាងឱ្យម៉ាកយីហោដ៏ប្រណិត និងមានគុណភាពខ្ពស់ នោះគឺ Apple ។⁴⁹

រូបភាពទី២.១៣៖ ស្លាកសញ្ញាក្រុមហ៊ុន Apple



២.៧. ផលិតផល និង សេវាកម្មរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ដែលជាក្រុមហ៊ុនសាជីវកម្មពហុជាតិរបស់អាមេរិក និងជោគជ័យខ្លាំងខាងបច្ចេកវិទ្យាក្នុងឧស្សាហកម្មគ្រឿងអេឡិចត្រូនិចដែលមានភាពល្បីល្បាញ។ ហើយក្រុមហ៊ុននេះមានការផ្តល់ជូននូវផលិតផល និងសេវាកម្មដ៏អស្ចារ្យដូចខាងក្រោម៖

២.៧.១. ផលិតផល

គ្រប់ផលិតផលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple សុទ្ធតែត្រូវបានទទួលស្គាល់ពីសំណាក់អតិថិជនដោយផលិតផលទាំងនោះមានដូចជា៖⁵⁰

- ❖ iPhone គឺជាត្រកូលស្ថាបត្យន៍របស់ក្រុមហ៊ុនដែលផ្អែកលើប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ iOS របស់ខ្លួន។ ត្រកូលទូរស័ព្ទ iPhone រួមមាន iPhone 14 Pro, iPhone 14, iPhone 13, iPhone SE, iPhone 12 និង iPhone 11។ល។

រូបភាពទី២.១៤៖ រូបតំណាងផលិតផល



⁴⁹ <https://www.appypie.com/apple-logo> ចូលមើលថ្ងៃ ០១/០៥/២០២៣

⁵⁰ Apple Inc, 2022, Annual Report 10K, page 1-2

- ❖ Mac គឺជាកុំព្យូទ័រផ្ទាល់ខ្លួនរបស់ក្រុមហ៊ុនដែលផ្អែកលើប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ macOS របស់ខ្លួន។ ផលិតផលរបស់ Mac រួមមានកុំព្យូទ័រយួរដៃ MacBook Air និង MacBook Pro ក៏ដូចជាកុំព្យូទ័រលើតុ iMac, Mac mini, Mac Studio និង Mac Pro។

រូបភាពទី២.១៥៖ រូបតំណាងផលិតផល Mac



- ❖ iPad គឺជាប្រភេទថេប្លេតពហុគោលបំណងរបស់ក្រុមហ៊ុនដោយបានផ្អែកទៅលើប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ iPadOS របស់ខ្លួន។ ផលិតផល iPad រួមមាន iPad Pro, iPad Air, iPad និង iPad mini។

រូបភាពទី២.១៦៖ រូបតំណាងផលិតផល iPad



- ❖ Wearable និង Accessory រួមមាន៖

- Air Pods កាសែតខ្សែរបស់ក្រុមហ៊ុន រួមមាន Air Pods, Air Pods Pro និង Air Pods Max ។

រូបភាពទី២.១៧៖ រូបតំណាងផលិតផល Air Pods



- Apple TV ជាឧបករណ៍ភ្ជាប់នឹងInternet ដែលអនុញ្ញាតឱ្យមើលវីដេអូ លេងហ្គេម និងស្តាប់តន្ត្រីពីផ្នែកលើប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ tvOS រួមមាន Apple TV 4K និង Apple TV HD ។

រូបភាពទី២.១៨៖ រូបតំណាងផលិតផល Apple Tv 4K



- Apple Watch ជានាឡិកាឆ្លាតវៃបំពាក់នូវប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ watchOS ដែលវាមានតួនាទីតាមដានសុខភាពដោយការតាមដាននូវចលនារបស់មនុស្ស រួមទាំងសម្ពាធឈាម និងចង្វាក់បេះដូងផងដែរ វាមានម៉ូដែលជាច្រើនដូចជា Apple Watch Ultra, Apple Watch Series 8 និង Apple Watch SE

រូបភាពទី២.១៩៖ រូបតំណាង ផលិតផល Apple Watch



- ផលិតផល Beats, HomePod mini ដែលជាឧបករណ៍បំពងសំឡេងវ៉ៃឆ្លាតដោយមានភ្ជាប់ជាមួយមុខងារ Siri។ លក្ខណៈពិសេសរបស់បាសប្រភេទទាំងពីរនេះមានកម្រិតសំឡេងខ្ពស់ច្បាស់ និងមិនបែកសំឡេងក្រោមស្ថានភាពប្រភពដើមមានប្រើ Volume ខ្លាំង។

រូបភាពទី២.២០៖ រូបតំណាង ផលិតផល HomePod mini



- ឧបករណ៍ Accessary ជាប្រភេទឧបករណ៍បរិក្ខារជំនួយបន្ថែមដែលភ្ជាប់ទៅជាមួយឧបករណ៍ដើមដែលធ្វើឱ្យមើលទៅកាន់តែស្រស់ស្អាត និងទាក់ទាញ។ Accessary របស់ Apple ជាឧទាហរណ៍ដូចស្រោមទូរស័ព្ទ ឬ ជាឆ្នាំងសាកឥតខ្ចែងជាដើម។

រូបភាពទី២.២១៖ រូបតំណាង ផលិតផល Accessary



២.៧.២. សេវាកម្ម

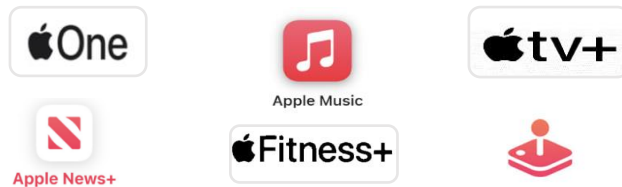
ក្រុមហ៊ុន Apple ក្រៅពីលក់នូវផលិតផលខាងលើហើយក៏ជាក្រុមហ៊ុនល្បីឈ្មោះខាងបំរើសេវាកម្មមួយផងដែរដោយសេវាកម្មទាំងនោះមានដូចជា៖

❖ មាតិកាឌីជីថល

ក្រុមហ៊ុនដំណើរការវេទិកាផ្សេងៗរួមទាំង App Store ដែលអនុញ្ញាតឱ្យអតិថិជនស្វែងរក និងទាញយកកម្មវិធី និងមាតិកាឌីជីថលដូចជាសៀវភៅ តន្ត្រី វីដេអូ ហ្គេម និងPodcast។ ក្រុមហ៊ុនក៏ផ្តល់ជូននូវមាតិកា

ឌីជីថលតាមរយៈការជាវសេវាកម្មដែលមាន Apple Arcade ដែលជាសេវាកម្មហ្គេម។ Apple Fitness + SM ដែលជាសេវាកម្មសុខភាពផ្ទាល់ខ្លួន។ Apple Music ដែលផ្តល់ជូនអ្នកប្រើប្រាស់នូវបទពិសោធន៍ស្តាប់ដែលបានរៀបចំជាមួយស្ថានីយវិទ្យុតាមតម្រូវការ។ Apple News+ ដែលជាសេវាកម្មព័ត៌មាន និងទស្សនាវដ្តីប្រចាំ។ បន្ថែមទៀតនោះ Apple TV+ ដែលផ្តល់ជូននូវមាតិកាជាច្រើន និងផ្សាយផ្ទាល់ពីកីឡា។ ថ្មីៗនេះក៏មានការរួមបញ្ចូល Apple one ក្នុង Digital Content ផងដែរ។

រូបភាពទី២.២២៖ សំណុំសេវាកម្មរបស់ Digital Content



❖ AppleCare

ក្រុមហ៊ុនផ្តល់ជូននូវសេវាកម្ម AppleCare។ សេវាកម្មនេះជាសេវាកម្មគិតថ្លៃដោយផ្តល់ជូនដល់អ្នកប្រើប្រាស់ក្នុងការចូលប្រើជំនួយផ្នែកបច្ចេកទេសរបស់ Apple សម្រាប់សេវាកម្មជួសជុលដោយធ្វើការដោះស្រាយលើកំហុច Hardware ហើយក្នុងករណីជាច្រើនទៀតដូចជាការធានារ៉ាប់រងបន្ថែមសម្រាប់ករណីនៃការខូចខាតដោយចៃដន្យ ឬ ការលួច និងការខាតបង់។

រូបភាពទី២.២៣៖ សេវាកម្ម AppleCare



❖ សេវាបង់ប្រាក់

ក្រុមហ៊ុនផ្តល់សេវាកម្មទូទាត់ រួមទាំង Apple Card® កាតឥណទានរួម និង Apple Pay® ដែលជាសេវាកម្មទូទាត់ដោយគ្មានសាច់ប្រាក់។

រូបភាពទី២.២៤៖ សេវាកម្ម Apple Pay



❖ Cloud Service

សេវាកម្មក្លោឌ (Cloud) របស់ក្រុមហ៊ុនជាសេវាកម្មរក្សាទុកទិន្នន័យដូចជារូបថត ឯកសារ កំណត់ចំណាំ ពាក្យសម្ងាត់ និងទិន្នន័យផ្សេងទៀតរបស់អ្នកប្រើប្រាស់យ៉ាងមានសុវត្ថិភាពនៅក្នុង Cloud ហើយរក្សា

ឱ្យទាន់សម័យនៅលើឧបករណ៍ទាំងអស់របស់អ្នកប្រើប្រាស់ដោយស្វ័យប្រវត្តិ។ iCloud ក៏ធ្វើឱ្យមានភាពងាយស្រួលក្នុងការចែករំលែករូបថត ឯកសារ កំណត់ចំណាំ និងអ្វីៗជាច្រើនទៀតជាមួយមិត្តភក្តិ និងក្រុមគ្រួសារ។ អ្នកប្រើប្រាស់ក៏អាចបម្រុងទុក iPhone, iPad ឬ iPod touch ដោយប្រើ iCloud ក្នុងករណីដែលបាត់បង់ឧបករណ៍រក្សាព័ត៌មានណាមួយជាថាហេតុ។

រូបភាពទី២.២៥៖ សេវាកម្ម AppleCare



២.៨. ទីផ្សារ និងដៃគូប្រកួតប្រជែង

ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលមានភាពល្បីល្បាញហើយក៏អាចចាត់ទុកថាជាបងធំក្នុងឧស្សាហកម្មបច្ចេកវិទ្យាវិទ្យាសាស្ត្រទូរគមនាគមន៍។ ដោយសារតែការរាល់ដលិតផលដែលផលិតចេញមកនីមួយៗសុទ្ធតែបាននាំយកនូវបទពិសោធន៍ គុណភាព ប្រណីតភាព បានធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុនមានភាពល្បីល្បាញយ៉ាងខ្លាំងស្ទើរគ្រប់តំបន់ពាសពេញពិភពលោក។ បើមើលទៅជ្រុងម្ខាងទៀតព្រោះតែភាពជោគជ័យខ្លាំងសម្បើមបែបនេះបណ្តាលឱ្យជុំវិញខ្លួនរបស់ Apple ពេញទៅដោយដៃគូប្រកួតប្រជែងដោយចេតនាក្នុងការដណ្តើមចំណែកទីផ្សារ។

២.៨.១. ទីផ្សាររបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ទីផ្សារធំៗដែលក្រុមហ៊ុន Apple ក្តោបក្តាប់នៅក្នុងដៃដែលតែងជាចំណីដែលគួរប្រជែង Apple ចង់បានបានទីផ្សារសំខាន់ៗដែលស្ថិតក្នុងភូមិសាស្ត្រចំនួនប្រាំ៖

❖ អាមេរិក

អាមេរិកជាទីផ្សារធំជាងគេបង្អស់របស់ក្រុមហ៊ុន Apple។ ហើយបើនិយាយពីអាមេរិកគឺត្រូវរាប់បញ្ចូលទាំងអាមេរិកខាងជើងនិងអាមេរិកខាងត្បូង។ តាមរបាយការណ៍ឆ្នាំ២០២២ ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលអាចរកបានពីទីផ្សារដ៏ធំមួយនេះទទួលបាន ១៦៩.៦៥៩ ពាន់លានដុល្លារដែលចំនួននេះបានកើនឡើង ១១% ធៀបឆ្នាំ២០២១។

❖ អឺរ៉ុប

ទីផ្សាររបស់ Apple នៅអឺរ៉ុបមានបណ្តាប្រទេសអឺរ៉ុបហើយក្នុងនោះក៏ត្រូវបានក្រុមហ៊ុនចាត់បញ្ចូលដូចជា ឥណ្ឌា មជ្ឈិមបូព៌ា និងអាហ្វ្រិកផងដែរ។ នៅទីផ្សារធំទីពីរនេះបានជួយឱ្យ Apple សម្រេចបាននូវប្រាក់ចំណូលប្រមាណជា ៩៥.១១៨ ពាន់លានដុល្លារដែលមានការកើនឡើងប្រមាណជាង ៧% ធៀបនឹងឆ្នាំ២០២១។

❖ **ប្រទេសចិន**

ប្រទេសចិនជាទីផ្សារធំទី៣តាមពីក្រោយ អឺរ៉ុប។ កាលពីឆ្នាំ២០២២ដោយសារភាពខ្លាំងនៃប្រាក់យ៉ន ធៀបនឹងប្រាក់ដុល្លារអាមេរិកបានជះឥទ្ធិពលលើការលក់សុទ្ធរបស់ Apple ក្នុង Greater China រួមមាន ចិន ដីគោក ហុងកុង និងតៃវ៉ាន់មានការកើនឡើង៩% ដោយទទួលបានប្រាក់ចំណូល ៧៤.២០០ពាន់លានដុល្លារ ធៀបនឹងឆ្នាំ ២០២១។

❖ **ប្រទេសជប៉ុន**

នៅក្នុងឆ្នាំ ២០២២ ដោយសារតែភាពទន់ខ្សោយនៃប្រាក់យ៉នដែលទាក់ទង ទៅនឹងដុល្លារអាមេរិកធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុន Apple មិនអាចបង្កើតប្រាក់ចំណេញរបស់ខ្លួនបានទេការលក់សុទ្ធរបស់ Apple បានធ្លាក់ចុះក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០២២ ធៀបនឹងឆ្នាំ២០២១ប្រមាណជាង ៩% ដោយក្រុមហ៊ុនអាចរកប្រាក់បានត្រឹមតែ ២៦.៩៧៧ ពាន់លានដុល្លារ ។ តែយ៉ាងណាក៏ជប៉ុននៅរក្សាតំណែងជាទីផ្សារធំលំដាប់លេខរៀងទី៤របស់ Apple ដដែល។

❖ **តំបន់អាស៊ីប៉ាស៊ីហ្វិក**

ក្រៅពីបណ្តាលប្រទេសខាងលើទីផ្សារធំទី៥ដែលនៅសល់រួមមានអូស្ត្រាលី និងបណ្តាប្រទេសអាស៊ីដទៃទៀតក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០២២ដោយសារតែភាពទន់ខ្សោយនៃរូបិយប័ណ្ណប្រទេសទាក់ទងនឹងប្រាក់ដុល្លារអាមេរិកបានជះឥទ្ធិពលមិនអំណោយផលពីមួយឆ្នាំទៅមួយឆ្នាំលើការលក់សុទ្ធនៅអាស៊ីប៉ាស៊ីហ្វិកផងនោះធ្វើអោយការលក់សុទ្ធមិនសូវជាទទួលបានភាពជោគជ័យខ្លាំងនោះទេ។ តែយ៉ាងណាម៉ិញចំណូលរបស់ Apple បានបង្ហាញពីភាពវិជ្ជមានដោយអាចទទួលបាន២៩.៣៧៥ ពាន់លានដុល្លារ ដែលកើនឡើង ១១% ធៀបនឹងឆ្នាំ២០២១។⁵¹

២.៨.២. ផែនការប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple

ក្រុមហ៊ុន Apple ក្រៅពីជាក្រុមហ៊ុនមានឈ្មោះបោះសំឡេងនិងមានឥទ្ធិពលក្នុងវិស័យបច្ចេកវិទ្យាដោយការសម្បូរទៅដោយគំនិតច្នៃប្រឌិត និងបង្កើតថ្មីចំពោះការនាំយកបច្ចេកវិទ្យាថ្មីៗមុនគេមកក្នុងទីផ្សារទៅហើយក៏ជាក្រុមហ៊ុនដែលសម្បូរទៅដោយគូប្រកួតប្រជែងច្រើនដូចគ្នាផងដែរ ហើយផែនការប្រជែងទាំងអស់នោះគឺត្រូវ

បានដឹងថាស្ថិតនៅក្នុងវិស័យផ្សេងៗគ្នាក្នុងការប្រជែងជាមួយ Apple ។⁵²

❖ **គូប្រកួតប្រជែងក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្មទូរស័ព្ទ**

ក្នុងឧស្សាហកម្មទូរស័ព្ទក្រុមហ៊ុនប្រកួតប្រជែងនឹងក្រុមហ៊ុន Apple ត្រូវបានដឹងថាមានដូចជា៖

⁵¹ Apple Inc, 2022, Apple Report 10K, page 22

⁵² <https://bstrategyhub.com/apple-competitors-and-alternatives/> ចូលមើលថ្ងៃទី ០២/០៥/២០២៣

រូបភាពទី២.២៦៖ Apple's Top Competitors in Smartphone Industrial

<i>N_o</i>	Company's Name	Headquarter	Logo
1	Samsung	Suwon, South Korea	
2	Huawei	Shenzhen, China	
3	Xiaomi	China	
4	Oppo	Dongguan, Guangdong, China	
5	Sony	Tokyo, Japan	

❖ គួរប្រកួតប្រជែងក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្មកុំព្យូទ័រ

ក្រុមហ៊ុនប្រកួតប្រជែងរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងឧស្សាហកម្មកុំព្យូទ័រត្រូវបានដឹងថាមានដូចជា៖

រូបភាពទី២.២៧៖ Apple's Top Competitors in Personal Computer Industrial

<i>N_o</i>	Company's Name	Headquarter	Logo
1	Microsoft	Redmond, Washington	
2	Dell	Austin, Texas	
3	Hewlett Packard (HP)	Palo Alto, California	
4	Lenovo	Quarry Bay, Hong Kong	
5	Asus	Taipei, Taiwan	

❖ គួរប្រកួតប្រជែងក្នុងវិស័យបម្រើសេវាកម្ម

ក្នុងវិស័យសេវាកម្មក្រុមហ៊ុនដែលតាមប្រកួតប្រជែងជាមួយក្រុមហ៊ុន Apple មានដូចជា៖

រូបភាពទី២.២៨៖ Apple's Top Competitors in Service Segment

<i>N_o</i>	Company's Name	Headquarter	Logo
1	Google	Mountain View, California	
2	Amazon	Seattle, Washington	
3	Mozilla	Mountain View, California	
4	Adobe	San Jose, California	
5	Spotify	Stockholm, Sweden	

ជំពូកទី៣

ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូល

របស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE

ជំពូកទី៣

ការព្យាករណ៍ប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE

ក្នុងជំពូកនេះ បង្ហាញពីការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របក្នុង ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE។ ជាមួយគ្នាផងដែរក្នុងការស្រាវជ្រាវនេះ គឺលើកយកតែវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍តាមបរិមាណវិស័យ (Quantitative Method) មកធ្វើការសិក្សាតែប៉ុណ្ណោះដោយព្យាករណ៍ទៅលើរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ ដែល ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ២០២២។ ដោយក្នុងការសិក្សានេះនឹងមានការបង្ហាញអំពីការកំណត់នូវទិន្នន័យ តាមរយៈតារាង ការកំណត់នូវទិន្នន័យតាមក្រាប និងរួមផ្សំជាមួយការប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលគណិតវិទ្យាដែល បង្ហាញមកជាមួយនឹង មធ្យមគម្លាតតម្លៃដាច់ខាត មធ្យមលម្អៀងការេ ឬសកាតនៃមធ្យមនៃលម្អៀងការេ មធ្យមនៃលម្អៀងគិតជាភាគរយ ហើយក៏រួមមាននូវ គម្លាតស្តង់ដារ និងការកំណត់តម្លៃសមស្របនៃមេគុណ Alpha និង Beta។

៣.១. ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ

ចំពោះការព្យាករណ៍នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE ក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ ក្នុងការសិក្សា នេះដែលគឺលើកយកវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ។

ជំហានក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែលក្នុងការព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ៖

១. ការប្រមូលទិន្នន័យ
២. ការកំណត់ពីប្រភេទនៃទិន្នន័យ
៣. ការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែលនីមួយៗ
៤. ការវាស់វែងឬគណនាកម្រិតនៃលម្អៀងរបស់ម៉ូដែល
៥. ការប្រៀបធៀបកម្រិតនៃលម្អៀងរវាងម៉ូដែលនីមួយៗ
៦. ការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ព្យាករណ៍ ដោយជ្រើសរើសម៉ូដែលទាំងឡាយណាដែល មាននូវកម្រិតលម្អៀងតូចជាងគេ ធៀបជាមួយម៉ូដែលដទៃ។

ដើម្បីជំរុញឱ្យលទ្ធផលទទួលបានមកត្រឹមត្រូវក្រោយពីការប្រើប្រាស់ម៉ូដែល។ គឺគួរគម្ពីរចំណាយពេល វេលាក្នុងជំហាននៃការប្រមូលទិន្នន័យជាជំហានដែលមានការលំបាក និងត្រូវចំណាយពេលវេលាជាច្រើនដើម្បី ទទួលបាននូវទិន្នន័យដែលមានគុណសម្បត្តិគ្រប់គ្រាន់ និងដែលអាចជឿទុកចិត្តបាន។ ដោយសារតែការ ព្យាករណ៍ត្រូវពឹងផ្អែកទៅទិន្នន័យ បើទិន្នន័យល្អលទ្ធផលដែលទទួលបានគឺល្អដូចគ្នា “ Garbage in Garbage out”

៣.២. ទិន្នន័យនៃការលក់របស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC.

ទិន្នន័យដែលលើកយកមកសិក្សាបង្ហាញ ត្រូវបានធ្វើការដកស្រង់ពីគេហទំព័រផ្លូវការរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC.។ រួមជាមួយផងដែរនឹងការទទួលស្គាល់ពីសំណាក់គណៈកម្មការមូលបត្រសហរដ្ឋអាមេរិក (U.S. SECURITY AND EXCHANGE COMMISSION) ។ ទិន្នន័យដែលប្រមូលបានមានរយៈពេល៣៣ ឆ្នាំចុងក្រោយចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ឆ្នាំ ២០២២ មានដូចខាងក្រោម។

តារាងទី៣.១. ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC. ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ២០២២

AAPLE INC. (AAPL)		
Year	Net Sale	Unit
1990	5.558435	Billons Dollar (\$)
1991	6.308849	Billons Dollar (\$)
1992	7.086542	Billons Dollar (\$)
1993	7.976954	Billons Dollar (\$)
1994	9.188748	Billons Dollar (\$)
1995	11.0602	Billons Dollar (\$)
1996	9.833	Billons Dollar (\$)
1997	7.0818	Billons Dollar (\$)
1998	5.941	Billons Dollar (\$)
1999	6.134	Billons Dollar (\$)
2000	7.983	Billons Dollar (\$)
2001	5.363	Billons Dollar (\$)
2002	5.742	Billons Dollar (\$)
2003	6.207	Billons Dollar (\$)
2004	8.279	Billons Dollar (\$)
2005	13.931	Billons Dollar (\$)
2006	19.315	Billons Dollar (\$)
2007	24.006	Billons Dollar (\$)
2008	37.491	Billons Dollar (\$)
2009	42.905	Billons Dollar (\$)
2010	65.225	Billons Dollar (\$)
2011	108.249	Billons Dollar (\$)
2012	156.508	Billons Dollar (\$)
2013	170.91	Billons Dollar (\$)
2014	182.795	Billons Dollar (\$)
2015	233.715	Billons Dollar (\$)
2016	215.639	Billons Dollar (\$)
2017	229.234	Billons Dollar (\$)
2018	265.595	Billons Dollar (\$)
2019	260.175	Billons Dollar (\$)
2020	274.515	Billons Dollar (\$)
2021	365.817	Billons Dollar (\$)
2022	394.328	Billons Dollar (\$)

ប្រភព៖ របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុប្រចាំឆ្នាំរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC. (មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១ ដល់ទី១០)

៣.៣. ការកំណត់ ពិពណ៌នាពីទិន្នន័យ វិភាគពីប្រភេទនៃទិន្នន័យរបស់ APPLE INC**៣.៣.១. ការកំណត់ពីប្រភេទទិន្នន័យតាមរយៈក្រាប**

តាមរយៈក្រាបខាងបានបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC. ស្ថិតក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ ចាប់ពីឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ឆ្នាំ២០២២ គឺមានទម្រង់ជា Trend ។ ប្រភេទទិន្នន័យជា Trend ជាទិន្នន័យ

របស់ Time Series ដែលមានបម្រែបម្រួលកើនឡើង ឬ ថយចុះ។ ដោយសារតែទិន្នន័យខាងក្រោមមានទំនោរកើនឡើងហេតុនេះទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ APPLE INC. គឺជា Upward Linear Trend។

រូបភាពទី៣.១៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE INC.

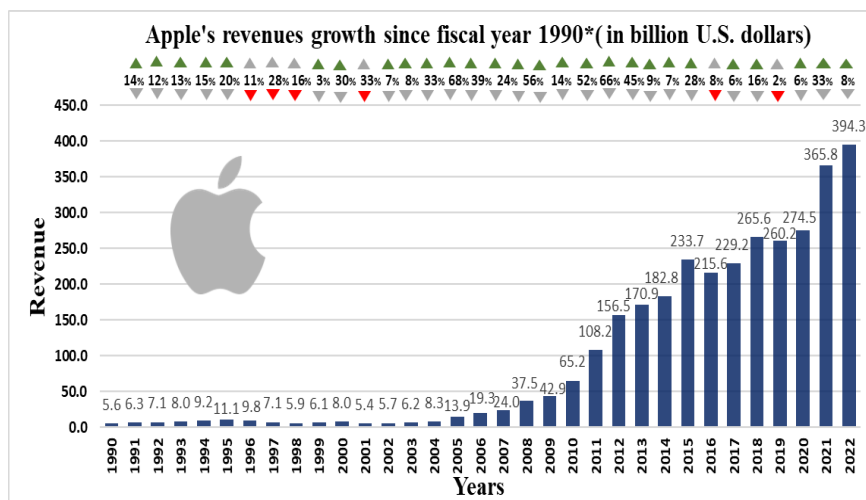


ប្រភព៖ Excel Output

៣.៣.២. ប្រភេទទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC.

បន្ទាប់ពីបានសិក្សាពីប្រភេទទិន្នន័យតាមក្រាបបានពន្យល់ថា ទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន APPLE INC. មានទម្រង់ជា Upward Linear Trend ដោយទិន្នន័យចាប់ពី ឆ្នាំ១៩៩០ ដល់ ឆ្នាំ២០២២។ តែអ្វីដែលគួរឱ្យកត់សម្គាល់គឺថាក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយក្រុមហ៊ុន APPLE INC. បានជួបនូវបទពិសោធន៍នៃការធ្លាក់ចុះនៃការលក់ចំនួនប្រាំមួយដងរួចមកហើយក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្ររបស់ខ្លួន។ ខាងក្រោមនេះគឺជាព្រឹត្តិការណ៍ទាំង៦យ៉ាង ដែលបានស្ថិតក្នុងក្រោយការជះឥទ្ធិពលអាក្រក់បំផុតក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្រនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនApple ក្នុងកំឡុងពេលជាង ៣ទសវត្សចុងក្រោយ។

រូបភាពទី៣.២៖ កំណើននៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនAPPLE INC.



៣.៣.២.១. ព្រឹត្តិការណ៍នៃការផ្លាស់ប្តូរចំណូលក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុង៣ឆ្នាំចុងក្រោយ

❖ ព្រឹត្តិការណ៍ទី១៖ ឆ្នាំ ១៩៩៦

ព្រឹត្តិការណ៍នេះត្រូវបានចាប់ផ្តើមឡើងក្នុងឆ្នាំ១៩៩៦ ដោយពេលនោះចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple បានធ្លាក់ចុះ១.២២៩ពាន់លានដុល្លារ ពី ១១.០៦ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងឆ្នាំ១៩៩៥ មកត្រឹម ៩.៨៣ ពាន់លានដុល្លារក្នុងឆ្នាំ១៩៩៦ ដែលតម្លៃនេះវាស្មើទៅនឹង ១១% បើធៀបក្នុងរយៈពេល១២ខែជាមួយចំណូលក្នុងឆ្នាំ១៩៩៥ ។ ហេតុដែលបណ្តាលឱ្យមានព្រឹត្តិការណ៍មួយនេះកើតឡើងគឺត្រូវបានចាប់ផ្តើមពីឆ្នាំ១៩៩៥ នៅពេលដែលក្រុមហ៊ុន APPLE ជាអាជីវកម្មដែលមានកម្លាំងប្រកួតប្រជែងខ្លាំងនិងបានចាប់យកចំណែកទីផ្សារដ៏ធំបានធ្វើការលក់នូវផលិតផលម៉ាក Macintoshes ចំនួន ១.៣ លានគ្រឿង និងទទួលបានប្រាក់ចំណូល ៣.១ ពាន់លានដុល្លារក្នុងត្រីមាសដែលបានបញ្ចប់ក្នុងខែធ្នូ ឆ្នាំ ១៩៩៥។ គេបានសង្កេតឃើញថាឯកតានៃការលក់កម្មវិធីរបស់ Macintosh បានកើនឡើង ២៦.៩% សម្រាប់ដប់ខែដំបូងនៃឆ្នាំ ១៩៩៥។ ដែលភាពជោគជ័យមួយនេះបានធ្វើឱ្យ Apple មានចំណែកទីផ្សារគួរឱ្យចាប់អារម្មណ៍ក្នុងចំណោមស្ថាប័ន K-12 របស់សហរដ្ឋអាមេរិក ។ ក៏ប៉ុន្តែពេលវេលាល្អរបស់ APPLE មិននៅជាមួយគ្នាបានយូរឡើយ។ នៅក្នុងខែសីហា ឆ្នាំ១៩៩៥, ផលិតផល PowerBook 5300 ត្រូវបានចេញផ្សាយ។ វាគឺ PowerBook ដំបូងដែលយកមូលដ្ឋានលើ PowerPC ។ ហើយវាគឺជាផលិតផលដែលក្រុមហ៊ុនមានការរំពឹងទុកខ្ពស់។ ក្រុមហ៊ុន Apple បានរៀបចំសម្រាប់ការដាក់ផលិតផលផ្សព្វផ្សាយក្នុងព្រឹត្តិការណ៍លក់ដ៏ធំសម្បើមបំផុតចំនួនពីរក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៦ ។ ក៏ប៉ុន្តែ Apple មិនបានដឹងថាផលិតផលដែលខ្លួនបានរំពឹងទុកខ្ពស់បែរជាកំពុងធ្វើអោយ Apple ខូចកេរ្តិ៍ឈ្មោះនោះទេ។ ដោយសារតែផលិតផលជាច្រើនគ្រឿងបានខូចនៅពេលដែលដឹកជញ្ជូនមកដល់។ លើសពីនេះទៅទៀតក្រោយមក ក្រុមហ៊ុនបានរកឃើញថាផលិតមានបញ្ហាជាមួយនឹងថ្ម Lithium-ion (Li-ion) ដែលផលិតដោយ ក្រុមហ៊ុន Sony បានផ្ទុះឆេះ។ Apple ត្រូវបង្ខំចិត្តក្នុងការប្រមូលផលិតផលទាំងមូលមកវិញ ទោះបីជាមិនមានករណីថ្មឆេះនៅខាងក្រៅក្រុមហ៊ុនក៏ដោយ។ ក្រុមហ៊ុន Apple បានប្រើប្រាស់ពេលវេលាអស់រយៈពេលប្រាំពីរឆ្នាំ។ ក្នុងការកែតម្រូវផលិតផលរបស់ខ្លួន តែទោះបីយ៉ាងណាវាបានបំផ្លាញទំនុកចិត្តរបស់អ្នកប្រើប្រាស់ និងម្ចាស់ភាពហ៊ុនរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. រួចទៅហើយ ។⁵³

❖ ព្រឹត្តិការណ៍ទី២៖ ឆ្នាំ ១៩៩៧-១៩៩៨

ព្រឹត្តិការណ៍បន្ទាប់គឺវាកើតឡើងបន្តពីព្រឹត្តិការណ៍ឆ្នាំ១៩៩៦ ដែលបណ្តាលឱ្យហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុនរងនូវផលប៉ះពាល់យ៉ាងដំណាលពេលនោះហើយដែលធ្វើអោយលោក Gilbert Amelio ត្រូវបានប្តូរចេញពីតំណែងដោយក្នុងរដ្ឋកាលរបស់គាត់ក្រុមហ៊ុន Apple បានបាត់បង់ដូចព្រលឹងដោយសារតែផលិតផលមានគុណភាព

⁵³ <https://lowendmac.com/2006/beleaguered-apple-bottoms-out-1996-to-1998/> ចូលមើល ២២/០៣/២០២៣

ទាប ខ្វះយុទ្ធសាស្ត្រទីផ្សារ និងកំពុងបាត់បង់ឥទ្ធិពលរបស់ខ្លួនជាក្រុមហ៊ុនដែលជាមេដឹកនាំធំៗក្នុងវិស័យបច្ចេកវិទ្យាបច្ចេកទេសនេះក្នុងពេលនោះវាបណ្តាលឱ្យមនុស្សចំនួន៤១០០ នាក់ត្រូវបានបញ្ឈប់ពីការងារ និងបានលុបចោលនូវគម្រោងប្រតិបត្តិការណ៍ជាច្រើនក្នុងនោះក៏មានគម្រោង Newton Family of Production ដែលវាជាកំហុសធំមួយរបស់គាត់។ ក្នុងឆ្នាំដដែលថ្ងៃទី៩ ខែកក្កដា ដូងព្រលឹងរបស់Apple គឺលោក Steve Jobs ដែលត្រូវបានបណ្តេញចេញពីក្រុមហ៊ុនត្រូវបានឱ្យមកកាន់តំណែងសារជាថ្មី។ ក៏ប៉ុន្តែបញ្ហាមិនទាន់បានបញ្ចប់នៅឡើយនោះទេការលក់កុំព្យូទ័រMacintosh សរុប និងការលក់ឯកតាគ្រឿងកុំព្យូទ័របានថយចុះ ២៧% និង ៣៣% រៀងគ្នាក្នុងកំឡុងឆ្នាំ១៩៩៧ បើធៀបនឹងឆ្នាំ១៩៩៦។ ក្រុមហ៊ុនជឿជាក់ថាបញ្ហាចម្បងដែលបណ្តាលឱ្យរឿងនេះកើតឡើងគឺដោយសារការបន្តកង្វល់របស់អតិថិជនទាក់ទងនឹងទិសដៅយុទ្ធសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុន ស្ថានភាពហិរញ្ញវត្ថុ និងទស្សនវិស័យនាពេលអនាគត និងលទ្ធភាពជោគជ័យនៃ Macintosh និងសម្ភាជប្រកួតប្រជែងនៅក្នុងទីផ្សារ។ ចំណូលរបស់ Apple រងនូវផងប៉ះពាល់រហូតបណ្តាលឱ្យមានការធ្លាក់ចុះនៃចំណូលពី៩.៨ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងឆ្នាំ១៩៩៦ ដល់ ៧.១ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងឆ្នាំ ១៩៩៧ ដែលថយចុះក្នុងរង្វង់២៨% គួរបញ្ជាក់ផងដែរថាក្នុងឆ្នាំ១៩៩៨ ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. បានខាតបង់តម្លៃរបស់ខ្លួនប្រមាណ១៦% ដោយបានធ្លាក់ពី ៧.១ ពាន់លានដុល្លារក្នុងឆ្នាំ១៩៩៧ មកកាន់ ៥.៩ ពាន់លានដុល្លារក្នុងឆ្នាំ១៩៩៨។ ទសវត្ស៩០ ជាយុគសម័យដែលក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ស្ថិតក្នុងភាពលំបាកបំផុតដែលបានអូសបន្លាយអស់រយៈពេល៣ឆ្នាំជាប់ៗគ្នា ។⁵⁴

❖ ព្រឹត្តិការណ៍ទី៣៖ ឆ្នាំ ២០០១

បន្ទាប់ពីបានបើកទទួលនូវសក្តានុពលមិនបានយូរប៉ុន្មាននៅសហរដ្ឋអាមេរិកបានទទួលនូវវិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចដែលមានរយៈពេល៨ខែចាប់ពីខែមីនាឆ្នាំ២០០១ ដល់ខែវិច្ឆិកាឆ្នាំដដែល។ ដែលបណ្តាលឱ្យមនុស្សជាច្រើនបានបាត់បង់នូវការងារ និងអត្រាអតិផរណាមានការកើនឡើងយ៉ាងខ្លាំងស្របពេល ដែលសហរដ្ឋអាមេរិកស្ថិតក្រោមទិដ្ឋភាពរបស់លោកប្រធានាធិបតី George W. Bush លោកបានព្យាយាមយ៉ាងខ្លាំងក្នុងការជួយសង្គ្រោះសេដ្ឋកិច្ចសហរដ្ឋអាមេរិក ដោយបានដាក់ចេញនូវ គោលនយោបាយកំណើនសេដ្ឋកិច្ច និង ការផ្សះផ្សាសារពើពន្ធ ដែលផ្តល់ជំនួយទៅដល់គ្រួសារ សហគ្រាស ដែលងាយរងគ្រោះ ព្រមជាមួយនឹងការបន្ទាបពន្ធ។ កត្តានេះវាបានជួយសង្គ្រោះអោយសេដ្ឋកិច្ចមានសន្ទុះកំណើន។ ខណៈពេលដែលអាមេរិកកំពុងងើបពីភាពអន្ធភាពមិនយូរប៉ុន្មាន ។ ព្រឹត្តិការណ៍នៃការរក្សា ១១ កញ្ញា ដែលបុកកំទិចអាគារពាណិជ្ជកម្មពិភពលោក (World Trade Center) បានជិះឥទ្ធិពលដ៏អាក្រក់ចំពោះអាមេរិក និងពិភពលោកសារជាថ្មី។⁵⁵ លក្ខខណ្ឌសេដ្ឋកិច្ចសកលលោកដែលមិនអំណោយផលស្របពេលដែលក្រុមហ៊ុន Apple មិនទាន់បានត្រៀមខ្លួនសម្រាប់រឿងកើតឡើង

⁵⁴ <https://lowendmac.com/2006/beleaguered-apple-bottoms-out-1996-to-1998/> (ចូលមើល ២២/០៣/២០២៣)

⁵⁵ <https://www.thebalancemoney.com/2001-recession-causes-lengths-stats-4147962> (ចូលមើល ២២/០៣/២០២៣)

ផ្លូវគ្នានាំឱ្យការលក់ស្រួលរបស់ក្រុមហ៊ុនត្រូវបានរងផលប៉ះពាល់ជាអវិជ្ជមានពេញមួយឆ្នាំ ២០០១ ដែលមានចំនួនទាបជាងការរំពឹងទុករបស់ក្រុមហ៊ុនដោយបានធ្លាក់ចុះ៣៣% ក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០០១ ធៀបនឹងឆ្នាំ២០០០។ នៅពេលបំណាច់ឆ្នាំទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុនApple បានធ្លាក់ចុះពី៨ ពាន់លានដុល្លារមកត្រឹម ៥.៤ ពាន់លានដុល្លារដែលទំហំនៃការខាតបង់ប្រមាណ ២.៦ ពាន់លានដុល្លារ ឬ ៣៣% បើធៀបនឹងចំណូលការពីឆ្នាំ២០០០។⁵⁶

❖ **ព្រឹត្តិការណ៍ទី៤៖ ឆ្នាំ ២០១៦**

តាមរយៈទិន្នន័យខាងលើបានបង្ហាញថាចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple មានការធ្លាក់ចុះពី២៣៣.៧ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងឆ្នាំ២០១៥ មក ២១៥.៦ ពាន់លានដុល្លារ ក្នុងឆ្នាំ២០១៦ ដែលថយចុះ ៨%។ ទោះបីជាចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple មិនបានបង្ហាញពីភាពប្រសើរក្តីក៏ប៉ុន្តែក្រុមហ៊ុនបានខិតខំយ៉ាងខ្លាំងក្នុងការបញ្ចេញនូវផលិតផលថ្មីៗស្ទើរពេញមួយឆ្នាំ។ ក៏ប៉ុន្តែការខិតខំរបស់ Apple គឺមិនទទួលបានផ្លែផ្កានោះទេដោយសារតែផលិតផលថ្មីរបស់Apple មិនអាចឆក់យកនូវទីកិច្ចរបស់អតិថិជនបានឡើយ។ លើសពីនេះ iPhone 7 ដែលជាផលិតផលថ្មីថ្លោងបានធ្វើឱ្យអ្នកប្រើប្រាស់មានការខកចិត្ត និងត្រូវបានរងនូវការរិះគន់យ៉ាងខ្លាំងចំពោះកត្តាទម្រង់មួយចំនួនដែលមានភាពស្រដៀងគ្នាជាមួយ iPhone 6 និងiPhone 6s ព្រមជាមួយបញ្ហានៃនូវដោតកាសនិងមុខងារពិសេសដែលត្រូវសម្រួលបាន។⁵⁷

❖ **ព្រឹត្តិការណ៍ទី៥៖ ឆ្នាំ ២០១៩**

ការចាប់ផ្តើមព្រឹត្តិការណ៍ដែលបណ្តាលពីភាពតានតឹងរវាងមហាអំណាចលោកខាងលិចដែលគឺជាភាគីសហរដ្ឋអាមេរិក និងមហាអំណាចលោកខាងកើតគឺប្រទេសចិនដែលបានឈានដល់ការបង្កសង្គ្រាមខាងផ្នែកពាណិជ្ជកម្ម ដែលត្រូវបានគេស្គាល់ថាជា សង្គ្រាមពាណិជ្ជកម្ម អាមេរិក និងចិនដែលមានលេចវត្តមានតាំងពី២០១៨និងអូសបន្លាយរហូតដល់២០១៩ និងបិទបញ្ចប់នៅដើមឆ្នាំ២០២០។ ដោយប្រទេសទាំងពីរព្យាយាមក្នុងការឆ្លើយតបទៅកាន់ភាគីម្ខាងទៀត ជាមួយនិងការបង្កើននូវពន្ធគយនាំចូលលើផលិតផលជាអតិភាពរបស់ភាគីម្ខាងទៀត។ បន្ទាប់ពីចិនបានទទួលការគំរាមក្នុងការបង្កើនពន្ធលើផលិតផលរបស់ខ្លួនពីសំណាក់សហរដ្ឋអាមេរិកនៃរដ្ឋាភិបាលក្រោមទិដ្ឋភាពលោក Donald Trump ទីក្រុងប៉េកាំងក៏បានឆ្លើយតបជាមួយការបង្កើនពន្ធគយលើផលិតផលរបស់អាមេរិកដើម្បីជាការសងសឹកត្រលប់ទៅវិញផងដែរ។ ក្នុងកំឡុងពេលនៃវិវាទពាណិជ្ជកម្មគេបានសង្កេតឃើញថាក្រុមហ៊ុនជាច្រើនបានទទួលនូវផលប៉ះពាល់ហើយក្រុមហ៊ុនដែលងាយរងគ្រោះបំផុតគឺមួយគឺក្រុមហ៊ុនApple ក៏ដោយប្រទេសចិនក្រៅពីជាអ្នកផ្គត់ផ្គង់នូវគ្រឿងបន្លំដ៏ធំរបស់Apple ហើយក៏ជាទីផ្សារ

⁵⁶ Apple Computer Inc, 2001, Annual Report 10K, page 16

⁵⁷ <https://qz.com/869175/apple-didnt-have-a-great-2016-but-2017-is-looking-to-be-a-big-one> (ចូលមើល ២៣/០៣/២៣)

ដ៏ធំមួយសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន Apple ផងដែរ។ បន្ទាប់ពីសហរដ្ឋអាមេរិកនិងអឺរ៉ុបផងដែរ។ ព្រមជាមួយភាពទន់ខ្សោយនៅក្នុងរូបិយប័ណ្ណបរទេសមានផលប៉ះពាល់មិនអំណោយផលលើការលក់សុទ្ធក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០១៩ បានធ្វើឱ្យការលក់សុទ្ធសរុបបានថយចុះ២%។ ក្នុងឆ្នាំ២០១៩ ដែលជំរុញការលក់សុទ្ធរបស់ផលិតផល iPhone ទាប។ បើសិនក្រឡេកមើលទៅ នៅខែមេសា ឆ្នាំ២០១៩ ក្រុមហ៊ុនបានប្រកាសបង្កើនការអនុញ្ញាតកម្មវិធីទិញភាគហ៊ុនបច្ចុប្បន្នរបស់ខ្លួនពី១០០ពាន់លានដុល្លារដល់១៧៥ពាន់លានដុល្លារហើយបានដំឡើងភាគលាភប្រចាំត្រីមាសរបស់ខ្លួនពី ០.៧៣ដុល្លារ ទៅ០.៧៧ដុល្លារ ក្នុងមួយហ៊ុន ដែលចាប់ផ្តើមក្នុងខែឧសភា ឆ្នាំ២០១៩។ ក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០១៩ ដដែលក្រុមហ៊ុនបានទិញមកវិញនូវ៦៧.១ពាន់លានដុល្លារនៃភាគហ៊ុនធម្មតារបស់ខ្លួន និងបានបង់ភាគលាភស្មើនឹង១៤.១ពាន់លានដុល្លារ។ នៅចុងឆ្នាំ២០១៩ ក្រុមហ៊ុនបានបង្ហាញពីការធ្លាក់ចុះនៃចំណូលពី២៦៥.៦ពាន់លានដុល្លារមកត្រឹម២៦០.២ពាន់លានដុល្លារដោយចំណូលសរុបបានថយចុះ២% ឬ ៥.៤ ពាន់លានដុល្លារក្នុងកំឡុងឆ្នាំ២០១៩ ។⁵⁸

៣.៤. ការកំណត់ប្រភេទទិន្នន័យតាម Autocorrelation

ក្នុងការកំណត់នូវប្រភេទទិន្នន័យក្រៅពីការកំណត់ទិន្នន័យតាមរយៈក្រាបហើយគេអាចប្រើប្រាស់នូវមេគុណទំនាក់ទំនងដើម្បីកំណត់ផងដែរ។ មេគុណទំនាក់ទំនង(Autocorrelation Coefficient ឬ ACF)គឺជាទំនាក់ទំនងរវាងអថេរនៅLag ទី១ឬចាប់ពីមួយទៅជាមួយខ្លួនរបស់វា។

មេគុណទំនាក់ទំនងមានរូបមន្ត៖

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

ដែល

r_k = មេគុណទំនាក់ទំនងសម្រាប់កំឡុងពេល Lag (K). Y = មធ្យមនៃតម្លៃសង្កេតដែលជាស៊េរី

Y_t = តម្លៃសង្កេតក្នុងកំឡុងពេល t. ហើយ Y_{t-k} = តម្លៃសង្កេតK មុនត គ្រា ឬ កំឡុងពេលt-k

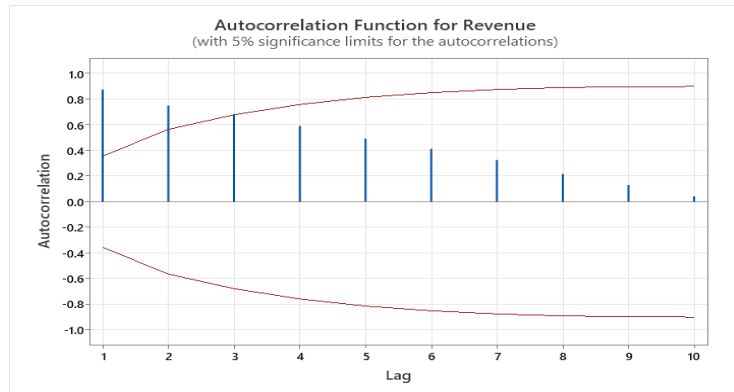
តារាងទី៣.២៖ មេគុណទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc.

Autocorrelation										
Lag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ACF	0.8737	0.749	0.6753	0.5903	0.491	0.4117	0.3254	0.215	0.1304	0.0405
T	5.02	2.71	2.03	1.59	1.23	0.99	0.76	0.49	0.3	0.09
LBQ	27.55	48.45	66.01	79.89	89.83	97.08	101.79	103.92	104.74	104.82

ប្រភព៖ Minitab Output

⁵⁸ <https://www.cnbc.com/2019/05/13/why-is-apple-so-vulnerable-to-a-trade-war-with-china.html> (ចូលមើល ២៤/០៣/២៣)

រូបភាពទី៣.៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc



ប្រភព៖ Minitab Output

តាមរយៈ៖ តារាងទី ៣.២ និងរូបភាពទី ៣.២ បានបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple នៅទីតាំងទី១ (Lag 1)មានតម្លៃធំខិតជិតទៅរក ១.០។ ដែលបង្ហាញបានថាទំនាក់ទំនងខ្លាំងក៏ប៉ុន្តែបើសិនសង្កេតមើល គឺឃើញថាតម្លៃនៃទំនាក់ទំនងមានការប្រែប្រួលទាបជាងនៅទីតាំងទី២ (Lag 2) និងបន្តធ្លាក់ចុះជាបន្តបន្ទាប់ខិតទៅរកតម្លៃ(០.០) ដែលមានន័យថា ទំនាក់ទំនងបានកំពុងមានទំនាក់ទំនងខ្លាំងទៅមធ្យមបន្តទៅខ្សោយ និងគ្មានទំនាក់ទំនង។ ក្នុងករណីដែល Autocorrelation Coefficient (ACF) បង្ហាញយ៉ាងដូច្នេះគឺអាចទាញនូវការសន្មតបានថាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple មានទម្រង់ជា Trend

៣.៥. ការបកស្រាយទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple តាមវិធីសាស្ត្រពិពណ៌នា

វិធីសាស្ត្រពិពណ៌នា ឬ ស្ថិតិវិទ្យាពិពណ៌នាគឺជាវិធីសាស្ត្រនៃការសង្ខេបព័ត៌មានដែលពណ៌នាពីសំណុំទិន្នន័យទាំងមូលដែលបានលើកមកសិក្សាលើប៉ុពុយឡាស្យុង(សកលស្ថិតិ) ឬ គំរូតាង(អេសង់ទីយ៉ុង)។ ស្ថិតិពិពណ៌នាត្រូវបានបែងចែកទៅជាអង្វាស់នៃទំនោរកណ្តាល និងអង្វាស់នៃភាពប្រែប្រួល។ ខណៈពេលដែលអង្វាស់នៃភាពប្រែប្រួលមាន គម្លាតគំរូស្តង់ដារ រង់(អេតង់ឌុយ) វ៉ារ្យង់ វ៉ារ្យង់អតិបរមា វ៉ារ្យង់អប្បបរមា។

តារាងទី៣.៣៖ ស្ថិតិពិពណ៌នានៃទិន្នន័យរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ

APPLE.(AAPL)	
Descriptive Statistic	Measuring Value
គម្លាតស្តង់ដារ Standard Deviation	119.9442441
វ៉ារ្យង់ Simple Variance	14386.62168
រង់ Range	388.965
តម្លៃអតិបរមា Minimum	5.363
តម្លៃអតិបរមា Maximum	394.328

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី ៣.៣ បានបង្ហាញថាក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ ចាប់តាំងពីឆ្នាំ១៩៩០ រហូតមកដល់ឆ្នាំ២០២២បានបង្ហាញថា៖

- ❖ ប្រាក់ចំណូលខ្ពស់បំផុតក្នុងពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលអាចរកបានគឺចំនួន៣៩៤.៣២៨ ពាន់លានដុល្លារក្នុងឆ្នាំ២០២២ ។ ប្រាក់ចំណូលទាបបំផុតក្នុងប្រវត្តិសាស្ត្ររបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលទទួលបានក្នុងឆ្នាំ២០០១គឺចំនួន៥.៣៦៣ពាន់លានដុល្លារ។
- ❖ ទិន្នន័យនៃចំនួននៃក្រុមហ៊ុនក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំនេះ មាននូវតម្លាភាពស្តង់ដារគឺ ២០.៨៧៩៦១២៨៥ ពាន់លានដុល្លារព្រមជាមួយនិងតម្លៃតម្លាភាពស្តង់ដារគឺ ១១៩.៩៤៤២៤៤១ពាន់លានដុល្លារ និងតម្លៃរ៉ាងគ្រប់គ្រងគឺ ១៤៣៨៦.៦២១៦៨ លានដុល្លារ បន្ថែមពីលើនេះតម្លៃរ៉ែង គឺ៣៨៨.៩៦៥ ពាន់លានដុល្លារ ។

៣.៦. ម៉ូដែលព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple នៃវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ

បន្ទាប់ពីបានស្វែងយល់នូវលក្ខខណ្ឌដែលក្នុងការជ្រើសរើសនូវទិន្នន័យដែលមានគុណសម្បត្តិគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការព្យាករណ៍ និងបានកំណត់ពីប្រភេទនូវទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple រួចមកហើយ។ ដោយថាទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងរយៈពេល៣៣ឆ្នាំចុងក្រោយ ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩០ មកដល់ឆ្នាំ២០២២ មានសណ្ឋានជា Upward Linear Trend។ សូមកត់ចំណាំក្នុងចំណុចនេះមុននឹងស្វែងយល់ពីម៉ូដែលខាងក្រោមថាម៉ូដែលព្យាករណ៍ទាំងឡាយណាដែលមាននូវលម្អៀងតូចជាងគេ គឺជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ។ ក្នុងវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យ(Quantities Method) មាននូវម៉ូដែលព្យាករណ៍សម្រាប់ទិន្នន័យជា Trend មានដូចជា៖ ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) , ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM), ម៉ូដែល Double Moving Averages (DMA), ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES), ម៉ូដែល Holt's Exponential Smoothing Method (HES), ម៉ូដែល Times Linear Regression , ម៉ូដែល Autoregressive Model (ARM) ។

៣.៦.១. ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM)

ម៉ូដែល Absolute Change Model (ACM) ជាម៉ូដែលដែលបំបែកចេញពីម៉ូដែល Naïve ។ ម៉ូដែលនេះត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងទិន្នន័យដែលមានប្រភេទជា Trend ។ ដោយធ្វើការគណនាពីម៉ូដែលព្យាករណ៍នេះសម្រាប់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc. តាមរយៈរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t + (Y_t - Y_{t-1}) \quad (t = 2, 3, 4, \dots)$$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ t ត្រូវយកចាប់ពី២ចំណែកឯការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ពីឆ្នាំទី៣

បើសិនជា $t = 2, \quad \hat{Y}_3 = Y_2 + (Y_2 - Y_1) = \hat{Y}_3 = 6.308849 + (6.308849 - 5.558435) = 7.059$

បើសិនជា $t = 3$, $\hat{Y}_4 = Y_3 + (Y_3 - Y_2) = \hat{Y}_4 = 7.086542 + (7.086542 - 6.308849) = 7.864$

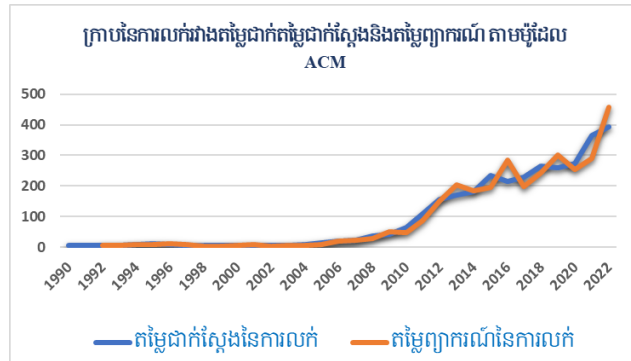
ដោយតាមរយៈការគណនាខាងលើនោះយើងទទួលបាននូវតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម

តារាងទី៣.៤៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល ACM

	APPLE INC. (AAPL)	Forecast				
Year	Net Sale (\$B)	ACM	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1990	5.558435					
1991	6.308849					
1992	7.086542	7.059	0.027279	0.000744144	0.027279	0.00
1993	7.976954	7.864	0.112719	0.012705573	0.112719	0.01
1994	9.188748	8.867	0.321382	0.10328639	0.321382	0.03
1995	11.0602	10.401	0.659658	0.435148677	0.659658	0.06
1996	9.833	12.932	-3.098652	9.601644217	3.098652	-0.32
1997	7.0818	8.606	-1.524	2.322576	1.524	-0.22
1998	5.941	4.331	1.6104	2.59338816	1.6104	0.27
1999	6.134	4.800	1.3338	1.77902244	1.3338	0.22
2000	7.983	6.327	1.656	2.742336	1.656	0.21
2001	5.363	9.832	-4.469	19.971961	4.469	-0.83
2002	5.742	2.743	2.999	8.994001	2.999	0.52
2003	6.207	6.121	0.086	0.007396	0.086	0.01
2004	8.279	6.672	1.607	2.582449	1.607	0.19
2005	13.931	10.351	3.58	12.8164	3.58	0.26
2006	19.315	19.583	-0.268	0.071824	0.268	-0.01
2007	24.006	24.699	-0.693	0.480249	0.693	-0.03
2008	37.491	28.697	8.794	77.334436	8.794	0.23
2009	42.905	50.976	-8.071	65.141041	8.071	-0.19
2010	65.225	48.319	16.906	285.812836	16.906	0.26
2011	108.249	87.545	20.704	428.655616	20.704	0.19
2012	156.508	151.273	5.235	27.405225	5.235	0.03
2013	170.91	204.767	-33.857	1146.296449	33.857	-0.20
2014	182.795	185.312	-2.517	6.335289	2.517	-0.01
2015	233.715	194.680	39.035	1523.731225	39.035	0.17
2016	215.639	284.635	-68.996	4760.448016	68.996	-0.32
2017	229.234	197.563	31.671	1003.052241	31.671	0.14
2018	265.595	242.829	22.766	518.290756	22.766	0.09
2019	260.175	301.956	-41.781	1745.651961	41.781	-0.16
2020	274.515	254.755	19.76	390.4576	19.76	0.07
2021	365.817	288.855	76.962	5923.149444	76.962	0.21
2022	394.328	457.119	-62.791	3942.709681	62.791	-0.16
	Total			21908.98695	483.89189	0.74138

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៤៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលACM



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល ACMតាមរយៈការគណនាខាងលើអាចទាញបាននូវលម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល ACM ដែលមានដូចជាលម្អៀងMSE, MAD, MAP និងRMSE ។

តារាងទី៣.៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល ACM

Forecast Error		
1	MSE	706.7415
2	MAD	15.6094
3	MPE	0.0239
4	RMSE	26.5846

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.៥៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែលACM មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 706.7415 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 15.6094

MPE មានតម្លៃលម្អៀង 0.0239 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 26.5846

៣.៦.២. ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM)

ម៉ូដែល Relative Change Model (RCM) ជាម៉ូដែលទី២ដែលបំបែកចេញពីម៉ូដែល Naïve បន្ទាប់ពីម៉ូដែល ACM។ ម៉ូដែលនេះក៏ត្រូវបានគេនិយមប្រើប្រាស់ក្នុងទិន្នន័យដែលមានប្រភេទជា Trend ។ តាមរយៈការគណនាពីម៉ូដែលព្យាករណ៍នេះសម្រាប់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc. តាមរយៈរូបមន្តដូចខាងក្រោម៖

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t \times \frac{Y_t}{Y_{t-1}} \quad (t = 2, 3, 4, \dots)$$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ t ត្រូវយកចាប់ពី ២ ចំណែកឯការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ពីឆ្នាំទី៣

$$\text{បើសិនជា } t = 2, \quad \hat{Y}_3 = Y_2 \times \frac{Y_2}{Y_1} = \hat{Y}_3 = 6.308849 \times \frac{6.308849}{5.558435} = 7.160572$$

$$\text{បើសិនជា } t = 3, \quad \hat{Y}_4 = Y_3 \times \frac{Y_3}{Y_2} = \hat{Y}_4 = 7.086542 \times \frac{7.086542}{6.308849} = 7.960101$$

.....

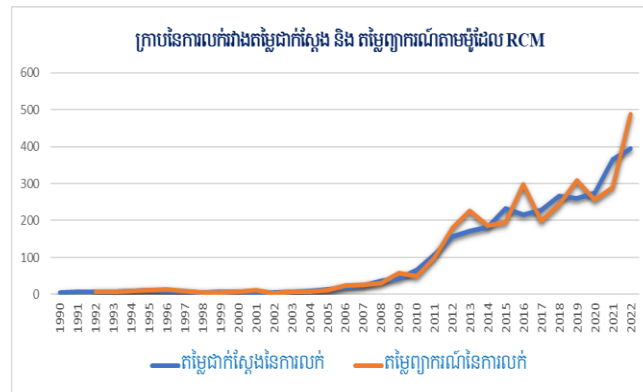
លទ្ធផលនៃការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc. បង្ហាញដូចខាងក្រោម។

តារាងទី៣.៦៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល RCM

	APPLE INC. (AAPL)	Forecast				
Year	Net Sale (\$B)	RCM	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1990	5.558435					
1991	6.308849					
1992	7.086542	7.160572	-0.07403	0.00548	0.07403	-0.01
1993	7.976954	7.960101	0.01685	0.00028	0.01685	0.00
1994	9.188748	8.979245	0.20950	0.04389	0.20950	0.02
1995	11.0602	10.585	0.47557	0.22617	0.47557	0.04
1996	9.833	13.313	-3.47981	12.10905	3.47981	-0.35
1997	7.0818	8.742	-1.66017	2.75615	1.66017	-0.23
1998	5.941	5.100	0.84063	0.70667	0.84063	0.14
1999	6.134	4.984	1.15003	1.32257	1.15003	0.19
2000	7.983	6.333	1.64973	2.72161	1.64973	0.21
2001	5.363	10.389	-5.02635	25.26422	5.02635	-0.94
2002	5.742	3.603	2.13912	4.57585	2.13912	0.37
2003	6.207	6.148	0.05922	0.00351	0.05922	0.01
2004	8.279	6.710	1.56934	2.46284	1.56934	0.19
2005	13.931	11.043	2.88833	8.34246	2.88833	0.21
2006	19.315	23.442	-4.12657	17.02858	4.12657	-0.21
2007	24.006	26.780	-2.77379	7.69390	2.77379	-0.12
2008	37.491	29.836	7.65471	58.59451	7.65471	0.20
2009	42.905	58.551	-15.64599	244.79702	15.64599	-0.36
2010	65.225	49.101	16.12418	259.98902	16.12418	0.25
2011	108.249	99.156	9.09271	82.67737	9.09271	0.08
2012	156.508	179.653	-23.14468	535.67618	23.14468	-0.15
2013	170.91	226.282	-55.37157	3066.01117	55.37157	-0.32
2014	182.795	186.637	-3.84228	14.76315	3.84228	-0.02
2015	233.715	195.506	38.20852	1459.89121	38.20852	0.16
2016	215.639	298.819	-83.18045	6918.98714	83.18045	-0.39
2017	229.234	198.961	30.27296	916.45240	30.27296	0.13
2018	265.595	243.686	21.90890	479.99993	21.90890	0.08
2019	260.175	307.724	-47.54857	2260.86617	47.54857	-0.18
2020	274.515	254.866	19.64939	386.09868	19.64939	0.07
2021	365.817	289.645	76.17163	5802.11658	76.17163	0.21
2022	394.328	487.485	-93.15748	8678.31672	93.15748	-0.24
	Total			31250.50049	569.11308	-0.95174

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៥៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែលRCM



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល RCM

តាមរយៈការគណនាខាងលើគឺអាចទាញបាននូវលម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល RCM ដែលមានដូចជាលម្អៀង MSE, MAD, MAP និងRMSE ។

តារាងទី៣.៧៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល RCM

Forecast Error		
1	MSE	1008.08066
2	MAD	18.35849
3	MPE	-0.03070
4	RMSE	31.750286

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.៥៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែលACM មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 1008.08066 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 18.35849

MPE មានតម្លៃលម្អៀង -0.03070 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 31.750286

៣.៦.៣. ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA)

ម៉ូដែល Double Moving Average (DMA) ជាម៉ូដែលដែលប្រើសម្រាប់ទិន្នន័យជាស៊េរីដែលមាននិន្នាការលីនេអ៊ែរ។ ដើម្បីគណនាកម្មវិធីនេះគឺតម្រូវឱ្យគណនាកម្មវិធីមូលដ្ឋានទី១ Moving Average (M_t) ហើយបន្ទាប់មកត្រូវគណនាកម្មវិធីមូលដ្ឋានទី២ (M'_t)។ រីឯការគណនាពីម៉ូដែលDMAព្យាករណ៍សម្រាប់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc. តាមរយៈសមីការដូចខាងក្រោម៖

រូបមន្តរបស់ម៉ូដែល DMA $\hat{Y}_{t+p} = a_t + b_t p$ $p = 1, 2, 3, 4, \dots$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ p ត្រូវយកចាប់ពី 1 ចំណែកឯការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ពីឆ្នាំទី២

នៅក្នុងការសិក្សានេះធ្វើការជ្រើសរើសយក Moving Average លំដាប់ 3 នោះ(K = 3) ត្រូវបានប្រើប្រាស់
ខាងក្រោមជាជំហានក្នុងការគណនារបស់ DMA (3)

❖ ជំហានទីមួយ៖ រកមធ្យមរំកិលទី១ Moving Average (M_t) លំដាប់៣

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

$$\text{បើ } t = 3 : M_3 = \text{Average}(Y_3, Y_2, Y_1) = 6.317942$$

$$\text{បើ } t = 4 : M_4 = \text{Average}(Y_4, Y_3, Y_2) = 7.124115$$

$$\text{បើ } t = 5 : M_5 = \text{Average}(Y_5, Y_4, Y_3) = 8.084081$$

.....

❖ ជំហានទីពីរ៖ រកមធ្យមរំកិលទី២ Moving Average (M'_t) លំដាប់៣

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

$$\text{បើ } t = 3 : M'_3 = \text{Average}(M_3, M_2, M_1) = 7.175379$$

$$\text{បើ } t = 4 : M'_4 = \text{Average}(M_4, M_3, M_2) = 8.20561$$

$$\text{បើ } t = 5 : M'_5 = \text{Average}(M_5, M_4, M_3) = 9.173344$$

.....

❖ ជំហានទីបី៖ រកមេគុណ Coefficient Of Equation

$$\text{រូបមន្ត } a_t = 2M_t - M'_t$$

$$\text{យក } t = 5 : a_5 = 2M_5 - M'_5 = 8.992783$$

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

$$\text{យក } t = 5 : b_t = \frac{2}{3-1}(M_5 - M'_5) = 0.908702$$

.....

❖ ជំហានទីបួន៖ ការព្យាករណ៍

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

$$\text{យក } t = 5 : \hat{Y}_6 = a_5 + b_5 = 9.9014851$$

.....

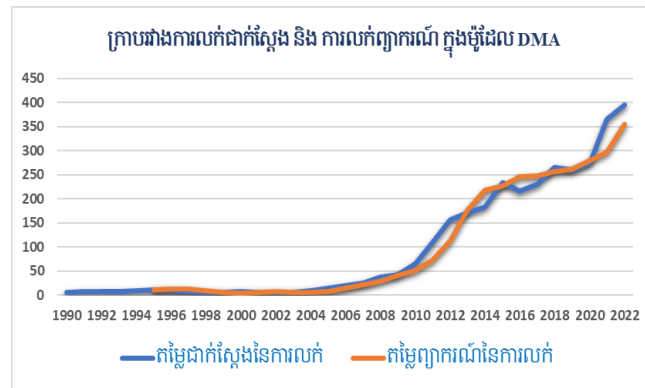
ដោយតាមរយៈការគណនាខាងលើនោះយើងទទួលបាននូវតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម

តារាងទី៣.៨៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល DMA

APPLE INC. (AAPL)					Forecast					
Year	Net Sale (\$B)	M_t	M'_t	A_t	B_t	DMA(3)	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1990	5.558435									
1991	6.308849									
1992	7.086542	6.317942								
1993	7.976954	7.124115								
1994	9.188748	8.084081	7.175379	8.992783	0.908702					
1995	11.0602	9.408634	8.20561	10.61166	1.203024	9.901485	1.158715	1.34262	1.158714889	0.10
1996	9.833	10.02732	9.173344	10.88129	0.853972	11.81468	-1.981682	3.927063	1.981681778	-0.20
1997	7.0818	9.325	9.586983	9.063017	-0.261983	11.73526	-4.65346	21.65469	4.653460444	-0.66
1998	5.941	7.6186	8.990305	6.246895	-1.371705	8.801033	-2.860033	8.179791	2.860033333	-0.48
1999	6.134	6.3856	7.7764	4.9948	-1.3908	4.875189	1.258811	1.584604	1.258810667	0.21
2000	7.983	6.686	6.896733	6.475267	-0.210733	3.604	4.379	19.17564	4.379	0.55
2001	5.363	6.493333	6.521644	6.465022	-0.028311	6.264533	-0.901533	0.812762	0.901533333	-0.17
2002	5.742	6.362667	6.514	6.211333	-0.151333	6.436711	-0.694711	0.482624	0.694711111	-0.12
2003	6.207	5.770667	6.208889	5.332444	-0.438222	6.06	0.147	0.021609	0.147	0.02
2004	8.279	6.742667	6.292	7.193333	0.450667	4.894222	3.384778	11.45672	3.384777778	0.41
2005	13.931	9.472333	7.328556	11.61611	2.143778	7.644	6.287	39.52637	6.287	0.45
2006	19.315	13.84167	10.01889	17.66444	3.822778	13.75989	5.555111	30.85926	5.555111111	0.29
2007	24.006	19.084	14.13267	24.03533	4.951333	21.48722	2.518778	6.344241	2.518777778	0.10
2008	37.491	26.93733	19.95433	33.92033	6.983	28.98667	8.504333	72.32369	8.504333333	0.23
2009	42.905	34.80067	26.94067	42.66067	7.86	40.90333	2.001667	4.006669	2.001666667	0.05
2010	65.225	48.54033	36.75944	60.32122	11.78089	50.52067	14.70433	216.2174	14.70433333	0.23
2011	108.249	72.12633	51.82244	92.43022	20.30389	72.10211	36.14689	1306.598	36.14688889	0.33
2012	156.508	109.994	76.88689	143.1011	33.10711	112.7341	43.77389	1916.153	43.77388889	0.28
2013	170.91	145.2223	109.1142	181.3304	36.10811	176.2082	-5.298222	28.07116	5.298222222	-0.03
2014	182.795	170.071	141.7624	198.3796	28.30856	217.4386	-34.64356	1200.176	34.64355556	-0.19
2015	233.715	195.8067	170.3667	221.2467	25.44	226.6881	7.026889	49.37717	7.026888889	0.03
2016	215.639	210.7163	192.198	229.2347	18.51833	246.6867	-31.04767	963.9576	31.04766667	-0.14
2017	229.234	226.196	210.9063	241.4857	15.28967	247.753	-18.519	342.9534	18.519	-0.08
2018	265.595	236.8227	224.5783	249.067	12.24433	256.7753	8.819667	77.78652	8.819666667	0.03
2019	260.175	251.668	238.2289	265.1071	13.43911	261.3113	-1.136333	1.291253	1.136333333	0.00
2020	274.515	266.7617	251.7508	281.7726	15.01089	278.5462	-4.031222	16.25075	4.031222222	-0.01
2021	365.817	300.169	272.8662	327.4718	27.30278	296.7834	69.03356	4765.632	69.03355556	0.19
2022	394.328	344.8867	303.9391	385.8342	40.94756	354.7746	39.55344	1564.475	39.55344444	0.10
	Total							12670.64	360.0212789	1.506233

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៦៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល DMA

តាមរយៈការគណនាខាងលើបានផ្តល់នូវ លម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល DMA ដែលមានដូចជាលម្អៀង MSE, MAD, MAP និង RMSE ។

តារាងទី៣.៩៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DMA

Forecast Error		
1	MSE	452.5227578
2	MAD	12.85790282
3	MPE	0.053794047
4	RMSE	21.2725823

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.៩៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែល DMA មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 452.5227578 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 12.85790282

MPE មានតម្លៃលម្អៀង 0.053794047 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 21.2725823

៣.៦.៤. ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES)

ម៉ូដែល Double Exponential Smoothing (DES) ជាម៉ូដែលដែលត្រូវប្រើប្រាស់ក្នុងការព្យាករណ៍នូវទិន្នន័យជា Time Series ដែលបានទំនោរជា Trend ។ ដែលមានមកនូវសមីការ ៖

រូបមន្តរបស់ ម៉ូដែល DES
$$\hat{Y}_{t+p} = a_t \times b_t p \quad p = 1, 2, 3, 4, \dots$$

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ p ត្រូវយកចាប់ពី 1 ចំណែកឯការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ពីឆ្នាំទី២

ក្នុងការសិក្សាពីម៉ូដែល DES ជាជំហានដំបូងតម្រូវឲ្យមានការសន្មតជាបណ្តោះអាសន្ននូវមេគុណ ($\alpha = 0.6$)

ក៏ប៉ុន្តែតម្លៃ ($\alpha = 0.6$) គឺតម្រូវឱ្យមានការធ្វើនិយតកម្មតាមរយៈប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ Solver ក្នុង Excel ដោយកំណត់ក្នុងការស្វែងរកថាតម្លៃ α ល្អបំផុតសម្រាប់ធ្វើឱ្យលម្អៀង RMSE តូចជាងគេ

តារាងទី៣.១០៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha

Microsoft Excel 16.0 Answer Report

Worksheet: [The Best Data Apple Revenue- revised1.xlsx]Sheet12

Report Created: 3/22/2023 7:21:23 AM

Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Solver Engine

Engine: GRG Nonlinear

Solution Time: 0.063 Seconds.

Iterations: 3 Subproblems: 0

Solver Options

Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001

Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Central

Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$N\$43	RMSE	20.17777561	20.05443473

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$T\$8	Alpha	0.6	0.541244496	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$T\$8	Alpha	0.541244496	\$T\$8<=1	Not Binding	0.458755504
\$T\$8	Alpha	0.541244496	\$T\$8>=0	Not Binding	0.541244496

ប្រភព៖ Excel Output

(មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១១ ៖ របៀបកំណត់តម្លៃ Alpha ដែលល្អបំផុត និងរបាយការណ៍ពិពណ៌នា)

តាមរយៈតារាងទី៣.១០ បានដែលកំណត់ពីតម្លៃ Alpha ល្អបំផុតដែលធ្វើឱ្យតម្លៃលម្អៀងនៃលម្អៀង RMSE កាន់តែតូចជាមុនដោយបានឃើញថាតម្លៃដើមរបស់ RMSE គឺ 20.17777561 នៅពេលតម្លៃរបស់ Alpha គឺ 0.6 ដោយបានមានការថយចុះទៅ 20.05443473 ក្រោយពីបានគណនារកតម្លៃ Alpha ដែលសមស្របបំផុតគឺ 0.541244496 ។ ហេតុដូច្នេះនោះតម្លៃ Alpha ដែលសមស្របបំផុតសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងម៉ូដែល DES គឺមានតម្លៃ 0.541244496 ។ ខាងក្រោមនេះជាជំហានក្នុងការគណនារបស់ DES កត់ចំណាំក្នុងម៉ូដែល DES មានការលក្ខខណ្ឌសន្មត់ដ៏ធំមួយគឺ $S_1=Y_1$, $S_1=S'_1$ បន្ទាប់ពីបានដឹងពីតម្លៃរបស់ Alpha ដែលសមស្រប។ លក្ខខណ្ឌ $t = 2, 3, 4, \dots$ ។

❖ ជំហានទីមួយ៖ គណនា First Exponential Smoothing (S_1)

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

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : S_2 &= \alpha Y_2 + (1 - \alpha)S_1 & (S_1 = Y_1) \\ &= 0.541244496 * 6.308849 + (1 - 0.541244496) * 5.558435 \\ &= 5.964592 \end{aligned}$$

.....

❖ ជំហានទីពីរ៖ គណនា First Double Exponential Smoothing (S'_t)

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

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : S'_2 &= \alpha S_2 + (1 - \alpha)S'_1 & (S_1 = S'_1) \\ &= 0.541244496 * 5.964592 + (1 - 0.541244496) * 5.558435 \\ &= 5.778265 \end{aligned}$$

.....

❖ ជំហានទីបី៖ គណនាមេគុណ Coefficient Of Equation

$$\text{រូបមន្ត} \quad a_t = 2S_t - S'_t \quad t = 2, 3, 4, \dots$$

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 1 : a_1 &= 2S_1 - S'_1 & (S_1 = S'_1) \\ &= 5.558435 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : a_2 &= 2S_2 - S'_2 \\ &= 2 * 5.964592 - 5.778265 \\ &= 6.150919 \end{aligned}$$

.....

$$\text{រូបមន្ត} \quad b_t = \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_t - S'_t) \quad t = 2, 3, 4, \dots$$

$$\text{យក } t = 1 : b_1 = 0$$

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : b_2 &= \frac{\alpha}{1 - \alpha} (S_2 - S'_2) \\ &= (0.541244496 / 1 - 0.541244496) * (5.964592 - 5.778265) \\ &= 0.219830 \end{aligned}$$

.....

❖ ជំហានទីបួន៖ គណនាការព្យាករណ៍ជំហានទីបួន៖ ការព្យាករណ៍

$$\text{រូបមន្ត} \quad \hat{Y}_{t+1} = a_t + b_t$$

$$\text{យក } t = 1 : \hat{Y}_2 = a_1 + b_1 = 9.9014851$$

$$\text{យក } t = 2 : \hat{Y}_3 = a_2 + b_2 = 9.9014851$$

.....

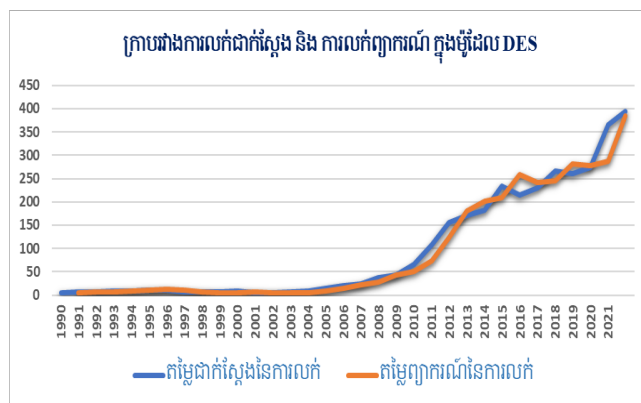
ដោយតាមរយៈការគណនាខាងលើនោះយើងទទួលបាននូវតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១១៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល DES

APPLE INC. (AAPL)						Forecast				
Year	Net Sale (\$B)	S_t	S'_t	A_t	B_t	DES	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1990	5.558435	5.558435	5.558435	5.558435	0					
1991	6.308849	5.964592	5.778265	6.150919	0.21983	5.558435	0.750414	0.563121	0.750414	0.118946
1992	7.086542	6.571841	6.207784	6.935899	0.429519	6.37075	0.715792	0.512358	0.715792	0.101007
1993	7.976954	7.332351	6.81645	7.848252	0.608666	7.365417	0.611537	0.373977	0.611537	0.076663
1994	9.188748	8.337116	7.639502	9.034729	0.823052	8.456918	0.73183	0.535576	0.73183	0.079644
1995	11.060200	9.81097	8.814797	10.80714	1.175295	9.857782	1.202418	1.44581	1.202418	0.108716
1996	9.833000	9.822894	9.360424	10.28536	0.545627	11.98244	-2.149438	4.620085	2.149438	-0.218594
1997	7.081800	8.339292	8.807742	7.870842	-0.552682	10.83099	-3.74919	14.05643	3.74919	-0.529412
1998	5.941000	7.04123	7.851627	6.230832	-0.956115	7.31816	-1.37716	1.896569	1.37716	-0.231806
1999	6.134000	6.550197	7.147235	5.953158	-0.704392	5.274717	0.859283	0.738367	0.859283	0.140085
2000	7.983000	7.325694	7.243825	7.407562	0.09659	5.248766	2.734234	7.476033	2.734234	0.342507
2001	5.363000	6.263396	6.713173	5.81362	-0.530651	7.504152	-2.141152	4.584533	2.141152	-0.399245
2002	5.742000	5.981193	6.316993	5.645394	-0.39618	5.282968	0.459032	0.21071	0.459032	0.079943
2003	6.207000	6.10341	6.201393	6.005428	-0.115601	5.249214	0.957786	0.917355	0.957786	0.154307
2004	8.279000	7.280936	6.78569	7.776183	0.584297	5.889827	2.389173	5.708149	2.389173	0.288582
2005	13.931000	10.88025	9.001846	12.75865	2.216156	8.36048	5.57052	31.0307	5.57052	0.399865
2006	19.315000	15.44551	12.48944	18.40158	3.487598	14.9748	4.340196	18.8373	4.340196	0.224706
2007	24.006000	20.07883	16.59716	23.5605	4.107713	21.88917	2.116825	4.480949	2.116825	0.088179
2008	37.491000	29.50307	23.58241	35.42373	6.985255	27.66821	9.822787	96.48715	9.822787	0.262004
2009	42.905000	36.75679	30.71297	42.80061	7.13056	42.40898	0.496016	0.246032	0.496016	0.011561
2010	65.225000	52.16505	42.32379	62.00631	11.61082	49.93117	15.29383	233.9012	15.29383	0.234478
2011	108.249000	82.52018	64.07987	100.9605	21.75607	73.61713	34.63187	1199.366	34.63187	0.319928
2012	156.508000	122.5657	95.73499	149.3964	31.65513	122.7166	33.79143	1141.861	33.79143	0.215909
2013	170.910000	148.7318	124.4192	173.0443	28.68422	181.0515	-10.14149	102.8499	10.14149	-0.059338
2014	182.795000	167.1683	147.5569	186.7797	23.13771	201.7286	-18.93356	358.4798	18.93356	-0.103578
2015	233.715000	203.1863	177.666	228.7066	30.10911	209.9174	23.79759	566.3254	23.79759	0.101823
2016	215.639000	209.9263	195.1267	224.7258	17.46067	258.8158	-43.17675	1864.232	43.17675	-0.200227
2017	229.234000	220.3765	208.793	231.9599	13.66629	242.1865	-12.95251	167.7675	12.95251	-0.056503
2018	265.595000	244.8508	228.3091	261.3924	19.51606	245.6262	19.96877	398.7516	19.96877	0.075185
2019	260.175000	253.1449	241.7513	264.5385	13.44227	280.9085	-20.7335	429.8779	20.7335	-0.079691
2020	274.515000	264.7114	254.1783	275.2444	12.42699	277.9808	-3.465771	12.01157	3.465771	-0.012625
2021	365.817000	319.4342	289.4977	349.3707	35.3194	287.6714	78.14562	6106.738	78.14562	0.213619
2022	394.328000	359.9701	327.6405	392.2996	38.14277	384.6901	9.63786	92.88834	9.63786	0.024441
						Total	130.2043	12869.77	367.8453	1.771079
Alpha	0.541244496									

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៧៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល DES

តាមរយៈការគណនាខាងលើនាំឱ្យអាចទាញបាននូវលម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល DMA ដែលមានដូចជា លម្អៀង MSE, MAD, MAP និង RMSE ។

តារាងទី៣.១២៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល DES

Forecast Error		
1	MSE	402.1803523
2	MAD	11.49516674
3	MPE	0.055346222
4	RMSE	20.05443473

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១២៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែល DES មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 402.1803523 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 11.49516674

MPE មានតម្លៃលម្អៀង 0.055346222 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 20.05443473

៣.៦.៥. ម៉ូដែល Holt's Exponential Smoothing Method (HES)

ម៉ូដែល Holt's Exponential Smoothing Method (HES) ជាម៉ូដែលដែលប្រើសម្រាប់ទិន្នន័យជា ស៊េរី ដែលមាននិរន្តរភាពជា Trend ។

រូបមន្តរបស់ម៉ូដែល HES $\hat{Y}_{t+p} = L_t \times pT_t$ ($p = 1, 2, 3, 4, \dots$)

លក្ខខណ្ឌ៖ តម្លៃ p ត្រូវយកចាប់ពី 1 ចំណែកឯការព្យាករណ៍ត្រូវចាប់ពីឆ្នាំទី២

ក្នុងការសិក្សាពីម៉ូដែល HES ជាជំហានដំបូងតម្រូវឱ្យមានការសន្មតជាបណ្តោះអាសន្ននូវមេគុណ ($\alpha = 0.6$) និង $\beta = 0.8$ ក៏ប៉ុន្តែតម្លៃ ($\alpha = 0.6$ និង $\beta = 0.8$) គឺតម្រូវឱ្យមានការធ្វើនិយតកម្មតាមរយៈប្រព័ន្ធប្រតិបត្តិការ Solver កម្មវិធី Excel ដោយកំណត់ក្នុងការស្វែងរកថាតម្លៃ α និង β ល្អបំផុតសម្រាប់ធ្វើឱ្យលម្អៀង RMSE តូចជាងគេ។

តារាងទី៣.១៣៖ របាយការណ៍ពិពណ៌នាអំពីការកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta

Microsoft Excel 16.0 Answer Report

Worksheet: [The Best Data Apple Revenue- revised1.xlsx]Sheet16

Report Created: 3/22/2023 7:30:46 AM

Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Solver Engine

Engine: GRG Nonlinear

Solution Time: 0.078 Seconds.

Iterations: 3 Subproblems: 0

Solver Options

Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001

Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Central

Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$R\$13	RMSE	20.31897335	20.23948412

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$U\$12	Alpha	0.6	0.56121701	Contin
\$U\$13	Beta	0.8	1	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$U\$12	Alpha	0.56121701	\$U\$12<=1	Not Binding	0.43878299
\$U\$13	Beta	1	\$U\$13<=1	Binding	0
\$U\$12	Alpha	0.56121701	\$U\$12>=0	Not Binding	0.56121701
\$U\$13	Beta	1	\$U\$13>=0	Not Binding	1

ប្រភព៖ Excel Output

(មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១១ ៖ របៀបកំណត់តម្លៃ Alpha និង Beta ល្អបំផុត និង របាយការណ៍ពិពណ៌នា) តាមរយៈតារាងទី៣.១៣ បានដែលកំណត់ពីតម្លៃ Alpha និង Beta ល្អបំផុតដែលធ្វើឱ្យតម្លៃលម្អៀងនៃលម្អៀង RMSE កាន់តែតូចជាមុនដោយបានឃើញថាតម្លៃដើមរបស់ RMSE គឺ 20.31897335 នៅពេលតម្លៃរបស់ Alpha គឺ 0.6 និង Beta គឺ 0.8 ដោយបានមានការថយចុះមកត្រឹម 20.23948412 ក្រោយពីបានគណនារកតម្លៃ Alpha ដែលសមស្របបំផុតគឺ 0.56121701 និង Beta គឺ 1 ។ ហេតុដូច្នេះនោះតម្លៃ Alpha ដែលសមស្របបំផុតសម្រាប់ប្រើប្រាស់ក្នុងម៉ូដែល DES គឺមានតម្លៃ 0.5121701 និង Beta គឺ 1 ។

❖ កត់ចំណាំ ក្នុងម៉ូដែល DES មានការលក្ខខណ្ឌសន្មតដ៏ធំមួយគឺ $L_1 = Y_1$, $T_1 = 0$

❖ ជំហានទីមួយ៖ គណនា (L_t)

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

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : L_2 &= \alpha Y_2 + (1 - \alpha)(L_1 + T_1) & (L_1 = Y_1) \\ &= 0.56121701 * 6.308849 + (1 - 0.56121701) * (5.558435 - 0) \\ &= 5.97958 \end{aligned}$$

.....

❖ ជំហានទីពីរ៖ គណនា (T_t)

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

$$\begin{aligned} \text{យក } t = 2 : T_2 &= \beta(L_2 - L_1) + (1 - \beta)T_1 & (T_1 = 0) \\ &= 1 * (5.97958 - 5.558435) + (1 - 1) * 0 \\ &= 0.421145 \end{aligned}$$

.....

❖ ជំហានទីបី៖ គណនាការព្យាករណ៍

$$\text{រូបមន្ត } \hat{Y}_{t+1} = L_t \times T_t$$

$$\text{យក } t = 1 : \hat{Y}_2 = L_1 \times T_1 = 5.558435$$

$$\text{យក } t = 2 : \hat{Y}_3 = L_2 \times T_2 = 6.4007252$$

.....

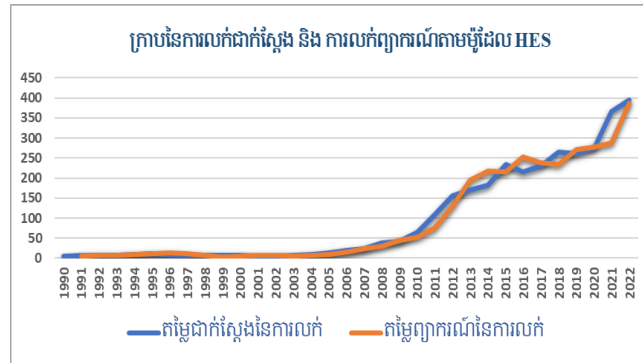
ដោយតាមរយៈការគណនាខាងលើនោះយើងទទួលបាននូវតារាងលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៤៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមរយៈម៉ូដែល HES

APPLE INC. (AAPL)			Forecast					
Year	Revenue	L_t	T_t	Forecast	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1990	5.558435	5.558435	0					
1991	6.308849	5.97958	0.421145	5.558435	0.750414	0.563121	0.750414	0.118946
1992	7.086542	6.785617	0.806037	6.4007252	0.6858168	0.470345	0.685817	0.096777
1993	7.976954	7.807891	1.022274	7.59165441	0.38529959	0.148456	0.3853	0.048302
1994	9.188748	9.031408	1.223517	8.83016493	0.35858307	0.128582	0.358583	0.039024
1995	11.0602	10.70686	1.675451	10.2549246	0.8052754	0.648468	0.805275	0.072808
1996	9.833	10.95159	0.244735	12.3823099	-2.5493099	6.498981	2.54931	-0.259261
1997	7.0818	8.887185	-2.06441	11.1963288	-4.1145288	16.92935	4.114529	-0.581
1998	5.941	6.327909	-2.55928	6.82277666	-0.8817767	0.77753	0.881777	-0.148422
1999	6.134	5.096117	-1.23179	3.76863197	2.36536803	5.594966	2.365368	0.385616
2000	7.983	6.175795	1.079679	3.86432488	4.11867512	16.96348	4.118675	0.515931
2001	5.363	6.193385	0.01759	7.25547409	-1.8924741	3.581458	1.892474	-0.352876
2002	5.742	5.947778	-0.24561	6.21097547	-0.4689755	0.219938	0.468975	-0.081675
2003	6.207	5.98549	0.037711	5.70217147	0.50482853	0.254852	0.504829	0.081332
2004	8.279	7.289194	1.303704	6.0232012	2.2557988	5.088628	2.255799	0.272472
2005	13.931	11.58873	4.299538	8.59289789	5.33810211	28.49533	5.338102	0.383182
2006	19.315	17.81141	6.222677	15.8882693	3.42673067	11.74248	3.426731	0.177413
2007	24.006	24.01832	6.206915	24.0340861	-0.0280861	0.000789	0.028086	-0.00117
2008	37.491	34.30291	10.28458	30.2252386	7.26576142	52.79129	7.265761	0.1938
2009	42.905	43.64325	9.340341	44.5874912	-1.6824912	2.830777	1.682491	-0.039214
2010	65.225	59.85368	16.21043	52.9835896	12.2414104	149.8521	12.24141	0.18768
2011	108.249	94.12682	34.27314	76.0641061	32.1848939	1035.867	32.18489	0.297323
2012	156.508	144.1747	50.04785	128.399955	28.1080453	790.0622	28.10805	0.179595
2013	170.91	181.1391	36.96447	194.22252	-23.31252	543.4736	23.31252	-0.136402
2014	182.795	198.2878	17.14868	218.103606	-35.308606	1246.698	35.30861	-0.19316
2015	233.715	225.6947	27.40689	215.436495	18.2785054	334.1038	18.27851	0.078209
2016	215.639	232.0769	6.382244	253.10159	-37.46259	1403.446	37.46259	-0.173728
2017	229.234	233.2819	1.20491	238.459191	-9.2251915	85.10416	9.225191	-0.040244
2018	265.595	251.9452	18.66338	234.486767	31.1082329	967.7222	31.10823	0.117127
2019	260.175	264.7531	12.80786	270.608616	-10.433616	108.8603	10.43362	-0.040102
2020	274.515	275.8515	11.09842	277.56095	-3.0459499	9.277811	3.04595	-0.011096
2021	365.817	331.2115	55.35996	286.949929	78.8670712	6220.015	78.86707	0.215592
2022	394.328	390.9245	59.71308	386.57143	7.75656968	60.16437	7.75657	0.01967
				Total	106.399267	13108.37	367.2115	1.422448
Alpha	0.56121701							
Beta	1							

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.៨៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ដាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល HES

តាមរយៈការគណនាខាងលើបានផ្តល់នូវ លម្អៀងចំនួន៤ ក្នុង ម៉ូដែល HES ដែលមានដូចជាលម្អៀង MSE, MAD, MAP និង RMSE ។

តារាងទី៣.១៥៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល HES

Forecast Error		
1	MSE	409.6367174
2	MAD	11.47535929
3	MPE	0.044451501
4	RMSE	20.23948412

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៥៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែល HES មានដូចជា៖
 MSE មានតម្លៃលម្អៀង 409.6267174 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 11.47535929
 MPE មានតម្លៃលម្អៀង 0.044451501 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 20.23948412

៣.៦.៦. ម៉ូដែល Time Linear Regression

ម៉ូដែល Time Linear Regression ជាម៉ូដែលដែលប្រើសម្រាប់ទិន្នន័យជាស៊េរីលំដាប់នៃអ្វីប្រាស់សម្រាប់ទិន្នន័យជា Trend។ ម៉ូដែល Time Linear Regression មានលក្ខណៈពិសេសខុសពីម៉ូដែលដទៃទៀតដោយសារតែម៉ូដែលនេះបង្ហាញពីទំនាក់ទំនងរវាងអថេរឯករាជ្យ (ពេលវេលា) និងអថេរមិនឯករាជ្យ។

រូបមន្តរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression $\hat{Y} = b_0 + b_1X$

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

រូបមន្ត (b_0) $b_0 = \frac{\sum Y}{n} - \frac{b_1 \sum X}{n} = \bar{Y} - b_1 \bar{X}$ (b_0) , is the Y-intercept

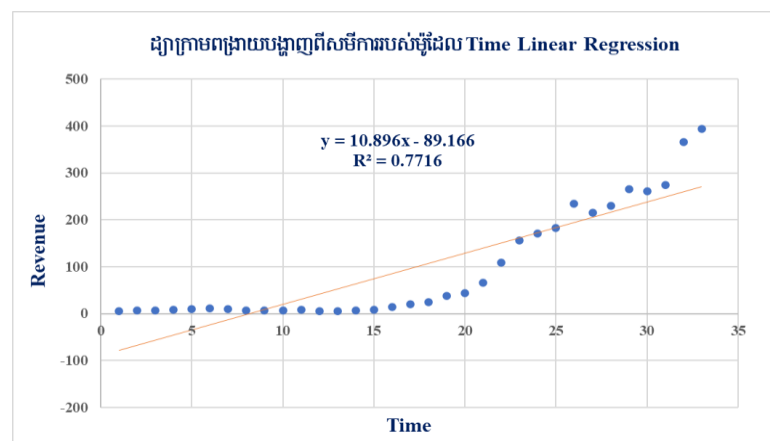
បន្ទាប់ពីបានកំណត់នូវសមីការរបស់ Time linear Regression រួចមកជំហានបន្ទាប់គឺជាការគណនាកតម្លៃនៃសមាសធាតុនីមួយៗដែលពាក់ព័ន្ធ។ នៅខាងក្រោមនេះជាដកស្រង់នូវ វិធីសាស្ត្រយ៉ាងក្នុងការគណនាកសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression ។

៣.៦.៦.១. ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression តាម Scatter diagram

វិធីសាស្ត្រមួយក្នុងចំណោមពីរដែលលើកយកមកធ្វើការសិក្សាគឺ ការគណនាសមីការ Time Linear Regression តាមរយៈមុខងាររបស់ Scatter diagram ក្នុងកម្មវិធី Microsoft Excel ។

រូបភាពទី៣.៩៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression

តាមរយៈ Scatter Diagram



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈដ្យាក្រាមខាងលើបានបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Time Linear Regression គឺ

$$Y = 10.896X - 89.166 \text{ ដោយ } b_1 = 10.896, b_0 = -89.166$$

៣.៦.៦.២. ការគណនាសមីការបង្គន់ដែល Time Linear Regression តាមរយៈ

Summary Output

តារាងទី៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.878391327							
R Square	0.771571323							
Adjusted R Square	0.764202656							
Standard Error	58.24368792							
Observations	33							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	355209.7513	355209.7513	104.709756	1.84453E-11			
Residual	31	105162.1426	3392.327182					
Total	32	460371.8939						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-89.16614464	20.74766878	-4.29764643	0.00015871	-131.481294	-46.850995	-131.4812941	-46.85099518
X Variable 1	10.89586328	1.064800071	10.2327785	1.8445E-11	8.724189219	13.067537	8.724189219	13.06753734

ប្រភព៖ Excel Output

មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១២ របៀបបង្កើតរបាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៦ ដែលបានបង្ហាញថាតម្លៃរបស់ Intercept ស្មើ -89.16614464 និង X variable ស្មើ 10.89586328។ ដោយសមីការ $\hat{Y} = b_0 + b_1X$ នាំឱ្យ $\hat{Y} = -89.1661446 + 10.895863X$

បើ $X=1$: $Y = -89.1661446 + 10.895863 \cdot 1 = -78.2702816$

បើ $X=2$: $Y = -89.1661446 + 10.895863 \cdot 2 = -67.3744186$

បើ $X=3$: $Y = -89.1661446 + 10.895863 \cdot 3 = -56.4785556$

.....

ក្រោយពីគណនាកន្លែងសមីការរួចមកគឺជាបន្ទាប់ត្រូវជំនួសតម្លៃនៃអថេរចូលក្នុងសមីការដើម្បីព្យាករណ៍ដោយទទួលបានលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

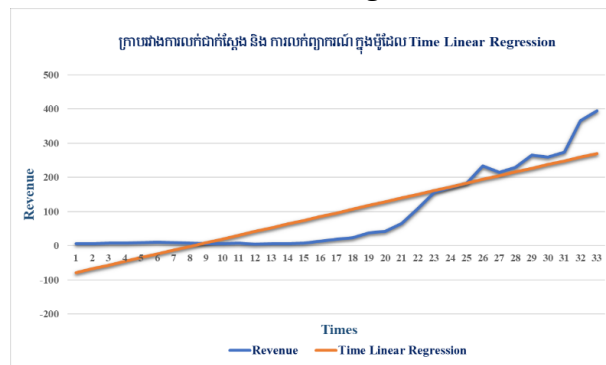
តារាងទី៣.១៧៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមម៉ូដែល Time Linear Regression

	APPLE INC. (AAPL)	Forecast				
Time	Revenue	Time Linear Regression $Y = 10.896X - 89.166$	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1	5.558435	-78.27028136	83.82871636	7027.253686	83.82871636	15.08135
2	6.308849	-67.37441807	73.68326707	5429.223847	73.68326707	11.67935
3	7.086542	-56.47855479	63.56509679	4040.52153	63.56509679	8.969833
4	7.976954	-45.58269151	53.55964551	2868.635627	53.55964551	6.714298
5	9.188748	-34.68682823	43.87557623	1925.066189	43.87557623	4.774924
6	11.0602	-23.79096495	34.85116495	1214.603698	34.85116495	3.151043
7	9.833	-12.89510167	22.72810167	516.5666053	22.72810167	2.311411
8	7.0818	-1.999238384	9.081038384	82.46525814	9.081038384	1.282307
9	5.941	8.896624898	-2.955624898	8.735718535	2.955624898	-0.4975
10	6.134	19.79248818	-13.65848818	186.5542993	13.65848818	-2.22669
11	7.983	30.68835146	-22.70535146	515.532985	22.70535146	-2.84421
12	5.363	41.58421474	-36.22121474	1311.976397	36.22121474	-6.75391
13	5.742	52.48007802	-46.73807802	2184.447937	46.73807802	-8.13969
14	6.207	63.37594131	-57.16894131	3268.28785	57.16894131	-9.2104
15	8.279	74.27180459	-65.99280459	4355.050257	65.99280459	-7.97111
16	13.931	85.16766787	-71.23666787	5074.662849	71.23666787	-5.11354
17	19.315	96.06353115	-76.74853115	5890.337034	76.74853115	-3.97352
18	24.006	106.9593944	-82.95339443	6881.265648	82.95339443	-3.45553
19	37.491	117.8552577	-80.36425772	6458.413918	80.36425772	-2.14356
20	42.905	128.751121	-85.846121	7369.55649	85.846121	-2.00084
21	65.225	139.6469843	-74.42198428	5538.631744	74.42198428	-1.141
22	108.249	150.5428476	-42.29384756	1788.769541	42.29384756	-0.39071
23	156.508	161.4387108	-4.930710842	24.31190941	4.930710842	-0.0315
24	170.91	172.3345741	-1.424574124	2.029411434	1.424574124	-0.00834
25	182.795	183.2304374	-0.435437406	0.189605734	0.435437406	-0.00238
26	233.715	194.1263007	39.58869931	1567.265113	39.58869931	0.169389
27	215.639	205.022164	10.61683603	112.7172073	10.61683603	0.049234
28	229.234	215.9180273	13.31597275	177.3151303	13.31597275	0.058089
29	265.595	226.8138905	38.78110947	1503.974452	38.78110947	0.146016
30	260.175	237.7097538	22.46524619	504.6872862	22.46524619	0.086347
31	274.515	248.6056171	25.9093829	671.2961225	25.9093829	0.094382
32	365.817	259.5014804	106.3155196	11302.98971	106.3155196	0.290625
33	394.328	270.3973437	123.9306563	15358.80758	123.9306563	0.314283
Total			1.7053E-13	105162.1426	1532.192059	-0.73153

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.១០៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ជាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល

Time Linear Regression



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល Time Linear Regression

តាមរយៈការគណនាខាងលើនាំឱ្យអាចទាញបាននូវលម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល Time Linear Regression

ដែលមានដូចជាលម្អៀង MSE, MAD, MAP និង RMSE ។

តារាងទី៣.១៨៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Time Linear Regression

Forecast Error		
1	MSE	3186.731595
2	MAD	46.4300624
3	MPE	-0.022167655
4	RMSE	56.45114344

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៥៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែល Time Linear Regression មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 3186.731595 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 46.43500624

MPE មានតម្លៃលម្អៀង -0.022167655 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 56.45114344

៣.៦.៧. ម៉ូដែល Auto Regression Model (AR(p) for $p \geq 1$)

ម៉ូដែល Auto Regression Model គឺជាម៉ូដែលដែលប្រើប្រាស់នូវបន្ទុំលីនេអ៊ែរ នៃតម្លៃពីមុននៃអថេរឯករាជ្យមកធ្វើការព្យាករណ៍។ ម៉ូដែល Auto Regression Model ជាម៉ូដែលដែលមាននូវលំដាប់ពី P ដោយតម្លៃរបស់ $P \geq 1$ ម្យ៉ាងវិញទៀតដោយសារការបន្ទុំលីនេអ៊ែរនៃអថេរមានការជាប់ពាក់ព័ន្ធនឹងលំដាប់ហេតុដូច្នេះតម្រូវធ្វើការកំណត់ពីលំដាប់ជាមុនសិន។ ចំពោះការកំណត់នៃលំដាប់ទី P នៃម៉ូដែលគឺចាំបាច់ធ្វើការកំណត់តាមមុខងារ Partial Autocorrelation Function (PACF) ដែលមានក្នុងកម្មវិធី Minitab។

៣.៦.៧.១. ការប្រើប្រាស់ Partial Correlation (PACF) ក្នុងការកំណត់លំដាប់ នៃ Auto Regression

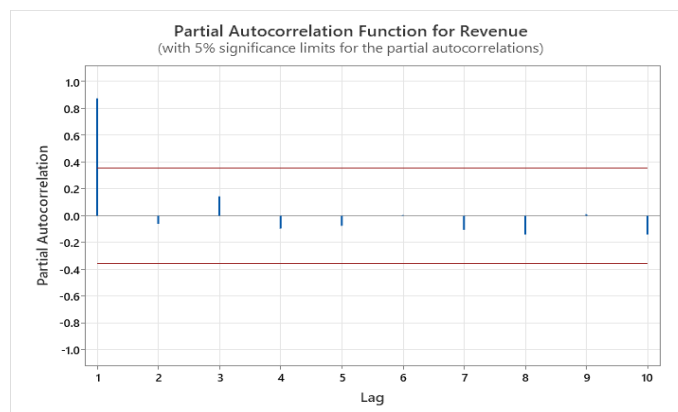
តាមរយៈវិធីសាស្ត្រ Partial Correlation (PACF) អាចកំណត់ពីលំដាប់ជាក់លាក់របស់
Auto Correlation បានតាមលទ្ធផលដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.១៩៖ តារាងតម្លៃរបស់ Partial Autocorrelation function

Partial Autocorrelations		
LAG	PACF	T
1	0.873671	5.02
2	-0.060364	-0.35
3	0.144748	0.83
4	-0.095401	-0.55
5	-0.075137	-0.43
6	0.005234	0.03
7	-0.103998	-0.6
8	-0.14003	-0.8
9	0.011694	0.07
10	-0.139311	-0.8

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.១១៖ Partial Autocorrelation Function for revenue



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៩ និងរូបភាពទី៣.១១ សង្កេតឃើញថា ទំនាក់ទំនងនៃអថេរនៅ Lag(1) មានតម្លៃ
ធំហើយមានទំនោរខិតទៅរក ១.០ ចំណែកឯទំនាក់ទំនងនៃអថេរនៅ Lag បន្តបន្ទាប់យើងបានឃើញថាមាន
តម្លៃតូច និងមានទំនោរខិតទៅរកសូន្យ (០.០)។ ប្រការនេះឯងយើងអាចធ្វើការកំណត់បានថាលំដាប់របស់
ម៉ូដែល Auto Regressive ដែលបានបង្ហាញដោយ Partial Correlation Functions មានលំដាប់ទី ១
គឺ AR(1)

៣.៦.៧.២. ម៉ូដែល Auto Regressive Model ឬ AR លំដាប់ទី១

បន្ទាប់ពីបានគណនាកន្លះលំដាប់រួចយើងបានដឹងពីម៉ូដែល AR ដែលមានលំដាប់មួយគឺសមស្របក្នុងការព្យាករណ៍។ ម៉ូដែល AR(1) គឺជាម៉ូដែលដែលមានការបន្សុំលីនេអ៊ែររវាងតម្លៃនៃអថេរអតីតកាលមុនបច្ចុប្បន្នមួយគ្រា (Y_{t-1}) និងតម្លៃអថេរបច្ចុប្បន្ន (Y_t) ។

រូបមន្ត Auto Regressive Model $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ ($\varepsilon = 0$)

ដែល β_0 Coefficient of Intercept β_1 Coefficient of X variable ($X=Y_{t-1}$)

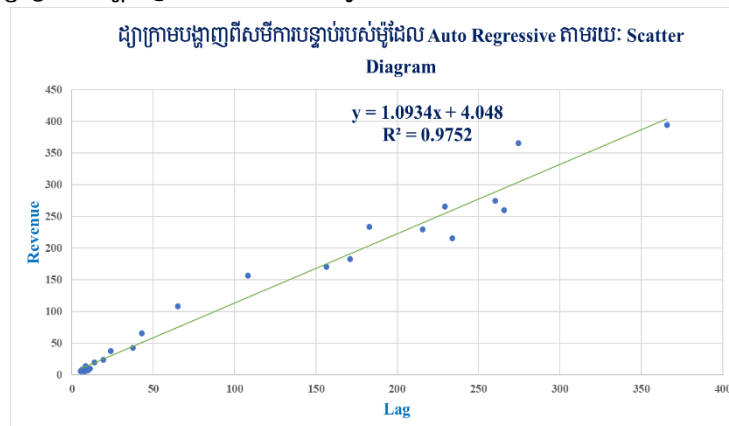
តារាងទី៣.២០៖ តារាងរាយតម្លៃអថេរ Y-Lagged នៃម៉ូដែល AR

Year	Revenue	Lag
1990	5.558435	
1991	6.308849	5.558435
1992	7.086542	6.308849
1993	7.976954	7.086542
1994	9.188748	7.976954
1995	11.0602	9.188748
1996	9.833	11.0602
1997	7.0818	9.833
1998	5.941	7.0818
1999	6.134	5.941
2000	7.983	6.134
2001	5.363	7.983
2002	5.742	5.363
2003	6.207	5.742
2004	8.279	6.207
2005	13.931	8.279
2006	19.315	13.931
2007	24.006	19.315
2008	37.491	24.006
2009	42.905	37.491
2010	65.225	42.905
2011	108.249	65.225
2012	156.508	108.249
2013	170.91	156.508
2014	182.795	170.91
2015	233.715	182.795
2016	215.639	233.715
2017	229.234	215.639
2018	265.595	229.234
2019	260.175	265.595
2020	274.515	260.175
2021	365.817	274.515
2022	394.328	365.817

Y- Lagged ជាអថេរឯករាជ្យដែលតម្លៃរបស់ Lag បានពី(ចំណូល) អតីតកាលឆ្នាំចាស់មុនគ្រាបច្ចុប្បន្នបន្ទាប់ពីបានស្គាល់អថេរឯករាជ្យដែលនឹងយកមកព្យាករណ៍រួចមកហើយ។ ជំហានបន្ទាប់គឺការគណនាកម្រិតការបស់ Auto Regressive ។ ដែលយើងនឹងប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រចំនួនពីយ៉ាងដើម្បីធ្វើការគណនាដោយវិធីសាស្ត្រទី១ គឺតាមរយៈ Scatter Diagram និងវិធីសាស្ត្រទី២ គឺតាមរយៈ Summary Output ។

១. ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Auto Regressive ពាម Scatter

រូបភាពទី៣.១២៖ ដ្យាក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Auto Regressive ពាមវិយៈ Scatter Diagram



ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈដ្យាក្រាមខាងលើបានបង្ហាញពីសមីការរបស់ ម៉ូដែល Time Linear Regression គឺ

$$Y = 1.0934X + 4.048 \text{ ដោយ } \beta_1 = 1.093, \beta_0 = 4.048$$

២. ការគណនាសមីការរបស់ម៉ូដែល Auto Regression ពាមវិយៈ Summary Output

តារាងទី៣.២១៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.987502449							
R Square	0.975161086							
Adjusted R Square	0.974333122							
Standard Error	19.3436639							
Observations	32							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	440699.4274	440699.43	1177.782267	1.23557E-25			
Residual	30	11225.31999	374.17733					
Total	31	451924.7473						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	4.04798461	4.396655066	0.9206964	0.364553773	-4.931182931	13.027152	-4.9311829	13.027152
Lag Variable	1.093391814	0.03185982	34.318833	1.23557E-25	1.028325382	1.1584582	1.0283254	1.1584582

ប្រភព៖ Excel Output

មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១២ របៀបបង្កើតរបាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៦ ដែលបានបង្ហាញថាតម្លៃរបស់ Intercept ស្មើ 4.04798461 និង Lag variable ស្មើ

និង 1.093391814។ ដោយសមីការ $\hat{Y} = \beta_0 + \beta X + \varepsilon$ ($\varepsilon=0$) នាំឱ្យយើងទទួលបាន

$$\hat{Y} = 4.04798461 + 1.093391814X$$

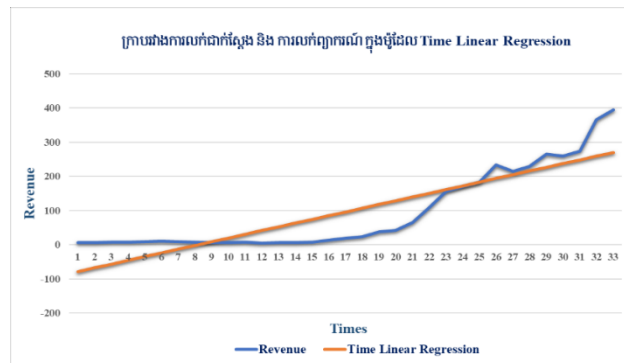
តារាងទី៣.២២៖ ការព្យាករណ៍ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc តាមម៉ូដែល Auto Regression

APPLE INC. (AAPL)			Forecast				
Year	Lag	Net Sale	AR(1)	Error	E_t^2	$ E_t $	E_t/Y_t
1991	5.558435	6.308849	10.125532	-3.81668	14.56707	3.816683	-0.60497
1992	6.308849	7.086542	10.946028	-3.85949	14.89564	3.859486	-0.54462
1993	7.086542	7.976954	11.796352	-3.8194	14.5878	3.819398	-0.4788
1994	7.976954	9.188748	12.769921	-3.58117	12.8248	3.581173	-0.38973
1995	9.188748	11.0602	14.094886	-3.03469	9.209322	3.034686	-0.27438
1996	11.0602	9.833	16.141117	-6.30812	39.79234	6.308117	-0.64153
1997	9.833	7.0818	14.799306	-7.71751	59.5599	7.717506	-1.08977
1998	7.0818	5.941	11.791167	-5.85017	34.22445	5.850167	-0.98471
1999	5.941	6.134	10.543825	-4.40983	19.44656	4.409825	-0.71892
2000	6.134	7.983	10.75485	-2.77185	7.683152	2.77185	-0.34722
2001	7.983	5.363	12.776531	-7.41353	54.96045	7.413531	-1.38235
2002	5.363	5.742	9.9118449	-4.16984	17.38761	4.169845	-0.7262
2003	5.742	6.207	10.32624	-4.11924	16.96814	4.11924	-0.66364
2004	6.207	8.279	10.834668	-2.55567	6.531437	2.555668	-0.30869
2005	8.279	13.931	13.100175	0.830825	0.690269	0.830825	0.059639
2006	13.931	19.315	19.280026	0.034974	0.001223	0.034974	0.001811
2007	19.315	24.006	25.166847	-1.16085	1.347567	1.160847	-0.04836
2008	24.006	37.491	30.295948	7.195052	51.76877	7.195052	0.191914
2009	37.491	42.905	45.040337	-2.13534	4.559665	2.135337	-0.04977
2010	42.905	65.225	50.95996	14.26504	203.4914	14.26504	0.218705
2011	65.225	108.249	75.364466	32.88453	1081.393	32.88453	0.303786
2012	108.249	156.508	122.40656	34.10144	1162.909	34.10144	0.217889
2013	156.508	170.91	175.17255	-4.26255	18.16934	4.262551	-0.02494
2014	170.91	182.795	190.91958	-8.12458	66.00879	8.12458	-0.04445
2015	182.795	233.715	203.91454	29.80046	888.0673	29.80046	0.127508
2016	233.715	215.639	259.59005	-43.9511	1931.695	43.95105	-0.20382
2017	215.639	229.234	239.8259	-10.5919	112.1884	10.5919	-0.04621
2018	229.234	265.595	254.69056	10.90444	118.9067	10.90444	0.041057
2019	265.595	260.175	294.44738	-34.2724	1174.596	34.27238	-0.13173
2020	260.175	274.515	288.5212	-14.0062	196.1736	14.0062	-0.05102
2021	274.515	365.817	304.20044	61.61656	3796.601	61.61656	0.168435
2022	365.817	394.328	404.0293	-9.7013	94.11518	9.701298	-0.0246
Total					11225.32	383.2667	-8.44968

ប្រភព៖ Excel Output

រូបភាពទី៣.១៣៖ ក្រាបបង្ហាញពីចំណូលបានពីការលក់ជាក់ស្តែង និងការលក់ព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល

Autoregressive



ប្រភព៖ Excel Output

តម្លៃលម្អៀងក្នុងម៉ូដែល Autoregressive

តាមរយៈការគណនាខាងលើយើងអាចទាញបាននូវលម្អៀងចំនួន៤ ក្នុងម៉ូដែល Autoregressive ដែលមានដូចជាលម្អៀង MSE, MAD, MAP និង RMSE ។

តារាងទី៣.២៣៖ តម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមម៉ូដែល Autoregressive

Forecast Error		
1	MSE	350.7912497
2	MAD	11.97708286
3	MPE	-0.264052449
5	RMSE	18.72942203

ប្រភព៖ Excel Output

តាមរយៈតារាងទី៣.១៥៖ បានបង្ហាញពីតម្លៃលម្អៀងនៃការព្យាករណ៍តាមរយៈម៉ូដែល Auto Regression មានដូចជា៖

MSE មានតម្លៃលម្អៀង 350.7912497 MAD មានតម្លៃលម្អៀង 11.97708286

MPE មានតម្លៃលម្អៀង -0.264052449 RMSE មានតម្លៃលម្អៀង 18.72942203

៣.៧.ការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របសម្រាប់ការព្យាករណ៍

បន្ទាប់ពីបានធ្វើការសិក្សាយ៉ាងលម្អិតក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗ និងបានធ្វើការវាស់វែងនូវលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗក្នុងការជ្រើសរើសម៉ូដែលដែលសមស្របសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍។ កត្តាហេតុនេះហើយជំហានបន្ទាប់គឺជាការធ្វើការប្រៀបធៀបរវាងម៉ូដែលនីមួយៗដោយម៉ូដែលមួយណាដែលមាននូវលម្អៀងតូចជាងគេក្នុងចំណោមម៉ូដែលទាំងអស់គឺជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតក្នុងការជ្រើសយកមកធ្វើការព្យាករណ៍ពីចំណូលអនាគត

របស់ Apple Inc. តារាងសង្ខេបនិងប្រៀបធៀបរង្វាស់លម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗដែលបង្ហាញដូចខាងក្រោម៖

តារាងទី៣.២៤៖ ការប្រៀបធៀបលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗនៃទិន្នន័យប្រភេទ **Time Series**

Time Series Model	MSE	MAD	MPE	RMSE
Absolute Change Model (ACM)	706.7415144	15.60941581	0.023915336	26.58461048
Relative Change Model (RCM)	1008.080661	18.35848631	-0.030701185	31.750286
Double Moving Average (DMA)	452.5225691	12.85785794	0.053794525	21.27257787
Double Exponential Smoothing (DES)	402.1803523	11.49516674	0.055346222	20.05443473
Holt's Exponential Smoothing Model (HES)	409.6367174	11.47535934	0.044451511	20.23948412
Time Linear Regression	3186.731595	46.4300624	-0.022167655	56.45114344
Autoregressive Model AR(1)	350.7912497	11.97708286	-0.264052449	18.72942203

ប្រភព៖ Excel Output

តារាងទី៣.១៩ ខាងលើបានបង្ហាញថាពីលម្អៀងដែលមាន MSE, MAD, MPE, RMSE ក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗ។ ក្នុងនោះយើងបានឃើញថាម៉ូដែល Auto-Regressive Model AR(1) គឺជាម៉ូដែលដែលមានលម្អៀងតូចជាងគេក្នុងចំណោមម៉ូដែលទាំង៦ផ្សេងទៀត ដោយមាននូវ MSE និង RMSE។ ហេតុនេះ ម៉ូដែលដែលសមស្របបំផុតសម្រាប់ព្យាករណ៍ចំណូលអនាគតរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc. (AAPL) គឺជាម៉ូដែល Autoregressive Mode AR (1) ។

៣.៨. ការត្រួតពិនិត្យពីលក្ខខណ្ឌចាំបាច់របស់ Autoregressive

ដើម្បីធ្វើឱ្យប្រាកដថាម៉ូដែល Autoregressive មានឥទ្ធិពលគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការព្យាករណ៍ពីអនាគតនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន **Apple inc.** យើងចាំបាច់ក្នុងការធ្វើតេស្តសាកល្បងនូវលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀង។ លក្ខខណ្ឌចាំបាច់ក្នុងការធ្វើតេស្តរបស់ AR(1) ចំនួន២រួមមាន៖

១. វាយតម្លៃពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែល Assess Model Fit

- គណនាមេគុណនៃដេទ័រមីណង់ Compute the Coefficient of Determination
- គណនាលម្អៀងស្តង់ដារ Compute the Standard Error
- វាយតម្លៃពីទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែររវាង IV និង DV

២. វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃ លម្អៀង(Residual)

- លម្អៀង(Residual)ត្រូវតែណាម៉ាល់
- លម្អៀង(Residual) ត្រូវមានវ៉ារ្យង់ក្នុងតម្លៃថេរស្មើគ្នា(Homoscedasticity)
- លម្អៀង(Residual) ត្រូវឯករាជ្យ (Independent)

៣.៨.១. វាយតម្លៃពីភាពត្រឹមត្រូវនៃម៉ូដែល Assess Model Fit**៣.៨.១.១. គណនាមេគុណនៃដេតេរមីណង់ Compute the Coefficient of Determination**

យោងតាមតារាងទី ៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បានបង្ហាញថាតម្លៃរបស់ R Square ស្មើនឹង 0.97521610860 ស្មើនឹង 97.52% យើងបានដឹងរួចមកហើយថាក្នុងការអនុវត្តន៍ម៉ូដែល AR(1) ចំណូលឬការលក់របស់ក្រុមហ៊ុន Apple inc.។ ពីដង្កែកអថេរឯករាជ្យនៃចំណូលឬការលក់ពីឆ្នាំចាស់ (Y-Lagged)។ ដែលមានន័យថា ប្រមាណ 97.52% នៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ត្រូវបានពន្យល់ដោយ ចំណូលពីឆ្នាំចាស់។ ចំណាំ៖ ម៉ូដែលទាំងឡាយណាដែល មានមេគុណដេតេរមីណង់ (R Square) កាន់តែមានតម្លៃធំ មានន័យថាទំនាក់ទំនងរវាង អថេរឯករាជ្យ (IV) និងអថេរមិនឯករាជ្យ (DV) កាន់តែខ្លាំង។ ប្រការនោះម៉ូដែលនោះជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុត។

៣.៨.១.២. គណនាប្រមាណកំហុសស្តង់ដារ Standard Error

យោងតាមតារាងទី ៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បានបង្ហាញថាតម្លៃរបស់ Standard Error ស្មើនឹង 19.3436639។ មានន័យថាប្រមាណ 19.34 គឺមិនត្រូវបានពន្យល់ឬមិនអាចពន្យល់ដោយចំណូលពីឆ្នាំចាស់។

៣.៨.១.៣. វាយតម្លៃពីទំនាក់ទំនងនៃអថេរ IV និង DV

យើងបានដឹងរួចមកហើយថាក្នុងការប្រើប្រាស់ម៉ូដែល Auto Regressive Model AR(1) អថេរឯករាជ្យ (IV) គឺជាចំណូលឆ្នាំចាស់អថេរមិនឯករាជ្យ (DV) គឺជាចំណូល។ ក្នុងរូបភាពទី ៣.១២៖ ដូចក្រាមបង្ហាញពីសមីការរបស់ម៉ូដែល Auto Regressive តាមរយៈ Scatter Diagram និង តារាងទី ៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បង្ហាញពីតម្លៃមេគុណសមីការ (Lag Variable) មានតម្លៃស្មើនឹង 1.093 ដែលមេគុណមួយនេះគឺខុសពីសូន្យនៃសមីការ $Y = 1.093X + 4.048$ ។ យើងអាចទាញបានថាទំនាក់ទំនងរវាង IV និង DV គឺជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។ ក៏ប៉ុន្តែយើងមិនអាចធ្វើការសន្និដ្ឋានពីទំនាក់ទំនងមួយនេះចំពោះប៉ុពុយឡាស្យុងទាំងមូលបានទេដែលមានសមីការ $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$

អាស្រ័យហេតុនេះហើយយើងត្រូវការធ្វើតេស្តលើ β_0 និង β_1 ដើម្បីប្រាកដថាក្នុងប៉ុពុយឡាស្យុងទាំងមូលទំនាក់ទំនងរវាង IV និង DV គឺជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។

- លក្ខខណ្ឌ $H_0: \beta_1 = 0$ (Non Linear Relation) , $H_1: \beta_1 \neq 0$ (Linear Relation) បើ $\beta_1 \neq 0$ មានន័យថាប៉ុពុយឡាស្យុងទាំងមូលគឺមានទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។ ក្នុងការធ្វើតេស្តលើ β_0 និង β_1 គេនិយមប្រើប្រាស់វិធីសាស្ត្រចំនួនពីរយ៉ាងគឺ៖ វិធីសាស្ត្រក្នុងការធ្វើតេស្ត β_0 និង β_1 តាមរយៈ t Test និង F Test ។

១. វិធីសាស្ត្រក្នុងការធ្វើតេស្ត β_0 និង β_1 តាមរយៈ t Test

តាមរយៈតារាងទី៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បានបង្ហាញថាតម្លៃ P-Value របស់ t Stat មានតម្លៃ $1.23557E-25$ ដែលតម្លៃនេះស្មើនឹង $1.23557 \times 10^{-25} = 0$ ។ ក្នុងករណីដែលតម្លៃ $P\text{-Value} < \text{Alpha} (0.05)$ ។ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាបដិសេដ H_0 ឬ មិនបដិសេដ H_1 ។ ដោយហេតុដូច្នេះយើងអាចសន្និដ្ឋាន $H_1: \beta_1 \neq 0$ (Linear Relation) ទំនាក់ទំនងរវាងក្នុងប៉ុព្យឡាស្យុងទាំងមូលគឺ IV និង DV គឺជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។

តម្លៃ Alpha (0.05) មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១២៖ របៀបបង្កើតនូវរបាយការណ៍សង្ខេប Summary Output

២. វិធីសាស្ត្រក្នុងការធ្វើតេស្ត β_0 និង β_1 តាមរយៈ F Test

តាមរយៈតារាងទី៣.១៦៖ របាយការណ៍សង្ខេបនៃ Summary Output បានបង្ហាញថាតម្លៃ P-Value របស់ F មានតម្លៃ $1.23557E-25$ ដែលតម្លៃនេះស្មើនឹង $1.23557 \times 10^{-25} = 0$ ។ ក្នុងករណីដែលតម្លៃ $P\text{-Value} < \text{Alpha} (0.05)$ ។ យើងអាចសន្និដ្ឋានបានថាបដិសេដ H_0 ឬ មិនបដិសេដ H_1 ។ ដោយហេតុដូច្នេះយើងអាចសន្និដ្ឋាន $H_1: \beta_1 \neq 0$ (Linear Relation) ទំនាក់ទំនងរវាងក្នុងប៉ុព្យឡាស្យុងទាំងមូលគឺ IV និង DV គឺជាទំនាក់ទំនងលីនេអ៊ែរ។

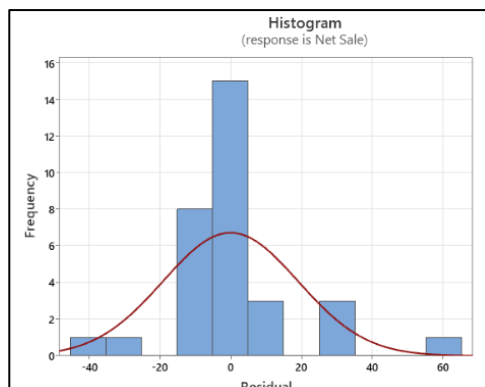
តម្លៃ Alpha (0.05) មើលក្នុងឧបសម្ព័ន្ធទី១២៖ របៀបបង្កើតនូវរបាយការណ៍សង្ខេប Summary Output

៣.៨.២. វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃ លម្អៀង (Residual)

៣.៨.២.១. លម្អៀង (Residual) ត្រូវតែធានាម៉ាល់

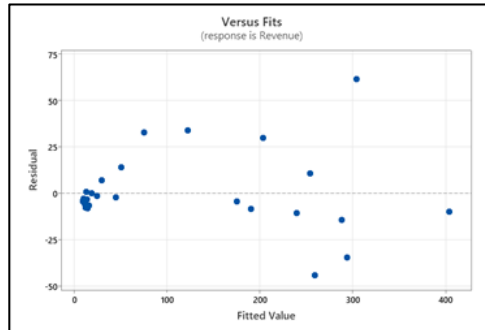
ជំហានដំបូងដើម្បីធ្វើតេស្ត រកភាពធរមានម៉ាល់ (Normal) នៃលម្អៀង (Error) យើងត្រូវ៖
គូស Histogram នៃលម្អៀង (Error) និងធ្វើការកំណត់

រូបភាពទី៣.១៤៖ អ៊ីស្តូក្រាមលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive



ប្រភព៖ Minitab Output

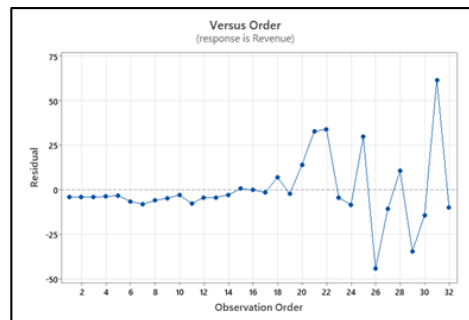
៣.៨.២.២. លម្អៀង(Residual) ត្រូវមានវិសាលភាពដូចគ្នាផងដែរស្មើគ្នា Homoscedasticity
 សង់ដ្យាក្រាមចំណុចដោយយកអ័ក្សអាប់ស៊ីសជា $\hat{Y}$ និងយកអ័ក្សអរដេនេជាលម្អៀង (Residual)។
 រូបភាពទី៣.១៥៖ ដ្យាក្រាមចំណុចនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive



ប្រភព៖ Minitab Output

៣.៨.២.៣. លម្អៀង (Residual) ត្រូវឯករាជ្យ (Independent)
 សង់ដ្យាក្រាមចំណុចដោយយកអ័ក្សអាប់ស៊ីសជាលម្អៀង (Residual) ហើយនិងយកអ័ក្សអរដេនេជា
 ពេលវេលា(Time Series) ហើយ Residual ត្រូវតែឯករាជ្យ។

រូបភាពទី៣.១៦៖ ក្រាបនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive



ប្រភព៖ Minitab Output

ដោយយោងតាមការបកស្រាយខាងលើដោយពឹងផ្អែកលើលក្ខខណ្ឌទី១. វាយតម្លៃពីភាពត្រឹមត្រូវនៃ
 ម៉ូដែល Assess Model Fit ដែលបានបង្ហាញទំនាក់ទំនងរវាង អថេរឯករាជ្យ (IV) និង អថេរមិនឯករាជ្យ
 (DV) មានទំនាក់ទំនងណាម៉ាល់ និងលក្ខខណ្ឌទី២. វាយតម្លៃលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀង(Residual) ដែលបាន
 បង្ហាញនៅក្នុងរូបភាពទី៣.១១ រហូតដល់ រូបភាពទី ៣.១៦ បានបង្ហាញពីម៉ូដែល $AR(1)$ ដែលបានបំពេញនូវ
 លក្ខខណ្ឌទាំងបីនៃលម្អៀងដែលសង្ខេបដូចខាងក្រោម៖

- រូបភាពទី៣.១២៖ អ៊ីសូក្រាមលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive បានគោរព ពីភាព
 ណាម៉ាល់នៃ Residual

- រូបភាពទី៣.១៤៖ ដ្យាក្រាមចំណុចនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive បានគោរពពី តម្លៃស្មើគ្នានៃទិន្នន័យដោយទិន្នន័យស្ថិតក្រោមទម្រង់ជា Homoscedasticity
- រូបភាពទី៣.១៦៖ ក្រាបនៃលម្អៀង (Residual) របស់ Autoregressive បានបង្ហាញពីភាពឯក រាជ្យនៃវ៉ារ្យង់។

តាមរយៈទទឹងក្រណាត់ខាងលើដែលបានបញ្ជាក់ថាម៉ូដែល $AR(1)$ ពិតជាបានគោរពតាមលក្ខខណ្ឌទាំង ២ ដែលអាចសន្មត់បានថាម៉ូដែល Auto Regressive $AR(1)$ ពិតជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតក្នុងការព្យាករណ៍ពី អនាគតនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple។

**សេចក្តីសន្និដ្ឋាន
និង ការផ្តល់អនុសាសន៍**

សេចក្តីសន្និដ្ឋាន និងការផ្តល់អនុសាសន៍

១. សេចក្តីសន្និដ្ឋាន

ក្រោយពីបានស្រាវជ្រាវលើប្រធានបទខាងលើក្រោមប្រធានបទ “ការព្យាករណ៍ពីប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ” រួចមកយើងបានឃើញថាអំពីទិសដៅចក្ខុវិស័យ និងយុទ្ធសាស្ត្រដ៏ខ្លាំង របស់ក្រុមហ៊ុន Apple ពោរពេញទៅដោយគំនិតច្នៃប្រឌិតថ្មីៗការអភិវឌ្ឍន៍ និងបង្កើតថ្មីនូវផលិតផលរបស់ខ្លួនជាញឹកញយទាំងផ្នែក Software និង Hardware ឱ្យទំនើបទាន់សម័យតែងតែធ្វើការផ្លាស់ប្តូររូបរាងរបស់នៅរបស់មនុស្សសម័យទំនើប ប្រការនេះហើយទើបធ្វើឱ្យក្រុមហ៊ុន Apple ត្រូវបានទទួលស្គាល់ថាជាក្រុមហ៊ុនបច្ចេកវិទ្យាជោគជ័យបំផុតក្នុងវិស័យឧស្សាហកម្មអេឡិចត្រូនិចរបស់សហរដ្ឋអាមេរិក។

ម្យ៉ាងវិញទៀតយើងក៏បានសង្កេតឃើញថាក្រោយពីក្រុមហ៊ុន Apple ស្ទើរតែឈានដល់ដំណាក់កាលក្ស័យធនខាងផ្នែកហិរញ្ញវត្ថុក្នុងទសវត្សទី៩០ ឱនភាពឆ្នាំ២០០១ ដែលបានបណ្តាលឱ្យក្រុមហ៊ុនទទួលផលប៉ះពាល់យ៉ាងដំណំ។ ក៏ប៉ុន្តែផ្ទុយស្រឡះពីបទពិសោធន៍កន្លងមកនៅក្នុងមហន្តរាយនៃវិបត្តិសេដ្ឋកិច្ចសកលកាលពីឆ្នាំ២០០៨ ដែលស្គាល់ថាជា (Great Recession) ឃើញថាក្រុមហ៊ុន Apple គឺបានត្រៀមខ្លួនយ៉ាងល្អក្នុងការប្រឈមមុខចំពោះហានិភ័យក្រោយៗ ដែលបានបញ្ជាក់ពីភាពអស្ចារ្យនៃការរីកចម្រើននៃបច្ចេកទេសក្នុងការព្យាករណ៍របស់ក្រុមហ៊ុនធ្វើឱ្យការគ្រប់គ្រងនូវស្ថានភាព និងយុទ្ធសាស្ត្រអាជីវកម្មកាន់តែមានប្រសិទ្ធភាព។ ត្រង់ចំណុចនេះវាគ្មានអ្វីដែលគួរឱ្យសង្ស័យអំពីសារៈសំខាន់របស់ការព្យាករណ៍ចំពោះអាជីវកម្មទៀតនោះទេ។

ដោយឡែកសម្រាប់ការប្រមូលទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន ចាប់ពីឆ្នាំ១៩៩០ រហូតទៅដល់ ឆ្នាំ២០២២ បានធ្វើការកំណត់ទិន្នន័យតាមរយៈវិធីសាស្ត្រមេគុណទំនាក់ទំនង ACF ហើយយើងបានសន្និដ្ឋាននៃទិន្នន័យនៃចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ក្នុងរយៈពេល ៣៣ ឆ្នាំចុងក្រោយជាទិន្នន័យប្រភេទ Trend ។ ហើយដោយសារតែទិន្នន័យដែលប្រមូលបានមានប្រភេទជា Trend ក្នុងការព្យាករណ៍តាមវិធីសាស្ត្របរិមាណវិស័យមានម៉ូដែលចំនួន៦ យ៉ាងដែលសមស្របហើយនឹងត្រូវបានយកមកជាវត្តមានមានដូចជា៖ ម៉ូដែលAbsolute Change Model (ACM), ម៉ូដែលRelative Change Model (RCM), ម៉ូដែលDouble Moving Average (DMA), ម៉ូដែលDouble Exponential Smoothing (DES), ម៉ូដែលHolt’s Exponential Smoothing Method (HES), ម៉ូដែលTime Linear Regression និងម៉ូដែលAutoregressive (AR)។

បន្ថែមលើសពីនេះការប្រៀបធៀបលម្អៀងក្នុងម៉ូដែលនីមួយៗក្នុងគោលបំណងជ្រើសរើសម៉ូដែលបំផុតសម្រាប់ធ្វើការព្យាករណ៍នៃប្រាក់ចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ដែលកំណត់ដោយវិធីសាស្ត្រវាស់វែងលម្អៀងដូចជា៖ មធ្យមលម្អៀងការេ (MSE), មធ្យមគម្លាតដាច់ខាតនៃលម្អៀង (MAD), ឬសកាតនៃមធ្យមនៃលម្អៀង(RMSE), និងមធ្យមលម្អៀងគិតជាភាគរយ (MPE) ។

សរុបមកវិញបន្ទាប់ពីបានការបកស្រាយបានឃើញថាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍អំពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple យើងបានរកឃើញថាម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ គឺជាម៉ូដែលដែលល្អជាងគេបំផុតដែលមានលម្អៀងតូចជាងគេក្នុងចំណោមម៉ូដែលទាំងអស់។ ម្យ៉ាងវិញទៀតម៉ូដែល Autoregressive មានបំពេញលក្ខណៈគ្រប់គ្រាន់ដោយបានគោរពនូវលក្ខខណ្ឌសំខាន់ចំនួនបី។ ប្រការនេះហើយទើបធ្វើឱ្យម៉ូដែល Autoregressive លំដាប់១ជាម៉ូដែលដែលល្អបំផុតសម្រាប់ការព្យាករណ៍ពីចំណូលរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple ។

២. ការផ្តល់នូវអនុសាសន៍

ឆ្លងកាត់តាមរយៈការសិក្សាលើប្រធានបទការជ្រើសរើសម៉ូដែលសមស្របសម្រាប់ក្រុមហ៊ុន Apple ថាក្រុមរបស់ខ្ញុំក៏បានមើលឃើញពីចំណុចខ្វះខាតផងដែររាប់ចាប់តាំងពីការប្រមូលនូវទិន្នន័យការលើកឡើងនូវទ្រឹស្តីដែលត្រូវបានលើកឡើងរបស់អ្នកនិពន្ធផ្សេងៗជាដើម។ ក្រៅពីនោះក្រុមរបស់ខ្ញុំមើលឃើញពីចំណុចសំខាន់មួយក្នុងការព្យាករណ៍ ដែលអ្នកសិក្សាមិនត្រូវធ្វើការប្រមូលនូវទិន្នន័យចំពោះទិន្នន័យដែលមានចំនួនតិចពេក វាមិនមានឥទ្ធិពលគ្រប់គ្រាន់ក្នុងការពន្យល់ពីការព្យាករណ៍បានឡើយ ហើយចំពោះទិន្នន័យដែលមានចំនួនច្រើនពេកឬយូរពេកគឺមិនសូវមាន ឬ គ្មានទំនាក់ទំនងទៅនឹងការព្យាករណ៍ជាពេលអនាគតបានឡើយ ហើយដើម្បីបំពេញបន្ថែមសម្រាប់អ្នកសិក្សាជំនាន់ក្រោយជាមតិយោបល់របស់ពួកយើងខ្ញុំអ្នកសិក្សាជំនាន់គួរគប្បី៖

- ប្រមូលទិន្នន័យឱ្យបានច្រើនគ្រា តែត្រូវចងចាំថាឱ្យកាន់តែសុក្រិតនិងត្រឹមត្រូវដោយការជ្រើសរើសប្រមូលព័ត៌មានផ្នែកទៅលើពាក្យស្លោកថា Garbage In, Garbage Out (GIGO) ក្នុងពេលប្រមូលទិន្នន័យ។
- គប្បីស្វែងយល់ឱ្យស៊ីជម្រៅក្នុងការប្រើប្រាស់នូវវិធីសាស្ត្រព្យាករណ៍តាមបែបបរិមាណវិស័យ និង ការព្យាករណ៍តាមបែបគុណវិស័យ ដែលអនុញ្ញាតឱ្យទទួលបានព័ត៌មានគ្រប់ជ្រុងជ្រោយនាំឱ្យរាល់ការធ្វើវិភាគ និងសម្រេចចិត្តកាន់តែមានភាពត្រឹមត្រូវមានប្រសិទ្ធភាព។
- ពង្រីកចំណេះដឹងបន្ថែមក្នុងការប្រើប្រាស់នូវម៉ូដែលអោយបានល្អ និងគួរសិក្សាលើម៉ូដែលដែលក្រៅពីទាំងអស់ខាងលើដែលជាប់ពាក់ព័ន្ធលើទិន្នន័យប្រភេទជា Trend ។
- ត្រូវយកចិត្តទុកដាក់ក្នុងម៉ូដែល AR ជាពិសេសក្នុងករណីដែលលក្ខខណ្ឌនៃលម្អៀង (Residual) មិនត្រូវបានបំពេញគ្រប់គ្រាន់។

ឯកសារយោង

ឯកសារយោង

ឯកសារជំរុញចំពោះស្បៀងនៅ និងអត្ថបទសិក្សា

Anderson, D. R., & Sweeney, et al. 2016. *Statistics for business & economics*. (12th edition). India: Cengage Learning.

Apple Computer Inc, 2001, Annual Report 10K.

Apple Inc, 2022, Annual Report 10K

Berenson, M., Levine, D., Szeabert, K.A., & Krehbiel, T, C. (2012). *Basic Statistics: Concepts and Application (12th ed)*, New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Hanke, J. E., & Wichern, D. W. (2014). *Business forecasting (9th ed)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Hashmand, A.R. (2010). *Business forecasting: a practical approach (2nd ed.)*. New York: Routledge. page 2.

Hyndman, R.J., & Athnasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice (2nd ed)*. OTexts: Melbourne, Australia.

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

Keller, G. (2007). *Statistics for management and Economics Abbreviated*. (7th edition). RR Donnelly Willard: Ohio, The USA.

Montgomery, D.C., Jennings, C.L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to time series analysis and forecasting (2nd ed)*. New Jersey: John Wiley & Sons.

Shim, J.K., & Siegel, J. G. (2011). *Budgeting Basics and Beyond (2nd ed)*. New Jersey: John Wiley & Sons.

ឯកសារជំរុញចំពោះគេហទំព័រ

AnnualReport. (n.d.). Apple Inc. <https://www.annualreports.com>

Amadeo, K. (2021, December 31). *The 2001 Recession*.
<https://www.thebalancemoney.com/2001-recession-causes-lengths-stats-4147962>

Appleinsider. (n.d.). Apple Park. <https://appleinsider.com/inside/apple-park>

Booth, C. (1997, Aug 18). *Steve's job: Restart apple*. Time.
<https://content.time.com/time/subscriber/article/0,33009,986849-2,00.html>

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia (2023, March 20). *personal computer*. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/personal-computer>

Business Strategy Hub. (n.d.). *Top 20 Apple Competitors and Alternatives*.
<https://bstrategyhub.com/apple-competitors-and-alternatives/>

Cakici, C. (2019, April 29). *Aenorm: The original of statistics*.
<https://vsae.nl/nl/studenten/aenorm/2019-04-29-the-origin-of-statistics>

Cuofano, G. (2023, March 10). *Apple mission statement and vision statement*.
FourWeekMBA. <https://fourweekmba.com/apple-mission-statement-vision-statement/>

Earth Observatory. (2002, February 25). *Weather Forecasting thought the ages: Early history*. <https://earthobservatory.nasa.gov/features/WxForecasting/wx2.php>

HC. (2022, Nov 23). *Macintosh by Apple – Complete History of Mac Computers*.
<https://history-computer.com/macintosh-by-apple-complete-history-of-mac-computers/>

Hosch, W. L. (2023, March 29). *Steve Wozniak*. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/biography/Stephen-Gary-Wozniak>

Leswing, k. (2019, MAY 13). *Here's why Apple is so vulnerable to a trade war with China*.
CNBC. <https://www.cnbc.com/2019/05/13/why-is-apple-so-vulnerable-to-a-trade-war-with-china.html>

Levy, S. (2023, May 11). *Steve Jobs*. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/biography/Steve-Jobs/Saving-Apple>

Levy, S. (2023, May 11). *Steve Jobs*. *Encyclopedia Britannica*.
<https://www.britannica.com/biography/Steve-Jobs>

Low End Mac.(2006, Sep 29). *Beleaguered: Apple Bottoms Out, 1996 to 1998*.
<https://lowendmac.com/2006/beleaguered-apple-bottoms-out-1996-to-1998/>

Martin, E. (2018, Aug 2). *Apple just hit a \$1 trillion market cap—here's why its little-known third co-founder sold his 10% stake for \$800*.CNBC.
<https://www.cnbc.com/2018/08/02/why-ronald-wayne-sold-his-10-percent-stake-in-apple-for-800-dollars.html#:~:text=But%20The%20Byte%20Shop%20was,if%20the%20deal%20went%20south.>

Martins, D. (2021, Jun 24). *1980 to now: The journey of apple's market Cap*. Thestreet. <https://www.thestreet.com/apple/stock/1980-to-now-the-journey-of-apples-market-cap>

Murphy, M. (2016, December 22). Apple didn't have a great 2016, but 2017 is looking to be a big one. QZ. <https://qz.com/869175/apple-didnt-have-a-great-2016-but-2017-is-looking-to-be-a-big-one>

Ronald G. Way. (n.d.). Bio. <https://www.ronaldgwayne.com/pages/bio>

Saumya. (2023, March 19). *History and evolution of apple logo: journey from fruit to fame: The apple logo history and evolution*. Appypie. <https://www.appypie.com/apple-logo>

U.S. Securities and Exchange Commission. (n.d.). *Apple Inc*. <https://www.sec.gov>

Wearve, D.& Wei, W. (2017, Sep 12). *Meet the forgotten co-founder of apple who owned 10% of the company*. Businessinsider. <https://www.businessinsider.com/ronald-wayne-third-founder-apple-computer-2017-2>

ឧបសម្ព័ន្ធ

ឧបសម្ព័ន្ធ

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរួមរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ១៩៩០ ដល់ ១៩៩៤

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 30, 1994

	1994	1993	1992	1991	1990
Net sales	\$ 9,188,748	\$ 7,976,954	\$ 7,086,542	\$ 6,308,849	\$ 5,558,435
Net income	\$ 310,178	\$ 86,589	\$ 530,373	\$ 309,841	\$ 474,895
Earnings per common and common equivalent Share	\$ 2.61	\$ 0.73	\$ 4.33	\$ 2.58	\$ 3.77
Cash dividends declared per common share	\$ 0.48	\$ 0.48	\$ 0.48	\$ 0.48	\$ 0.44
Common and common equivalent shares Used in the calculations of earnings per share	118,735	119,125	122,490	120,283	125,813
Cash, cash equivalents, and short-term investments	\$ 1,257,856	\$ 892,303	\$ 1,435,500	\$ 892,719	\$ 997,091
Total assets	\$ 5,302,746	\$ 5,171,412	\$ 4,223,693	\$ 3,493,597	\$ 2,975,707
Long-term debt	\$ 304,472	\$ 7,117	\$ 17,740	\$ 18,131	\$ 5,437
Deferred tax liabilities	\$ 670,668	\$ 629,832	\$ 610,803	\$ 509,870	\$ 510,832

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ២

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ១៩៩៥ ដល់ ១៩៩៩

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 25, 1999

	1999	1998	1997	1996	1995
Net sale.....	\$ 6,134	\$ 5,941	\$ 7,081	\$ 9,833	\$ 11,062
Net income (loss).....	\$ 601	\$ 309	\$ (1,045)	\$ (816)	\$ 424
Earnings (loss) per common share:					
Basic.....	\$ 4.20	\$ 2.34	\$ (8.29)	\$ (6.59)	\$ 3.50
Diluted.....	\$ 3.61	\$ 2.10	\$ (8.29)	\$ (6.59)	\$ 3.45
Cash dividends declared per common shares.	\$ --	\$ --	\$ --	\$ 0.12	\$ 0.48
Shares used in computing earnings (loss) per Share (in thousands):					
Basic.....	143,157	131,974	126,062	123,734	121,192
Diluted.....	174,164	167,917	126,062	123,734	123,047
Cash, cash equivalents, and short-term					
Investment.....	\$ 3,226	\$ 2,300	\$ 1,459	\$ 1,745	\$ 952
Total assets.....	\$ 5,161	\$ 4,289	\$ 4,233	\$ 5,364	\$ 6,231
Long-term debt.....	\$ 300	\$ 954	\$ 951	\$ 949	\$ 303
Shareholder's equity.....	\$ 3,104	\$ 1,642	\$ 1,200	\$ 2,058	\$ 2,901

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៣

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០០ ដល់ ២០០២

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 28, 2002

	2002	2001	2000
Net sales	\$ 5,742	\$ 5,363	\$ 7,983
Cost of sales	4,139	4,128	5,817
Gross margin	1,603	1,235	2,166
Operating expenses:			
Research and development	446	430	380
Selling, general, and administrative	1,111	1,138	1,166
Special charges:			
Restructuring costs	30	—	8
In-process research and development	1	11	—
Executive bonus	(2)	—	90
Total operating expenses	1,586	1,579	1,644
Operating income (loss)	17	(344)	522
Other income and expense:			
Gains (losses) on non-current investments, net	(42)	88	367
Unrealized loss on convertible securities	—	(13)	—
Interest and other income, net	112	217	203
Total other income and expense	70	292	570
Income (loss) before provision for income taxes	87	(52)	1,092
Provision for (benefit from) income taxes	22	(15)	306
Income (loss) before accounting change	65	(37)	786
Cumulative effect of accounting change, net of income taxes of \$5	—	12	—
Net income (loss)	\$ 65	\$ (25)	\$ 786
Earnings (loss) per common share before accounting change:			
Basic	\$ 0.18	\$ (0.11)	2.42
Diluted	\$ 0.18	\$ (0.11)	2.18
Earnings (loss) per common share:			
Basic	\$ 0.18	\$ (0.07)	2.42
Diluted	\$ 0.18	\$ (0.07)	2.18
Shares used in computing earnings (loss) per share (in thousands):			
Basic	355,022	345,613	324,568
Diluted	361,785	345,613	360,324

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៤

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៣ ដល់ ២០០៥

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 24, 2005

	2005	2004	2003
Net sales	\$ 13,931	\$ 8,279	\$ 6,207
Cost of sales	9,888	6,020	4,499
Gross margin	4,043	2,259	1,708
Operating expenses:			
Research and development	534	489	471
Selling, general, and administrative	1,859	1,421	1,212
Restructuring costs	—	23	26
Total operating expenses	2,393	1,933	1,709
Operating income (loss)	1,650	326	(1)
Other income and expense:			
Gains on non-current investments, net	—	4	10
Interest and other income, net	165	53	83
Total other income and expense	165	57	93
Income before provision for income taxes	1,815	383	92
Provision for income taxes	480	107	24
Income before accounting changes	1,335	276	68
Cumulative effects of accounting changes, net of income taxes	—	—	1
Net income	\$ 1,335	\$ 276	\$ 69
Earnings per common share before accounting changes:			
Basic	\$ 1.65	\$ 0.37	\$ 0.09
Diluted	\$ 1.56	\$ 0.36	\$ 0.09
Earnings per common share:			
Basic	\$ 1.65	\$ 0.37	\$ 0.10
Diluted	\$ 1.56	\$ 0.36	\$ 0.09
Shares used in computing earnings per share (in thousands):			
Basic	808,439	743,180	721,262
Diluted	856,780	774,622	726,932

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៥

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៦ ដល់ ២០០៨

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 27, 2008

	2008	2007	2006
Net sales	\$ 32,479	\$ 24,006	\$ 19,315
Cost of sales (1)	21,334	15,852	13,717
Gross margin	11,145	8,154	5,598
Operating expenses:			
Research and development (1)	1,109	782	712
Selling, general, and administrative (1)	3,761	2,963	2,433
Total operating expenses	4,870	3,745	3,145
Operating income	6,275	4,409	2,453
Other income and expense	620	599	365
Income before provision for income taxes	6,895	5,008	2,818
Provision for income taxes	2,061	1,512	829
Net income	\$ 4,834	\$ 3,496	\$ 1,989
Earnings per common share:			
Basic	\$ 5.48	\$ 4.04	\$ 2.36
Diluted	\$ 5.36	\$ 3.93	\$ 2.27
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	881,592	864,595	844,058
Diluted	902,139	889,292	877,526

(1) Includes stock-based compensation expense as follows:

Cost of sales	\$ 80	\$ 35	\$ 21
Research and development	\$ 185	\$ 77	\$ 53
Selling, general, and administrative	\$ 251	\$ 130	\$ 89

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៦

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០០៩ ដល់ ២០១១

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 24, 2011

	2011	2010	2009
Net sales	\$108,249	\$ 65,225	\$ 42,905
Cost of sales	64,431	39,541	25,683
Gross margin	43,818	25,684	17,222
Operating expenses:			
Research and development	2,429	1,782	1,333
Selling, general and administrative	7,599	5,517	4,149
Total operating expenses	10,028	7,299	5,482
Operating income	33,790	18,385	11,740
Other income and expense	415	155	326
Income before provision for income taxes	34,205	18,540	12,066
Provision for income taxes	8,283	4,527	3,831
Net income	\$ 25,922	\$ 14,013	\$ 8,235
Earnings per common share:			
Basic	\$ 28.05	\$ 15.41	\$ 9.22
Diluted	\$ 27.68	\$ 15.15	\$ 9.08
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	924,258	909,461	893,016
Diluted	936,645	924,712	907,005

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៧

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរួមរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១២ ដល់ ២០១៤

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 27, 2014

	Years ended		
	September 27, 2014	September 28, 2013	September 29, 2012
Net sales	\$ 182,795	\$ 170,910	\$ 156,508
Cost of sales	112,258	106,606	87,846
Gross margin	70,537	64,304	68,662
Operating expenses:			
Research and development	6,041	4,475	3,381
Selling, general and administrative	11,993	10,830	10,040
Total operating expenses	18,034	15,305	13,421
Operating income	52,503	48,999	55,241
Other income/(expense), net	980	1,156	522
Income before provision for income taxes	53,483	50,155	55,763
Provision for income taxes	13,973	13,118	14,030
Net income	\$ 39,510	\$ 37,037	\$ 41,733
Earnings per share:			
Basic	\$ 6.49	\$ 5.72	\$ 6.38
Diluted	\$ 6.45	\$ 5.68	\$ 6.31
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	6,085,572	6,477,320	6,543,726
Diluted	6,122,663	6,521,634	6,617,483
Cash dividends declared per common share	\$ 1.82	\$ 1.64	\$ 0.38

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៨

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១៥ ដល់ ២០១៧

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 30, 2017

	Years ended		
	September 30, 2017	September 24, 2016	September 26, 2015
Net sales	\$ 229,234	\$ 215,639	\$ 233,715
Cost of sales	141,048	131,376	140,089
Gross margin	88,186	84,263	93,626
Operating expenses:			
Research and development	11,581	10,045	8,067
Selling, general and administrative	15,261	14,194	14,329
Total operating expenses	26,842	24,239	22,396
Operating income	61,344	60,024	71,230
Other income/(expense), net	2,745	1,348	1,285
Income before provision for income taxes	64,089	61,372	72,515
Provision for income taxes	15,738	15,685	19,121
Net income	\$ 48,351	\$ 45,687	\$ 53,394
Earnings per share:			
Basic	\$ 9.27	\$ 8.35	\$ 9.28
Diluted	\$ 9.21	\$ 8.31	\$ 9.22
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	5,217,242	5,470,820	5,753,421
Diluted	5,251,692	5,500,281	5,793,069
Cash dividends declared per share	\$ 2.40	\$ 2.18	\$ 1.98

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ៩

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០១៨ ដល់ ២០២០

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 26, 2020

	Years ended		
	September 26, 2020	September 28, 2019	September 29, 2018
Net sales:			
Products	\$ 220,747	\$ 213,883	\$ 225,847
Services	53,768	46,291	39,748
Total net sales	274,515	260,174	265,595
Cost of sales:			
Products	151,286	144,996	148,164
Services	18,273	16,786	15,592
Total cost of sales	169,559	161,782	163,756
Gross margin	104,956	98,392	101,839
Operating expenses:			
Research and development	18,752	16,217	14,236
Selling, general and administrative	19,916	18,245	16,705
Total operating expenses	38,668	34,462	30,941
Operating income	66,288	63,930	70,898
Other income/(expense), net	803	1,807	2,005
Income before provision for income taxes	67,091	65,737	72,903
Provision for income taxes	9,680	10,481	13,372
Net income	\$ 57,411	\$ 55,256	\$ 59,531
Earnings per share:			
Basic	\$ 3.31	\$ 2.99	\$ 3.00
Diluted	\$ 3.28	\$ 2.97	\$ 2.98
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	17,352,119	18,471,336	19,821,510
Diluted	17,528,214	18,595,651	20,000,435

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១០

របាយការណ៍ហិរញ្ញវត្ថុរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc. ឆ្នាំ ២០២២ ដល់ ២០២២

Apple Inc.

CONSOLIDATED STATEMENTS OF OPERATIONS

(In millions, except number of shares which are reflected in thousands and per share amounts)

ANNUAL

Five fiscal years ended September 24, 2022

	Years ended		
	September 24, 2022	September 25, 2021	September 26, 2020
Net sales:			
Products	\$ 316,199	\$ 297,392	\$ 220,747
Services	78,129	68,425	53,768
Total net sales	394,328	365,817	274,515
Cost of sales:			
Products	201,471	192,266	151,286
Services	22,075	20,715	18,273
Total cost of sales	223,546	212,981	169,559
Gross margin	170,782	152,836	104,956
Operating expenses:			
Research and development	26,251	21,914	18,752
Selling, general and administrative	25,094	21,973	19,916
Total operating expenses	51,345	43,887	38,668
Operating income	119,437	108,949	66,288
Other income/(expense), net	(334)	258	803
Income before provision for income taxes	119,103	109,207	67,091
Provision for income taxes	19,300	14,527	9,680
Net income	\$ 99,803	\$ 94,680	\$ 57,411
Earnings per share:			
Basic	\$ 6.15	\$ 5.67	\$ 3.31
Diluted	\$ 6.11	\$ 5.61	\$ 3.28
Shares used in computing earnings per share:			
Basic	16,215,963	16,701,272	17,352,119
Diluted	16,325,819	16,864,919	17,528,214

Published by U.S. Security and Exchange Commission

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១១

របៀបគណនារកតម្លៃ Alpha និង Beta អនុវត្តក្នុងម៉ូដែល HES

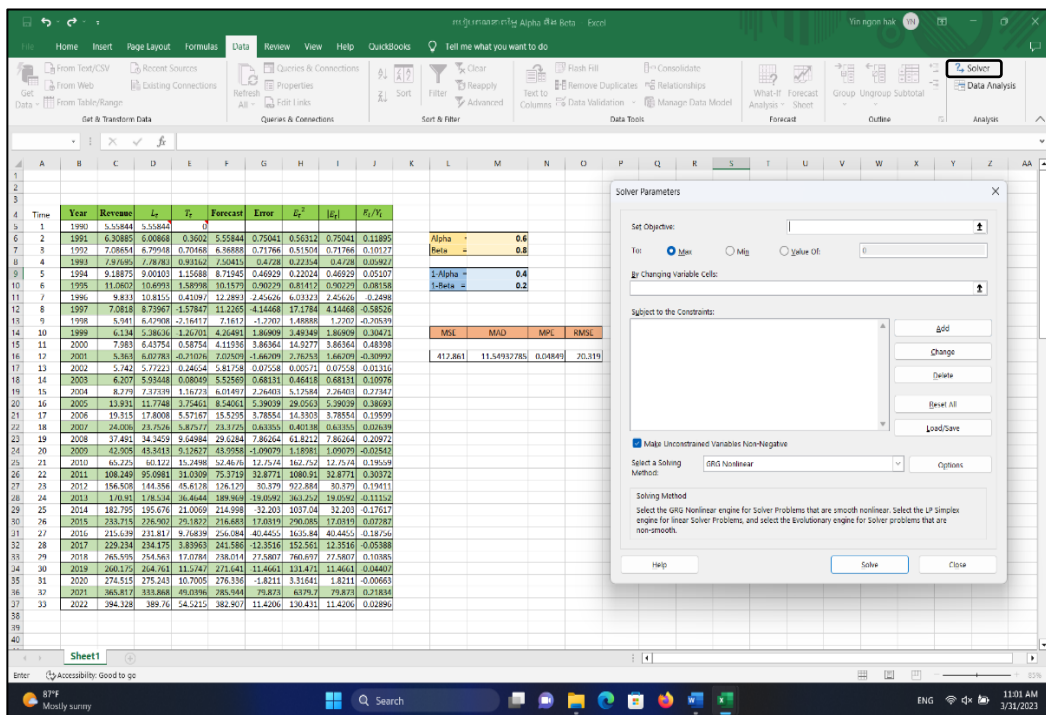
(គោលបំណងក្នុងការរកតម្លៃ Alpha និង Beta ដែលធ្វើឱ្យតម្លៃលម្អៀងតូច)

តម្លៃរបស់ Alpha និង Beta មានសារៈសំខាន់ និង មានឥទ្ធិពលក្នុងម៉ូដែល DES និង HES តម្លៃប្រែប្រួលរបស់ពួកវា តែបន្តិចនិងធ្វើឱ្យកម្រិតនៃលម្អៀងមានភាពប្រែប្រួល គួរឱ្យកត់សម្គាល់ ។ ប្រការនេះហើយទើបយើងត្រូវតែស្វែងរកនូវ តម្លៃសក្តិសមបំផុតដើម្បីទទួលបាននូវតម្លៃលម្អៀងតូចបំផុត។

ខាងក្រោមនេះជាជំហានក្នុងការស្វែងរកនូវតម្លៃ Alpha និង Beta ៖

១. ជាដំណាក់កាលដំបូងយើងត្រូវចូលក្នុងកម្មវិធី Microsoft Excel ជាមុនសិន

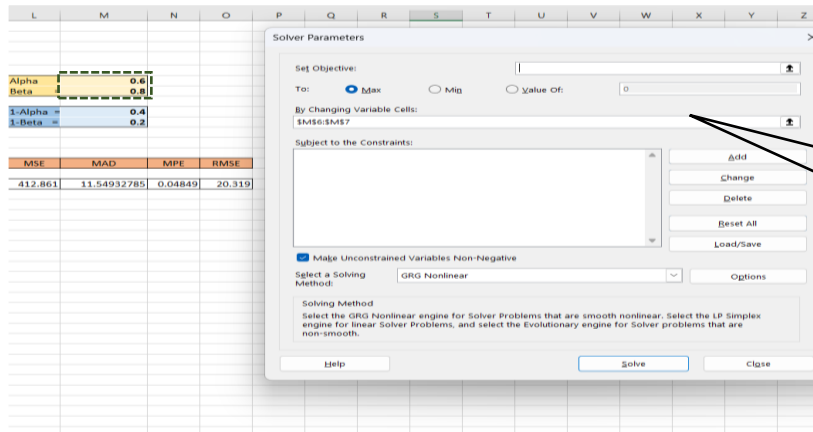
២. ស្វែងរក Data tab ▶ ហើយចុចចូលមុខងារ Solver នោះយើងនឹងឃើញផ្ទាំង Solver Parameters



៣. បន្ទាប់ចុច Set Objective ត្រូវបញ្ចូលនូវទិន្នន័យដាក់ក្នុងបញ្ជី ដោយធ្វើការជ្រើសរើសនូវរង្វាស់លម្អៀងមួយក្នុងចំណោម៤ ក្នុងការ បង្ហាញនេះយើងលើកយកនូវតម្លៃ RMSE មកគណនា យើងក៏អាចជ្រើសយកតម្លៃលម្អៀងដទៃបានដូចគ្នា ក៏ប៉ុន្តែក្នុងការវាស់លម្អៀង តម្លៃលម្អៀងដែលលើបំផុតគឺ RMSE។

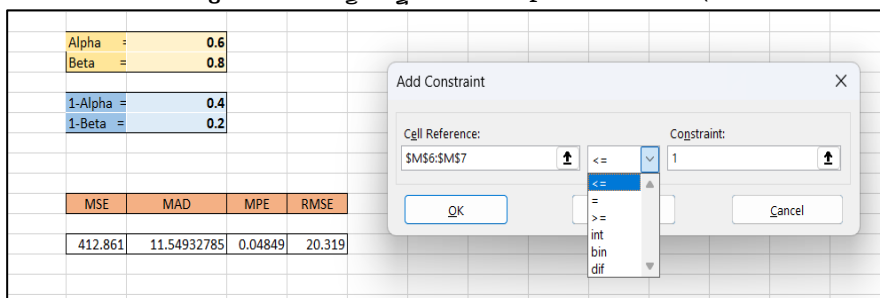
៤. ចុច Min ដើម្បីធ្វើឱ្យលទ្ធផលនៃការរកតម្លៃ Alpha និង Beta នាំឱ្យលម្អៀងមានតម្លៃតូច

៥. ចុច By Changing Variable Cells Button



៦. ចុច Add Button

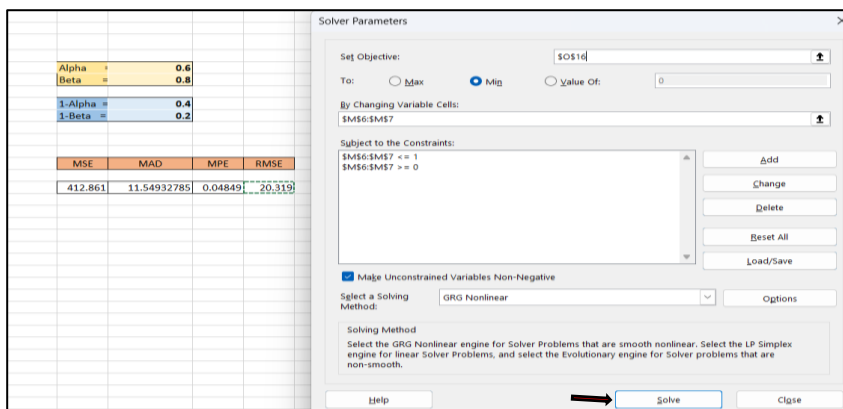
បន្ទាប់មកនិងមានផ្ទាំង Add Constraint លេចចេញមកដោយត្រូវបញ្ចូលនូវទីតាំងនៃ តម្លៃ Alpha និង Beta ដាក់ក្នុង Cell Reference Box ជ្រើសរើសលក្ខខណ្ឌ របស់ Alpha និង Beta ($0 \leq \alpha \leq 1$ and $0 \leq \beta \leq 1$)



បន្ទាប់ពីធ្វើការ Add នូវលក្ខខណ្ឌនីមួយៗហើយ បន្ទាប់មកត្រូវចុច Ok

៧. ចុចលើ Solve Button

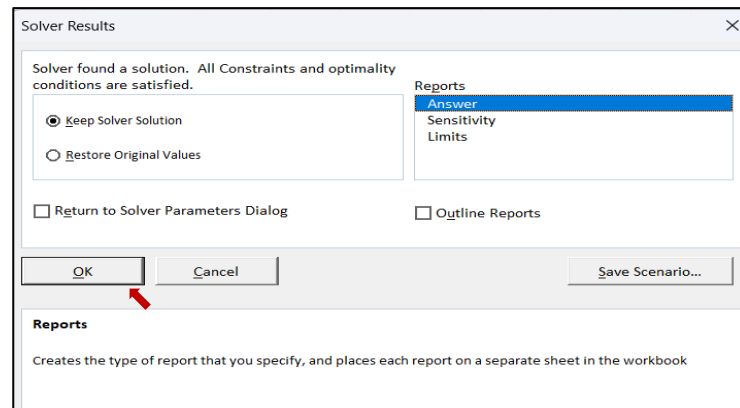
បន្ទាប់ពីបានបំពេញនូវលក្ខខណ្ឌរួចមក លទ្ធផលបង្ហាញតាមរូបខាងក្រោម ហើយយើងត្រូវចុច Solve Button



៨. Solve Result

បន្ទាប់ពីចុចលើ Solve Button យើងនិងឃើញផ្ទាំងថ្មីលេចឡើងដោយត្រូវគឺ Solver Results ។ ក្នុងករណី

ដែលអ្នកស្រាវជ្រាវចង់បង្កើតនូវ របាយការណ៍ស្តីពីដំណើរការក្នុងការស្វែងរកតម្លៃ Alpha និង Beta ដែលធ្វើឱ្យ រង្វាស់នៃលម្អៀងតូច សូមរកមើលក្នុង កូឡូន Reports ហើយចុចយក Answer Button ហើយចុច Ok



បន្ទាប់មកតម្លៃ របស់ Alpha និង Beta និងធ្វើការផ្លាស់ប្តូរស្វ័យប្រវត្តិ ហើយយើងនឹងទទួលបាននូវតម្លៃរង្វាស់ នៃលម្អៀងតូចជាងគេ។

៩. របាយការណ៍ ស្តីពីដំណើរការក្នុងការរកតម្លៃ Alpha និង Beta ដែលធ្វើឱ្យតម្លៃរង្វាស់នៃលម្អៀងតូច

Microsoft Excel 16.0 Answer Report

Worksheet: [The Best Data Apple Revenue- revised1.xlsx]Sheet16

Report Created: 3/22/2023 7:30:46 AM

Result: Solver found a solution. All Constraints and optimality conditions are satisfied.

Solver Engine

Engine: GRG Nonlinear

Solution Time: 0.078 Seconds.

Iterations: 3 Subproblems: 0

Solver Options

Max Time Unlimited, Iterations Unlimited, Precision 0.000001

Convergence 0.0001, Population Size 100, Random Seed 0, Derivatives Central

Max Subproblems Unlimited, Max Integer Sols Unlimited, Integer Tolerance 1%, Assume NonNegative

Objective Cell (Min)

Cell	Name	Original Value	Final Value
\$R\$13	RMSE	20.31897335	20.23948412

Variable Cells

Cell	Name	Original Value	Final Value	Integer
\$U\$12	Alpha	0.6	0.56121701	Contin
\$U\$13	Beta	0.8	1	Contin

Constraints

Cell	Name	Cell Value	Formula	Status	Slack
\$U\$12	Alpha	0.56121701	\$U\$12<=1	Not Binding	0.43878299
\$U\$13	Beta	1	\$U\$13<=1	Binding	0
\$U\$12	Alpha	0.56121701	\$U\$12>=0	Not Binding	0.56121701
\$U\$13	Beta	1	\$U\$13>=0	Not Binding	1

កំណត់សម្គាល់៖ ក្រោយពីស្វែងរកនូវតម្លៃដ៏សក្តិសមរបស់ Alpha និង Beta យើងសង្កេតឃើញថា ចំពោះតម្លៃ លម្អៀង RMSE បានថយចុះ ពី 20.31897335 មក 20.23948412 នៅពេលតម្លៃ Alpha ប្រែប្រួល ពី 0.6 មក 0.56121701 និង តម្លៃ Beta ប្រែប្រួលពី 0.8 មកត្រឹម 1។

ឧបសម្ព័ន្ធទី១២

របៀបបង្កើតនូវ របាយការណ៍សង្ខេប Summary Output

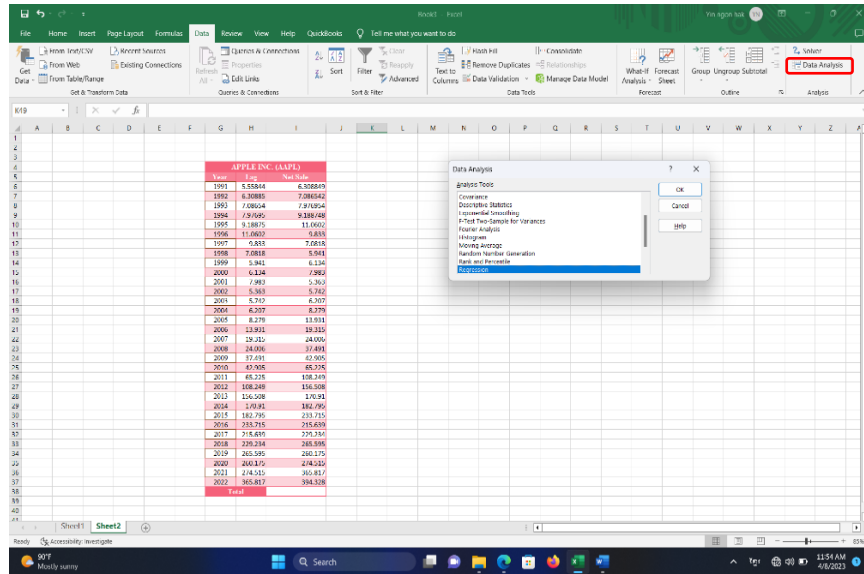
ជាដំបូងសូមបញ្ជាក់ថា ករណីដែលអាចបង្កើតនូវ របាយការណ៍សង្ខេបបានលុះត្រាតែ ទិន្នន័យមានលក្ខណៈជា លីនេអ៊ែរ តែប៉ុណ្ណោះ។ ក្នុងការបង្ហាញខាងក្រោយ ជាការលើកយកនូវម៉ូដែល Auto Regressive AR(1) មកជាឧទាហរណ៍។ ជំហានដើម្បីទទួលបាននូវតារាងរបាយការណ៍ដូចខាងក្រោមយើងត្រូវ៖

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.987502449							
R Square	0.975161086							
Adjusted R Square	0.974333122							
Standard Error	19.3436639							
Observations	32							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	440699.4274	440699.4274	1177.782267	1.23557E-25			
Residual	30	11225.31999	374.177333					
Total	31	451924.7473						
	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	4.04798461	4.396655066	0.920696427	0.364553773	-4.931182931	13.02715215	-4.931182931	13.02715215
X Variable 1	1.093391814	0.03185982	34.31883254	1.23557E-25	1.028325382	1.158458246	1.028325382	1.158458246

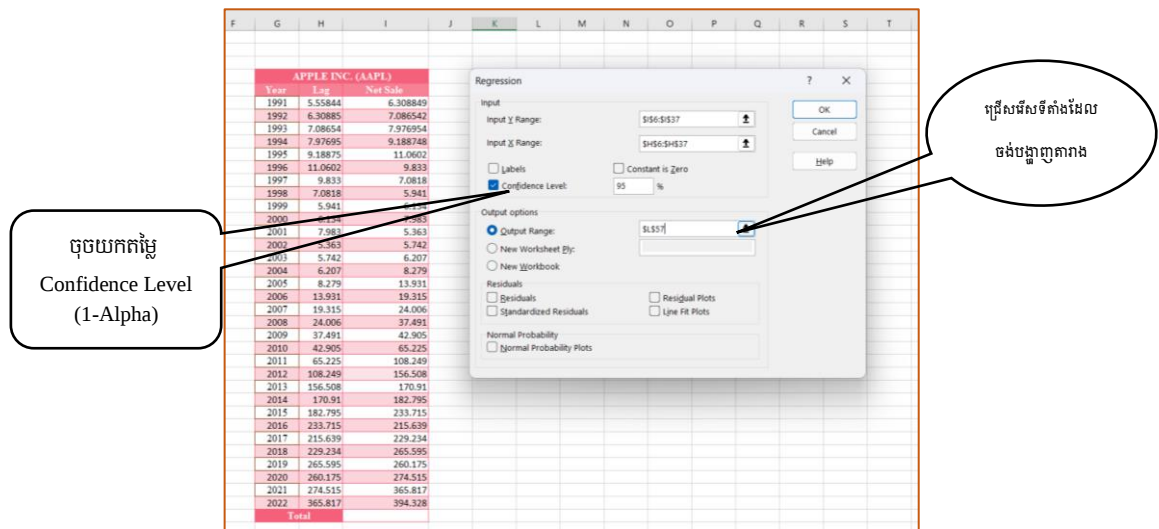
១. ដំណាក់កាលសន្មត់ យើងបានដឹងរួចមកហើយពីម៉ូដែល AR(1) ក្នុងម៉ូដែលមួយនេះចំណូលនៃឆ្នាំចាស់មុនបច្ចុប្បន្នមួយគ្នាត្រូវបានកំណត់យកជាអថេរឯករាជ្យ (Lag) ហើយចំណូលក្នុងពេលបច្ចុប្បន្នត្រូវបានកំណត់ថាជាអថេរមិនឯករាជ្យ។ តារាងខាងក្រោមដកស្រង់ចេញពី តារាងទី៣.២១។

APPLE INC. (AAPL)		
Year	Lag	Net Sale
1991	5.558435	6.308849
1992	6.308849	7.086542
1993	7.086542	7.976954
1994	7.976954	9.188748
1995	9.188748	11.0602
1996	11.0602	9.833
1997	9.833	7.0818
1998	7.0818	5.941
1999	5.941	6.134
2000	6.134	7.983
2001	7.983	5.363
2002	5.363	5.742
2003	5.742	6.207
2004	6.207	8.279
2005	8.279	13.931
2006	13.931	19.315
2007	19.315	24.006
2008	24.006	37.491
2009	37.491	42.905
2010	42.905	65.225
2011	65.225	108.249
2012	108.249	156.508
2013	156.508	170.91
2014	170.91	182.795
2015	182.795	233.715
2016	233.715	215.639
2017	215.639	229.234
2018	229.234	265.595
2019	265.595	260.175
2020	260.175	274.515
2021	274.515	365.817
2022	365.817	394.328
Total		

២. បន្ទាប់ពីចូលក្នុងកម្មវិធី Microsoft Excel បន្ទាប់ស្វែងរកនូវ Data Tab ហើយចុចចូលក្នុងមុខងារ Data Analysis បន្ទាប់ពីនោះនិង មានផ្ទាំង Data Analysis រួចស្វែងរក Regression រួចចុចប៉ូតុង OK ។



៣. បញ្ចូលទិន្នន័យក្នុងផ្ទាំង Regression ដោយត្រូវបញ្ចូលទិន្នន័យនៃអថេរឯករាជ្យ ចូលក្នុងកូឡុន Input X Range ហើយអថេរមិនឯករាជ្យ ចូលក្នុងកូឡុន Input Y Range ។ ហើយចុច Ok ជាការស្រេច



ចំណាំក្នុងការកំណត់យកនូវតម្លៃរបស់ Confidence Level ក្នុងករណីខាងលើយើងយកនូវតម្លៃ Confidence Level ស្មើនឹង 95% មានន័យថាតម្លៃ របស់ Alpha គឺ 5% ឬ 0.05 ក៏ដោយសារតែ $Confidence\ Level = 1 - Alpha$

ឧបសម្ព័ន្ធទី១៣

រចនាសម្ព័ន្ធកំព្យូលៗរបស់ក្រុមហ៊ុន Apple Inc



[Tim Cook](#)
CEO



[Katherine Adams](#)
Senior Vice President and
General Counsel



[Eddy Cue](#)
Senior Vice President
Services



[Craig Federighi](#)
Senior Vice President
Software Engineering



[John Giannandrea](#)
Senior Vice President
Machine Learning and
AI Strategy



[Greg "Joz" Joswiak](#)
Senior Vice President
Worldwide Marketing



[Sabih Khan](#)
Senior Vice President
Operations



[Luca Maestri](#)
Senior Vice President and
Chief Financial Officer



[Deirdre O'Brien](#)
Senior Vice President
Retail + People



[Johny Srouji](#)
Senior Vice President
Hardware Technologies



[John Ternus](#)
Senior Vice President
Hardware Engineering



[Jeff Williams](#)
Chief Operating Officer



[Lisa Jackson](#)
Vice President
Environment, Policy and
Social Initiatives



[Isabel Ge Mahe](#)
Vice President and Managing
Director of Greater China



[Tor Myhren](#)
Vice President
Marketing Communications



[Adrian Perica](#)
Vice President
Corporate Development



[Kristin Huguet Quayle](#)
Vice President
Worldwide Communications



[Phil Schiller](#)
Apple Fellow

ឧបសម្ព័ន្ធទី ១៤

តារាងស្ថិតិតិណ៍ណា

APPLE INC. (AAPL)	
Descriptive Statistic	Measuring Value
មធ្យម Mean	96.06353115
ម៉ូត Mode	#N/A
មេដ្យាន Median	19.315
គម្លាតស្តង់ដារ Standard Error	20.87961285
គម្លាតគំរូស្តង់ដារ Standard Deviation	119.9442441
វ៉ារ្យង់ Sample Variance	14386.62168
មេគុណជម្រាល Skewness	1.096078831
រង្វាស់ Kurtosis	-0.058264095
រង្វង់ Range	388.965
តម្លៃអប្បបរមា Minimum	5.363
តម្លៃអតិបរមា Maximum	394.328
ផលបូកសរុប Sum	3170.096528
ចំនួន Count	33