පර්යේෂණ සඳහා සංඛ්‍යාන විද්‍යාව භාවිතය

- රසිකා දමයන්ති කුමාරි

ප්‍රවේශය

පර්යේෂණයක් ගුණාත්මක හා ප්‍රමාණාත්මක දත්තවලින් යුක්ත වේ. ඒ අතුරින් ගුණාත්මක පර්යේෂණ යනු, යම් සමාජ කණ්ඩායමක ජීවිතය අධ්‍යයනය කිරීම සඳහා භාවිත කරන එක් ක්‍රමවේදයකි. මෙහිදී මානවයාගේ සංස්කෘතිය, සිරිත් විරිත් හා ගති පැවතුම් නිරීක්ෂණය කරයි. ඒවා සංඛ්‍යාත්මකව ඔප්පු කළ නොහැකිය. යම් සිදුවීමක චර්යාත්මක ස්වරූපය වඩාත් ගැඹුරින් අධ්‍යයනය කිරීමට මෙම ක්‍රමය තුළින් හැකිය. මෙහිදී දෘශ්‍ය පට, ලිඛිත වාර්තා, පින්තූර, වාචිකමය, දෘශ්‍යමය, ස්පර්ශමය, ආඝ්‍රාණමය වශයෙන් දත්ත රැස් කර ගනියි. මෙහිදී පර්යේෂකයාට දත්ත දායකයන් සමග ඉතා සමීප සබඳතා ඇති කර ගැනීමට හැකිය. ඉතා ගැඹුරින් අධ්‍යයනය කිරීමට ද හැකිය.

කිසියම් සංසිද්ධියක් විස්තර කිරිමට හෝ පුරෝකථනය කිරීමට මැන බැලීමක් ප්‍රමාණාත්මක ප්‍රවේශයේ දී සිදු වේ. මෙහිදී ඉලක්කම්/සංඛ්‍යා ලෙස දත්ත ලබා ගෙන සංඛ්‍යා විද්‍යාත්මකව විශ්ලේෂණය කරනු ලැබේ. සංඛ්‍යාන විද්‍යාව භාවිතයට ගැනෙනුයේ ප්‍රමාණාත්මක ප්‍රවේශයේ පර්යේෂණ සඳහා ය.

මෙම ලිපියෙන් සාකච්ඡා කෙරෙනුයේ ප්‍රමාණාත්මක දත්ත විශ්ලේෂණය සඳහා යොදා ගනු ලබන අනුමිතික සංඛ්‍යානය හා සබැඳි මූලික සංකල්ප කිහිපයක් පර්යේෂණවලදී යොදා ගන්නා ආකාරය පිළිබඳ විස්තර කිරීමයි.

සංඛ්‍යාන විද්‍යාව

සංඛ්‍යාත්මක දත්ත අර්ථාන්විතව රසවත්කර අනාගත සැලසුම් සඳහා විශේෂ නිගමනවලට එළඹීමට සංඛ්‍යාන විද්‍යාව යොදාගනු ලැබේ. සරල ව සංඛ්‍යානය යනු, ලබාගත් දත්ත (collected data) තීරණයක් ගත හැකි ආකාරයට සකස් කිරීමයි. පහත කරුණු මේ සඳහා ඇසුරු කරගනු ලැබේ.

1. දත්ත එක්රැස් කිරීම
2. නිශ්චිත පිළිවෙළකට සැකසීම
3. නිරූපණය කිරීම
4. විශ්ලේෂණය කිරීම
5. නිගමන වලට එළඹීම

සංඛ්‍යාන විද්‍යාව පිළිබඳ කරුණාරත්න ඉදිරිපත් කරන නිර්වචනයෙන් එම කරුණු තව දුරටත් සනාථ වේ. ''විවිධ විෂයයන් සම්බන්ධ තොරතුරු විද්‍යානුකූලව විශ්ලේෂණය කොට ඒවාට අනුව නොයෙකුත් නිගමන කරා එළඹ ඒ අනුව යම් යම් සාධාරණාත්මක තීරණ ගැනීම සංඛ්‍යාන විද්‍යාවෙන් කෙරෙයි (2001:01).

පර්යේෂණ සඳහා සංඛ්‍යාන විද්‍යාව භාවිතයේ වැදගත්කම

විද්‍යාඥයෝ ඔවුන්ගේ පර්යේෂණ දත්ත විශ්ලේෂණය කිරීමට සංඛ්‍යාන දත්ත භාවිත කරති. උපකල්පනයක් සනාථ කිරිම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම මගින් සංඛ්‍යාංකය (සංඛ්‍යාවක් නිර්මාණය කිරීමට මූලික වූ තැනුම් ඒකකයක් හෙවත් ඉලක්කම) තේරුම් ගැනීමට සංඛ්‍යා ලේඛන (සංඛ්‍යා අඩංගු කර ඇති ලේඛන) උපකාරී විය හැකිය. තවද සැලසුම් කිරීම, දත්ත එකතු කිරීම, විශ්ලේෂණය කිරීම, අර්ථ නිරූපණය, අර්ථකථනය කිරීම සහ පර්යේෂණ සොයා ගැනීම් වාර්තා කිරිම යන අංශවල දී සංඛ්‍යාන ක්‍රමවේද ද ඇතුළත් වේ. සංඛ්‍යානමය විශ්ලේෂණ මගින් අර්ථ විරහිත සංඛ්‍යාවලට අර්ථයක් ලබා දෙයි. එය පණ නැති ජීව දත්තවලට ජීවය ආශ්වාස කිරීමක් වැනි වේ.

පර්යේෂණයක දී, ප්‍රමාණාත්මක දත්ත සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මකව විශ්ලේෂණය කිරීමෙන් දත්ත විස්තර කිරීමට (Discribe), සන්සන්දනය කිරීමට (Compare), සමානකම් බැලීමට (Examine Similaeities), වෙනස්කම් පරීක්ෂා කිරීමට (Examine Differences) මෙන් ම අමු දත්ත විශ්ලේෂණය කර අර්ථාන්විත තොරතුරු නිර්මාණය කිරීමට ද හැකියාව ලැබේ.

සංඛ්‍යා විද්‍යාත්මක ගණනය කිරීම්

පර්යේෂණයක දී එක්රැස් කර ගන්නා දත්ත නිශ්චිත පිළිවෙළකට සකසා විශ්ලේෂණය කෙරෙන සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මක ක්‍රම දෙකකි.

1. විස්තරාත්මක සංඛ්‍යානය (Descriptive Statistics)
2. අනුමිතික සංඛ්‍යානය (Inferential Statistics)

විස්තරාත්මක සංඛ්‍යානයේදී නියැදියකින් ලබා ගන්නා ලද දත්ත සාරාංශ කිරීම හා විස්තර කිරීම සිදුවන අතර අනුමිතික සංඛ්‍යානයේ දී නියැදියෙන් ලබා ගත් දත්ත සංගහනයට සාමාන්‍යකරණය කිරීම හෙවත් අනුමිතිකරණය කරනු ලබයි. ඒ පිළිබඳ ව කොඩිතුවක්කු මෙසේ දක්වයි.

''බොහෝ විට පර්යේෂකයෝ දත්ත විස්තර කිරීමෙන් තෘප්තියට නොපැමිණෙති. ඔවුහු එම දත්තවල අංග ලක්ෂණ භාවිත කර ඔවුන් මිණුමට ලක් කිරීමට භාවිත නො කළ විශාල කණ්ඩායමකට සාමාන්‍යකරණය කිරීමට කැමති වෙති. මෙසේ කුඩා කණ්ඩායමක අංග ලක්ෂණ විස්තර කර, එහෙත් පර්යේෂක විසින් මිණුමට ලක් නොකරන ලද, කුඩා කණ්ඩායම තෝරා ගැනීමට භාවිත කළ, වඩා විශාල කණ්ඩායමකට සාමාන්‍යකරණය කිරීමට භාවිත කළ හැකි සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මක ශිල්පීය ක්‍රම සමූහයක්, අනුමිතික සංඛ්‍යානය වශයෙන් හැඳින්වේ'' (2014 :280). පර්යේෂණවලදී දත්ත විශ්ලේෂණය සඳහා භාවිත කරනු ලබන ක්‍රමවේද විස්තරාත්මක සංඛ්‍යානය (Descriptive Statistics) හා අනුමිතික සංඛ්‍යානය (Inferential Statistics) ලෙස ගණනය කිරීම් ආකාර දෙකක් දැක ගත හැකි වුවත්, ඉදිරියට මෙම ලිපියෙන් අනුමිතික සංඛ්‍යානය හා ඒ හා සබැඳි සංකල්ප කිහිපයක් භාවිත කිරීම පිළිබඳව පමණක් සාකච්ඡා කෙරේ.

පර්යේෂණ සඳහා අනුමිතික සංඛ්‍යානය අවශ්‍ය වන්නේ ඇයි?

පර්යේෂණයකදී බොහෝ විට සිදුවන්නේ කිසියම් තත්ත්වයක් පිළිබඳ සොයා බැලීම හෝ පවත්නා ගැටලු සහගත තත්වයකට හේතු අනාවරණය කර ගනිමින් විසඳුම් යෝජනා කිරීමයි. මෙසේ කිසියම් තත්ත්වයක් මත කරුණු අධ්‍යයනය කිරීමක දි එම අධ්‍යයනයට

සම්බන්ධ සියලු ම පාර්ශවයන්ගෙන් කරුණු රැස් කිරීම ප්‍රායෝගික තලයේ දී ගැටලු සහගත වේ. මෙම තත්ත්වයට පිළියමක් ලෙස අදාළ පාර්ශ්ව නියෝජනය කරන සමස්ත සංගහනයෙන් කිසියම් කොටසක් තෝරා ගැනීම සිදු කරයි. මෙය නියැදිකරණය ලෙස අර්ථ දැක්වේ.

''බොහෝ පර්යේෂණවලදී ජනගහනයක සෑම සාමාජිකයකු සම්බන්ධයෙන් ම සමීක්ෂණයක් කරගෙන යෑම දුෂ්කර කාර්යයකි. පර්යේෂකයා ජනගහනයෙන් නියැදියක් තෝරා ගෙන එයින් කිසියම් ප්‍රතිඵලයක් ලබා ගනියි. ඉන් ඉක්බිතිව එම ප්‍රතිඵලය මුළු ජනගහනය කෙරෙහි කෙතරම් දුරට සාමාන්‍යකරණය කළ හැකි දැයි සොයා බැලීමට ඔහු විසින් කටයුතු කරනු ලැබේ. වෙනත් වචනවලින් ප්‍රකාශ කරනවානම්, ලබා ගත් ප්‍රතිඵලය අහම්බෙන් සිදු වූවක් ද, නැතිනම් මුළුජනගහනය සම්බන්ධයෙන් සත්‍ය තත්වයක් දැයි ඔහු විසින් සෝදිසි කරනු ලැබේ. එම නිසා මෙම සංඛ්‍යාන ක්ෂේත්‍රය සමහරවිට නියැදිකරණ සංඛ්‍යානය වශයෙන් හඳුන්වනු ලැබේ''(1979:237).

නියැදිකරණය

අනුමිතිකරණයේ දී සිදු කෙරෙන්නේ විවිධ ප්‍රායෝගික හේතු නිසා සම්පූර්ණ සංගහනය ම පර්යේෂණයට යොදා ගත නොහැකි නිසා සංගහනයෙන් කොටසක් නියෝජනය වන කිසියම් ඒකකයක් (Unit) තෝරා ගැනීමයි. (Cooper) නියැදිකරණය අර්ථ දක්වා ඇත්තේ මෙසේ ය. ''නියැදිකරණය යනු සංගහනයකින් එම සංගහනය නියෝජනය කිරීමට ප්‍රමාණවත් අවයව හෙවත් උපාංග සංඛ්‍යාවකින් සමන්විත වන නියැදියක් තෝරා ගැනීමයි :2014:338)ග මුළු ජනගහනය ම තෝරාගෙන අධ්‍යයනයක් කිරීම දුෂ්කර නිසා ඉන් ගැළපෙන කොටස තෝරා ගැනිම නියැදිකරණය බව ඔහුගේ විග්‍රහයෙන් කියවේ. නියැදිකරණය මූලික ක්‍රියාමාර්ග දෙකකින් සමන්විත බව ජයසූරිය පෙන්වා දී ඇත.

1. නියැදියක් තේරීමේ කාර්යය
2. නියැදියකින් ලබා ගත් සංඛ්‍යාත ආශ්‍රිත ව ජනගහන පරාමිති තක්සේරු කිරිම (2017: 71)

නියැදියක් තෝරා ගැනීමට විවිධ නියැදුම්කරණ ක්‍රම පවතින බවත්, සංගහන පරාමිති තක්සේරු කිරීමේ දී නොයෙක් ක්‍රම ශිල්ප ඇති බවත් පැහැදිලි ය.

නියැදියක් යන්නට විවිධ නිර්වචන ඉදිරිපත් කර ඇති අතර, බෙස්ට් සහ ඛාන් (Best & Khan) විස්තරාත්මක විග්‍රහයක් ඉදිරිපත් කර ඇත.

> ''නියැදිය යනු, පර්යේෂණයක මූලික අරමුණ අනාවරණය කර ගන්නා මූලධර්ම මුළු ජනගහනයට ම ආදේශ කිරීමයි. බොහෝවිට මුළු ජනගහනය විශාල වන අතර, ඒවායේ ගති ලක්ෂණ මැනීමට ද නොහැකිය. නියැදි ක්‍රමය තුළින් ජනගහනයේ සුළු කොටසක් ඉතා ප්‍රවේශම්කාරි ලෙස අධ්‍යයනය කොට, ඉන් ලබන ප්‍රතිඵල මුළු ජනගහනයට ආදේශ කළ හැක''(1999:13).

එම අදහසට අනුව ජනගහනයෙන් වඩාත් සුදුසු කොටස යෝග්‍ය ම පරිදි තෝරා ගැනීමෙන් ලැබෙන ප්‍රතිඵලය නැවත ජනගහනයට ම ආදේශ කර ගත හැකි බව කියැවේ. නියැදිය යන්න සරල නිර්වචනයක් (Cooper)විසින් මෙසේ දක්වා ඇත. ''නියැදිය යනු සංගහනය තුළ ඇති උපාංගයන්ගෙන් සමන්විත වන සංගහනයේ උපකුලකයකි'' (2014:338).

ඉහත නිර්වචන අනුව පැහැදිලි වන්නේ ජනගහනය බොහෝ දුරට නියෝජනය වන පරිදි ජනගහනයෙන් තෝරා ගනු ලබන කිසියම් කොටසක් නියැදියක් ලෙස අර්ථ දැක්විය හැකි බවයි. නියැදියේ තරම පර්යේෂණයේ වලංගුතාවට බලපානු ඇත. පර්යේෂණයේ අවශ්‍යතාව පරිදි නියැදියේ තරම තීරණය වේ. එය විද්‍යාත්මක පදනමකට අනුව තීරණය වේ. එය නියෝජ්‍ය (Representation) නියැදියක් වීමට නියැදියේ තරම යම් අවම අගයක් ගත යුතුය. මෙලෙස නියැදි තෝරා ගැනීමේදී අභිනතියෙන් තොර විය යුතුය. සියල්ලටම එක හා සමානව අවධානය යොමු කළ යුතුය.

නියැදි පිළිබඳව ඉතිහාසය සැලකූ විට බවුලි (1939) නම් විද්‍යාඥයා කළ සමීක්ෂණය හැඳින්විය හැකිය. ඔහු එය කළේ පවුල් විසිපහකට එකක් නියැදියක් සේ ගෙන ය. එමගින් ලබාගත් දත්තත්

සහ ඉන් ඉහතදී මුළු ජනගහනයම නියෝජනය කර ලබා ගත් දත්තත් අතර සමානතාවක් තිබුණි. ඒ අනුව මින් හෙළි වන්නේ විශාල වියදමක්, කාලයක් වියදම් කරන පර්යේෂණයකට වඩා නියැදි මගින් අඩු කාලයක් හා ශ්‍රමයක් වැය වන බවයි. එය නියැදියේ දැකිය හැකි විශේෂිත ලක්ෂණයකි.

සරල ව නියැදිය යනු විශාල සමූහයකින් එකී සමූහය පොදුවේ නිවැරදිව නියෝජනය කරන්නට පුළුවන් නියෝජනයක් තෝරා ගැනීමයි.

උදා: මුහුදේ වතුර ලුණු රසයැයි කීමට අවශ්‍ය වන්නේ මුහුදෙන් ගත් එක් වතුර දෝතක් පමණි.

ක්‍රමවත් පරිදි නියැදියක් තෝරා ගන්නා නියැදිකරණ ක්‍රම කිහිපයක් ඇති අතර මෙම ලිපියෙන් ඒ පිළිබඳ සාකච්ඡා නො කෙරේ.

නියැදුම් දෝෂ

නියැදුම් දෝෂ යනු, නියැදියක් තෝරා ගැනීමේ දි සිදුවිය හැකි දුර්වලතා නිසා ඇතිවන බලපෑමයි. නියැදුම් දෝෂ ඇති විය හැකි සාධක නම්,

1. නිවැරදි නියැදුම්කරණ ක්‍රමයක් භාවිත නොකිරීම
2. නියැදියේ තරම
3. නියැදිය ගිලිහී යාම
4. නියැදියේ ස්ථායීතා බිඳ වැටීම යනාදියයි.

මෙම දෝෂ අවම කරමින් තෝරා ගන්නා නියැදිය හොඳ නියැදියක් වීමට අවශ්‍ය ලක්ෂණ කොහෙන් හා මැනින් දක්වා ඇත. ඒවා නම්,

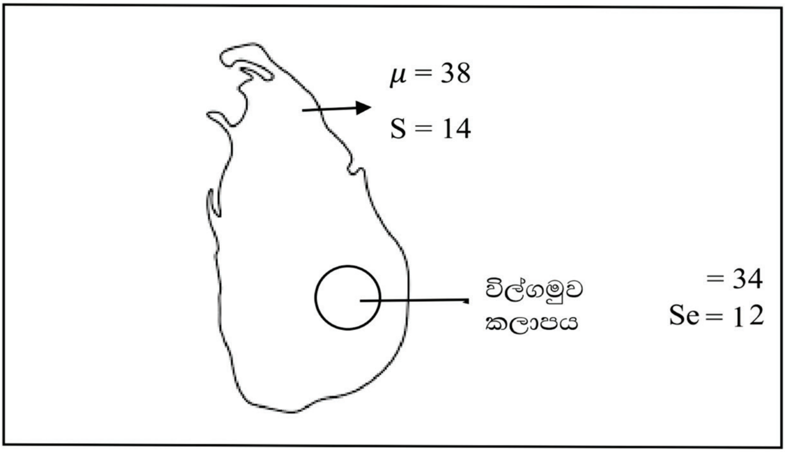
1. තෝරා ගන්නා මාතෘකාවට අනුව ගැළපෙන නියැදියක් වීම
2. සංඛ්‍යාත්මකව ගණනය කළ හැකි වීම
3. යොදා ගන්නා නියැදිය ප්‍රායෝගික ව හැසිරවිය හැකි වීම

4. පර්යේෂණයට දත්ත ලබා ගැනීමට අවශ්‍ය සියලු ම ලක්ෂණ ඇතුළත් විය යුතු වීම
5. අඩු වියදමකින් දත්ත රැස් කිරීමට හැකි නියැදියක් විය යුතු ය
6. අධ්‍යයනය කරන කාලයට වඩාත් සමීප නියැදියක් යොදා ගත යුතු ය යනාදියයි (Cohen & Manion, 1992: 102).

වෙසෙසියාව

අනුමිතික සංඛ්‍යානයේ දි යෙදෙන තවත් භාවිතයක් නම් වෙසෙසියාවයි. තෝරා ගත් ජනගහනයක් හා නියැදියක් අතර හෝ නියැදි දෙකක් අතර හෝ සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මක ව වෙසෙසියාව (Statistical Significance) වැදගත් වේ.

උදා:- විල්ගමුව කලාපයේ ගණිත ලකුණු සමස්ත ශ්‍රී ලංකාව සමග ගැළපීම (මෙහි දී විල්ගමුව නැමති එක් කලාපයක් සමස්ත ලංකාව සමග ම ගැළපීමේ දී වෙසෙසියාව පිළිබඳ ගැටලු මතු වේ. 1 වන රූපයෙන් ජනගහනය හා නියැදිය අතර පවතින වෙනස හඳුනා ගත හැකි වේ.

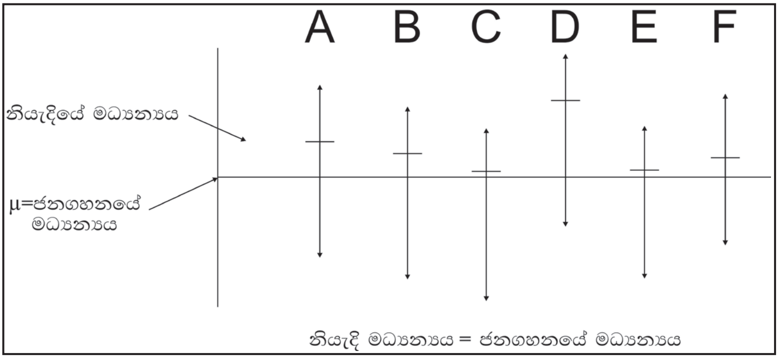


1 වන රූපය: වෙසෙසියාව හඳුනා ගැනීම

S = ජනගහනයේ සම්මත අපගමනය (Population Standard Deviation)

$\bar{x}$ = මධ්‍යන්‍යය (Median)

Se = නියැදියේ සම්මත අපගමනය (sample standard deviation)



මෙම තත්ත්වයට විසඳුමක් ලෙස පර්යේෂණයක් කිරීමේ දි, මුළු ජනගහනය ම නියැදීමට නොහැකි විට නියැදි කිහිපයක් තෝරා ගෙන ඒ ඇසුරින් ජනගහනයට සාමාන්‍යකරණය කරයි. එය 2 වන රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.

නියැදි සංඛ්‍යාන තොරතුරු ආශ්‍රිතව ජනගහනයට අනුමිතිකරණය කිරීමේ දී සුදුසු කල්පිත පිහිටුවා ගනිමින් කල්පිත පරීක්ෂාවක් කළ යුතු වේ.

වෙසෙසියා මට්ටම් - Significance Level

පර්යේෂණවලදි කල්පිත පිහිටුවා ගැනීමෙන් අනතුරු ව එහි නිගමනවලට එළඹීමේ දි දත්ත විශ්ලේෂණය කර එහි කල්පිත පරීක්ෂාව සිදුකළේ කොතරම් විශ්වාසදායක ලෙස පිළිගත හැකි නිවැරදිතාවකින් යුතුවදැයි යන්න ඉතා වැදගත් වේ. එය සංඛ්‍යාන විද්‍යාවේ දි වෙසෙසියා මට්ටම හෙවත් (α) ඇල්ෆා ලෙස හඳුන්වයි. කරුණාරත්න එය මෙසේ අර්ථ දක්වයි.

''සසම්භාවී නියැදියක මධ්‍යන්‍යය අගය සොයා ගත් විට එම නියැදිය ලබා ගත් සංගහනයේ මධ්‍යන්‍යය, දී ඇති සම්භාවිතාවන්ට අදාළව කවර සීමා තුළ පිහිටයි ද යන්න සොයා ගත හැකිය. මෙම සීමා හැඳින්වෙන්නේ විශ්‍රම්භ සීමා හෙවත් වෙසෙසියා මට්ටම් යනුවෙනි (2001:220). වෙනත් ලෙසකින් පැවසුවහොත් වෙසෙසියා මට්ටම යනු, අභිශූන්‍ය කල්පිතය ප්‍රතික්ෂේප නොකිරීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම අතර සීමාව නිරූපණය කරන සම්භාවිතා අගයයි.''

කල්පිත පරීක්ෂාවල දී පර්යේෂකයා ඒ සඳහා යම් වෙසෙසියා මට්ටමක් තෝරා ගනී. බොහෝ විට සංඛ්‍යා විද්‍යාත්මක ව කල්පිත පරීක්ෂා කිරීමට යොදා ගන්නා වෙසෙසියා මට්ටම් කිහිපයක් ඇත. $\alpha=0.01$, $\alpha=0.05$, $\alpha=0.10$, $\alpha=0.25$ ආදී මට්ටම් ය. අධ්‍යාපන පර්යේෂණවල දී භාවිත වන වඩාත් ප්‍රචලිත වෙසෙසියා මට්ටම් දෙක නම්, $\alpha=0.01$ හෝ $\alpha=0.05$ වේ.

0.01ක වෙසෙසියා මට්ටමක් යනු, අභිශූන්‍ය කල්පිතය පිළිබඳ තීරණයක් ගත් විට එම තීරණය වැරදි වීමේ සම්භාවිතාව 1%ක් බවයි. මෙහි විශ්වසනීයතාව 99% කි. උදාහරණයක් ලෙස යම් ඖෂධයක $\alpha=0.01$ සඳහන්ව ඇතැයි සිතමු. එයින් ගම්‍ය වනුයේ එම ඖෂධය වැරදි ඖෂධයක් වීමට ඇති ඉඩ කඩ ඇත්තේ 1%ක් බවයි. එසේ ම 0.05ක වෙසෙසියා මට්ටමක් යනු, අභිශූන්‍ය කල්පිතය පිළිබඳ තීරණයක් ගත් විට එම තීරණය වැරදි වීමේ සම්භාවිතාව 5% ක් බවයි. ඒ අනුව විශ්වසනීයතාව 95% කි.

වෙසෙසියා මට්ටම තීරණය කරන සාධක

1. ලබා ගන්නා දත්තවල විශ්වසනීයතාව හා වලංගුතාව
2. උපකරණවල නිවැරදිතාව
3. නියැදියේ නියෝජ්‍යභාවය
4. ප්‍රාග්ධනය හෙවත් වියදම
5. පර්යේෂණ කාලය
6. නියැදිය ගිලිහී යාම

කල්පිත පිහිටුවා ගැනීම

කල්පිතයක් යනු විචල්‍ය දෙකක් අතර පවතින සම්බන්ධතාව දැක්වෙන ප්‍රකාශනයකි. කල්පිතයක් ගොඩනැගීම සඳහා විචල්‍ය අවශ්‍ය වේ. විචල්‍ය යනු පර්යේෂණයකදි ප්‍රමාණාත්මකව මැනිය හැකි රාශියකි. පර්යේෂණවලදී මනිනු ලබන ඕනෑම රාශියක් විචල්‍යයකි.

උදා :- බුද්ධිය/ ළැදියා/ පෙලඹවීම/ සාධන මට්ටම්/ ගතිගුණ/ හැකියා/ කැමැත්තේ ප්‍රමාණය / බර / උස / වයස

මේ ආදී වෙනස්වන යම් දෙයක් විචලයක් ලෙස සරලව දැක්විය හැකිය.

තවත් ලෙසකින් කල්පිතයක් යනු පරීක්ෂණයේ අවසාන නිගමනය පිළිබඳව කරනු ලබන බුද්ධිමත් උපකල්පනයකි. එය පරීක්ෂණය පිළිබද ලබා ඇති අත්දැකීම් හා දැනුම මත පදනම් වේ. කල්පිතයෙන් පරීක්ෂණයේ ප්‍රතිඵල කෙබඳු විය හැකි ද යන්න අනුමාන කරනවා මිස එය එසේ වන්නේ ඇයි යන්න විග්‍රහ නොකරයි. ගැටලුව ගැන වැඩි වැඩියෙන් දන්නා තරමට කල්පිතයේ තාර්කික බව ඉහළ නංවා ගත හැකිය.

කල්පිතයක් යනු පැහැදිලි කිරීමේ ප්‍රකාශනයකි. අධ්‍යනයට භාජනය වන පර්යේෂණ ගැටලුවේ හේතු ඵල සම්බන්ධය කෙටි, අතිශයින්ම නිශ්චිත, මනා ලෙස සූත්‍රගත කරන ලද වාක්‍යයක් තුළින් කරන පැහැදිලි කිරීමකි.

උදාහරණයක් ලෙස අධ්‍යාපනපති පාඨමාලාව හදාරන ගුරුවරුන් අනුවක කණ්ඩායමක විෂය දැනුම වැඩිකිරීමට එම පාඨමාලාව කොතෙක් උපකාරී වේදැයි විමසීමට පර්යේෂකයෙක් අදහස් කරයි නම්, "පූර්ණකාලීන එක් අවුරුදු අධ්‍යාපනපති පාඨමාලාව තුළින් ගුරුවරුන්ගේ විෂය දැනුම වැඩිවේ" යැයි පර්යේෂකයා උපකල්පනය කරයි. මෙහිදි පර්යේෂක විසින් හසුරුවනු ලබන ස්වායත්ත විචල්‍යය වන්නේ පූර්ණකාලීන එක් අවුරුදු අධ්‍යාපනපති පාඨමාලාවයි. පරායත්ත විචල්‍යය වන්නේ ගුරුවරුන් අනූ දෙනාගේ

විෂය දැනුමයි. ඒ අනුව පාඨමාලාවට පෙර පූර්ව පරීක්ෂණයකින් ගුරුවරුන්ගේ විෂය දැනුම මනින පර්යේෂක පාඨමාලාව අවසානයේ ද එම පරීක්ෂණය හෝ පූර්ව පරීක්ෂණයට සමාන්තර පරීක්ෂණයක් ලබා දීමෙන් ගුරුවරුන්ගේ විෂය දැනුම තීරණය කරයි. පූර්ව හා පසු පරික්ෂණ මගින් ලබන ලකුණුවල සමාන්තර මධ්‍යන්‍යය සන්සන්දනය කිරිම සඳහා වන සංඛ්‍යාන විශ්ලේෂණයකින් පසු පාඨමාලාවේ ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ගුරුවරුන්ගේ විෂය දැනුම වැඩි වී ද, නො වී ද යනු නිගමනය කළ හැකිය. එහිදි සැබැ ලෙසම ගුරුවරුන්ගේ විෂය දැනුම වැඩිවී ඇති බව සත්‍යාපනය වුවහොත් පර්යේෂකයා පිහිටුවා ගත් කල්පිතය මත දියත් කළ පර්යේෂණය වලංගුතාවෙන් යුතු සාර්ථක පර්යේෂණයක් වනු ඇත.

සාමාන්‍යයෙන් කරුණු එකතු කිරීමේ ආරම්භයක් සඳහා කවර ආකාරයක හෝ කල්පිතයක් තිබීම අවශ්‍යය. මන්ද යත්, කරුණු එකතු කිරීමේදී ඒවායේ අදාළ බව තීරණයක් කර ගැනීම සඳහා යම් කිසි ක්‍රමයක් තිබිය යුතු නිසාය. එවැන්නක් නැතිව නිකම්ම නිකම් කරුණු එකතු කිරීම ව්‍යාකූල දෙයකි (Russell et al, 2004:500).

> පර්යේෂණ ගැටලුවට අදාළව යම් යම් උපකල්පන හෙවත් අනුමාන කිරීම්, සිතා ගැනීම ඇති කර ගැනීම කල්පිත පිහිටුවා ගැනීම ලෙස හැඳින්විය හැකි ය. යම් සිද්ධියක් පිළිබඳව පර්යේෂණයකින් තොරව සත්‍ය යැයි පර්යේෂකයා අනුමාන කරන හේතු උපකල්පන ලෙස හැඳින්වේ. උදාः- තරුණියන්ගේ විවාහ මට්ටම ඉහළ යාමට අධ්‍යාපන තත්ත්වය හේතු වේ. යන උපකල්පනය මත පර්යේෂකයාට සිය පර්යේෂණය මෙහෙයවිය හැකි ය. ඒ අනුව කල්පිතයක් යනු; තෝරා ගෙන ඇති ගැටලුව නිරාකරණය කර ගැනිමට හැකි විවිධ ප්‍රවේශ වෙත යොමු කරන, බුද්ධිමත් තාවකාලික අනුමාන ලෙස දැක්වේ.

උදා :- උඩරට රාජධානියේ පිරිහිමට රදළයන්ගේ කුලමානය හේතු විය.

මෙම කල්පිතය අනුව පර්යේෂණය මෙහෙයවිය හැකි ය. අවසානයේ දි ආරම්භයේදි පිහිටුවා ගන්නා ලද කල්පිතය පිළිග ැනිම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම සිදුවේ. ආරම්භයේ දී මෙසේ කල්පිත පිහිටුවා ගැනීමෙන් තොරතුරු රැස් කිරීමේ දි එය පිළිගැනීම හෝ ප්‍රතික්ෂේප කිරීම අරමුණු කරගෙන කටයුතු කිරීමෙන් පර්යේෂකයාගේ පුද්ගල බද්ධභාවය ද අඩු කර ගත හැකිය. ප්‍රධාන කල්පිත වර්ග දෙක 03 වන රූපයෙන් දැක්වේ.

කල්පිත වර්ග

අභිශූන්‍ය කල්පිත	වෛකල්පිත කල්පිත
Null Hypothesis	Altern Ative Hypothesis
H_0	H_1
උදා: සිසුන්ගේ ගණිත විෂය සාධන ලකුණු හා අභ්‍යන්තර පෙලඹීම් මට්ටම් අතර සම්බන්ධතාවක් නැත.	උදා: සිසුන්ගේ ගණිත විෂය සාධන ලකුණු හා අභ්‍යන්තර පෙලඹීම් මට්ටම් අතර සම්බන්ධතාවක් ඇත.

කල්පිතයක් ප්‍රකාශ කළ හැකි ආකාර

පර්යේෂණවලදි ගොඩනගන කල්පිත නැවත වර්ග දෙකකට බෙදේ.

1. දිශානතියක් රහිත කල්පිත
2. දිශානතියක් සහිත කල්පිත

දිශානතියක් රහිත කල්පිත

A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය μ 1
B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය μ 2

H0; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා ඊ පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය අතර වෙසෙසි වෙනසක් නැත.

H0;($\mu 1 = \mu 2$) හෝ ($\mu 1 - \mu 2 = 0$) ලෙස ද ලිවිය හැකි ය.

H1; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය අතර වෙසෙසි වෙනසක් ඇත.

H1;($\mu 1 \neq \mu 2$) හෝ ($\mu 1 - \mu 2 \neq 0$) ලෙසද ලිවිය හැකි ය.

දිශානතියක් සහිත කල්පිත

A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය μ 1
B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය μ 2

H0; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය B පන්තියේ ගණිත ළකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා වෙසෙසි ලෙස වැඩි නොවේ.

H0; (μ 1>μ2) ලෙස ද ලිවිය හැකි ය.

H1 ; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා වෙසෙසි ලෙස වැඩි වේ.

H1; (μ 1>μ2) ලෙස ද ලිවිය හැකිය.

තවද, දිශානතියක් සහිත කල්පිත දෙදිසාවටම ලිවිය හැකිය.

H0; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා වෙසෙසි ලෙස අඩු නොවේ.

H0; (μ 1>μ2) ලෙස ද ලිවිය හැකිය.

H1 ; A පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය B පන්තියේ ගණිත ලකුණුවල මධ්‍යන්‍යය හා වෙසෙසි ලෙස අඩු වේ.

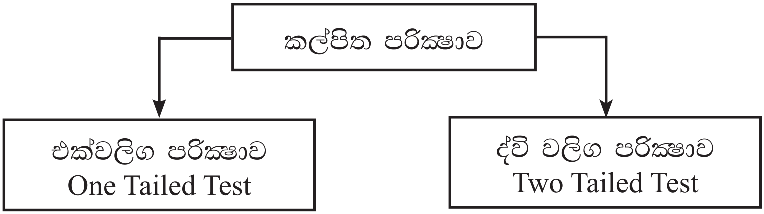
H1; (μ 1>μ2) ලෙස ද ලිවිය හැකිය.

කල්පිත පරීක්ෂාව

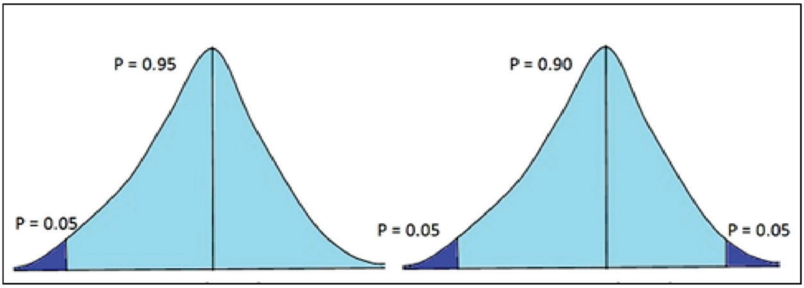
කල්පිත පරීක්ෂාවෙන් කෙරෙනුයේ තෝරා ගත් නියැදියෙන් ලබා ගත් තොරතුරු ජනගහනයට අනුමිතිකරණය කළ හැකි ද (ව්‍යාප්ත කළ හැකි ද) යන්න සොයා බැලීමයි. එනම්, ජනගහනයේ මධ්‍යන්‍යය තක්සේරු කිරීමේදී, එම ජනගහනයෙන් ගත් නියැදියක මධ්‍යන්‍යයත්, මුළු ජනගහනයේ අපේක්ෂිත මධ්‍යන්‍යයත් අතර සැලකිය යුතු වෙනසක් තිබේ ද යනු බැලීමයි. මෙම අදහස ජයතිස්ස මෙසේ දක්වයි.'' ප්‍රථමයෙන් නියැදියක් තෝරාගෙන, අදාළ ක්‍රියාවෙහි සත්‍යතාව තහවුරු කිරීම සඳහා ප්‍රමාණවත් තොරතුරු එම නියැදියෙන් ඉදිරිපත් වේද යන්න සොයා බැලීම සංඛ්‍යාන කල්පිත පරීක්ෂා යනුවෙන් හඳුන්වනු ලබයි'' (1996:143).

කල්පිතයක් පරීක්ෂා කිරිම උසාවියක දි නඩුවක් සඳහා උපයෝගී කර ගන්නා ක්‍රියාමාර්ගයකට සමාන බව ඔහු තවදුරටත් දක්වයි.

පරීක්ෂණ සංඛ්‍යාලේඛනවලට සාපේක්ෂව ජනගහනයෙන් උපුටා ගත් ලක්ෂණයක සංඛ්‍යානමය වැදගත්කම පරීක්ෂා කිරීමේ ක්‍රම දෙක වන්නේ එක්-වලි. (One Tailed Test) පරීක්ෂණයක් සහ වලිග දෙකේ පරීක්ෂණයකි (Two tailed test). එය 04 වන රූපයෙන් තව දුරටත් පැහැදිලි කර ගත හැකි ය.



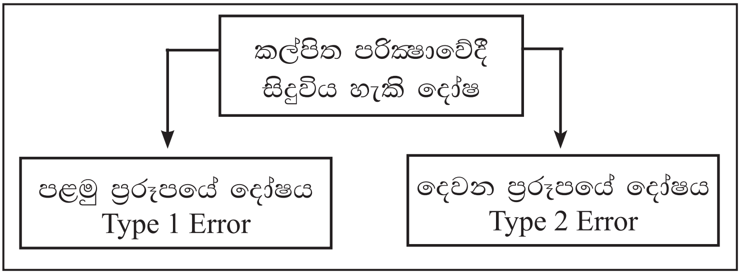
එක්-වලිග පරීක්ෂණය යනු ශූන්‍ය උපකල්පිත පරීක්ෂණයකි. විකල්ප කල්පිතය දිශානුගතව ප්‍රකාශ වේ. මෙහි විවේචනාත්මක කලාපය පිහිටා ඇත්තේ එක් වලිගයක් මත පමණි. කෙසේ වෙතත්, විකල්ප කල්පිතය දිශානුගතව ප්‍රදර්ශනය නොකෙරේ නම්, එය ශූන්‍ය උපකල්පිතයේ වලිග දෙකේ පරීක්ෂණය ලෙස හැඳින්වේ. විවේචනාත්මක කලාපය වලිග දෙකම එකකි. එය පහත 05 වන රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.



කල්පිතයක වලිග දෙකේ පරීක්ෂාවක දී, නියැදි මධ්‍යනයය ජනගහන මධ්‍යන්‍යයට වඩා වෙසෙසි ලෙස වැඩියෙන් හෝ අඩුවෙන් තිබෙයි නම් අභිශූන්‍ය කල්පිතය ප්‍රතික්ෂේප කෙරේ. මේ අනුව, ද්වි වලිග පරීක්ෂාවක ප්‍රතික්ෂේප කෙරෙන ප්‍රදේශ දෙකක් පිහිටයි.

කල්පිත පරීක්ෂාවේදී සිදුවිය හැකි දෝෂ

පර්යේෂණවල දි ඍජුව ම නිගමනවලට එළඹීමට නොහැකි වූ විට සංඛ්‍යාන විද්‍යාවේ උදවු ලබා ගනී. එසේ වුවත්, සංඛ්‍යාන විද්‍යාව යොදා ගෙන කල්පිත පරීක්ෂා සිදු කළත්, ඒවායේ ද දෝෂයක් තිබිය හැකි ය. එම දෝෂය කල්පිත පරීක්ෂාවක දි සිදුවිය හැකි වරද හෙවත් Test Error ලෙස හැඳින්වේ. කල්පිත පරීක්ෂාවක දී සිදුවිය හැකි වරදවල් ආකාර දෙකකි. එය 06 වන රූපසටහනින් පෙන්වා ඇත.



කල්පිත ගොඩනගා ගත් පසුව අභිශූන්‍ය කල්පිතය ප්‍රතික්ෂේප කළ යුතු ද? නැත් ද? යන්න තීරණය කිරීම සඳහා නියැදි තොරතුරු භාවිත කර තීරණ ලබා ගත යුතුය. 07 වන රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ එහි එම තීරණ ගන්නා ආකාරය යි.

	Null hypothesis is TRUE H1 සත්‍ය	Null hypothesis is FALSE H1 සත්‍ය
Reject null hypothesis H1 ප්‍රතික්ෂේප කිරීම	Type 1 Error (False Positive) පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂය වරද	Correct outcome! (True Positive) නිවැරදි තීරණය
Fail to Reject null hypothesis H0 ප්‍රතික්ෂේප නොකිරීම	Correct outcome! (True negative) නිවැරදි තීරණය	Type II Error (False negative) දෙවන ප්‍රරූපයේ දෝෂය

පළමු රූපයේ දෝෂය (Type 1 Error)

07 වන රූපසටහන පෙන්වා දෙන පරිදි පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂයක් යනු, සත්‍ය වශයෙන්ම නිවැරදි විත්තිකරුගේ නිවැරදි බව ජූරිය විසින් ප්‍රතික්ෂේප කළහොත් පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂයක් සිදු වේ. ඒ අනුව කල්පිත පරීක්ෂාවක දී, පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂය යනු, සත්‍ය අභිශූන්‍ය කල්පිතය (H0) ප්‍රතික්ෂේප කිරීමයි. මෙය ගණිතානුකූලව (α) ඇල්ෆා ලෙස හඳුන්වයි.

දෙවන ප්‍රරූපයේ දෝෂය (Type 11 Error)

07 වන රූපසටහන පෙන්වා දෙන පරිදි දෙවන ප්‍රරූපයේ දෝෂයක් යනු සත්‍ය වශයෙන්ම වරද කළ විත්තිකර වරද නොකලා සේ තීන්දු ගැනීමෙන් ඔහු නිදහස් කිරීමයි. සංඛ්‍යාන විද්‍යාත්මකව නම් ''සත්‍ය වෛකල්පික කල්පිතය (H1) ප්‍රතික්ෂේප නොකිරීමයි.'' මෙය ගණිතානුකූලව (β) බීටා ලෙස හඳුන්වයි. එය පහත 08 වන රූපයෙන් තවදුරටත් පැහැදිලි වේ.

	H_0 Rejected	Fail to reject H_0
H_0 false	Correct	Type II error
H_0 true	Type I error	Correct

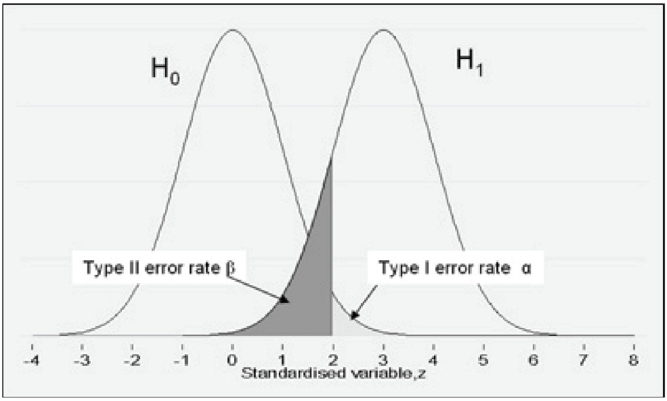
Alpha (α) = Prob (Type I error)

Beta Prob (β) = (Type II error)

Power = 1 -β

stats.gla.ac.uk 08 වන රූපය: කල්පිත පරීක්ෂාව

පර්යේෂණයක දි වඩා බරපතළ වරද වන්නේ පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂය (Type 1 Error) යි. එබැවින් පර්යේෂණවල දි හැකිතාක් පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂය අවම වන සේ ක්‍රියා කළ යුතු ය.



දෙවන ප්‍රරූපයේ දෝෂය (Type 11 Error) හෙවත් (β) බීටා අඩුවන විට නියැදි මධ්‍යනාය ජනගහනයේ මධ්‍යනායට ළඟා වේ. එනම් (β) බීටා අගය අඩු අගයක් ගන්නා විට පර්යේෂණය වඩා සාර්ථක එකක් බව කිව හැකි ය. තවත් ආකාරයකින් කිවහොත් පළමු ප්‍රරූපයේ දෝෂය හැකිතාක් අඩු කළ යුතුය. (β) බීටා අගය අඩු වෙත් ම (α) ඇල්ෆා අගය වැඩි වේ. (α) ඇල්ෆා සහ β) බීටා අතර ඇත්තේ ප්‍රතිලෝම සම්බන්ධතාවකි. එය 9 වන රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.

යම් හෙයකින් ජනගහනයේ මධ්‍යනාය හා නියැදි මධ්‍යනාය එක මත පිහිටියහොත් පර්යේෂණය 100%ක් සාර්ථක එකකි.

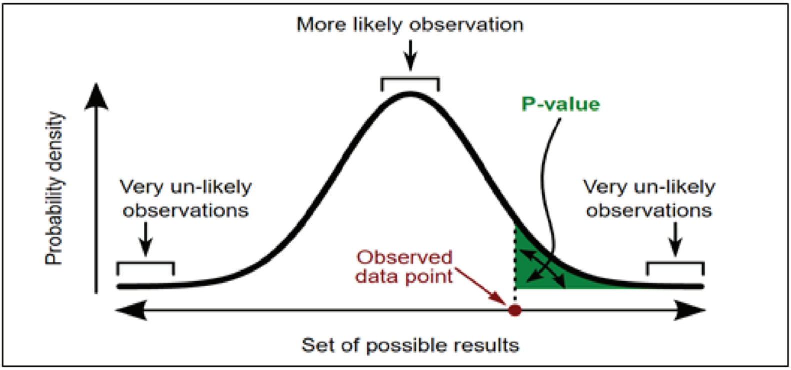
පළමු රූපයේ දෝෂය (Type 1 Error) අවම කිරිමට ගත හැකි ක්‍රියා මාර්ග,

1. නියැදිය හැකිතාක් විශාල විය යුතුය
2. තෝරාගන්නා නියැදිය නියෝජ්‍ය නියැදියක් විය යුතු ය
3. නිවැරදි පර්යේෂණ උපකරණ භාවිත කළ යුතු ය. (සම්මත පරික්ෂණ හා සම්මත උපකරණ)
4. එම උපකරණ නිවැරදි ව හැසිරවිය යුතුය

බල ශ්‍රිතය (Power of Function-P value) **P=1- β**

පර්යේෂණයක දී මනිනු ලබන තවත් රාශියක් නම්, බල ශ්‍රිතය යි. ජයතිස්ස එය අර්ථ දක්වන්නේ මෙසේ ය. ''සැලකිලිමත් වන පරාමිතියෙහි උපකල්පිත අගයන් සමූහයක් සඳහා අභිශූන්‍ය කල්පිතය ප්‍රතික්ෂේප කරන සම්භාවිතාව බල ශ්‍රිතයෙන් දෙනු ලබයි'' (1996:162).

බල ශ්‍රිතය විශාල අගයක් ගන්නේ නම් පර්යේෂණය වඩා සාර්ථකය. β බීටා කුඩා වත්ම, බල ශ්‍රිතය විශාල වේ. එවිට පර්යේෂණය වඩා සාර්ථක වේ. බල ශ්‍රිතයෙහි වැඩි ම අගය 1 වේ. එනම්, β බීටා= 0 වන විට P=1 (උපරිම වේ. බල ශ්‍රිතය පිහිටන ආකාරය 10 වන රූපයෙන් පැහැදිලි වේ.



සමාලෝචනය

මෙම ලිපියෙන් පර්යේෂණවල දී භාවිත කරනු ලබන සංඛ්‍යාන විද්‍යාව පිළිබඳ අවබෝධ කර ගනිමින් ඒ යටතේ එන අනුමිතික සංඛ්‍යානයට අයත් මූලික සංකල්ප හඳුනා ගැනීමකට යොමු වී ඇත. එහිදී සංඛ්‍යාන විද්‍යාව යන්න හඳුන්වා පර්යේෂණ කාර්යයේ දී අනුමිතික සංඛ්‍යානයේ අවශ්‍යතාව විස්තර කර ඇත. අනුමිතික සංඛ්‍යානයේ දී වඩාත් වැදගත් වන්නේ පර්යේෂණයක් සඳහා යම් අධ්‍යයන ගැටලුවක් තෝරා ගත් පසු ඒ සඳහා යෝග්‍ය නියැදිය තෝරා ගැනීමයි. නියැදිකරණය, නියැදිය සහ නියැදුම් දෝෂ ලෙස විස්තර කර ඇත්තේ එයයි. අනුමිතික සංඛ්‍යානයේ දී යෙදෙන තවත්

භාවිතයක් වන වෙසෙසියාව පිළිබඳව ද සාකච්ඡා කර ඇත. නියැදි තේරීමෙන් අනතුරුව සිදුකළ යුතු කල්පිත පිහිටුවා ගැනීම සඳහා ද කරුණු ඉදිරිපත් කර ඇත. පිහිටුවා ගත් කල්පිත පරීක්ෂාව හා කල්පිත පරීක්ෂාවක දී සිදුවිය හැකි වරද පිළිබඳ ව ද සාකච්ඡා කර ඇත. අවසාන වශයෙන් බල ශ්‍රිතය හා වෙසෙසියා මට්ටම් පිළිබද කරුණු දක්වා ඇත.

සංඛ්‍යානමය දත්ත විශ්ලේෂණයක දී නියැදීම, කල්පිත පිහිටුවීම හා වෙසෙසියා මට්ටම් තීරණය කර කල්පිත පරීක්ෂා සිදුකෙරේ. අනතුරුව දත්ත රැස් කිරීමේ උපකරණ භාවිත කර නියැදියෙන් රැස්කරගත් දත්ත පර්යේෂණ අරමුණුවලට ගැළපෙන පරිදි සංඛ්‍යාන සූත්‍ර භාවිත කොට පරීක්ෂණ සිදු කරයි.

ආශ්‍රිත ග්‍රන්ථනාමාවලිය

කරුණාරත්න, කේ. ආර්. ඇම්. ටී. (2001). **සංඛ්‍යාන විද්‍යාවේ මූල ධර්ම.** කොළඹ: ලේක්හවුස් ප්‍රින්ටර්ස් හා පබ්ලිෂර්ස්,

කොඩිතුවක්කු, ජී. (2014). **අධ්‍යාපන ක්ෂේත්‍රයේ සම්පරීක්ෂණ පර්යේෂණ.** කර්තෘ ප්‍රකාශන.

ජයසූරිය, සී. (2017). **අධ්‍යාපන පර්යේෂණ ක්‍රම ශිල්ප.** මකුලුදූව: ජේ. එල්. පී. එන්ටප්‍රයිසස්.

ජයතිස්ස, ඩබ්ලිව්. ඒ. (1996). **මූලික සංඛ්‍යාන විද්‍යාව III**: අනුමිතික සංඛ්‍යානය. නුගේගොඩ: කර්තෘ ප්‍රකාශන,

මුතුලිංගම්, එස්.(1979). **අධ්‍යාපන මනෝවිද්‍යාව සහ මිණුම්.** කොළඹ: එස්. සදාසිව මහත්මියගේ ප්‍රකාශනය.

වනසිංහ, එස්. (2005). **සාර්ථක පර්යේෂණයක් සඳහා නියැදිකරණය.** කොළඹ 10: එස්. ගොඩගේ සහ සහෝදරයෝ.

වික්‍රමරත්න, ආර්. (2019). **කළමනාකරණ පර්යේෂණ ක්‍රම.** විද්‍යාලංකාර ප්‍රකාශන, කැළණිය: විද්‍යාලංකාර ප්‍රකාශන.

Best,J.W.&Khan,J.V.(1999). **Research in Education**. New Delhi: Printice Hall of India Pvt Ltd.

Cohen, L. & Manion, L. (1992). **Research Methods in Education.** London: Routledge.

Cooper, D.R.; Schindler, P.S. (2014). **Business Reserch Methods**, **12th Ed**. Mc Grow-Hill, New York: MC Grow - Hill p-value definition,reviewed by brian updated apr 26, 2019 from www.investopedia.com

Russell et al., 1989, 2003; Shock, 1992; Rus- sell and Martin, 2004. http://www.stats.gla.ac.uk/steps/glossary/hypothesis_testing.html

SurbhiS, Difference Between One - tailed and Two - tailed Test, updated on February 10, 2018 from https://keydifferences.com/ difference-between-one-tailed- and-two- tailed-test.htmlast

The Survey of A.L.Bawly (1939) New York: The Primrose Path, Bamord Bulletion