ලොවට හෙටක්?

මරණ තුනක් ඇති මිනිහෙක් පැණි කෑ කතාවක් බෞද්ධ සාහිත්‍යයේ එයි. අද සමස්ත ලෝක වාසී මිනිස් සංහතියම යස ඉසුරු විඳින්නේ මරණ තුනක් නොව හත-අටක්ම හිස මත තබා ගෙනය.

එක් පැත්තකින් ජන-ජීවිතය අවුල් වියවුල් කරන දේශගුණ සහ කාලගුණ විපරීත තත්වයන් ය. තවත් එක් පැත්තකින් හරිතාගාර වායු එක් රැස්වීම ප්‍රධාන කොට ගත් සාධක හේතු කොට ලෝක ගෝලය උණුසුම් වීමේ තර්ජනයය. ඉහළ වායුගෝලයේ දී අපට ඉහට වහළයක් ව පවතින ඕසෝන් ස්තරය ක්ෂය වී- සිදුරු වී, වන්නට යන වින්නැහිය ද සුළු පටු නොවේ. මේ අතර මහා සාගර ජල මට්ටම ඉහළ යාම හේතු කොට වෙරළාසන්න ප්‍රදේශ මහ මුහුදට බිලි වීම නිසා ඇති වන මර බිය, දූපත් හා මුහුදු බඩ පෙදෙස් වල වෙසෙන්නන් තැති ගන්වා ඇත.

මිනිසාගේ පැවැත්මට සෘජු ලෙස හා වක්‍ර ලෙස බලපා ඇති මේ සියල්ල හේතු කොට මිනිස් ඉතිහාසයේ අන් කවර කලෙකවත් නොඇසූ විරූ තරමට ස්වභාවික ව්‍යසන-ගංවතුර, සුළි සුළං, කුණාටු, නාය යෑම්, නියං සාය සහ ලෙඩ රෝග, සාගත තත්වයන්, ආහාර අහේනිය, භූමි පාළුවීම්, ගොවි බිම් විනාශවීම්, සමාජ වියවුල් අද අපව වෙළාගෙන ඇත්තේය.

මෙසේ සිදු වූයේ කුමක් නිසා ද? ලද දෙයින් සතුටුව අල්පේච්ඡව දිවි ගෙවූ මෙයට සියවසක් හෝ ඊට මඳක් ඔබ්බෙන්, එනම් කර්මාන්ත විප්ලවය සිදුවීමට පෙර විසූ අප මුතුන් මිත්තන් හට මෙවන් අපලයක් නොපැවතියේය.

නව කාර්මික, විද්‍යාත්මක, විදුලි සහ විද්‍යුත් භාණ්ඩ නිපදවා ගනිමින් ඒවා තම සැප සම්පතට යොදා ගනිමින් හා අසීමිත යැයි සිතූ ඛනිජ ඉන්ධන සිත්සේ දවාලමින් ඉසුරු-බර දිවියකට ලෝ වැසියන් අතරින් සැලකිය යුතු කොටසක් දූරූ වෙහෙස අද අප සියළු දෙනාහටම වින කර ඇත.

ගිය නුවණ ආපසු ගත නොහැකි වුවත් සිදුව ඇති දේ විද්‍යාත්මකව හඳාරන්නට හා තේරුම් ගන්නට මෙන්ම අපලය ඒරාෂ්ඨකයක් වීම වළක්වන්නට ගත හැකි පියවර අනුමාන කරන්නට ද අපට හැකි වී තිබීම යහපතකි. මෙම තත්වයන් හැදෑරූ විද්‍යාඥයන් පවසා ඇත්තේ මිනිසා තවමත් මුලුමනින්ම පරාජය වී හෝ සම්පූර්ණයෙන්ම පමා වී හෝ නොමැති බවය. එසේ නම් ලෝකයට 'හෙටක්' උරුම කරවන්නට සුළු වශයෙන් හෝ දායක වන්නට සංවර්ධනය වන රටක් වන පුංචි ශ්‍රී ලංකාවේ අපට ද අවස්ථාව පවතී.

මෙවර 'විදුරාව'-දේශගුණ වෙනස්කම් සිය තේමාව කර ගනු ලැබූයේ මේ මහා ප්‍රයත්නයට දායක වීමට පෙර, අවශ්‍ය වූ පසුබිම් දැනුමින් ඔබ සන්නද්ධ කරනු පිණිසය.

-තුසිත මලලසේකර

කවරයේ කතාව 1

දියත රකින ඕසෝන් වියනට හෙණ කටින

දේශගුණ විපර්යාස

ආචාර්ය ඩබ්ඃ එල්. සුමතිපාල

දේශගුණ විපර්යාස, තෙල් අර්බුදය සහ ආහාර ගැටළුව වැනි අර්බුද එකිනෙක පරයා මතුවන්නට තැත් දරණ අවධියක පැහැදිලිව නොපෙනෙන නමුත් තවත් එවැනිම අර්බුදයක් අත් විඳින්නට අපට සිදුවී තිබේ. සොබා දහමට පින් සිදු වන්නට හිරුගේ පාරජම්බුල කිරණින් අප සහ අප අවට පරිසරය ආරක්ෂා කිරීම සඳහා නිර්මිත පෘථිවියේ ස්තර ගෝලය ඇසුරු කොට පිහිටි ඕසෝන් ස්තරය දේශගුණ විපර්යාස සමග ක්ෂය වෙමින් (තුනී වෙමින්) පැවතීම එම අර්බුදය වන අතර ඒ කෙරේ පුළුල් අවධානය යොමු කිරීමට කාලය එළැඹ තිබේ. දේශගුණ විපර්යාසයත් ඕසෝන් ස්ථරය තුනී වීමත් අද ලෝකයට මුහුණ දීමට සිදුවී ඇති පොදු පාරිසරික ගැටළු බවට පත්ව තිබේ. පෘථිවි වාසී සියලුම ජීවීන්ට අති මහත් තර්ජනයක් ගෙන දෙන මෙම ගැටළු ද්විත්වය ප්‍රධාන ලෙසම මිනිසාගේ ක්‍රියාකරකම් හේතු කොට ගෙන ඇති වූ බව අපට නිගමනය කිරීමට සිදුවේ.

ඕසෝන්-දේශගුණ අන්තර් ක්‍රියාව සංකීර්ණ වන අතර එකක බලපෑම අනෙක කෙරෙහි ප්‍රතිවිපාක ඇති කරයි. බොහෝමයක් හරිතාගාර වායු ද අයත් වන ඕසෝන් ක්ෂයකාරක ද්‍රව්‍ය සහ අනෙකුත් හරිතාගාර වායු පෘථිවි වායු ගෝලය තුළට එන සහ පිටවී යන හිරු කිරණ කෙරෙහි බලපාන අතර එමගින් ගෝලීය උෂ්ණත්වය වැඩි කරනු ලැබේ. මෑතක් වන තුරුම ඕසෝන ස්තරය ක්ෂය වීම සහ දේශගුණ විපර්යාස යන කාරණා වෙන් කොට සලකන ලද අතර ඒවා පාලනය සඳහා ජාත්‍යන්තර සම්මුතීන් ද වෙන වෙනම යොදා ගන්නා ලදී. නිදසුන් ලෙස ඕසෝන් ස්තරයේ ආරක්ෂාව සඳහා වූ වියානා සම්මුතිය සහ ඕසෝන් ස්තරය ක්ෂය කරවන ද්‍රව්‍ය පිළිබඳව වූ මොන්ට්‍රියල් මුල් කෙටුම්පත ස්තර ගෝලීය ඕසෝන ස්තරය එහි මුල් තත්වයට ගෙන ඒම සඳහා ජගත් මට්ටමෙන් ආරම්භ කළා වූ සම්මුතීන් දෙක ඕසෝන් ස්තරය පිළිබඳව සැලකිල්ල යොමු කොට ඇත. හරිතාගාර වායු වායුගෝලයට නිකුත් කිරීම අවම කිරීම සඳහා දේශගුණ විපර්යාස පිළිබඳ එක්සත් ජාතීන්ගේ මූලික සම්මුතිය (UNFCCC) සහ කියෝතෝ සම්මුතිය ජාත්‍යන්තර වශයෙන් යොදා ගෙන තිබේ. ඕසෝන ස්තරය ක්ෂය වීම සහ දේශගුණ විපර්යාස පිළිබඳ ජාත්‍යන්තර මට්ටමේ ප්‍රතිචාර ලෙස මේවා සැලකිය හැක. කෙසේ වෙතත් ඕසෝන් ස්තරය ක්ෂය වීමත් දේශගුණ විපර්යාසයත් අතර මුළු ලොවටම බලපාන සැලකිය යුතු සබඳතාවයක් තිබෙන බව විද්‍යාඥයන් විසින් දැන් සොයාගෙන තිබේ. එනිසා, මෙම සිදුවීම් එකිනෙක තනි තනිව ගෙන ඒවාට විසඳුම් යෙදිය නොහැක. මානව ක්‍රියාකාරකම් හේතු කොටගෙන වායුගෝලයට නිකුත් වන ඕසෝන ක්ෂය කරවන ද්‍රව්‍ය හෝ හරිතාගාර වායු හෝ පෘථිවිය මතුපිට තුනී ස්තරයක් ලෙස පිහිටයි. මෙම කාරණා වායුගෝලීය රසායනය වෙන් කිරීමට, එහි සාමාන්‍ය ක්‍රියාකාරකම්වලට සහ බාධා ඇති කිරීමට හේතු වී ඇත.

> **අවශ්‍ය අවස්ථාවන්හි දී නිසි පියවර ගැනීමට හැකියාවක් නොමැති දුගී රටවල් දියුණු රටවලට වඩා කාලගුණ විපර්යාස හේතු කොට ගෙන ඇතිවන අහිතකර බලපෑම්වලට ලක්වේ. බලශක්ති පරිභෝජනය අධික දියුණු රටවල් හා සසඳන විට දියුණු වෙමින් පවතින රටවල් මගින් වායුගෝලයට එකතු වන හරිතාගාර වායු ප්‍රමාණය නොසැලකිය හැකි තරම්ය.**

මෙකල පරිසරය පිළිබඳ ප්‍රතිපත්ති සාදන්නන් ඕසෝන් ස්තරය ක්ෂයවීම සම්බන්ධ ගැටළුව පිළිබඳව දේශගුණ විපර්යාස ද එකට ගෙන කටයුතු කරනු පෙනේ. කෙසේ වෙතත් ලොව ප්‍රබල රටවල් කියෝතෝ සම්මුතිය අත්සන් කර නොමැති වීම නිසා ජගත් ප්‍රජාවේ සාමූහික ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා පැමිණ ඇත.

දේශගුණ විපර්යාසය

අද දවසේ ජගත් ප්‍රජාව මුහුණ දෙන බරපතළ ගැටළුවක් ලෙස දේශගුණ විපර්යාසය හැඳින්විය හැක. දේශගුණය සම්බන්ධ ගැටළු වලට මුහුණ දීම විශේෂයෙන්ම දියුණු වෙමින් පවතින රටවල් වලට මහත් අභියෝගයක් වී ඇත. ප්‍රධාන වශයෙන් මානව ක්‍රියාකාරකම් නිසා හට ගැනෙන හරිතාගාර වායු වායුගෝලය තුළ සාන්ද්‍ර ගත වීම කරණ කොට ගෙන දේශගුණ විපර්යාස කෙරෙහි දැඩි බලපෑමක් එල්ල කෙරෙන මිහිතලය උණුසුම් වීම සිදුවේ. දැනට අපට දැනෙන සහ අනාගතයේදී සිදු විය හැකි දේශගුණික වෙනස්කම් මිනිසාට මෙන්ම ස්වභාවික පද්ධති කෙරෙහි ද දැඩි ලෙස බලපානු ඇත. ගිගිරුම් සහිත කුණාටු, ජල ගැලීම්, නියඟ සහ තදබල මෙන්ම නිතර ඇතිවන සුළි කුණාටු, යනාදිය මහත් කාලගුණ විචල්‍යතාවයකට හේතුවන දේශගුණික සිදුවීම් වේ. කෘෂිකර්මය මත යැපෙන ආර්ථිකයක් සහිත රටවලට වර්ෂාපතනයේ විචල්‍යතා නිසා ඇතිවන නියඟ සහ ගංවතුර දැනටමත් කෘෂිකර්මාන්තය කෙරෙහි දැඩි බලපෑමක් එල්ල කොට ඇත.

අවශ්‍ය අවස්ථාවන්හි දී නිසි පියවර ගැනීමට හැකියාවක් නොමැති දුගී රටවල් දියුණු රටවලට වඩා කාලගුණ විපර්යාස හේතු කොට ගෙන ඇතිවන අහිතකර බලපෑම්වලට ලක්වේ. බලශක්ති පරිභෝජනය අධික දියුණු රටවල් හා සසඳන විට දියුණු වෙමින් පවතින රටවල් මගින් වායුගෝලයට එකතු කරවන හරිතාගාර වායු ප්‍රමාණය නොසැලකිය හැකි තරම්ය. දේශගුණ විපර්යාස සහ මිහිතලය උණුසුම්වීම කරණ කොට ගෙන ජල චක්‍රයෙහි ඇති වන වෙනස්වීම් කෘෂිකර්මාන්තය මගින් පෝෂණය වන ආර්ථිකයක් ඇති දුගී රටවලට මහත් හිසරදයක් වී ඇත.

හරිතාගාර ආවරණය

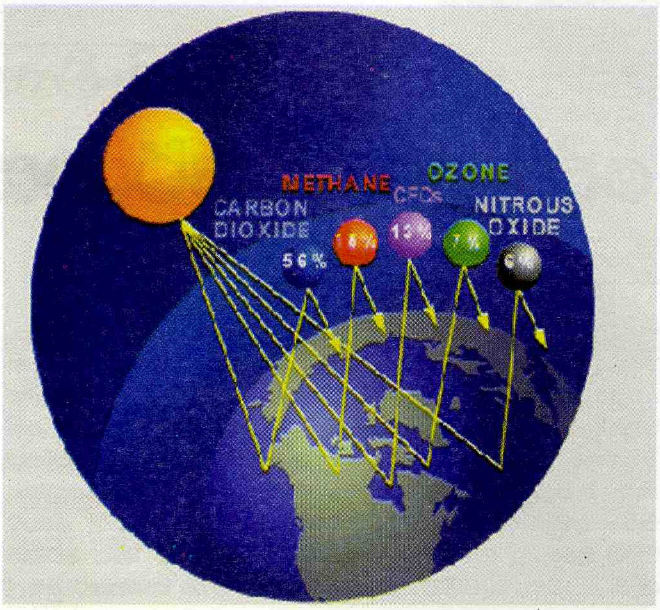
හිරුගෙන් නිකුත් කෙරෙන විකිරණ පොළෝතලය මගින් උරා ගැනීම නිසා සිදුවන භෞමික උණුසුම් වීම රත් වූ පොළෝතලය මගින් බොහෝමයක් විකිරණ නැවත වායු ගෝලය දෙසට පිට කෙරෙන අතර වායුගෝලයේ වූ හරිතාගාර වායු මගින් විශේෂයෙන් දිගු තරංග (අධෝරක්ත-IR) විකිරණ රඳවා ගැනීමෙන් උෂ්ණත්වය තවදුරටත් ඉහළ යයි. මෙම සංසිද්ධිය හරිතාගාර ආවරණය ලෙස හැඳින්වේ. සාපේක්ෂ සුලබතාවයන්ට අනුව වඩාත්ම බහුලම හරිතාගාර වායු වන්නේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ්, මීතේන්, නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ්, ඕසෝන් සහ ක්ලෝරෝ-ෆ්ලෝරෝ කාබන් (CFC) වේ.

මානව ක්‍රියාකාරකම් නිසා වායුගෝලයේ හරිතාගාර වායු මට්ටම ඉහළ යෑම හේතු කොට ගෙන පොළෝතලයට සමීපව උෂ්ණත්වය ඉහළ යෑම මිහිතලය උණුසුම් වීම ලෙස හැඳින්වේ. ඉන්ධන දහනය සහ වනාන්තර හෙළි පෙහෙළි කිරීම නිසා කාබන්ඩයොක්සයිඩ් (CO_2) වායුගෝලයට නිකුත්වීම ඉහළ යමින් පවතී. හරිතාගාර ආවරණයට හේතු වන මෙම වායු විමෝචන සඳහා ප්‍රධාන ලෙස වගකිව යුත්තේ කාර්මීකරණය වූ රටවල්ය. තෙත්බිම්වල සිදුවන නිර්වායු ක්‍රියාකාරකම් මගින් තවත් එක් හරිතාගාර වායුවක් වන මීතේන් (CH_4) ප්‍රධාන ලෙස නිෂ්පාදනය වේ.

දේශගුණ විපර්යාසවල බලපෑම

මිහිතලය උණුසුම් වීම විශේෂයෙන්ම වෙරළාසන්නව සහ නදී ඩෙල්ටා ආශ්‍රයෙහි ජීවත් වන මිනිසුන්ට විනාශය ළඟා කරමින් ගිගුරුම් සහිත කුණාටු, නිවර්තන සුළි සුළං සහ සැඩ කුණාටු වැනි පීඩාකාරී දේශගුණික ප්‍රතිවිපාක ගෙන ඒමට හේතු වේ. එමෙන්ම මුහුදු ජලයෙහි සිදුවන තාපජ ප්‍රසාරණය සහ ග්ලැසියර දියවීම නිසා මුහුදු ජල මට්ටම ඉහළ යෑම ශ්‍රී ලංකාව වැනි දූපත් රටවලට තර්ජනයක් වනු ඇත. සාගර ජල මට්ටම සැලකිය යුතු ලෙස ඉහළ යෑම සඳහා ධ්‍රැවවල පිහිටි අයිස් වැස්ම දියවීම හේතු විය හැක. මෙනිසා වෙරළාශ්‍රිත ජෛව ප්‍රජාව මුහුදු ජල මට්ටම ඉහළ යාම කෙරෙහි ඉහළ සක්‍රීයතාවයක් දක්වන අතර මෙය මිහිතල ජෛව විවිධත්වය කෙරෙහි ද විශාල තර්ජනයක් වනු ඇත. පසුගිය වසර 100 තුළ ලෝකයේ මධ්‍යන්‍ය උෂ්ණත්වය 0.3-0.6^{0}C ප්‍රමාණයකින් ඉහළ ගොස් ඇති අතර එයට සමගාමීව මුහුදු ජල මට්ටම සෙ.මී. 10-20ත් අතර ප්‍රමාණයකින් ඉහළ ගොස් ඇත.

දේශගුණ විපර්යාස සෘජුව බලපෑ හැකි සෞඛ්‍ය ගැටළු ලෙස කන්තුවාහිනී රෝග සහ ශ්වසන රෝග හැඳින්විය හැකි අතර වක්‍රාකාර බලපෑම් ලෙස ඇල්ගී විෂවීම, කොළරාව, වාහකයින් මගින් බෝ විය හැකි මැලේරියාව, ඩෙංගු වැනි රෝග, මන්ද පෝෂණය සහ ඇදුම යනාදිය සැලකිය හැක. වායුගෝලයේ ස්වභාවික තුලිතතාවය රැක ගැනීමේ මහඟු කාර්යයට උර දෙන වනාන්තර කාබන්ඩයොක්සයිඩ් (CO_2) වායුව රඳවනයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මිහිතලය මත ජීවය නොනැසී පැවතීමට ස්වභාවික ආරක්ෂාවක් වනාන්තර ආවරණය මගින් සපයන බව පෙනේ. ප්‍රභාසංස්ලේෂණයේ දී කාබන් තිර කිරීම යනුවෙන් හැඳින්වෙන හරිත පටක මගින් කාබන්ඩයොක්සයිඩ් භාවිත කිරීම මගින් වායුගෝලීය කාබන්ඩයොක්සයිඩ් (CO_2) සාන්ද්‍රණය යාමනය කෙරේ. අධි භාවිතය කරණ කොටගෙන වන හරණය (වනාන්තර වැස්ම ඉවත් කිරීම) වැඩි වන අතර එම නිසා වායුගෝලීය CO_2 මට්ටම ඉහළ ගොස් ස්වභාවික තුලනයට බාධා පැමිණේ. මෙහි අවසාන ප්‍රතිඵලය වන්නේ CO_2 අවශෝෂණය කර ගැනීම සඳහා ප්‍රමාණවත් නොවන වන වැස්මක් ඉතිරි වීමත් එම නිසා මිහිතලය උණුසුම් වීම සහ කාලගුණ විපර්යාස වැඩිවීමත් ය. දියුණු වෙමින් පවතින බොහෝ නිවර්තන රටවල කර්මාන්ත සහ කෘෂිකර්මය යන අංශයන්හි සංවර්ධිත කටයුතු හේතු කොට ගෙන එම රටවල වනගහනය තැතිගන්වන ප්‍රමාණයකින් අඩුවෙමින් පවතී.



1 වන රූපය: හරිතාගාර වායු අධෝරක්ත විකිරණය රඳවා ගැනීම පොළෝතලය උණුසුම්කිරීමට ආධාරවේ. (www.koshland-science-museum.org)

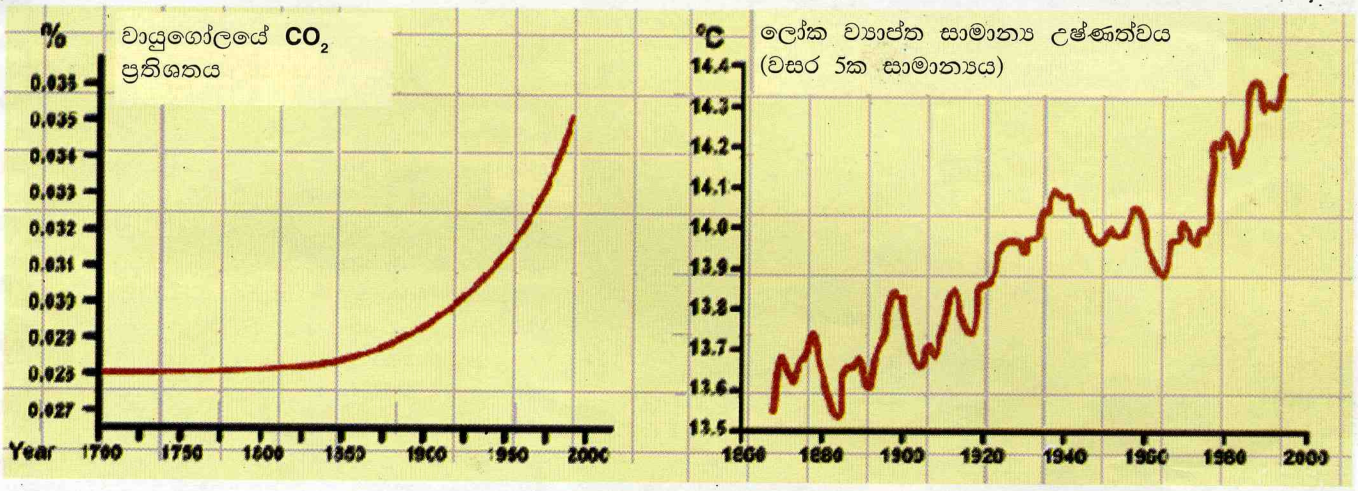
හරිතාගාර වායු විමෝචනය ඒ සඳහා වගකිවයුතු යම් ජාතියකට සීමා වී නොමැති අතර විවිධ රටවලට වායුගෝලය ඔස්සේ ඒවා ව්‍යාප්ත වීම සිදුවේ. වායුගෝලයට ජාතීන් අනුව සහ රටවල් අනුව සීමාවල් පැනවී නැත. එනිසාම ලෝකයේ කුමන රටකින් හරිතාගාර වායු විමෝචනය සිදු වුව ද එය මුළු ලොවටම බලපාන අතර සියලු රටවලට එහි අනර්ථකාරී බලපෑමට යටත් වීමට සිදුවේ. මෙය මායිම්වලට ඔබ්බෙන් සිදුවන දූෂණය ලෙස හැඳින්වෙන අතර දියුණු වෙමින් පවතින රටවලට ද මෙහි අහිතකර බලපෑමට මුහුණ පෑමට සිදුවනු ඇත. නිවර්තන ප්‍රදේශවල තිබෙන ඝන වනාන්තර ආවරණය උතුරෙහි වූ රටවලින් නිකුත් කෙරෙන හරිතාගාර අවශෝෂණය කර ගැනීමට නැඹුරුතාවයක් දක්වයි.

ඕසෝන් ස්ථරයේ ක්ෂයවීම

වායුගෝලයේ සිදුවන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා මගින් ඕසෝන් ඇතිවීම සහ නැතිවීම නිරන්තරයෙන් සිදුවෙමින් පවතී. මෙම ස්වභාවිකව නිපදවෙන-නැසෙන ක්‍රියාවලිය වසර මිලියන 600කට වැඩි කාලයක් තිස්සේ තුලිතව පැවතුනි. මේ ශතවර්ෂය තුළ මානව ක්‍රියාකාරකම් නිසා වායුගෝලයට නිදහස් වුණු ද්‍රව්‍ය මගින් මෙම ස්වභාවික තුලිතතාවය බිඳ දැමීම ඇරඹුන අතර ඕසෝන් නැසෙන ක්‍රියාවලිය නිපදවෙනවාට වඩා වේගවත් වීම සිදුවිය. මෙය ඕසෝන් නැසීම වේගවත්ව සිදුවීමට සහ එමගින් ඕසෝන් මට්ටම පහත හෙළීමට මං පෑදීය.

මෙම ඕසෝන් ක්ෂයවීම ඉහළ යාම වායුගෝලයට නිකුත්වුණු ඕසෝන් ක්ෂයකාරක ද්‍රව්‍යවල ප්‍රතිඵලයක් ලෙස සිදුවේ. මෙම ද්‍රව්‍ය ප්‍රධාන ලෙස මිනිසා විසින් සාදන ලද ඒවා වන අතර මානව ක්‍රියාකාරකම් මතින් වායුගෝලයට නිකුත් කරන ලද ඒවාය. කර්මාන්තශාලාවල සහ කෘෂිකර්මාන්ත අංශයේ භාවිතා කෙරෙන ක්ලෝරොෆ්ලූරො කාබන් (CFC), හේලෝන, කාබන් ටෙට්‍රාක්ලෝරයිඩ් (CTC), සහ මීතයිල් බ්‍රෝමයිඩ් (MeBr) යන ද්‍රව්‍ය ප්‍රධාන ලෙස ඕසෝන් ක්ෂය වීම කෙරෙහි බලපායි.

ස්තරගෝලීය ඕසෝන් ස්තරය හිරුගෙන් එන UV කිරණ සඳහා ආරක්ෂක පළිහක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එය මගින් UV කිරණ අවශෝෂණය කරනු ලබන අතර එනිසා පොළොව වෙත එන UV කිරණ ප්‍රමාණය අඩු කරයි. මිහිතලය මත වසන ජීවීනට UV කිරණ ඉතාමත් හානිදායක බව සලකනු ලබන අතර ඒවාට චර්ම පිළිකා, ඇසේ සුද ඇතිවීම, මිනිසාගේ ප්‍රතිශක්තිය පහත හෙළීම යනාදිය සිදු කිරීමට වැඩි හැකියාවක් ඇති බව පිළිගනු ලැබේ. චර්ම පිළිකා සහ UV-B වෙත නිරාවරණය වීම ඉතා ප්‍රබල

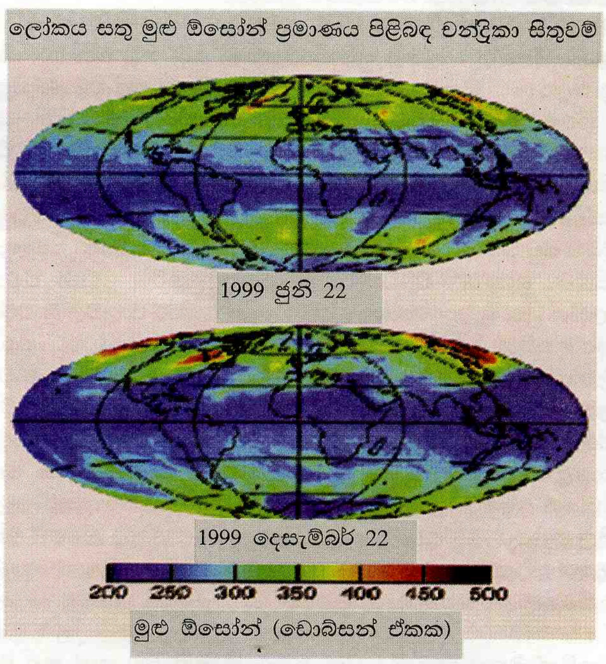


රූ සටහන 2: ලෝක ව්‍යාප්ත වායුගෝලීය CO_2 සාන්ද්‍රණයේ සහ ලෝක ව්‍යාප්ත සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වය ඉහළ යෑම දක්වන ප්‍රස්තාර (www.bbc.co.uk/.../weatherhumansrev)

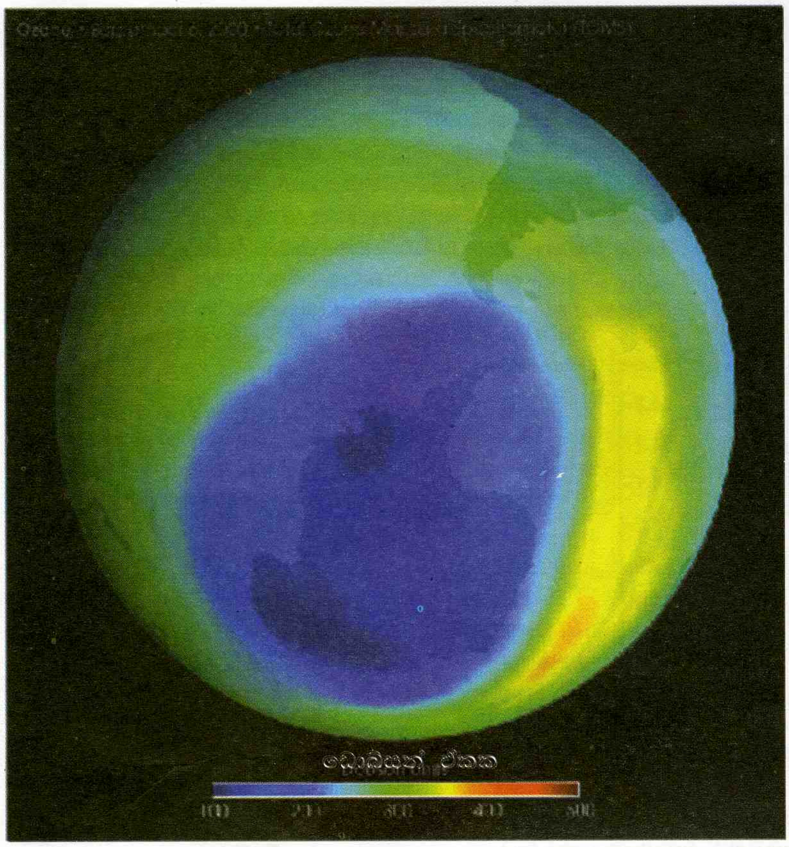
රසායනිකව අක්‍රිය සහ ඉහළ ස්ථායීතාවයකින් යුත් මෙම ද්‍රව්‍ය සෙමින් ඉහළ වායුගෝලය කරා ළඟා වන අතර හිරුගෙන් නිකුත් වෙන අධිශක්තියකින් යුත් පාරජම්බුල කිරණ (UV කිරණ) එම ද්‍රව්‍ය ඒවායේ පරමාණු සංඝටක බවට බිඳ වෙන් කරනු ලබයි. මෙම ආකාරයට නිදහස් වන ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන් පරමාණු ඕසෝන් නසන ක්‍රියාවලිය වේගවත් කිරීමට මග පාදන රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා උත්ප්‍රේරක ලෙස ක්‍රියා කරයි. මෙම සෑම පරමාණුවකටම ඒවායේ ඇති උත්ප්‍රේරක ලක්ෂණය නිසා ඒවා වායුගෝලයෙන් පිට කිරීමට පෙර, ඕසෝන් පරමාණු දහස් ගණනින් විනාශ කිරීමට පිළිවන.

මිහිතලය මත වසන ජීවීනට UV කිරණ ඉතාමත් හානිදායක බව සලකනු ලබන අතර ඒවාට චර්ම පිළිකා, ඇසේ සුද ඇතිවීම, මිනිසාගේ ප්‍රතිශක්තිය පහත හෙළීම යනාදිය සිදු කිරීමට වැඩි හැකියාවක් ඇති බව පිළිගනු ලැබේ.

ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන් පරමාණු ඉහළ වායුගෝලයේ රාශිභූත වීම එහි ඕසෝන් මට්ටම පහත දැමීමට මග පාදන ඕසෝන් නසන ක්‍රියාවලිය වේගවත් කරවයි. හැලජනවල විනාශකාරී ප්‍රතික්‍රියා මගින් ඇති කරන ලද ඇන්ටාක්ටික් අහසෙහි 'ඕසෝන් සිදුරය' නමින් දක්නා තදබල ඕසෝන් ක්ෂයවීමක් ප්‍රථම වරට 1980 ගණන් වල දී නිරීක්ෂණය කරන ලදී (4වන රූපය). ඕසෝන් ස්තරයේ ක්ෂය වීම අධීක්ෂණය කරනු ලබන අතර මෙවන් නිරීක්ෂණ මගින් ලොව හැම තැනම ඕසෝන් නැසීම සිදුවන බවත් නිවර්තන අහසේ පවා ඕසෝන් ස්ථර ඉතා තුනී බවත් පෙන්නුම් කර ඇත.



රූ සටහන 3: මිහිතලයට ඉහළින් ඕසෝන්වල ව්‍යාප්තිය (නාසා ආයතනය අනුග්‍රහයෙනි)



රූ සටහන 4: *වසර 2000 සැප්තැම්බරයේ දී නාසා ආතනය මගින් නිරීක්ෂිත ඇන්ටාක්ටිකාවට ඉහළින් වූ ඕසෝන් සිදුර*

සම්බන්ධතාවයක් තිබෙන බව අධ්‍යයන බොහොමයක් මගින් පෙන්වා දී ඇත. මානව ප්‍රතිශක්තිකරණ පද්ධතිය මත සැලකිය යුතු බලපෑමක් සිදුකොට එමගින් ප්‍රතිශක්ති යටපත් වීම, වැඩිපුර UV කිරණවලට නිරාවරණය වීමෙන් සිදුවේ. පොළෝතලයට ළඟා වන UV කිරණ ප්‍රමාණය වැඩි වීම, මිහිමත ජීවීනට විෂ සහිත තත්වයක් ඇති කරන්නාවූ පොළෝ මට්ටමේ ඕසෝන සාන්ද්‍රණය ඉහළ නැංවීමට මග පාදයි. ස්තරගෝලයේ ඕසෝන් මට්ටම අඩු වීමෙන් පොළෝතලයට පතිතවන UV කිරණ ප්‍රමාණය වැඩිවීම, ශාකවල වර්ධනය නිශේධනය කිරීම මගින් ඒවාට සැලකිය යුතු බලපෑමක් සිදු කරයි. ජලජ ආහාර ජාලවල ප්‍රාථමික නිෂ්පාදකයින් ලෙස ඉතාමත් වැදගත් කර්තව්‍යයක් ඉටු කරන ප්ලවාංගවල ප්‍රභාසංස්ලේෂණය කෙරෙහි ද UV කිරණවල බලපෑමක් තිබේ. ප්ලවාංග මට්ටම අඩු වීම දාම ප්‍රතික්‍රියාවක් ඔස්සේ සාගර පරිසරයේ මත්ස්‍ය ගහනය හීන වීමට මග පාදයි. පොළෝතලයට ළඟාවන UV කිරණ ප්‍රමාණය මිහිමත ක්ෂුද්‍ර ජීවීන්ගේ ජෛව ක්‍රියාවලට ද තර්ජනයකි. නිදර්ශනයක් ලෙස රනිල කුලයේ බෝගවල වායුගෝලීය නයිට්‍රජන් තිර කිරීමේ ඉතා වැදගත් කර්තව්‍යය ඉටු කරන සයනොබැක්ටීරියා (Cyanobacteria) UV කිරණවලට ඉතා සංවේදී වේ.

මෙනයින් බලන කල ඕසෝන් ස්තරයේ තුනී බව සෘජු සහ වක්‍ර ලෙස දේශගුණ වෙනස්වීම කෙරෙහි බලපෑමක් සිදු කරයි.

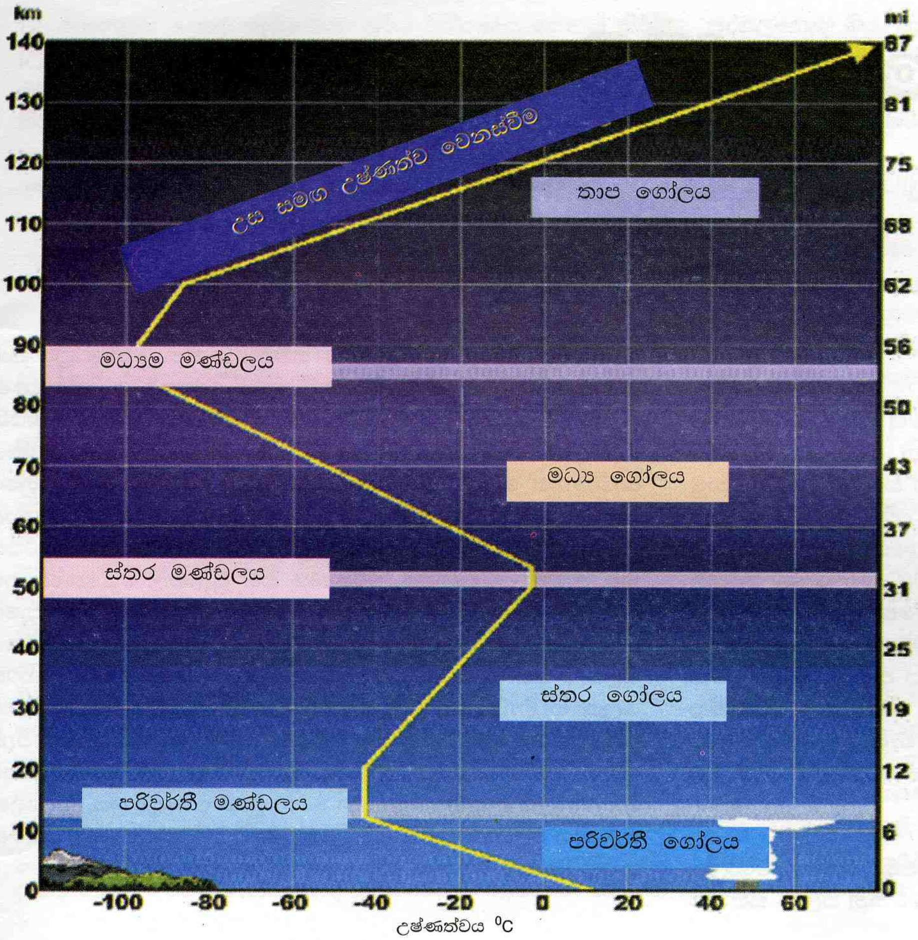
දේශගුණ විපර්යාසය සහ ඕසෝන් ස්තරයේ ක්ෂයවීම අතර සම්බන්ධය

අප අවට වායුගෝලය මත කෙරෙන බලපෑම හේතුවෙන් ඕසෝන් ස්තරයේ ක්ෂයවීම සහ දේශගුණ විපර්යාස අතර අන්තර්ක්‍රියාව හඳුනා ගැනීම ඉතා වැදගත් වේ. වායුගෝලය, ද්‍රව්‍ය සහ ශක්තිය යන දෙආකාරයෙන්ම යෙදවුම් සහ නිමැවුම්වලට බඳුන්වන විවෘත පද්ධතියකි. පරිවර්තීගෝලය (Troposphere) තුළ දී වායු ගෝලයෙහි ඇති විවිධ වායු මගින් භෞමික විකිරණ අවශෝෂණය කිරීම හේතු කොට ගෙන පොළෝතලය අවට වායුගෝලය උණුසුම් වන අතර මෙම සංසිද්ධිය හරිතාගාර ආවරණය ලෙස හඳුන්වනු ලබයි. ඕසෝන් ක්ෂයකාරක ද්‍රව්‍ය බොහොමයක් හරිතාගාර වායු ලෙස ක්‍රියා කරයි. නිදසුන් ලෙස, ගිනි නිවීමේදී ඉතා කාර්යක්ෂම ලෙස යොදා ගන්නා ද්‍රව්‍යයක් වන හේලෝන (Halons) සහ ශීතකරණයේ දී සහ වෙනත් බොහොමයක් කර්මාන්තවල දී භාවිත කරන ක්ලොරොෆ්ලුවරොකාබන් (CFC) ප්‍රබල ඕසෝන් ක්ෂයකාරක ද්‍රව්‍ය වන අතරම මිහිතලය උණුසුම් කිරීමේ ඉහළ හැකියාවක් සහිත හරිතාගාර වායු ලෙස ද ක්‍රියා කරයි. වායුගෝලීය සංයුතිය එමගින් අවශෝෂණය කරගන්නා ශක්තිය මත ප්‍රධාන ලෙස රඳා පවතී. ස්තරගෝලයේ ඕසෝන් මගින් අවශෝෂණය කර ගන්නා UV කිරණ ස්තරගෝලයේ රසායනික සහ භෞමික ව්‍යුහය තීරණය කරනු ලබයි. පොළෝතලයෙන් කි. මී. 25-30ක් තරම් ඉහළින් වූ කලාපයේ ඇති ඕසෝන් මගින් උරා ගන්නා ශක්තිය උෂ්ණත්ව ප්‍රතිලෝමකරණයක් (උන්නතාංශය සමග උෂ්ණත්වය ඉහළ යෑම - 5 වන රූපය බලන්න) නිර්මාණය කරන අතර එමගින් ස්තරගෝලය සෑදේ. මෙම ඒකාකරී නොවන ශක්ති අවශෝෂණය සිරස් දිශාවට අක්වක්

ද්‍රව්‍යය	මිහිතලය උණුසුම් කිරීමේ විභවය (GWP)	ඕසෝන් ක්ෂයකාරක විභවය(ODP)
CFC	8100	1
HCFC	1500	0.055
Halon	6500	10.00

1 වන වගුව: මිනිසා විසින් සාදන ලද රසායනික සමහරක මිහිතලය උණුසුම් කිරීමේ විභවය **(GWP)** *සහ ඕසෝන් ක්ෂයකාරක විභවය* **(ODP)**

(Zig Zag) ස්වභාවයක් ගන්නා වායුගෝලීය උෂ්ණත්ව පැතිකඩක් නිර්මාණය කරයි. උච්ඡත්වයත් සමග සිදුවන මෙම උෂ්ණත්ව විචලනය 5 වන රූප සටහනේ දක්වන ආකාරයට වායු ගෝලීය ස්තර නිර්වචනය කිරීම සඳහා භාවිත කළ හැක. බොහොමයක් දේශගුණික ක්‍රියාකාරකම් සිදුවන්නේ පොළෝතලයට ආසන්නයේම පිහිටි පරිවර්තීගෝලය (Troposphere) තුළය. පොළෝතලයේ සිට කි. මී. 10-12ක් ඉහළින් පිහිටන පරිවර්තී මණ්ඩලය (Tropopause) සිරස් චලිතය සඳහා බාධකයක් ලෙස ක්‍රියා කරන අතර වලාකුළු උච්ඡත්වය සීමා කිරීමක් හෝ තීරණය



රූ සටහන 5: *වායුගෝලීය උෂ්ණත්ව පැතිකඩ. උච්ජත්වය සමග උෂ්ණත්වයේ විචලනය මෙම රූපය මගින් පැහැදිලි කෙරේ.*

ඕසෝන් හායනය හේතුකොටගෙන ස්තරගෝලයේ ඇතිවන සිසිලනයේ බලපෑම ශීත සෘතුවේ දී ධ්‍රැවීය කලාපවල ධ්‍රැවීය ස්තරගෝලීය වලාකුළු (PSC) සෑදීමට මග පාදයි. මෙම ධ්‍රැවීය ස්තරගෝලීය වලාකුළු බොහෝ රසායනික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා මාධ්‍යයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. ක්ලෝරීන් සහ බ්‍රෝමීන් වැනි හැලජන මේවා තුළ ද්‍රාවණය වීමෙන් වඩා ක්‍රියාකාරී ආකාරවලට පරිවර්තනය වේ. ශීත සෘතුව වන විට මෙම සක්‍රිය හැලජන ඕසෝන් ක්ෂය කිරීමේ ක්‍රියාදාමය ප්‍රතික්‍රියා දාමයක් ඔස්සේ වේගවත් කරයි. ධ්‍රැවීය කලාපවල ශීත සෘතුව තුළ දී අතිවිශාල ඕසෝන් සිදුරු ඇතිවන්නේ මේ ආකාරයටය.

ඕසෝන් ක්ෂයවීම සහ කාලගුණ විපර්යාසය වෙන වෙනම සහ ඒවායේ අන්තර්ක්‍රියා ඔස්සේ වායුගෝලයේ රසායනික සහ භෞතික ක්‍රියාවලි මත බලපායි. කාලගුණ විපර්යාසය මුළු වායුගෝලයේම රසායනයට, ක්‍රියාශීලීභාවයට සහ විකිරණ ක්‍රියාවලියට බලපානු ඇත. ඕසෝන් ස්තරය තුනී වීම සහ පොළෝතලයේ වැඩිවුණු ශක්තිය කරණ කොටගෙන ඇති වන වායුගෝලීය සංසරණ රටාවල වෙනස්වීම් මිනිසාට සෞඛ්‍ය, ආර්ථික, සමාජයීය සහ පාරිසරික ගැටළු ඇති කරමින් හානිදායක දේශගුණික බලපෑම් ගෙන ඒ.

කිරීමක් සිදු කරයි. ඕසෝන් ස්තරය විනාශකරන ලද හොත් පරිවර්තී මණ්ඩලය කි. මී. 80ක් පමණ ඉහළින් පිහිටි මධ්‍යම මණ්ඩලය (Mesopause) දක්වා උඩට ගමන් කරනු ඇති අතර වලාකුළු උච්ජත්වය ද කි. මී. 80 ක් තරම් ඉහළ යනු ඇත. එනිසා එතරම් වූ වලාකුළු වලින් නිපදවෙන වර්ෂාව අතිවිශාල විය හැකි අතර එමගින් ගංවතුර, නායයෑම්, සහ කාලගුණයට සම්බන්ධ නොයෙකුත් ව්‍යසන ඇතිවීමට මග පාදනු ඇත.

ස්තරගෝලය (අපරිවර්තීගෝලය) තුළ ඕසෝන් ජනනය වන අතර පොළෝතලයට කි. මී. 30ක් පමණ ඉහළින් සාන්ද්‍රගත වේ. පරිවර්තීගෝලය තුළ දී නම් ඕසෝන් අංශුමාත්‍ර සංඝටකයකි. එමෙන්ම NO_2 පවතින විට සිදුවන ප්‍රභාරසායනික ප්‍රතික්‍රියා වල ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ද ඕසෝන් නිපදවේ. ස්තරගෝලය මගින් අවශෝෂණය කර ගන්නා UV කිරණ පරිවර්තීගෝලයේ රසායනික සංයුතිය මත බලපෑමක් ඇති කරයි. ඕසෝන් ස්තරයේ ක්ෂය වීම අධි ශක්තියකින් යුත් හිරු කිරණ වැඩිපුර පොළෝතලය වෙත ළඟාවීමට ඉඩ හරින අතර එමගින් පහළ වායුගෝලය උණුසුම් වීම සහ ස්තරගෝලය සිසිල් වීම සිදුවේ. මෙය සිරස් දිශාවට විශාල උෂ්ණත්ව අනුක්‍රමණයකට මගපාදන අතර පිළිවෙළින් සිරස් චලිතය සහ තදබල දේශගුණික තත්ව ඇතිවීම වැඩි කරයි. වැඩි කළ ශක්තිය සහ ඒ හා සම්බන්ධ පෘථිවියේ උෂ්ණත්ව වැඩිවීම ලෝකයේ දේශගුණික සහ කාලගුණික රටාව වැඩි වේගයකින් වෙනස් කරනු ඇත.

ආචාර්ය ඩබ්. එල්. සුමතිපාල, BSc (ලංකා), MSc, Ph.D (හවායි) ශ්‍රී ලංකා විවෘත විශ්වවිද්‍යාලයේ භෞතික විද්‍යාව පිළිබඳ ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්යවරයෙකු වන අතර වත්මනෙහි පාරිසරික සහ ස්වභාවික සම්පත් අමාත්‍යාංශය යටතේ පවතින ජාතික ඕසෝන් ඒකකයේ අධ්‍යක්ෂවරයා වශයෙන් කටයුතු කරයි.

දේශගුණ විපර්යාස අධ්‍යයන මධ්‍යස්ථානයේ තාක්ෂණික උපදේශක කමිටුවේ සාමාජිකයෙකු සහ දේශගුණ විපර්යාස පිළිබඳ හසල දැනුමක් ඇති විද්‍යාඥයෙකු වන ආචාර්ය සුමතිපාල 2008 වසර සඳහා එක්සත් ජනපද පාරිසරික සුරැකුම් ඒජන්සි ඕසෝන් ස්තර සුරැකුම් ත්‍යාගයෙන් ද පුදනු ලැබීය.

දේශගුණික වෙනස්වීම්

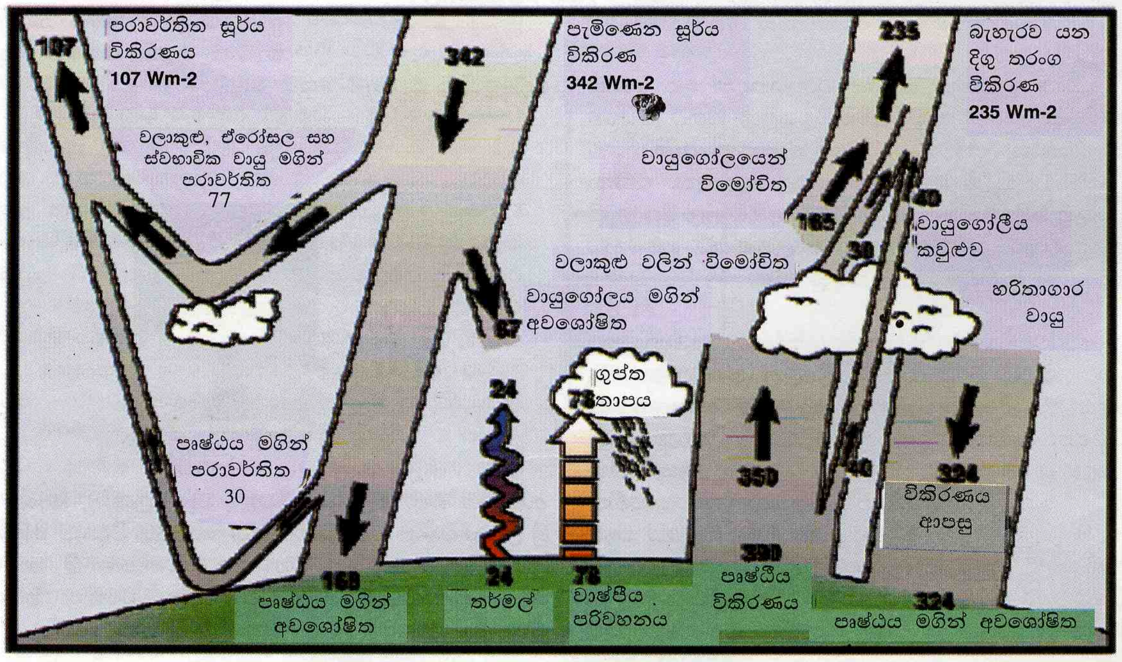
ශ්‍රී ලංකාව සඳහා යථාදර්ශයක්

ජී. එච්. පී. ධර්මරත්න

හැඳින්වීම

1990 දශකයේ මැද සමයේ සිටම පෘථිවියේ දේශගුණ පද්ධතිය කෙරෙහි මානව ක්‍රියාකාරකම් බලපාන ආකාරය පිළිබඳව විද්‍යාඥයන් සහ රජයයන් වැඩි වැඩියෙන් සිය අවධානය යොමු කිරීමට පෙළ ගැසුනහ. ඛනිජ ඉන්ධන දැවීම, කාර්මිකරණයේ ව්‍යාප්තිය, වන නාශනය සහ භූමි භාවිතයේ දී උපයෝගී කර ගන්නා සමහර ක්‍රියා හේතු කොට වායුගෝලයෙහි කාබන් ඩයොක්සයිඩ්, නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් සහ මීතේන් ආදී හරිතාගාර වායු සාන්ද්‍රනය ඉහළ ගොස් ඇත. වර්තමාන අනුපාතයන් අනුව මෙම වායු එක්රැස් වීම වායුගෝලය තුළ ඉදිරියටත් දිගින් දිගටම සිදු වුවහොත්, ප්‍රධාන වශයෙන් ම පෘථිවියෙහි ස්වභාවික තාපය රඳවා ගැනීමේ හරිතාගාර ක්‍රියාව වැඩි වීම හේතු කොට ලෝක දේශගුණය වෙනස්වනු ඇතැයි බොහෝ අනාවැකි පළ වෙයි.

දේශගුණික පද්ධතිය යනු ඉතා සංකීර්ණ වූවකි. එය වායු ගෝලය, භූමි පෘෂ්ඨය, හිම සහ අයිස් සාගර සහ වෙනත් ජලාශ සහ ජීවී දේ වලින් සමන්විත වන සහ සම්බන්ධ වන අන්තර්ක්‍රියාකාරී පද්ධතියකි. මෙම දේශගුණික පද්ධතියේ දේශගුණික ගති ලක්‍ෂණ නියත වශයෙන්ම උරුම කරනු ලබන්නේ වායුගෝලීය අංශයයි. දේශගුණය බොහෝ විට නිර්වචනය කරනුයේ 'කාලගුණයේ සාමාන්‍යය' ලෙසය. දේශගුණය සාමාන්‍යයෙන් විස්තර කරනුයේ මාස ගණනක සිට වසර මිලියන ගණනාවක් ඇතුළත් කාල පරාසයක (උචිතම කාල පරිච්ඡේදය වසර 30 කි) කාල අන්තරයක් තුළ පැවති උෂ්ණත්වය, වර්ෂණය සහ සුළංවල මධ්‍යනය සහ විචල්‍යතාව වශයෙනි. දේශගුණික පද්ධතිය පරිණාමනය වනුයේ කාලාන්තරයක් මුලුල්ලේ සිදු වන එහිම අභ්‍යන්තර ගතිකත්වයේ බලපෑම් සහ දේශගුණය කෙරෙහි බලපාන බාහිර සාධක (කාරක ලෙස හැඳින්වෙන) වල සිදු වන වෙනස්කම් මතය. මෙම බාහිරකාරක අතරට ගිනිකඳු විදාරණය සහ සූර්ය විචල්‍යතා වැනි ස්වභාවික සංසිද්ධීන් මෙන්ම මිනිස් බලපෑම් හේතු කොට වායුගෝලීය සංයුතියට සිදුවන වෙනස්කම් ද ඇතුළත්ය. දේශගුණ පද්ධතිය බලගන්වනුයේ සූර්ය විකිරණ මගිනි. පෘථිවියෙහි විකිරණ සමතුලිතතාව වෙනස් කළ හැකි මූලික ක්‍රම තුනක් පවතී.



රූ සටහන 1: පෘථිවියෙහි වාර්ෂික සහ ලෝක මධ්‍යන්‍ය ශක්ති තුල්‍යතාවයෙහි ඇස්තමේන්තුව. දීර්ඝ කාලීනව පෘථිවිය හා වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය කර ගනු ලබන පැමිණෙන සූර්ය විකිරණ ප්‍රමාණය; පෘථිවිය සහ වායුගෝලය මගින් බැහැර කරන එම ප්‍රමාණයේම දිගු තරංග මගින් තුලිත කරයි. තමන් දෙසට පැමිණෙන සූර්ය විකිරණයන්ගෙන් අඩක් පමණ පෘථිවි පෘෂ්ඨය මගින් අවශෝෂණය කර ගනියි. මෙම ශක්තිය පෘථිවි පෘෂ්ඨය හා ගැටෙන (තර්මල්) වායුව උණුසුම් කරන අතර, වාෂ්පීය පරිවහනය හා දිගු තරංග විකිරණ මගින් එය වලාකුළු හා හරිතාගාර වායු මගින් අවශෝෂණය කර ගනියි. වායුගෝලය දිගු තරංග ශක්තිය ආපසු පොළොවට සහ අභ්‍යවකාශයට විකිරණය කරයි (ආශ්‍රිතය, කියෙල් සහ ට්‍රෙන්බර්ත් 1997).

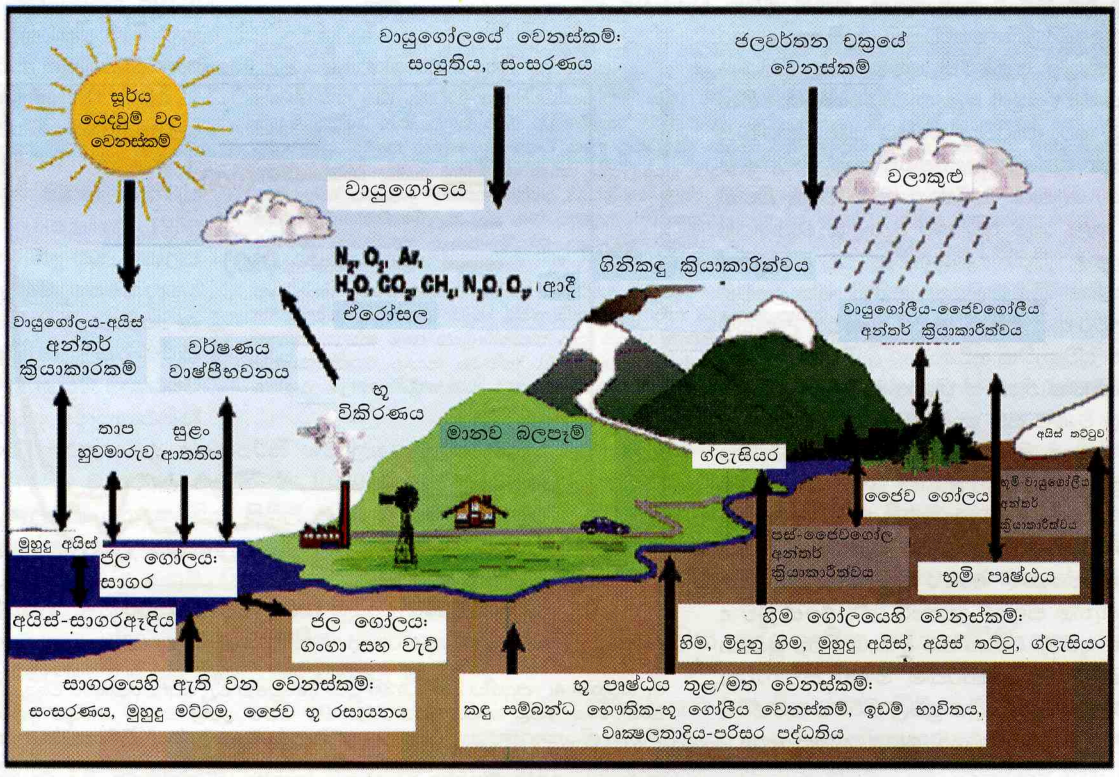
1) පොළොව දෙසට පැමිණෙන සූර්ය විකිරණය වෙනස් කිරීම (උදා: පෘථිවියෙහි කක්ෂය හෝ හිරුගේ කක්ෂය වෙනස් කිරීම මගින්). 2). පරාවර්තනය වන සූර්ය විකිරණ කොටස වෙනස් කිරීම (ඇල්බිඩෝව ලෙස හැඳින්වෙන: උදා-වලාකුළු ආවරණය, වායුගෝලීය අංශු හෝ වෘක්ෂලතාදිය) : 3). පොළොවෙහි සිට අභ්‍යවකාශයට ආපසු යවන දිගු තරංග විකිරණ වෙනස් කිරීම (උදා. හරිතාගාර වායු සාන්ද්‍රණය වෙනස් කිරීම මගින්). දේශගුණය එවැනි වෙනස්කම් වලට සෘජුවම මෙන්ම වක්‍ර ලෙස ද ප්‍රතිපෝෂණ යන්ත්‍රණ ගණනාවක් මගින් ප්‍රතිචාර දක්වයි.

දේශගුණික වෙනස්වීම් සහ කාලගුණය එකිනෙක හා වෙලී පවතී. නිරීක්ෂණ මගින් පෙන්වා දෙනුයේ කාලගුණයෙහි වෙනස්වීම් සිදුවීම පැවතී ඇති අතර කාලයක් මුළුල්ලේ කාලගුණයේ සිදුවූ වෙනස්වීම් වල සංඛ්‍යාලේඛන මගින් දේශගුණික වෙනස්වීම් හඳුනා ගැනෙයි. කාලගුණය හා දේශගුණය මෙසේ එකිනෙකට බොහෝ සමීප වුව ද ඒවා අතර වැදගත් වෙනස්කම් ද පවතියි. කාලගුණය සහ දේශගුණය අතර ඇති පොදු ව්‍යාකූල තත්වයක් පැන නගිනුයේ මෙතැන් සිට සති කිහිපයක දී තිබිය හැකි කාලගුණ තත්වය පිළිබඳව අනාවැකි පළ කළ නොහැකි විද්‍යාඥයන් මෙතැන් සිට අවුරුදු 50කට පසු පැවතිය හැකි දේශගුණ තත්වය පිළිබඳ අනාවැකි පළ කරන්නේ කෙසේ දැයි විමසන විටය. කාලගුණයෙහි පවත්නා ව්‍යාකූල තත්වය හේතුවෙන් දින කිහිපයකට වඩා ඈතට ඒ පිළිබඳ අනාවැකි පළ කළ නොහැකි වී ඇත. වායු ගෝලීය සංයුතියේ ඇති වන වෙනස්කම් හේතු කොට හෝ වෙනත් හේතු ද නිසා දේශගුණයේ ඇති විය හැකි වෙනස්වීම් (දීර්ඝ කාලීන සාමාන්‍ය කාලගුණය) ප්‍රක්ෂේපනය එයට වඩා වෙනස් මෙන්ම පාලනය කර ගත හැකි ප්‍රස්තුතයකි. මෙයට සමාන උදාහරණයක් දෙතොත් කිසියම් පුද්ගලයෙකු මිය යා හැකි වයස පිළිබඳ අනාවැකි පළ කිරීම කිසිසේත් සිදු කළ නොහැක්කක් වුව ද, කාර්මික රටක ජීවත් වන අයකුගේ මරණය සාමාන්‍යයෙන් සිදු වනුයේ අවුරුදු 75 දී පමණ බව විශ්වාසයෙන් යුතුව පළ කළ හැකිය.

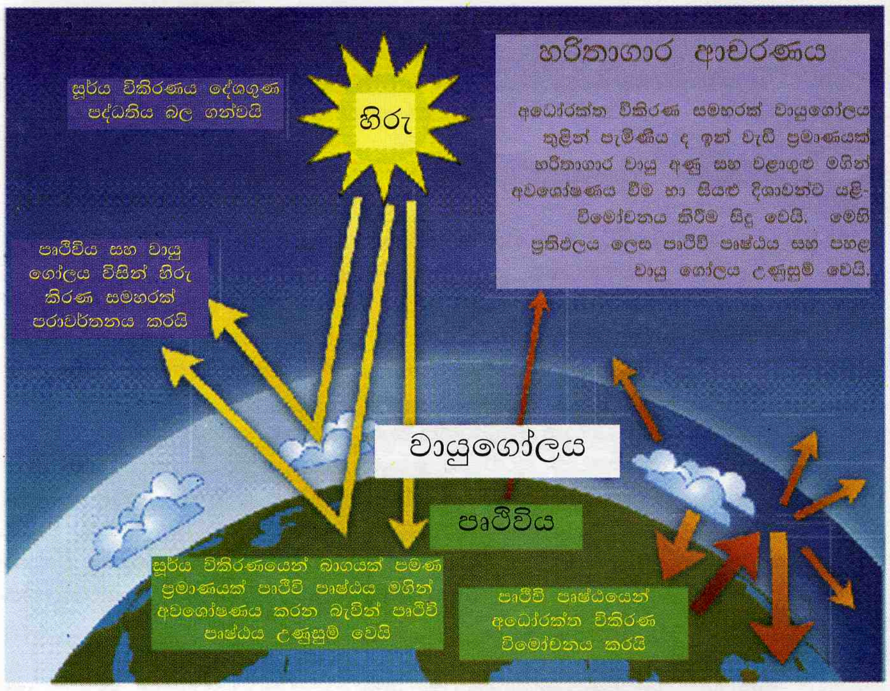
හරිතාගාර ආවරණය (ගිම්හල් ඵලය)

පෘථිවිය මත සිදුවන හරිතාගාර ආවරණය අවබෝධ කර ගැනීම ආරම්භ කළ යුතු සුදුසුම ස්ථානය වනුයේ හරිතාගාරය ය. හරිතාගාරය උණුසුම රඳවා ගනු ලබනුයේ මෙසේය. හිරුගෙන් (දෘශ්‍යමාන හිරු එළිය ලෙස) පැමිණෙන ශක්තිය හරිතාගාරයෙහි වීදුරු තුළින් පහසුවෙන් ඇතුළු වී එතුළ ඇති පස සහ ශාක වලට තාපය සපයයි. නමුත් පස සහ ශාක නිකුත් කරන අදෘශ්‍යමාන අධෝරක්ත තාප ශක්තියට හරිතාගාර වීදුරුව හරහා පහසුවෙන් පිටව යා නොහැකිය. මෙහි දී අධෝරක්ත තාප ශක්ති යම් ප්‍රමාණයක් හරිතාගාරය තුළ සිරවෙයි. හරිතාගාරයක් ඇතුළත එහි පිටතට වඩා උණුසුම් වීමට ප්‍රධාන හේතුව එයයි. කෙසේ වෙතත් පෘථිවිය අත්විඳින හරිතාගාර ආවරණය විස්තර කිරීමට ගත් රළු උත්සාහයක් ලෙස මෙම උදාහරණය සැලකිය හැකිය.

පෘථිවියේ දේශගුණය බල ගන්වනුයේ සූර්යයා විසිනි. හිරු ප්‍රධාන වශයෙන්ම දෘශ්‍යමාන හෝ යම්තාක් දෘශ්‍යමාන (පාර ජම්බුල) වර්ණාවලි කොටසින් පොළොව වෙත ඉතා කෙටි තරංග ආයාම වලින් ශක්තිය විකිරණය කරයි. දළ වශයෙන් ගත් කල පෘථිවියේ වායුගෝලයේ ඉහළ ප්‍රදේශය වෙත සමීප වන සූර්ය ශක්තියෙන් තුනෙන් පංගුවක් ආපසු අභ්‍යවකාශයට සෘජුව ම පරාවර්තනය වෙයි. සූර්ය ශක්තියේ ඉතිරි 2/3 පෘථිවි පෘෂ්ඨය හා අඩු මට්ටමකට



රූ සටහන 2: *දේශගුණ පද්ධතියෙහි සංරචක, එහි ක්‍රියාවලි සහ අන්තර් ක්‍රියාකාරිත්වය ක්‍රමානුරූපී දසුන*

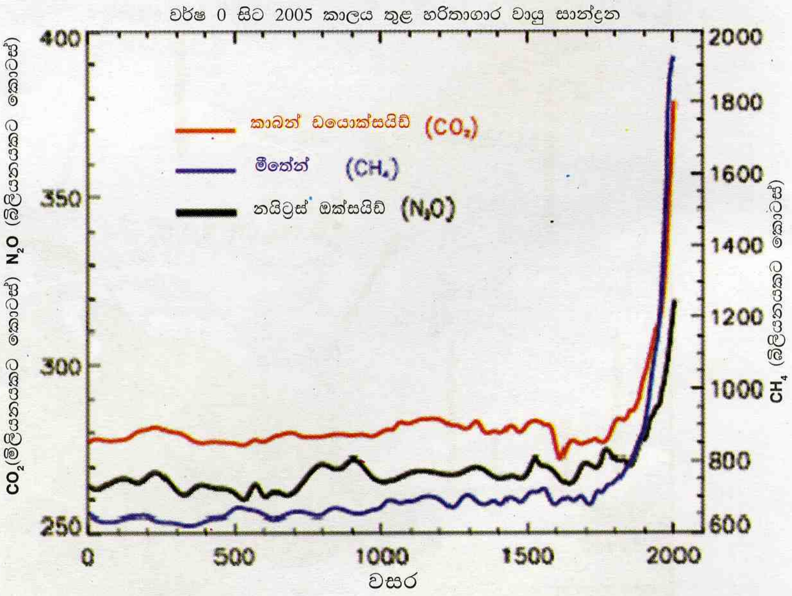


රූ සටහන 3: *ස්වභාවික හරිතාගාර ආවරණයේ පරමාදර්ශී අනුරුව*

වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය කර ගනු ලබයි. තමන් වෙත පැමිණි අවශෝෂණය කළ ශක්ති ප්‍රමාණය තුලනය කිරීම සඳහා පෘථිවිය සාමාන්‍යයෙන් එතරම්ම වූ ශක්ති ප්‍රමාණයක් අභ්‍යවකාශයට ආපසු විකිරණය කළ යුතුය. පෘථිවිය හිරුට වඩා බොහෝ සිසිල් වුවක් බැවින් පෘථිවියේ ශක්ති විකිරණය සිදු වන්නේ වඩා දිග තරංග ආයාමයන්, එනම් මූලික වශයෙන් ම වර්ණාවලියේ අධෝරක්ත කොටසිනි. භූමි සහ සාගර ප්‍රදේශවලින් නිකුත් කෙරෙන මෙම තාප විකිරණ වැඩි ප්‍රමාණයක් වලාකුළු ඇතුළු වායුගෝලය මගින් අවශෝෂණය කර, පෘථිවිය දෙසට යළි විකිරණය කරයි. මෙය හැඳින්වෙන්නේ හරිතාගාර ආවරණය (ගිම්හල් ඵලය) ලෙසය. හරිතාගාරයක වීදුරු බිත්ති එතුළට වායු ගලා යාම අඩු කර ඇතුළත වාතයෙහි උෂ්ණත්වය ඉහළ දමයි. එයට සමාන වුව ද වෙනස් වූ භෞතිකමය ක්‍රියාවලියක් මගින් පොළවෙහි හරිතාගාර ආවරණය මගින් පෘථිවි පෘෂ්ඨය උණුසුම් කෙරේ. මෙම ස්වභාවික හරිතාගාර ආවරණය, වසර බිලියන ගණනාවක් තිස්සේ ක්‍රියාත්මකව පැවතියකි. ස්වභාවික ජල වාෂ්ප සහ කාබන්ඩයොක්සයිඩ්, වායු ගෝලය තුළ නොමැති නම් පෘථිවියෙහි උෂ්ණත්වය අද පවතින ප්‍රමාණයට වඩා අංශක 33^0C කින් සිසිල්ව පැවතීමට තිබිණ. එසේ වූයේ නම් මෙහි ජනාවාසයක් නොමැති වනු ඇත. එනිසා පෘථිවියේ ස්වභාවික හරිතාගාර ආවරණය පෘථිවිය මත ජීවීන්ගේ පැවැත්ම සඳහා උපකාරී වේ. එසේ වුව ද ඛනිජ, ඉන්ධන දැවීම, වනාන්තර විනාශ කිරීම ප්‍රධාන කොටගත් මානව ක්‍රියාකාරකම් මෙම ස්වභාවික හරිතාගාර ආවරණ ක්‍රියාවලිය ප්‍රබල කිරීමට සමත්වීම හේතු කොට ගෝලීය උණුසුම ඉහළ ගොස් ඇත.

දේශගුණය වෙනස් කිරීම සඳහා දායක වන මානව ක්‍රියාකාරකම්

පෘථිවි වායුගෝලය තුළ අඩංගු හරිතාගාර වායු, එරෝසල (කුඩා අංශු) ප්‍රමාණ වෙනස් කිරීම තුළින් මානව ක්‍රියාකාරකම් දේශගුණය වෙනස් කිරීම උදෙසා දායක වෙයි. මෙහි දී අප දැනුවත්ව ඇති ඉහළම දායකත්වය සපයනුයේ වායුගෝලයට කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව විමෝචනය කරමින් දහනය වන ඛනිජ ඉන්ධන ය. පෘථිවි බලශක්ති තුලනයේම අංගයක් වන පෘථිවිය දෙසට පැමිණෙන සූර්ය විකිරණ සහ පෘථියෙන් පිටතට යැවෙන අධෝරක්ත (තාපමය) විකිරණය වෙනස් කිරීම මගින් හරිතාගාර වායු සහ එරෝසල පෘථිවි දේශගුණය කෙරෙහි බලපෑම් ඇති කරයි. මෙම් වායු සහ අංශු වායු ගෝලයේ පවතින ප්‍රමාණය හෝ ඒවායේ ගුණාංග වෙනස් කිරීම හෝ මගින් දේශගුණ පද්ධතිය උණුසුම් වීම හෝ සිසිල් වීම කෙරෙහි යොමු විය හැකිය. කාර්මික යුගය ආරම්භ වීමේ සිට දේශගුණය කෙරෙහි මානව ක්‍රියාකාරකම්හි සමස්ත බලපෑම එල්ල වී ඇත්තේ එය උණුසුම් කිරීමටය. මෙම යුගයේ දී දේශගුණය කෙරෙහි මානව ක්‍රියාකාරකම්වල බලපෑම, සූර්ය වෙනස්වීම්, සහ ගිනිකඳු විදාරණය ආදී ස්වාභාවික ක්‍රියාවලි නිසා ඇති වූ බවට සැලකෙන වෙනස්වීම්, ඉතා විශාල වශයෙන් ඉක්මවා යාමට සමත්ව ඇත.



රූ සටහන 4: *පසුගිය වසර 2000 පුරා දීඝායුමය වැදගත් හරිතාගාර වායු, වායුගෝලයේ සාන්ද්‍රණය ඉහළ යාම. වසර 1750 සිට මෙම ඉහළ යාමට හේතුව කාර්මික යුගයේ මිනිස් ක්‍රියාකාරකම්ය. සාන්ද්‍රණ ඒකක දක්වා ඇත්තේ මිලියනයකට කොටස් හෝ බිලියනයකට කොටස් වශයෙනි. එමගින් දක්වෙනුයේ වායුගෝලයේ නියැදියක් තුළ වායු අණු පිළිවෙලින් මිලියනයකට හෝ බිලියනයකට හෝ පවතින හරිතාගාර වායු අණු සංඛ්‍යාවය*

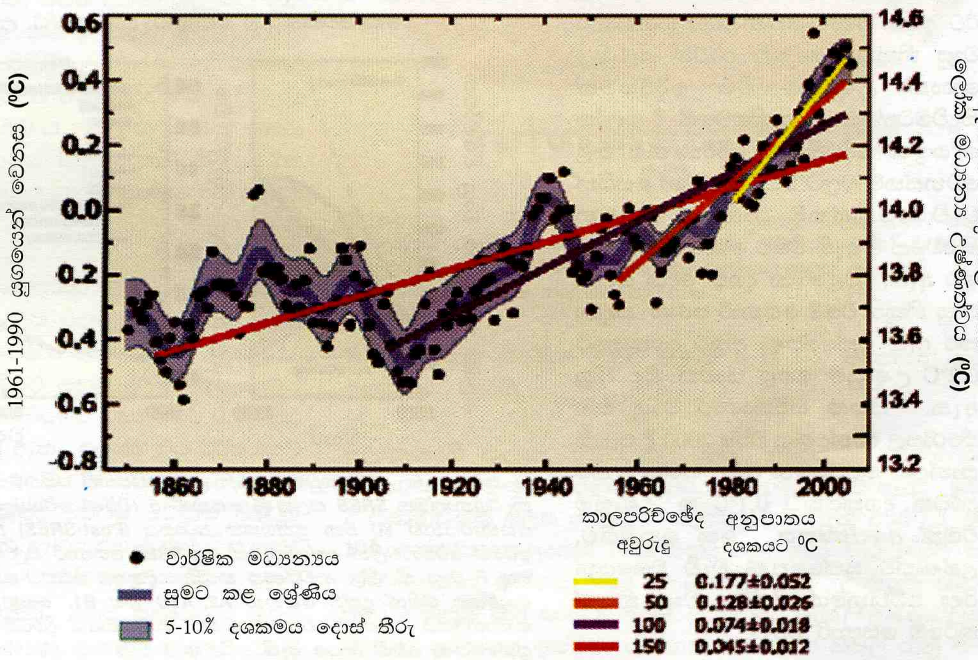
මානව ක්‍රියාකාරකම් හේතු කොට ප්‍රධාන හරිතාගාර වායු 4ක් විමෝචනය වීම සිදු වෙයි. එම වායු හතර නම්: කාබන්ඩයොක්සයිඩ් **(CO_2)**, මීතේන් **(CH_4)**, නයිට්‍රස් ඔක්සයිඩ් **(N_2O)** සහ හැළජන (ෆ්ලෝරීන්, ක්ලෝරීන් සහ/හෝ බ්‍රෝමීන් අඩංගු වායු කාණ්ඩය) යන වායු වෙයි. මෙම වායු, වායුගෝලය තුළ එක්රැස් වෙමින් කාලයාගේ ඇවෑමෙන් සිය සාන්ද්‍රත්වය වැඩි කර ගනියි. කාර්මික යුගය තුළ දී මෙම වායු සැළකිය යුතු අන්දමින් ඉහළ යාමක් සිදුව ඇත. මෙම සියළු වැඩි වීම් වලට හේතු වී ඇත්තේ මානව ක්‍රියාකාරකම්ය.

වෙනස්වීම් නියාමනය

පසුගිය වසර 157 තිස්සේ උපකරණ භාවිතයෙන් සිදු කළ නිරීක්ෂණ දක්වනුයේ සැලකිය යුතු කලාපීය විචල්‍යතා පැවතිය ද පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්වය ලෝකය පුරාම ඉහළ ගොස් ඇති බවය. ලෝක සාමාන්‍ය දෙස බලන විට, පසු ගිය ශතවර්ෂය තුළ දී උණුසුම ඉහළ යාම අදියර දෙකකින් එනම් 1910 සිට 1940 දක්වා ද (0.35°C) සහ 1970 සිට වර්තමානය දක්වා වඩාත් ප්‍රබලව ද (0.55°C) සිදුව ඇති බව පෙනේ. ගෙවී ගිය වසර 25ක කාලය තුළ දී උණුසුම ඉහළ යාම වැඩි වන අනුපාතයකින් සිදුව ඇති අතර වාර්තා ගත උණුසුම්ම වසර 12 අතරින් 11ක්ම අයත්වනුයේ පසුගිය වසර 12 ටය. පෘෂ්ඨයෙන් පිටත තත්වය සලකා බැලුවහොත්, 1950 දශකයේ සිට සිදු කළ ගෝලීය නිරීක්ෂණ අනුව පෙනෙනුයේ වායුගෝලයේ කි.මී. 10ක් පමණ දක්වා පවතින පරාවර්තී ගෝලයෙහි උණුසුම පෘෂ්ඨයට වඩා මදක් ඉහළ අනුපාතයකින් ඉහළ ගොස් පැවතුන ද, අපරාවර්තී ගෝලය හෙවත් ස්තර ගෝලයෙහි (ඉහළ වායුගෝලයේ කි. මී. 10-30ත් අතර ප්‍රදේශය) 1979 සිට සැලකිය යුතු තරමින් සිසිල් ව ඇති බවය. මෙය භෞතික අපේක්ෂා සහ බොහෝ අනුරූ ප්‍රතිඵල සහ ගැළපෙන තත්වයකි. සාගරය උණුසුම් වීම, මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාම, ග්ලැසියර දියවීම, උත්තර ධ්‍රැව ප්‍රදේශයේ මුහුදු අයිස් සීමා පසු බැසීම සහ උතුරු අර්ධ ගෝලයෙහි හිම ආවරණය අඩු වීම ආදිය තුළින් ලෝක උණුසුම ඉහළ යාම තහවුරු කරයි.

ගෝලීය උෂ්ණත්වය මනිනු ලබන එක් තනි උෂ්ණත්වමාපකයක් තවම නොමැත. ඒ වෙනුවට ලෝකයේ ගොඩබිම් ප්‍රදේශ වල දහස් ගණනකින් යුත් මධ්‍යස්ථාන වල ඇති එක් එක් උෂ්ණත්වමාන මගින් ගන්නා ලද මිනුම් සමග සාගරයේ ගමන් ගන්නා නැව් මගින් ගන්නා ලද දහස් ගණනකින් යුත් මුහුදු මතුපිට උෂ්ණත්වයේ මිනුම් සහිතව ලබා ගන්නා ලද සෑම මසකම සාමාන්‍ය උෂ්ණත්වයේ ඇස්තමේන්තු ගත අගය වේ. කාලය සමග වෙනස් වීම වක්‍රාකාරව ලබා ගැනීම සඳහා ප්‍රධාන විශ්ලේෂණය වන්නේ එක් එක් ප්‍රදේශ වල නියත උෂ්ණත්වය මධ්‍ය අගයෙන් වෙනස් වීම වේ. 1850 වසරේ සිට මේ දක්වා

ලෝක මධ්‍යන්‍ය උෂ්ණත්වය



රූසටහන 5: දත්ත වෙත සරල සීහුම් සහිතව වාර්ෂික ලෝක මධ්‍යන්‍ය නිරීක්ෂක උෂ්ණත්වය (කළු තිත්). වම් අක්ෂය 1961-1990 සාමාන්‍යය හා සාපේක්ෂ වූ විෂමතා දක්වන අතර දකුණු අක්ෂය ඇස්තමේන්තුගත සත්‍ය උෂ්ණත්වය **(°C)** *දක්වයි. පසුගිය වසර 25 (කහ), 50 (තැඹිලි), 100 (දම්) සහ 150 (රතු) ලෙස රේඛීය ප්‍රවනතා සීහුම් දක්වා ඇති අතර ඒවා පිළිවෙළින් 1981-2005, 1956 සිට 2005, 1906 සිට 2005 සහ 1856 සිට 2005ට අනුරූපීය. මෑත කාලයෙහි කෙටි කාල පරිච්ඡේද සඳහා වන බෑස්ම වැඩිය. එමගින් අඟවනුයේ උණුසුම් වීම ඉහළ යාමට, නිල් වක්‍රය දශකමය විචල්‍යතා හසුකර ගැනීමේ සුමටමය නිරූපණයකි. උච්ඡාවචනයන් තේරුමක් සහිත ද යන්න පිළිබඳ වැටහීමක් ලබා දීම සඳහා එම රේඛාව හා සම්බන්ධ 5%-95% දොස් පරාස සහිතව දශකමය ලෙස (ලා අළු පැහැයෙන්) සපයා ඇත (ඒ අනුව වාර්ෂික අගයකින් මෙම සීමා ඉක්මවයි). 20 වන සියවසේ ඇස්තමේන්තු කළ විකිරණමය බලපෑම් මගින් මෙහෙය වූ දේශගුණ ආදර්ශක ප්‍රතිඵල පෙන්වනුයේ 1915 පමණ දක්වා සිදුව ඇති වෙනස්කම් ඉතා සුළු බවය. එසේම 20 වන සියවසේ මුල් සමය තුළ ඇති වූ වෙනස්කම් වලින් සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයකට, සූර්ය විකිරණ වෙනස්කම්, ගිනිකඳු විදාරණය සහ ස්වාභාවික විචල්‍යතා වැනි ස්වභාවිකව සිදු වන බලපෑම් දායක වූ බවය. 1940 සිට 1970 තරම් කාලයෙහි දී දෙවන ලෝක මහා සංග්‍රාමයෙන් පසු සිදු වූ කාර්මිකකරණයෙන් උතුරු අර්ධ ගෝලයෙහි දූෂණය ඉහළ ගියේ ශීත තත්වයට දායක වෙමින් 1970 දශකයේ මැද සමයේ සිට අත්දකින උණුසුම් තත්වයට බලපෑ ප්‍රධාන හේතුව ලෙස නිරීක්ෂණය වනුයේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සහ අනෙක් හරිතාගාර වායු ප්‍රමාණය ඉහළ යාමය.*

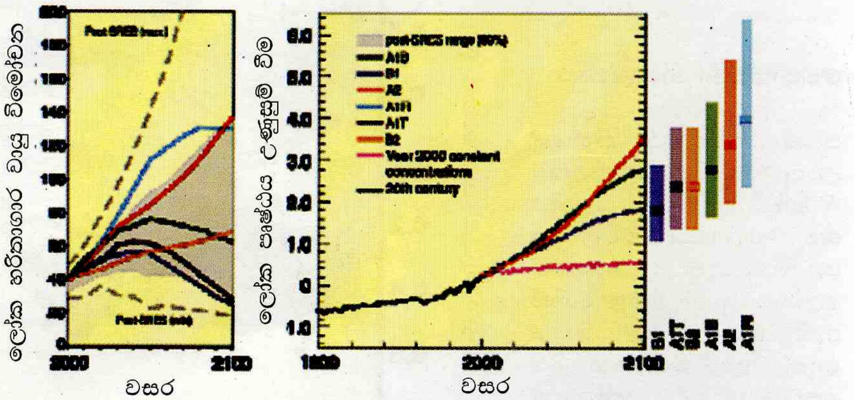
මිනුම් භාවිත කිරීමේ හැකියාව දුන් අප සතුව තිබුන ද 19 වන ශත වර්ෂයේ දෙවන භාගයේ ගෝලීය ආවරණය මද වූව ද 1957 සිට ඇන්ටාක්ටික් ප්‍රදේශවල මිනුම් ආරම්භ වීමත් සමග තත්වය යහපත් විය. 1980වෙන් පසුව චන්ද්‍රිකා ආශ්‍රයෙන් මිනුම් ගැනීම ආරම්භ කිරීමෙන් පසුව තත්වය වඩාත් යහපත් විය.

ප්‍රක්ෂේපිත දේශගුණික වෙනස්වීම් සහ එහි බලපෑම

වර්තමාන දේශගුණික වෙනස්වීම් සංසිඳවීමේ ප්‍රතිපත්ති සහ ඒ ආශ්‍රිත තිරසාර සංවර්ධන ක්‍රියාකාරකම් මධ්‍යයේ වුව ද එළඹෙන දශක කිහිපය තුළ දී ද ලෝකයෙහි හරිතාගාර වායු නිකුත් කිරීම තව දුරටත් වර්ධනය වනු ඇතැයි යන්න පිළිබඳව ඉහළ

ඵකඟතාවයක් මෙන්ම බොහෝ සාක්ෂි ද පවතියි. වායු නිකුත් කිරීමේ සෙනාරිය පිළිබඳ IPCC විශේෂ වාර්තාව ප්‍රක්ෂේපණය කරනුයේ වර්ෂ 2000-2030 අතර කාලයේ දී ලෝක හරිතාගාර වායු නිකුත් කිරීම 25%-90% (CO_2 සමක) අතර ප්‍රමාණයකින් ඉහළ යා හැකි බවය. එම ප්‍රක්ෂේපණයට අනුව වර්ෂ 2030 හා ඉන් ඔබ්බටත් ඛනිජ ඉන්ධන ලෝක බලශක්ති ජනක සමූහය තුළ සිය ආධිපත්‍යය තව දුරටත් රැක ගනු ඇත. වායු නිකුත් කිරීම සමනය කරන අතිරේක පියවර රහිතව මෑත දී සිදු කළ වෙනත් සෙනාරි අනුව ලද ප්‍රතිඵල ද මේ හා ගැළපෙයි. වර්තමාන ප්‍රමාණයෙන් හෝ ඊට ඉහළ ප්‍රමාණයකින් හෝ හරිතාගාර වායු නිකුත් වීම තව දුරටත් පැවතිය හොත් උණුසුම් වීම ඉදිරියටත් සිදුවීමටත්, 20 වන සියවසේ දී ලෝක දේශගුණ පද්ධතියෙහි නිරීක්ෂණය කළ වෙනස්කම් වලට වඩා බොහෝ සෙයින් වැඩි වෙනස්කම් රාශියක් 21 වන සියවසේ දී ඇති වීමට බොහෝ සෙයින් ඉඩ ඇත. ඵළඹෙන දශක දෙක සඳහා වායු නිකුත් වීමේ සෙනාරි පරාස සඳහා කර ඇති ප්‍රක්ෂේපණ අනුව දශකයකට 0.2^{0}C උණුසුම ඉහළ යාමක් සිදු වනු ඇත. සියළු හරිතාගාර වායු සහ ඒරෝසල සාන්ද්‍රණය වර්ෂ 2000 දී පැවති සාන්ද්‍රණ මට්ටමෙන් රැක ගත්ත ද තව දුරටත් දශකයකට 0.1^{0}C ක උණුසුම් වීමක් අපේක්ෂිතය. ඉන් ඉක්බිතිව, උෂ්ණත්ව ප්‍රක්ෂේපණ වැඩි වශයෙන් රඳා පවතිනුයේ නිශ්චිත වායු නිකුත් කිරීමේ සෙනාරි මතය.

වර්ෂ 2000 සිට 2100 දක්වා හරිතාගාර වායු විමෝචන (අමතර දේශගුණ ප්‍රතිපත්ති නොපවතිනවිට) සෙනාරි සහ පෘෂ්ඨ උෂ්ණත්ව ප්‍රක්ෂේපණ



රූ සටහන 6: වම් කවුළුව- දේශගුණ ප්‍රතිපත්ති රහිතව ලෝක හරිතාගාර විමෝචන ***(in CO_2-eg)*** *නිදර්ශනාත්මක* ***SRES*** *සලකුණු සෙනාරි 6 (වර්ණ රේඛා) ක සහ* ***SRES*** *න් පසුව මෑත දී පළ කළ සෙනාරියන්හි 80 වන ප්‍රතිශතක පරාසය* ***(Post-SRES)*** *(අළු පැහැයෙන් පැහැගැන්වූ ප්‍රදේශය). ඉරිමය රේඛා වලින් දක්වෙනුයේ පසු-**SRES** සෙනාරි වල මුළු පරාසයය. විමෝචන* ***CO_2 CH_4 N_2O*** *සහ* ***F*** *වායු සියල්ල ආවරණය කරයි. දකුණු කවුළුව-නොබිඳුණු රේඛා මගින් දක්වෙනුයේ බහු ආදර්ශක මගින් දක්වූ සෙනාරි* ***A2, A1B*** *සහ* ***B1,*** *සෙනාරි සඳහා පෘෂ්ඨීය උණුසුම් වීම ලෝක සාමාන්‍යයය. එය 20 වන සියවසේ විඩම්බනයේ දිගටම පැවැත්මක් ලෙස දක්වෙනු ඇත. මෙම ප්‍රක්ෂේපණ කෙටි ආයුෂ ඇති හරිතාගාර වායු සහ ඒරෝසල විමෝචන ද සැලකිල්ලට ගෙන ඇත. රෝස පැහැති රේඛාව සෙනාරියක් නොවේ. එය වර්ෂ 2000 දී පැවති අගය වායු ගෝලීය සාන්ද්‍රණ සඳහා නියතයක් ලෙස පවත්වා ගෙන යන වායු ගෝලීය-සාගර පොදු සංසරණ ආදර්ශකයේ විඩම්බනයකි. සංඛ්‍යාවන්ට දකුණෙන් ඇති තීරු මගින් හොඳම ඇස්තමේන්තුව දක්වයි. (එක් එක් තීරුව තුළ ඇති නොබිඳි තීරුව) 2090-2099 දී* ***SRES*** *සලකුණු සෙනාරි තක්සේරු කළ හැකි පරාසය. සියලු උෂ්ණත්ව 1980-1999 කාලාන්තරය හා සම්බන්ධය.*

කලාපීය පරිමාණයේ වෙනස්කම්

♦ භූමි ප්‍රදේශ හා ඉතා ඉහළ උතුරු අක්ෂාංශ ප්‍රදේශයන්හි විශාල වශයෙන් ද, දකුණු සාගර ප්‍රදේශ සහ උතුරු අත්ලාන්තික් සාගරයන්හි අවම වශයෙන් ද උණුසුම් වීම සිදු වන බව මෑත කාලීන ප්‍රවනතා නිරීක්ෂණ මගින් පෙන්වා දෙයි.

♦ හිමෙන් වැසුණු ප්‍රදේශ සංකෝචනය වීම, නිත්‍ය තුහින ප්‍රදේශ බොහොමයක හිම දිය වී යෑමේ ගැඹුර වර්ධනය වීම, මුහුදු අයිස් පැතිරී තිබූ ප්‍රදේශ අඩු වීම සමහර SRES සෙනාරි භාවිත ප්‍රක්ෂේපණ මගින් දක්වා ඇත. ආක්ටික් ප්‍රදේශයේ පසු ගිම්හාන මුහුදු අයිස් 21 වන සියවසේ අවසන් සමය වන විට සම්පූර්ණයෙන් ම දකිය නොහැකි වනු ඇතැයි පැවසේ.

♦ උණුසුම් සීමාන්ත, තාප තරංග සහ දැඩි වර්ෂණය ඇති වීමේ කාලාන්තරයන් ඉහළ යෑමට බොහෝ දුරට ඉඩ පැවතීම.

♦ නිවර්තන වාසුළි තිව්‍රතාව වැඩි වීමේ ඉඩ කඩ පැවතීම, ලෝකයේ සිදු වන නිවර්තන වාසුළි සංඛ්‍යාව අඩු වීමට පවත්නා හැකියාව ගැන ඇති විශ්වාසය අඩු වීම.

♦ සුළං, වර්ෂණය හා උෂ්ණත්ව වෙනස්කම් ඇතිවීමත් සමග බැඳි නිවර්තන කුණාටු ගමන් මාර්ගවල ධ්‍රැව දෙසට යොමු වීමක් දකිය හැකි වීම.

♦ ඉහළ අක්ෂාංශ ප්‍රදේශවල වර්ෂණය වැඩි වීමට බොහෝ ඉඩ කඩ පැවතීම සහ බොහෝ උප නිවර්තන භූමි කලාපයන්හි වර්ෂණය අඩු වීමට ඇති ඉඩ කඩ මෑත ප්‍රවනතා නිරීක්ෂණ පෙන්වා දෙයි.

මෙම ශතවර්ෂයේ මැද භාගය වන විට ඉහළ අක්ෂාංශ ප්‍රදේශවල (සහ සමහර නිවර්තන තෙත් ප්‍රදේශවල) ගංගා වල වාර්ෂික ජලය ගලා යාම සහ ජලය ලබා ගත හැකි වීම ඉහළ යන බවටත්, මධ්‍යම-අක්ෂාංශ සහ නිවර්තන ප්‍රදේශවල සමහර වියලි කලාප වල මෙම තත්වයන් අඩුවන බවටත් කර ඇති ප්‍රක්ෂේපණ පිළිබඳ ව දැඩි විශ්වාසයක් තබා ඇත. එසේම දේශගුණික වෙනස්කම් හේතු කොට බොහෝ අර්ධ-ශුෂ්ක ප්‍රදේශවල (උදා: මධ්‍යධරණී ද්‍රෝණිය, බටහිර එක්සත් ජනපදය, දකුණු දිග අප්‍රිකාව සහ ඊසාන දිග බ්‍රසීලය) ජල සම්පත් හිඟයකට මුහුණ දෙනු ඇතැයි ද දැඩි විශ්වාසයක් පවතියි.

මුහුදු මට්ටම කෙරෙහි වන බලපෑම

20 වන සියවසේ දී ලෝක මුහුදු මට්ටම ක්‍රම ක්‍රමයෙන් ඉහළ නැගෙන බව පිළිගැනීමට ඉතා ප්‍රබල සාක්ෂි පවතී. ක්‍රිස්තු වර්ෂ 0 සිට ක්‍රිස්තු වර්ෂ 1900 කාල පරිච්ඡේදය තුළ සුළු වශයෙන් වෙනස් වීමෙන් පසුව වර්තමානයේ දී වැඩි අනුපාතයකින් ඉහළ යමින් පවතියි. මෙම ශතවර්ෂයේ දී මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාම එයටත් වඩා වේගයකින් සිදු වනු ඇතැයි ප්‍රක්ෂේපණය කර ඇත.

ලෝක මුහුදු මට්ටම මෙසේ ඉහළ යාමට මුල්ව ඇති ප්‍රධාන හේතු දෙක ලෙස සැලකෙනුයේ සාගරයෙහි සිදුවන තාප ප්‍රසාරණය (උණුසුම් වන විට ජලය ප්‍රසාරණය වෙයි) සහ දියවීමේ වේගය වැඩි වීම නිසා භූමි මත වූ අයිස් අහිමි වී යාමත්ය.

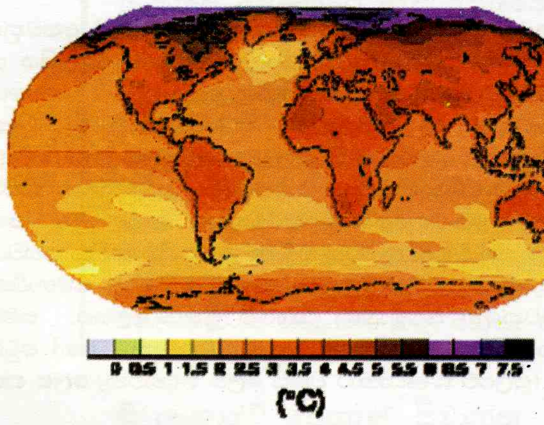
පසුගිය අයිස් යුගය (දළ වශයෙන් මෙයට වසර 21,000කට ඉහත දී) නිමාවී ගෙවී ගිය සහස්‍රක ගණනාව තුළ දී ලෝක මුහුදු මට්ටම මීටර් 120කින් පමණ ඉහළ ගොස්, මෙයට වසර 2000-3000කට පෙර ස්ථායී තත්වයකට පත්ව ඇත. මුහුදු මට්ටම පිළිබඳ දර්ශක දක්වනුයේ 19 වන සියවසේ අවසාන සමය දක්වා සැලකිය යුතු ප්‍රමාණයකින් මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාමක් සිදුව නැති බවය. වර්තමාන මුහුදු මට්ටම වෙනස්කම් පිළිබඳ උපකරණ භාවිතයෙන් ලබා ගත් වාර්තා අනුව පෙනෙනුයේ 19 වන සියවස තුළ දී මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාම ආරම්භ වී ඇති බව ය. 20 වන සියවස සඳහා වන ඇස්තමේන්තු පෙන්වා දෙනුයේ අවුරුද්දකට මි.මී. 1.7ක ප්‍රමාණයකින් ලෝක මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාමේ සාමාන්‍යක් පැවති බවය.

1961-2003 කාලයට වඩා වැඩි ප්‍රමාණයකින් 21 වන සියවසේ දී ලෝක මුහුදු මට්ටම ඉහළ යනු ඇතැයි ප්‍රක්ෂේපණය කර ඇත. විමෝචන සෙනාරි පිළිබඳ IPCC විශේෂ වාර්තා යටතේ උදාහරණ කොට ගත් කල එහි A 1B සෙනාරියට අනුව 2090 මැද භාගය වන විට ලෝක මුහුදු මට්ටම 1990 මට්ටමට වඩා මීටර් 0.22 සිට 0.44 දක්වා ප්‍රමාණයකින් ඉහළ යනු ඇත. එසේම එය වර්ෂයකට මි.මී. 4 ක පමණ ප්‍රමාණයකින් ඉහළ යමින් පවතියි. අතීතයේ දී මෙන් නොව අනාගත ලෝක මුහුදු මට්ටම වෙනස් වීම භූ ගෝලීය වශයෙන් ඒකාකාර නොවනු ඇත. එහි දී කලාපීය මුහුදු මට්ටම් වෙනස් වීම දර්ශීය අනුරූ ප්‍රක්ෂේපණයන්ට අනුව ± 0.15 මි. මී. තුළ වෙනස් විය හැකිය. තාප ප්‍රසාරණය මෙම මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාමේ සාමාන්‍යයෙන් අඩකට වැඩි ප්‍රමාණයකට වගකිව යුතු වුව ද, ශතවර්ෂය ඉදිරියට යත් දී භූමි ප්‍රදේශ වසා පවතින අයිස් තට්ටු දිය වී යාම වඩා වේගවත් වීමට හැකිය. මෙහි දී වැදගත් අවිනිශ්චිතතාවයක් වනුයේ මෑත විස්තර වල දී දුටු පරිදි අයිස් ගලා යාමේ ත්වරණයෙහි පල විපාක ලෙස අයිස් තට්ටු දිය වී යාම තව දුරටත් ඉහළ යනු ඇත් ද යන්නය. මෙය ද මුහුදු මට්ටම ඉහළ යාමේ ප්‍රමාණය වැඩි කිරීමට සමත් නමුත් අදාළ ක්‍රියාවලිය පිළිබඳව පවත්නා අවබෝධය සීමිත බව හේතු කොටගෙන විශ්වාසයෙන් යුතුව ප්‍රමාණාත්මක ප්‍රක්ෂේපණ සිදු කළ නොහැකිව ඇත.

තාප තරංග, නියඟ, ගංවතුර සහ නිවර්තන වාසුළි වැනි සීමාන්තික කාලගුණ තත්වයන් කෙරෙහි බලපෑම

1950 වර්ෂයේ සිට, ඇති වන තාප තරංග සංඛ්‍යාව ඉහළ ගොස් තිබෙනවා පමණක් නොව, උණුසුම් රාත්‍රී සංඛ්‍යාව ද ඉතා පුළුල් ලෙස ඉහළ ගොස් ඇත. භූමි ප්‍රදේශ මත ඇති වන වර්ෂණය සීමාන්තික ලෙස අඩු වෙත් දී උණුසුම් තත්වයන් නිසා වාෂ්පීභවනය ඉහළ යාම හේතු කොට නියඟයෙහි බලපෑම ලක්වන ප්‍රදේශ ද වැඩි වී ඇත. පොදුවේ ගත් කල ගංවතුර ගැලීමට හේතු වන තද දෛනික වර්ෂණය සිදු වීම ඉහළ ගොස් තිබුණ ද, ඒ සෑම තැනකම නොවේ. නිවර්තන වාසුළි සහ සැඩ කුණාටු ඇතිවන වාර ගණන වසරින් වසරට වෙනස් වුව ද 1970 දශකයේ සිට ඒවායෙහි තීව්‍රතාව සහ පවතින කාල පරිච්ඡේදය

පෘෂ්ඨීය උණුසුම්වීමේ භූ ගෝලීය රටාව



රූ සටහන 7: *21 වන සියවසේ අවසන් සමය (2090-2099) සඳහා ප්‍රක්ෂේපිත පෘෂ්ඨීය උෂ්ණත්ව වෙනස්කම්. සිතියම මගින්* ***A1BSRES*** *සෙනාරිය සඳහා බහු-**AOGCM** සාමාන්‍ය ප්‍රක්ෂේපණයක් පෙන්වයි. සියළු උෂ්ණත්ව 1980-1999 කාලයට සාපේක්ෂය.*

සැලකිය යුතු තරමින් ඉහළ ගොස් ඇති බව පවත්නා සාක්ෂි හෙළි දරව් කරයි.

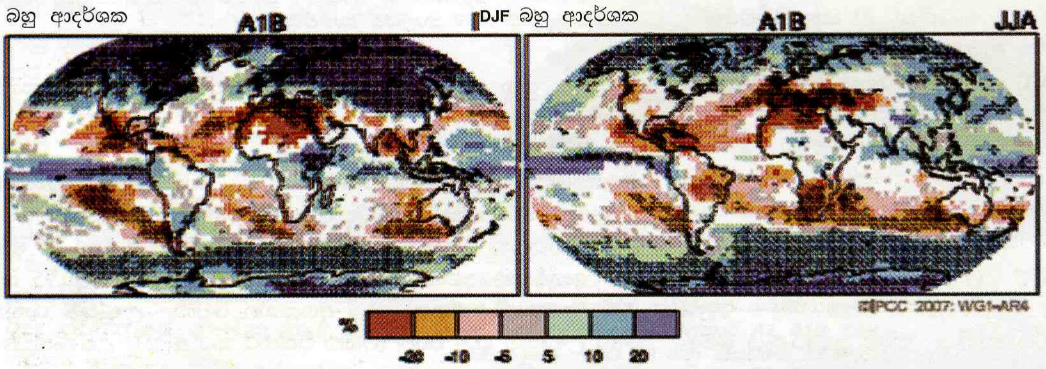
ලෝකයෙහි කලාප කිහිපයකම, විවිධ ආකාරයේ සීමාන්තික කාලගුණ වෙනස්කම් පිළිබඳ ඇඟවීම් හෙළිදරව් වී ඇත. මෙහි දී සීමාන්තයක් ලෙස පොදුවේ සලකනු ලබන්නේ වාර 1,5 හෝ 10% ඉක්මවන අගයයන් (එක් අන්තයක) හෝ වාර 90,95 සහ 99% (අනෙක් අන්තය) හෝ අගයයන් වෙයි. උණුසුම් රාත්‍රීන් හෝ උණුසුම් දිවා කාල (පහත විස්තර කර ඇත) උෂ්ණත්වයේ 90 වන ප්‍රතිශතය ඉක්මවා යන්නක් වන අතර සිසිල් රාත්‍රී කාල සහ දිවා කාල උෂ්ණත්වයන් 10 වන ප්‍රතිශතයට වඩා පහතට යැවෙයි. අධික වර්ෂණය නිර්වචනය කරනුයේ දෛනිකව 95 වන (ඉතා අධික නම් 99 වන) ප්‍රතිශතයට වඩා වැඩි ප්‍රමාණයක් ලෙසය.

නිවර්තන කුණාටු සහ සැඩ කුණාටු සිදුවීමේ සංඛ්‍යාතය හා තීව්‍රතාව වෙනස් වීමේ විශාල ස්වභාවික විචල්‍යතාවයක් දක්වා ඇත. එල්නිනෝහි දකුණු දිග දෝලනය ලෝකයේ නිවර්තන කුණාටු ඇති වන ස්ථාන හා ක්‍රියාකාරිත්වය කෙරෙහි බොහෝ සෙයින් බලපානු ලබයි. 1970 දශකයේ මැද සමයේ සිටම සැඩ කුණාටුවල විභවමය විනාශකාරිත්වය සැලකිය යුතු ලෙස ඉහළ යාමේ ප්‍රවනතාවයන් දක්වන බව ලෝක ඇස්තමේන්තු පෙන්වා දෙයි. මෙහි දී කුණාටුව පවතින කාල පරිච්ඡේදය වැඩිවීමෙන් කුණාටු ක්‍රියාකාරිත්වය තීව්‍රතාව ප්‍රබල වීමේ ප්‍රවනතාවයක් ද දැකිය හැකි අතර නිවර්තන මුහුදු පෘෂ්ඨ උෂ්ණත්වය සමග ප්‍රබල සහ-සම්බන්ධතාවක් ද දැකිය හැකිය. 1970 සිට දැඩි සැඩ සුළං ඇති වීමේ සංඛ්‍යාව සහ අනුපාතය විශාල වශයෙන් ඉහළ ගොස් තිබීම මෙම සහ-සම්බන්ධතාවය තහවුරු කරයි. ඒ බොහෝ ද්‍රෝණි ප්‍රදේශවල සිදුවන වාසුළි සංඛ්‍යාව සහ වාසුළි පවතින දින ගණන සුළු වශයෙන් පහත බැස තිබියදීත්ය. නිශ්චිත ලෙසට දක්වුවහොත් වර්ෂ 1970න් පසු 4 සහ 5වන ප්‍රවර්ගයන්ට අයත් සැඩ කුණාටු සංඛ්‍යාව 75% කින් පමණ ඉහළ ගොස් ඇත. වැඩිම ඉහළ යාම සිදුව ඇත්තේ උතුරු ශාන්තිකර, ඉන්දියානු සහ නිරිතදිග ශාන්තිකර සාගර ප්‍රදේශයන්හි දී ය. එසේ වුව ද උතුරු අත්ලාන්තික් සාගර ප්‍රදේශයේ ඇති වන සැඩ කුණාටු සංඛ්‍යාව

ද පසුගිය වසර 11න් 9ක දීම සාමාන්‍යය ඉක්මවා තිබේ. එහි උච්ඡතම වර්ෂය වූයේ වාර්තා බිඳ හෙළූ 2005 ය.

එසේ නමුදු සරල සංඛ්‍යානමය හේතු දැක්වීමෙන් අඟවනුයේ සීමාන්තික සිද්ධීන් ඇතිවන කාලාන්තරයන්හි සැලකිය යුතු වෙනස්කම් ඇති කිරීමට (සහ සිදුවිය හැකි උපරිම තත්වයෙන් ඇති වුවහොත් උදා: කිසියම් නිශ්චිත ස්ථානයකට පැය 24ක දී ඇද හැලිය හැකි උපරිම වැහි ප්‍රමාණය) දේශගුණ හෝ කාලගුණ විචල්‍යතා ව්‍යාප්තියෙහි ඉතා සුළු සසලවීමක් සමත් බවය. කිසියම් විචල්‍යතාවයක අගයයන් පරාසයක ඉහළ සහ පහළ සීමාන්තයන්හි දී සිදුවන විරල සිද්ධීන් ලෙස සීමාන්තික තත්වයන් දැක්විය හැකිය. මෙම පරාසයෙහි අගයන් ඇති වීමේ සම්භාවිතාව හැඳින්වෙන්නේ සම්භාවිතා ව්‍යාප්ති ශ්‍රිතය ලෙසය. සමහර විචල්‍යතා සඳහා මෙම ශ්‍රිතයේ හැඩය 'සාමාන්‍ය' හෝ ගවුසිය වක්‍රයක් (සුලබව ඝණ්ඨාකාර වක්‍රය ලෙස හඳුන්වන) ලෙස සකස්

වර්ෂණ වෙනස්කම්වල ප්‍රක්ෂේපිත රටා



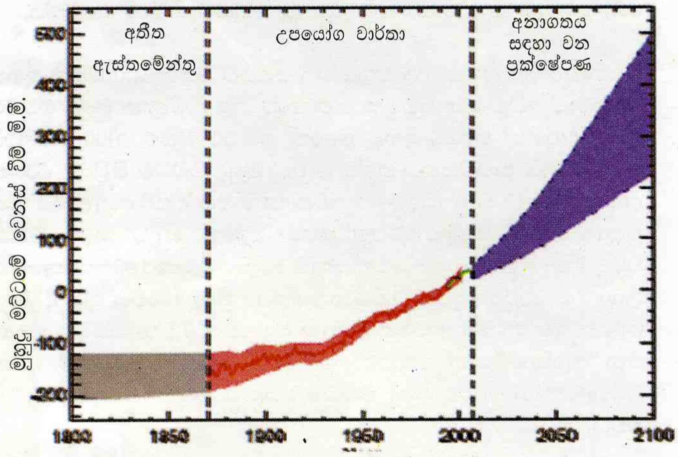
රූ සටහන 8: 1980-1999 ට සාපේක්ෂ ලෙස වර්ෂ 2090-2099 අතර කාලයේ දී වර්ෂණයේ සාපේක්ෂ වෙනස්කම් (ප්‍රතිශතයක් ලෙස). අගයයන් දෙසැම්බර් සිට පෙබරවාරි (වමේ) සහ ජූනි සිට අගෝස්තු (දකුණේ) සඳහා **SRES A1B** *සෙනාරිය සඳහා පදනම් කර ගත් බහු ආදර්ශ සාමාන්‍යයන්. සුදු පැහැයෙන් දක්වා ඇති පෙදෙස් වලින් දැක්වෙනුයේ වෙනස්කම්වල ලක්ෂණ පිළිබඳව ආදර්ශක 66%කට වඩා එකඟ වන තැන් වන අතර ඉරි වලින් දක්වා ඇති ප්‍රදේශ සඳහා ආදර්ශක වෙනස්කම්වල ලක්ෂණ පිළිබඳව 90%කින් එකඟ වෙයි.*

කර ඇත. රූ සටහන දක්වනුයේ එවැනි සම්භාවිතා ව්‍යාප්ති ශ්‍රිතයක පටිපාටියකි. එමෙන්ම එමගින් කුඩා සසල වීමක් (ව්‍යාප්තියෙහි සාමාන්‍යයෙහි හෝ කේන්ද්‍රයෙහි සිදු වන සුළු වෙනස්කමක්ම අනුරූපී වූ) ව්‍යාප්තියෙහි සීමාන්ත දෙකින් කවරක හෝ කාලාන්තරය කෙරෙහි ඇති කළ හැකි බලපෑම විදහා දක්වයි. එක් සීමාන්තයක කාලාන්තරය ඉහළ යාම (උදා: උණුසුම් දින ගණන) බොහෝ විට විරුද්ධ සීමාන්තයේ පහළ බැසීමක් (පෙර උදාහරණය අනුව තුහින වැහි සීත දින ගණන) සමඟ එක්ව පැමිණෙයි. ව්‍යාප්තියෙහි විචල්‍යතාවයේ හෝ හැඩරුවෙහි වෙනස්කම් සිදු වීම මෙම සරල පින්තූරය සංකීර්ණ කළ හැකිය.

ආසියාව කෙරෙහි ප්‍රක්ෂේපිත බලපෑම

◆ වර්ෂ 2050 වන විට ආසියාවේ මධ්‍යම, දකුණු සහ අග්නිදිග ප්‍රදේශයන්හි, විශේෂයෙන්ම විශාල ගංගා ද්‍රෝණි ප්‍රදේශවල, ලබා ගත හැකි මිරිදිය ප්‍රමාණය පහළ බසිනු ඇතැයි ප්‍රක්ෂේපිතය.

20 වන ශතවර්ෂය සඳහා වන ඇස්තමේන්තු දක්වනුයේ සාමාන්‍යයෙන් මුහුදු මට්ටම අවුරුද්දකට$^{-1}$ මි.මී. 1:7 ක ප්‍රමාණයකින් ඉහළ ගිය බවය

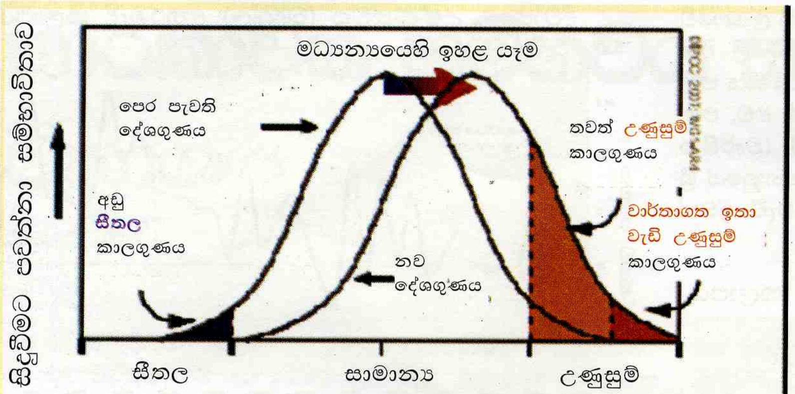


රූ සටහන 9: අතීත සහ අනාගත ප්‍රක්ෂේපිත ලෝක මධ්‍යන්‍ය මුහුදු මට්ටම සඳහා (1980-1999 මධ්‍යන්‍යයෙන් අපගමනය වූ) කාල ශ්‍රේණිය. 1870ට පෙර කාලය සඳහා මුහුදු මට්ටමේ මිනුම් ලද නොහැකිය. අළු පැහැ සේයා කිරීමෙන් දැක්වෙනුයේ මුහුදු මට්ටමේ දීර්ඝ කාලීන වෙනස්කම් අනුපාත ඇස්තමේන්තුවල අවිනිශ්චිතභාවය. රතු රේඛාව උදම් ආමානයන්ගෙන් ලෝක මධ්‍යන්‍ය මුහුදු මට්ටම ප්‍රතිනිර්මාණය කිරීමකි. රතු සේයා කිරීම මගින් හඟවනුයේ සුමට වක්‍රයෙන් වන විචලන පරාසයන්ය. ඉහළ චන්ද්‍රිකාවල සිට නිරීක්ෂණය කළ ලෝක මධ්‍යන්‍ය මුහුදු මට්ටම කොළ පැහැ රේඛාවෙන් දැක්වෙයි. නිල් පැහැ සේයා කිරීම් හා නිරීක්ෂණ වලින් ස්වාධීනව ගණනය කළ 1980-1990 ට සාපේක්ෂ **SRES 1AB** *සෙනාරිය මගින් 21 වන සියවස සඳහා සපයා ඇති ආදර්ශක ප්‍රක්ෂේපණ පරාසය හඟවයි. වර්ෂ 2100න් පසුව ප්‍රක්ෂේපණන වැඩිවශයෙන්ම රැඳෙනුයේ විමෝචන සෙනාරිය මතය. ශතවර්ෂ හෝ සහස්‍රක ගණනාවක් හෝ තුළ මුහුදු මට්ටම මීටර් ගණනාවක් ඉහළ යා හැකිය.*

◆ මුහුදු බඩ ප්‍රදේශවල, විශේෂයෙන්ම විශාල ජනගහනයක් වෙසෙන දකුණු නැගෙනහිර සහ අග්නිදිග ආසියානු මහා ඩෙල්ටා කලාපයන්හි මුහුදු ජලය ගොඩබිමට ගලා ඒමේ අවදානම විශාල වශයෙන් වැඩි වන අතර සමහර මහා ඩෙල්ටා කලාප ගංවතුරෙන් යටවීමට ඇති අවදානම ද ඉහළ යයි.

◆ සීඝ්‍ර නාගරීකරණය, කාර්මිකකරණය සහ ආර්ථික සංවර්ධනය මගින් ස්වභාවික සම්පත් සහ පරිසරය කෙරෙහි ඇති කර ඇති පීඩනය වඩා සංකීර්ණ කිරීමට දේශගුණික වෙනස්කම් හේතු වනු ඇතැයි ප්‍රක්ෂේපණය කර ඇත.

◆ ප්‍රක්ෂේපණය කර ඇති ජල චක්‍රයේ වෙනස්කම් හේතු කොට ඇති වන ගංවතුර හා නියං තත්ව හේතු කොට ගෙන ඇති වන පාචනමය වසංගත තත්වයන් නිසා රෝගීවීම් හා මරණ ඇති වීම ඉහළ යාමත්, දකුණු නැගෙනහිර සහ අග්නිදිග ආසියානු කලාපයන්හි ඇතිවනු ඇත.



රූ සටහන 10: *සාමාන්‍ය උෂ්ණත්ව ව්‍යාප්ති සඳහා මධ්‍යනා උෂ්ණත්වය ඉහළ ගිය විට අන්ත උෂ්ණත්ව කෙරෙහි ඇති වන බලපෑම දක්වන ක්‍රමානුරූපී දර්ශනයක්*

දේශගුණ වෙනස්කම්: ශ්‍රී ලංකාව සඳහා යථාදර්ශය

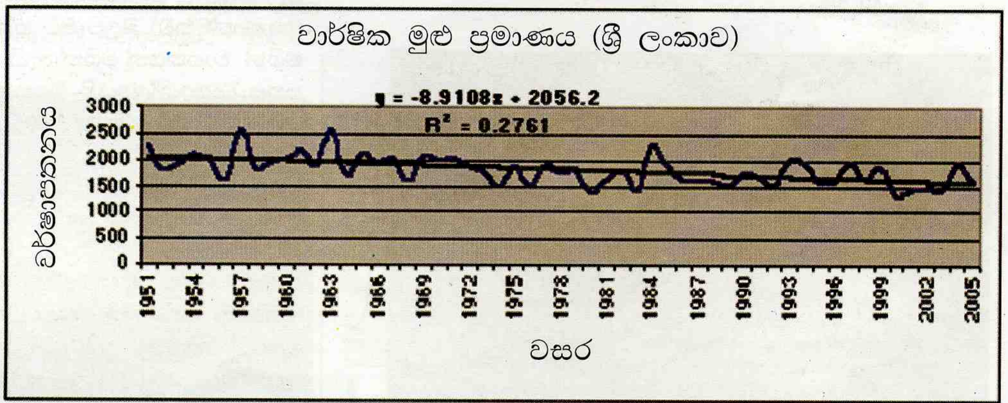
ශ්‍රී ලංකාවෙහි නිරීක්ෂිත දේශගුණ වෙනස්කම්

මෑතක දී සිදු කළ අධ්‍යයන මගින් පෙන්වා දී ඇත්තේ ශ්‍රී ලංකාව මත්තේ පෘෂ්ඨීය වායු උෂ්ණත්වය ඉහළ යමින් පවතින බව සහ මෙරට අවම සහ උපරිම උෂ්ණත්ව දෙකෙහිම ඉහළ යාමේ ප්‍රවනතාවයක් දක්නට ලැබෙන බවය. නුවරඑළියේ මධ්‍යස්ථානය (මුහුදු මට්ටමෙන් උස මීටර් 1894කි) හැර අන් සියළුම කාලගුණ මධ්‍යස්ථාන උපරිම උෂ්ණත්වයේ සැලකිය යුතු ඉහළ යාමක් පෙන්නුම් කරයි. එසේ වුව ද නුවරඑළිය කාලගුණ මධ්‍යස්ථානයෙන් වාර්තාවන අවම උෂ්ණත්වයේ ඉහළ යාම එම තත්වයෙහි වැඩිම ඉහළ-යාම වන අතර එහි සීඝ්‍රතාව වර්ෂයකට 0.02^{0}C වෙයි. මෙය ලෝක ප්‍රවනතාවයට වඩා බොහෝ ඉහළ අගයකි. ශ්‍රී ලංකාවේ උෂ්ණත්වය මෑත අතීතයේ දී ඉහළ ශීඝ්‍රතාවයකින් ඉහළ යමින් පවතියි. 1961-2000 සහ 1900-2000 යන යුග සඳහා වන මෙම ප්‍රවනතාවය සන්සන්දනය කිරීමක් වගුව 1 හි දක්වා ඇත.

වර්ෂාපතනය විශ්ලේෂණය කිරීම මගින් ද ශ්‍රී ලංකාවට ලැබෙන වාර්ෂික මුළු වර්ෂාපතනයේ සැලකිය යුතු පහත වැටීමක් පවතින බව පෙන්වා දිය හැකිය. එසේම වර්ෂාපතන විචල්‍යතාව විශ්ලේෂණය කිරීමේ දී ද 1931-1960 කාල පරාසයට වඩා ඉහළ වර්ෂාපතන විචල්‍යතාවයක් 1961-1990 කාල පරාසය තුළ පැවති බව පෙනී යයි.

ශ්‍රී ලංකාවේ දේශගුණ සීමාන්ත

IPCC AR 4ට අනුව ශ්‍රී ලංකාව තුළ උණුසුම් දිවා කාල, උණුසුම් රාත්‍රී සහ තාප තරංග නිරතුරුව සිදුව ඇත. (IPCC 27a) එසේම මර්ත්‍යතාවයෙහි කෙටි කාලීන ඉහළ යාමත් සමග ද මෙම තාප තරංග සම්බන්ධතාවයක් ඇති බව එමගින් ප්‍රකාශ වේ.



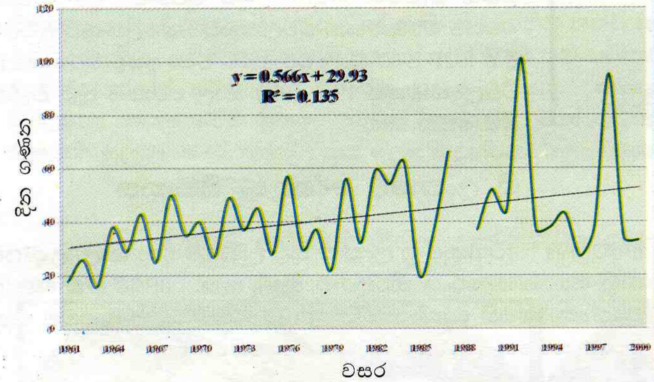
රූ සටහන 11: *ශ්‍රී ලංකාවේ වාර්ෂික වර්ෂාපතනයේ පහළ වැටීම (1951-2005)*

වගුව 1: *1900-2000 සහ 1961-2000 යුගවල දී විවිධ මධ්‍යස්ථාන වලින් වාර්තා වූ උෂ්ණත්වය ඉහළ යාමේ ප්‍රවනතාව*

ශ්‍රී ලංකාවේ කාළගුණ මධ්‍යස්ථාන	1900-2000			1961-2000		
	අවම	උපරිම	මධ්‍යනාය	අවම	උපරිම	මධ්‍යනාය
නුවරඑළිය	2.00	-0.04	0.98	1.8	-1.12	0.34
අනුරාධපුර	1.35	0.73	1.04	1.64	2.53	2.09
රත්නපුර	0.69	0.31	0.5	1.6	0.28	0.94
කුරුණෑගල	1.26	1	1.13	0.4	1.48	0.94
කොළඹ	0.5	0.34	0.42	1.36	0.92	1.14
පුත්තලම	0.63	2.09	1.36	-0.16	1.4	0.62

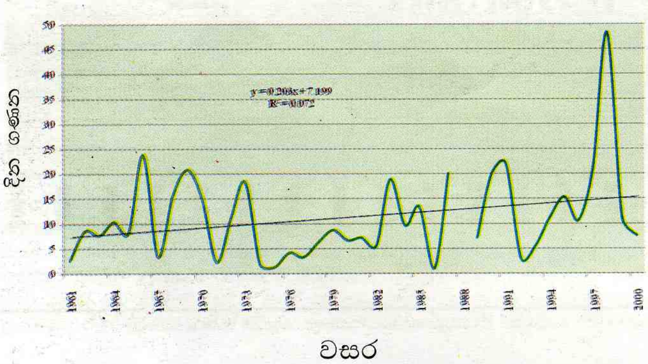
මෑතක දී සිදු කළ විශ්ලේෂණයක් පෙන්වා දී ඇත්තේ ශ්‍රී ලංකාවේ සෑම කාලගුණ මධ්‍යස්ථානයකින්ම, දිගින් දිගටම වියලි දින පැවතීමේ ඉහළ ගිය ප්‍රවනතාවයක් පවතින බව නිරීක්ෂණය කළ හැකිය. (බස්නායක බී. ආර්. එස්. බී, ප්‍රේමලාල් කේ. එච්. එම්. එස්.,2008) මෙම ප්‍රවනතාව වියළි කලාපයෙහි (වාර්ෂික වර්ෂාපතනය මි. මී. 1750 ට අඩු) ඉහළය. ඉන් පෙනෙනුයේ ශ්‍රී ලංකාවේ වියළි කලාපය නියං උවදුරට නතුවීමට වැඩි ඉඩක්

අඛණ්ඩ වියළි දින (හම්බන්තොට) වියළි කලාපය



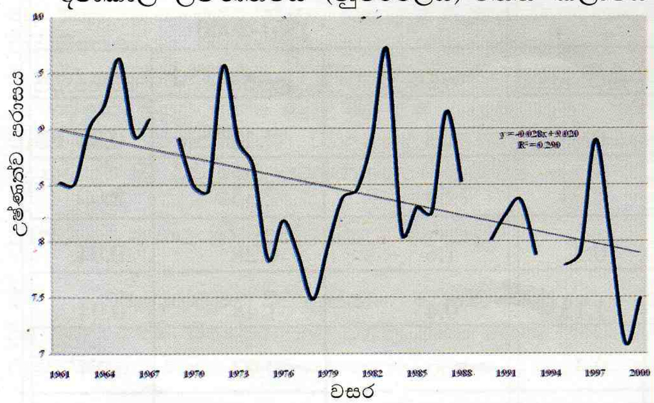
රූ සටහන 12: *1961-2000 කාලය තුළ හම්බන්තොට අඛණ්ඩ වියළි දින*

උණුසුම් දින (හම්බන්තොට) වියළි කලාපය



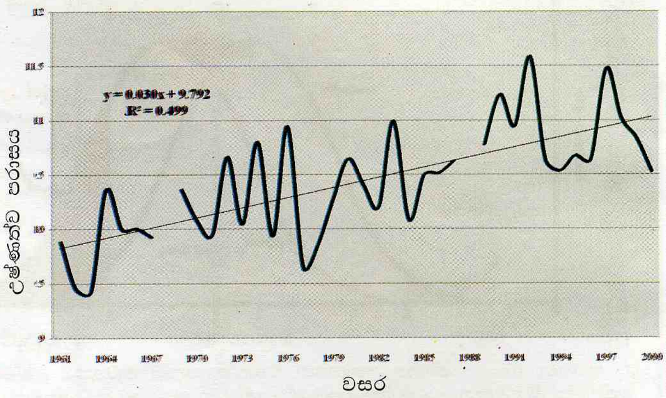
රූ සටහන 13: *හම්බන්තොට උණුසුම් දින ගණන*

දිවාකාල උෂ්ණත්වය (නුවරඑළිය)-තෙත් කලාපය



රූ සටහන 14 (අ): *විවිධ කාලගුණ මධ්‍යස්ථාන වාර්තා කළ දිවා කාල උෂ්ණත්වය-නුවරඑළිය*

දිවාකාල උෂ්ණත්වය (බදුල්ල) අතරමැදි කලාපය



රූ සටහන 14 (ආ): *විවිධ කාලගුණ මධ්‍යස්ථාන වාර්තා කළ දිවා කාල උෂ්ණත්වය (අ) නුවරඑළිය (ආ) බදුල්ල*

පවතින බවය. ශ්‍රී ලංකාවේ දේශීය සහල් නිෂ්පාදනයෙන් වැඩි ප්‍රමාණයක් සිදු කෙරෙනුයේ මෙම වියළි කලාපයෙහිය.

උණුසුම් දිවා කාල සහ උණුසුම් රාත්‍රීන් සංඛ්‍යාවේ ද (රූ සටහන 13) ඉහළ යාමේ ප්‍රවනතාවක් දැකිය හැකිය. මෙය ශ්‍රී ලංකාවේ ජල සම්පත්, කෘෂිකර්මය සහ සෞඛ්‍ය අංශ කෙරෙහි අහිතකරව (ඍණාත්මකව) බලපෑමට හැකිය. උණුසුම් දින දිගටම පැවතීම මගින් වාහකයන් මගින් ඇති කරන රෝග, වායු දූෂණයට මෙන්ම පහළ වායුගෝලයෙහි ඕසෝන් සාන්ද්‍රණය ඉහළ නැංවීම ආදිය කෙරෙහි ඉතා අහිතකර බලපෑමක් ඇති කිරීමට සමත් වෙයි.

දෛනික උෂ්ණත්ව පරාසය කෘෂිකර්මාන්තයේ දී වැදගත් කාර්යභාරයක් ඉටු කරයි. ඒ ඒ වගාව ප්‍රධාන වශයෙන් සිදු කරන ජාතීන් දෙක ද ඇතුළත්ව වී සහ බඩ ඉරිඟු ගොවිතැන් කරන කලාප කිහිපයකම එම බෝගවල අස්වැන්න ලැබීම කෙරෙහි ඉහළ යන දෛනික උෂ්ණත්ව පරාසය ඍණාත්මක හෙවත් අහිතකර ප්‍රතිචාර දක්වා ඇති බව පැහැදිලිය (ඩේවිඩ් බී. ලොබෙල්: 2007). දෛනික උෂ්ණත්ව පරාසය ඉහළ යාම අර්තාපල් වගාව කෙරෙහි හිතකර හෙවත් ධනාත්මක ප්‍රවනතාවක් දක්වා ඇත. නුවරඑළිය ප්‍රදේශයෙහි දෛනික උෂ්ණත්ව පරාසයෙහි පහළ බැසීමක් දක්නට ලැබෙන අතර (රූ සටහන 14 (අ)) ශ්‍රී ලංකාවේ ප්‍රධාන වශයෙන් අර්තාපල් වගාව සිදු වන ප්‍රදේශය වන්නේ නුවරඑළිය හා ඒ අවටය. දත්ත විශ්ලේෂණය අනුව පෙනී යන්නේ අනෙකුත් කාලගුණ මධ්‍යස්ථාන පිහිටි ප්‍රදේශවල දෛනික උෂ්ණත්ව පරාසයන්හි දී ඉහළ යාමේ ප්‍රවනතාවයක් පවතින බවය. (රූ සටහන 14 (ආ)).

කාලගුණ විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුවෙහි
අධ්‍යක්ෂ ජෙනරාල්
ජී. එච්. පී. ධර්මරත්න

තාරකාවක සම්භවය සහ විකාශය

සරාජ් ගුණසේකර

අප තාරකා පිළිබඳ අවබෝධයක් ලබා ගත යුත්තේ ඇයි? මෙයට හොඳම පිළිතුර නම් අප ශරීරය තුළ ඇති මූල ද්‍රව්‍ය (හයිඩ්‍රජන් (H) හැර) බිහි වී ඇත්තේ තරුවල අභ්‍යන්තරයේ සහ එහි අවසානයේ ඇතිවන පිපුරුම් වල්දීය. අප තරුවලින් බිහිවූයේ යැයි කිවහොත් වඩා නිවැරදිය. නවීන තාරකා විද්‍යාව අනුව විශ්වය ආරම්භ වී ඇත්තේ විශාල පිපුරුමකින් (Big Bang) පසු ව ඇති වූ පදාර්ථ සහ අවකාශය තුළින්ය. විශ්වයේ ඇති සියළුම හයිඩ්‍රජන් විශ්වය ආරම්භයේ දී ඇති වූ මහා පිපුරුමේ දී බිහි වූ අතර මෙහිදී ඉතා සුළු, හීලියම් (He) ප්‍රමාණයක් බිහි වන්නට ඇත. අනෙක් සියළුම බර මූලද්‍රව්‍ය බිහි වූයේ තරුවල අභ්‍යන්තරයේ න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියාවල ප්‍රතිඵල වශයෙනි. තාරකාවක සම්භවය පිළිබඳ හැදෑරීමේදී තාරකා අතර ඇති මාධ්‍යය එනම් අන්තස්තාරීය මාධ්‍යය (interstellar medium) ගැන අවබෝධයක් ලබා ගැනීම ඉතා වැදගත්ය. අන්තස්තාරීය මාධ්‍යය

තාරකාවක සම්භවය පිළිබඳ හැදෑරීමේදී තාරකා අතර ඇති මාධ්‍යය එනම් අන්තස්තාරීය මාධ්‍යය (interstellar medium) ගැන අවබෝධයක් ලබා ගැනීම ඉතා වැදගත්ය. අන්තස්තාරීය මාධ්‍යය ප්‍රධාන වශයෙන් හයිඩ්‍රජන් වායුවෙන් සමන්විත වන අතර එය එම මාධ්‍යයේ උෂ්ණත්වය අනුව හයිඩ්‍රජන් වායුවල පරමාණු (H I), අණු (H_2) හෝ අයන (H II) යන අවස්ථාවල පැවතිය හැකිය. සාමාන්‍යයෙන් අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ ඝනත්වය ඉතා අල්ප වේ.

ප්‍රධාන වශයෙන් හයිඩ්‍රජන් වායුවෙන් සමන්විත වන අතර එය එම මාධ්‍යයේ උෂ්ණත්වය අනුව හයිඩ්‍රජන් වායුව, පරමාණු (H I), අණු (H_2) හෝ අයන (H II) යන අවස්ථාවල පැවතිය හැකිය. සාමාන්‍යයෙන් අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ ඝනත්වය ඉතා අල්ප වේ. උදාහරණයක් ලෙස අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ අංශු 2ක් අතර දුර පෘථිවියේ සිට චන්ද්‍රයාට ඇති දුර එනම් 384,000km පමණ වෙයි. එහි උෂ්ණත්වය ද ඉතා අඩු අගයක් එනම් 10^{o}K පමණ වෙයි.

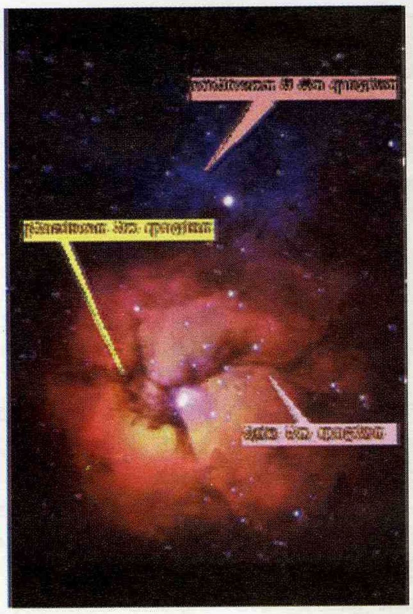
විශ්වයේ මෙවැනි සිසිල් අන්තස්තාරීය හයිඩ්‍රජන් වායු ඇති ස්ථාන හඳුනා ගැනීම සඳහා උපයෝගී කර ගනු ලබන්නේ හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවෙන් නිකුත්වන 21cm තරංගය. හයිඩ්‍රජන් පරමාණුව පැවතිය හැකි එක් ශක්ති මට්ටමක සිට තවත් ශක්ති මට්ටමකට සංක්‍රමණය (transition) වීමේ ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් මෙසේ 21cm රේඩියෝ තරංග විමෝචනය සිදුවෙයි. හයිඩ්‍රජන් පරමාණුවේ න්‍යෂ්ටියේ සහ ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ භ්‍රමණ (spin) වල දිශාවන් සමාන්තර සහ ප්‍රතිවිරුද්ධ සමාන්තර (anti parallel) යන අවස්ථා දෙකෙහි ඉතා කුඩා ශක්ති වෙනසක් පවතී. හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටියේ සහ ඉලෙක්ට්‍රෝනයේ භ්‍රමණ සමාන්තර අවස්ථාවේ ශක්තිය භ්‍රමණ ප්‍රතිවිරුද්ධ සමාන්තර අවස්ථාවට වඩා ඉලෙක්ට්‍රෝන වෝල්ට් 0.000006 eV අගයකින් ඉහළය. හයිඩ්‍රජන් පරමාණුව භ්‍රමණ සමාන්තර අවස්ථාවේ සිට භ්‍රමණ ප්‍රතිවිරුද්ධ සමාන්තර අවස්ථාවට සංක්‍රමණය වන විට ඇති වන එම ශක්ති වෙනස 21cm තරංග ආයාමයේ රේඩියෝ තරංග ලෙස මුක්ත වේ. මෙම තරංග රේඩියෝ දුරේක්ෂයක් මගින් නිරීක්ෂණය කළ හැකිය.

සමහර අවස්ථාවලදී අන්තස්තාරීය වායු උෂ්ණත්වය, එහි ඇති හයිඩ්‍රජන් වායුව අයනීකරණය කිරීමට තරම් ප්‍රමාණවත් වේ. අන්තස්තාරීය වායුවලාවන් අන්‍යෝන්‍ය ගුරුත්වය යටතේ හැකිලෙන අවස්ථාවක ගුරුත්වාකර්ෂණ විභව ශක්තිය, චාලක

රූ සටහන 1: අණු වලාකුළ

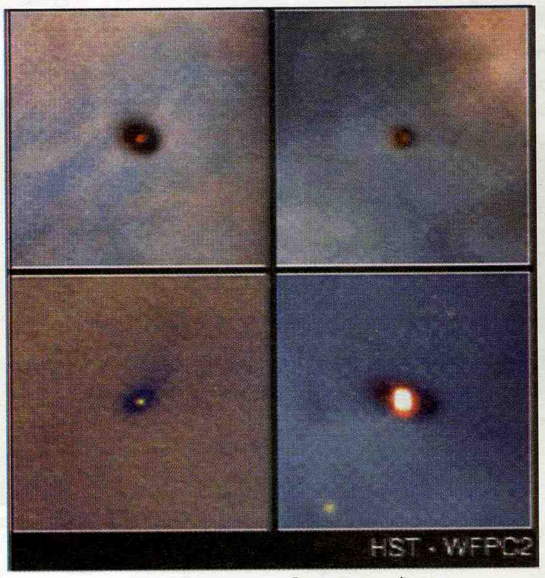
ශක්තිය බවට පරිවර්තනය වන අතර එමගින් අන්තස්තාරීය වලාවේ උෂ්ණත්වය ඉහළ යයි. අන්තස්තාරීය වලාවක් අසල උෂ්ණත්වය අධික තාරකාවක් පිහිටියේ නම් එම තාරකාව මගින් පිටකරන පාර ජම්බුල (Ultraviolet) කිරණ මගින් අන්තස්තාරීය වලාවේ ඇති හයිඩ්‍රජන් වායුව අයනීකරණය වේ. මෙලෙස අයනීකරණය වූ අන්තස්තාරීය වලාවකින් හයිඩ්‍රජන් වර්ණාවලියේ බාමර් ශ්‍රේණියේ (Balmer series) ආලෝකය මුක්ත කරයි. මෙහි දී බාමර් ශ්‍රේණියේ රතු වර්ණය වැඩි වශයෙන් නිකුත් වන නිසා එවැනි අන්තස්තාරීය වායු වලාවක් හෙවත් නීහාරිකාවක් (Nebula) රතු වර්ණයෙන් දීප්තිමත්ව දැකගත හැකියි. මෙවැනි වායු වලාවක් විමෝචක නීහාරිකාවක් (Emission nebula) ලෙස හැඳින්වෙයි. අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ හයිඩ්‍රජන් සහ අනෙක් මූලද්‍රව්‍ය වලට අමතරව දූවිලි ද පවතී. මෙම දූවිලි, සිලිකේට සහ අයිස් වලින් සැදුණු අංශු ලෙස පවතියි. අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ මීතේන් (CH_4), ඇමෝනියා (NH_3), කාබන් ඩයොක්සයිඩ් (CO_2) වැනි වායු ද,

හයිඩ්‍රජන්, කාබන්, නයිට්‍රජන්, ඔක්සිජන්, සිලිකන් සහ සල්ෆර් වලින් සමන්විත සංයෝග ද පවතියි. දූවිලි අංශුවක් මයික්‍රොමීටර් 0.5(μm) පමණ වන අතර මෙම දූවිලි අංශු සංකීර්ණ අණු (molecules) නිර්මාණයෙහිලා විශාල කාර්යයක් ඉටු කරයි. දූවිලි අංශුවක් මත රැඳුණු කුඩා පරමාණුවක් හෝ අණුවක්, එම දූවිලි අංශුව අසල චලනය වන වෙනත් පරමාණුවක් හෝ අණුවක් සමග බන්ධනයක් සෑදීම සඳහා උත්ප්‍රේරකයක් (catalyst) ලෙස ක්‍රියාකරයි. මෙලෙස සරල අණු මගින් සංකීර්ණ අණු නිර්මාණ වීම සිදුවේ. තවද දූවිලි අංශු මත රැඳුණ අණු අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ ඇති පාරජම්බුල කිරණ වලින් බිඳී යා නොදී ආරක්ෂා කර ගැනීම ද එයින් සිදුවන තවත් වැදගත් කාර්යයකි. එමනිසා දූවිලි අංශු අන්තස්තාරීය මාධ්‍යයේ සංකීර්ණ අණුවලින් සමන්විත අණු වලාකුළු (molecular clouds) නිර්මාණය වීමෙහිලා මහෝපකාරි වේ.



රූ සටහන 2: *නීහාරිකා*

කුඩා අණුවල ඇති ගුරුත්වාකර්ෂණ (gravitation) සහ ස්ථිතික විද්‍යුත් (electrostatic) ආකර්ෂණ බල එම අණු එකිනෙක සමග ආකර්ෂණය කර ගැනීමට තරම් ප්‍රමාණවත් නොවේ. එහෙත් සංකීර්ණ සහ විශාල අණු (molecules) සෑදුණු විට එම අණුවල අන්‍යොන්‍ය ගුරුත්වාකර්ෂණ බල මගින් අණු වලාව සංකෝචනය වීම හේතුකොටඋපදින අධික තාපය සහ පීඩනය මඟින් න්‍යෂ්ටික විලයන (nuclear fusion) ප්‍රතික්‍රියා ආරම්භ වී නව තරු බිහිවේ.



රූ සටහන 3: *ප්‍රතිරූ ග්‍රහමණ්ඩල*

ඝන දූවිලි සහිත නීහාරිකා මගින් එහි පසුබිමේ ඇති තාරකාවලින් නිකුත් කරනු ලබන ආලෝකය අවශෝෂණය කර ගන්නා බැවින් එවැනි කලාප දර්ශනය වන්නේ අඳුරු ආකාරයෙනි. තවද නීහාරිකාවල ඇති දූවිලි අංශු මගින් පසුබිමේ ඇති තාරකාවල ආලෝකය ප්‍රකිරණය (scatter) කරනු ලබයි. තරංග ආයාමය අඩු නිල් ආලෝකය වැඩි වශයෙන් ප්‍රකිරණය වන අතර තරංග ආයාමය වැඩි රතු ආලෝකය අඩුවෙන් ප්‍රකිරණය වේ. එනිසා නිහාරිකා පසුබිමේ ඇති තරුවලින් ලැබෙන නිල් ආලෝකය අඩු වන නිසා ඒවා වඩා රතු පැහැයෙන් දර්ශනය වේ. නිහාරිකාවෙන් පරාවර්තනය වී එන ආලෝකය (එනම් ප්‍රකිරණය වී එන ආලෝකය) නිල් පැහැයෙන් දර්ශනය වේ. නිහාරිකාවල ආලෝකය පරාවර්තනය වන කලාප"පරාවර්තක නීහාරිකා" ලෙසද හැඳින්වේ.

තාරකා බිහිවීම සඳහා අවශ්‍ය සාධක

තාරකාවක් බිහිවීම සඳහා අණු වලාවක් ගුරුත්වාකර්ෂණය යටතේ හැකිලීමට භාජනය විය යුතුය. මෙහිදී ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට විරුද්ධව ක්‍රියාත්මක වන්නේ වායුව තුළ පවතින පීඩනයයි. අණු වලාවේ ස්කන්ධය මෙම වායු පීඩනය මැඩ පැවැත්වීමට ප්‍රමාණවත් වේ නම් අණු වලාව ගුරුත්වාකර්ෂණ යටතේ හැකිලීම ආරම්භ වේ. මෙලෙස ගුරුත්වාකර්ෂණ බලය පමණක් උපයෝගී කරගෙන හැකිලෙන අණු වලාවකින් බිහිවන්නේ අඩු සහ මධ්‍යම ස්කන්ධය (අපේ සූර්යයා වැනි) ඇති තාරකා පමණි. අධික ස්කන්ධයක් ඇති තාරකා බිහිවීම සඳහා ගුරුත්වාකර්ෂණය පමණක් ප්‍රමාණවත් නොවේ. ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට ප්‍රතිවිරුද්ධව ක්‍රියාත්මක වන අනෙක් බල, එනම් චලනය වන අංශු මගින් ඇතිවන පීඩනය (pressure) වේගයෙන් භ්‍රමණය වන විට ඇතිවන කේන්ද්‍රාපසාරී බලය (centrifugal force) සහ චලනය වන ආරෝපිත අංශු වලින් බිහිවන චුම්භක ක්ෂේත්‍රය (magnetic field) මගින් ඇතිවන බලය ආදිය ද මෙහිදී යම් දායකත්වයක් දක්වයි.

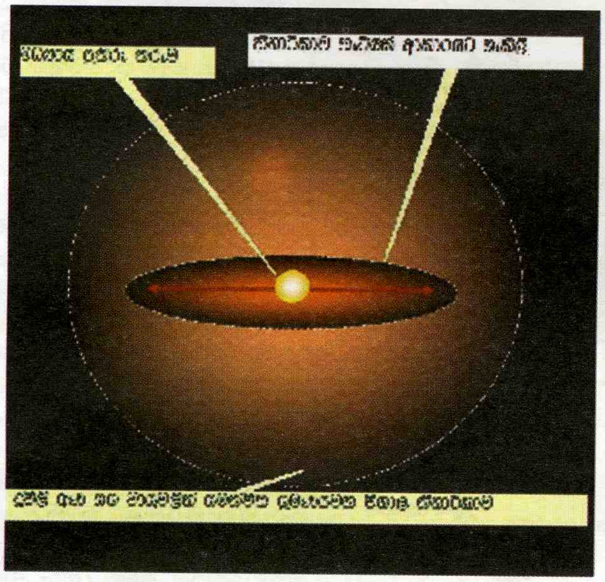
විශ්වය තුළ ඇතිවන විශාල පිපිරුම් නිසා කම්පන තරංග (shock waves) ඇති වේ (සුපර්නෝවා වැනි පිපිරුම්) මෙවැනි කම්පන තරංග චක්‍රාවාට (Galaxie) තුළින් ගමන් කරන විට එම චක්‍රාවාට තුළ ඝනත්වය අධික අණු වලාවක් ඇති කරයි. අණු වලා දෙකක ගැටීමක් සිදුවූ විට ද එමගින් අණු වලා දෙකෙහි කැළඹීමක් ඇති කරයි. තවද අණු වලාවක් අසල ඇති බිහිවූ නව තරුවකින් පිපිරුමක් ලෙස පිටකරන උණුසුම් හයිඩ්‍රජන් වායු මගින් ද අණු වලාවේ සම්පීඩන කලාප ඇති කරයි. මෙවැනි ඝනත්වය අධික අණුක වලාවන් ගෙන් ස්කන්ධය වැඩි විශාල තරු බිහිවේ.

අණු වලාවක් අසල බිහි වූ නව තරුවලින් පිටවන ප්‍රබල තාරකා සුළඟ (Stellar wind) මගින් අසල ඇති අණු වලාව ඉවතට විසිරුවා හරිනු ලබන අතර අණු වලාවේ දාරවල සම්පීඩනයක් ඇති කරයි. මෙම සම්පීඩන කලාපයේ ඝනත්වය අධික නිසා එහි නවතරු බිහිවේ. (තාරකා සුළඟ ප්‍රධාන වශයෙන් අයනීකරණය වූ හයිඩ්‍රජන් (H II) වලින් සහ අනෙක් ස්කන්ධය වැඩි මූල ද්‍රව්‍යයන්ගෙන් සමන්විත වන අතර ඒවා තත්පරයට කිලෝමීටර සිය ගණනක වේගයෙන් අවකාශයට මුදාහරී)

ප්‍රසිද්ධ "ඔරායන්" නීහාරිකාව මෙවැනි නව තරු බිහි වන ස්ථානයකි. නව තරුවක් සමග ග්‍රහ මණ්ඩලයක් බිහිවන හැකිළුණු අණු වලාවකට ප්‍රතිරූ ග්‍රහමණ්ඩල තැටියක් (protoplanetary disk

or proplyd) ලෙස හඳුන්වමු. ඔරායන් නිහාරිකාව තුළ මෙවැනි ප්‍රතිරූ ග්‍රහමණ්ඩල විශාල සංඛ්‍යාවක් සොයා ගෙන ඇත.

අණු වලාවක් හෙවත් නීහාරිකාවක් ප්‍රමාණවත් ලෙස හැකිළෙන විට එය භ්‍රමණය වන තැටියක් (disk) සහ එහි මධ්‍යයේ ප්‍රතිරූ තරුවක් (proto star) නිර්මාණය වේ. අණු වලාවක් හැකිළෙන අවස්ථාවේදී ද ගම්‍යතාවය සහ ශක්තිය සංස්ථිතික විය යුතුය. අණු වලාව හැකිළෙන විට එහි විභව ශක්තිය අඩු වේ. එහි ශක්තිය සංස්ථිතික විම සඳහා එහි චාලක ශක්තිය වැඩි විය



රූ සටහන 4: *හැකිළෙන නීහාරිකාව*

යුතුය. එනම් අණු වලාවේ උෂ්ණත්වය ඉහළ යා යුතුය. අණු වලාව හැකිළෙන විට එහි කෝණික ගම්‍යතාවය අවස්ථිතික විම සඳහා අණු වලාවේ භ්‍රමණ වේගය වැඩි විය යුතුය. කෝණික ගම්‍යතා සංස්ථිතිය නිසා මෙම තැටිය භ්‍රමණය වීම සිදුවන්නේ නිහාරිකාව හැකිළීමට පෙර එහි භ්‍රමණය වූ දිශාවටය.

නිහාරිකාව ගුරුත්වය යටතේ හැකිළෙන විට එහි හැඩය ගෝලාකාර ස්වභාවයක් ගන්නා අතර එහි භ්‍රමණ වේගය වැඩිම ප්‍රදේශය වන්නේ එහි සමකයට ආසන්න ප්‍රදේශයයි. එම නිසා හැකිළුන නිහාරිකාවේ සමකය ආසන්න ප්‍රදේශයේ කේන්ද්‍රාපසාරී බලය වැඩි බැවින් සමකය ආසන්නයේ ඇති නිහාරිකාවේ ද්‍රව්‍ය තව දුරටත් ගුරුත්වය යටතේ බිහිවන ප්‍රතිරූ තාරකාව මතට වැටීමක් සිදුනොවේ. එහෙත් ධ්‍රැව ආසන්නයේ කේන්ද්‍රාපසාරී බලය ඉතා අඩු නිසා නිහාරිකාවේ ද්‍රව්‍ය තවදුරටත් ප්‍රතිරූ තාරකාව මතට පතිතවේ. මෙම හේතුව නිසා ප්‍රමාණවත් ලෙස හැකිළුන නිහාරිකාව මැද ගෝලාකාර වූ තැටියක ස්වරූපයක් ගනී. මෙලෙස හැකිළෙන නිහාරිකාවේ උෂ්ණත්වය සහ පීඩනය ඉතා වැඩි වන අතර යම් මොහොතක න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා ආරම්භ කිරීමට තරම් එය ප්‍රමාණවත් වේ. එවිට අපි නව තරුවක් (Young Stellar Object -YSO) බිහිවූයේ යැයි කියමු.

මෙම න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවේ දී පහත පරිදි හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි 6 ක් හීලියම් න්‍යෂ්ටියක්, පොසිට්‍රෝන 2ක්, නියුට්‍රිනෝ 2ක්, ගැමා කිරණ 2ක් සහ හයිඩ්‍රජන් න්‍යෂ්ටි 2ක් බවට විලයනය වේ. (ප්‍රෝටෝන-ප්‍රෝටෝන චක්‍රය)

$$6{}^{1}H^{+} \rightarrow {}^{4}He^{++} + 2e^{+} + 2\nu + 2\gamma + 2{}^{1}H^{+}$$
$$4{}^{1}H^{+} \rightarrow {}^{4}He^{++} + 2e^{+} + 2\nu + 2\gamma$$

(A) ප්‍රතික්‍රියාවේ වම්පස ස්කන්ධය $= 6.693\text{x}10^{-27}$Kg

(A) ප්‍රතික්‍රියාවේ දකුණු පස ස්කන්ධය $= 6.645\text{x}10^{-27}$Kg

එවිට මෙම න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවේ ස්කන්ධ වෙනස $= 6.645\text{x}10^{-27} = 6'693\text{x}10^{-27} = 0'048\text{x}10^{-27}$ Kg

ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් ගේ ස්කන්ධ සහ ශක්තිය අතර සමීකරණය එනම් $E = mc^2$ භාවිතා කළ විට මෙම ස්කන්ධ වෙනසට අනුරූප ශක්තිය

$E = 0.048\text{x}10^{-27}$ Kg x3 x 10^{8} ms^{-1}
$E = 0.43\text{x}10^{-11}$ තත්පරයට ජූල්

න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා ආරම්භ වූ අවස්ථාවේ දී මෙම තරුව අපේ ඇසින් දැකගත නොහැකිය. මන්ද යත් නව තරුව වටා ඇති දූවිලි සහ වායුවල උෂ්ණත්වය දෘශ්‍ය ආලෝකය පිටකිරීමට තරම් ප්‍රමාණවත් ලෙස වැඩි වී නොමැති බැවිනි. මෙවැනි නව තරු විද්‍යුත් චුම්භක වර්ණාවලියේ රේඩියෝ තරංග පරාසයෙන් නිරීක්ෂණ කළ හැකිය. එනම් රේඩියෝ දුරේක්ෂ තුළින් මෙවැනි අලුත බිහිවූ තරු දැකගත හැකිය.

තරුවේ ඇති ආරෝපිත අංශුවල චලනය නිසා තරුවේ විශාල චුම්භක ක්ෂේත්‍රයක් ජනනය වේ. මෙම චුම්භක ක්ෂේත්‍රය වඩාත් ප්‍රබල වන්නේ තරුවේ ධ්‍රැව 2 ක ආසන්නයේදිය. අයනීකරණය වූ හයිඩ්‍රජන් (H II) ආරෝපිත අංශු බැවින් තරුවේ ධ්‍රැව 2ක ඔස්සේ චුම්භක බල රේඛා දිගේ ක්ෂේප (jet) 2ක් ලෙස තරුවෙන් ඉවතට විහිදෙනු දැකිය හැකිය. භ්‍රමණය වන තරුවේ හරයේ (core) ඇති ද්‍රව්‍යය ඉන් ඉවතට ගමන් කළ හැකි පහසුම මාර්ගය වන තරුවේ භ්‍රමණ අක්ෂය ඔස්සේ තරුවෙන් ඉවතට ඇදියයි. තවද තරුව වටා ඇති තැටියෙන් වායු, දූවිලි සහ විකිරණ තාරකා සුළඟක් ලෙස පිට කරනු ලබයි.

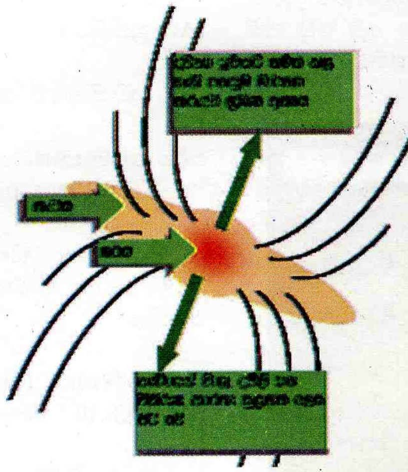
තාරකාවල වර්ණාවලි ශ්‍රේණිය, දීප්තිය සහ විශාලත්වය

තාරකා විද්‍යාඥයන් විසින් තාරකාවල වර්ණාවලිය අනුව ඒවා ශ්‍රේණි ගත කර ඇත. මුලින්ම මෙම ශ්‍රේණි ගත කිරීම සිදුවූයේ තාරකාවල වර්ණාවලියේ හයිඩ්‍රජන් අවශෝෂක වර්ණාවලි රේඛාවේ (Hydrogen absorption line) ප්‍රබලතාවය අනුවය. මෙහිදී ඉංග්‍රීසි හෝඩියේ A B C D E F G H I J K L M N O සහ P ලෙස හයිඩ්‍රජන් වර්ණාවලි රේඛාවේ ප්‍රබලතාවය අඩුවෙන පිළිවෙලින් තාරකා ශ්‍රේණිගත කරන ලදී. පසුව මෙම ශ්‍රේණිගත කිරීම තාරකාවල වර්ණාවලියේ සියළුම වර්ණාවලි රේඛාවල සාපේක්ෂ ප්‍රබලතාව සලකා නැවත සංශෝධනය කරන ලදී. ඒ අනුව වර්ණාවලි රේඛාවල ප්‍රබලතාවය අනුව O B A F G K M ලෙස භාවිතා කරනු ලැබේ. තවද මෙම ශ්‍රේණිගත කිරීම සියුම් ලෙස

සිදුකිරීමට එක් ශ්‍රේණියක් තව දුරටත් 0 සිට 9 දක්වා උපශ්‍රේණි වලට ද බෙදා වෙන් කරන ලදී. වර්ණාවලි ශ්‍රේණිය තාරකාවල මතුපිට උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතී. උෂ්ණත්වය වැඩිම තරු O වන අතර ශ්‍රේණියේ පහළට යන විට උෂ්ණත්වය ද අඩුවේ. නිල් වර්ණයෙන් යුතු තරුවල උෂ්ණත්වය අධික වන අතර රතු වර්ණයෙන් යුතු තරුවල උෂ්ණත්වය අඩු අගයක් ගනී.

තරුවෙන් පිටවන සම්පූර්ණ ආලෝක ප්‍රමාණය එහි දීප්තිය (Luminosity) ලෙස හඳුන්වමු. තවද තරු එහි දීප්තිය අනුව ශ්‍රේණිගත කිරීම සඳහා විශාලත්ව පරිමාණයක් (Magnitude Scale) භාවිතා කරමු. මෙම විශාලත්ව පරිමාණය (m) තරු 2ක දීප්තිය හෙවත් ස්‍රාවය (f) ඇසුරෙන් පහත පරිදි අර්ථ දක්වනු ලැබේ.

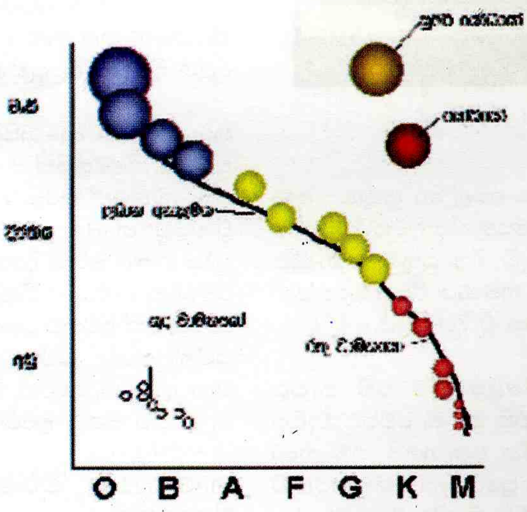
වේගා (Vega) නමැති තරුවේ විශාලත්වය m = 0 ලෙස අර්ථ දැක්වේ. මෙම පරිමාණය අනුව දීප්තිය වැඩි තරු සඳහා විශාලත්ව පරිමාණයේ අඩු අගයක් ද දීප්තිය අඩු තරු සඳහා විශාලත්ව පරිමාණයේ වැඩි අගයක් ද ලැබේ.



5 වන රූපය: *ක්ෂේප සහ තාරකා*

හර්ට්ස්ප්‍රන්ග්-රසල් සටහන

දැන් අපි තාරකාවල විකාශය සම්බන්ධව ඉතා වැදගත් වන ප්‍රස්තාරයක් පිළිබඳව සලකා බලමු. හර්ට්ස්ප්‍රන්ග්-රසල් (Hertzsprung-Russell) නමැති තාරකා විද්‍යාඥයන් දෙදෙනා තරුවල නිරපේක්ෂ විශාලත්වය එහි වර්ණය හෙවත් වර්ණාවලි ශ්‍රේණියට ඉදිරියෙන් ප්‍රස්තාර ගත කරන ලදී. මෙය හර්ට්ස්ප්‍රන්ග්-රසල් සටහන ලෙස (HR diagram) හඳුන්වමු. මෙම H-R සටහන, තාරකාවල නිරපේක්ෂ විශාලත්වයේ තවත් මිණුමක් වන දීප්තිය (L) සහ වර්ණාවලි ශ්‍රේණියේ පදනම වන තරුවේ මතුපිට උෂ්ණත්වය උපයෝගී කරගෙන ද නිර්මාණය කළ හැකිය. H-R සටහනෙහි තාරකා බොහොමයක් එක් රටාවකට අනුව පිහිටයි. මෙය H-R සටහනෙහි ප්‍රධාන අනුක්‍රමය (main sequence) ලෙස හඳුන්වමු. ප්‍රධාන අනුක්‍රමයට ඉහළින් දකුණු පස H-R සටහනේ තරු පිහිටන රටා අනුව තරු දීප්තිය අනුව ද වර්ග කරනු ලැබේ. එනම්,



රූ සටහන 6: *හර්ට්ස්ප්‍රන්ග්සල් සටහන*

- I_a - ඉතා දීප්තිමත් සුපිරි යෝධයන්
- I_b - දීප්තියෙන් අඩු සුපිරි යෝධයන්
- II - දීප්තිමත් යෝධයන්
- III - සාමාන්‍ය යෝධයන්
- IV - උප යෝධයන්
- V - ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ තරු (සාමාන්‍ය තරු)

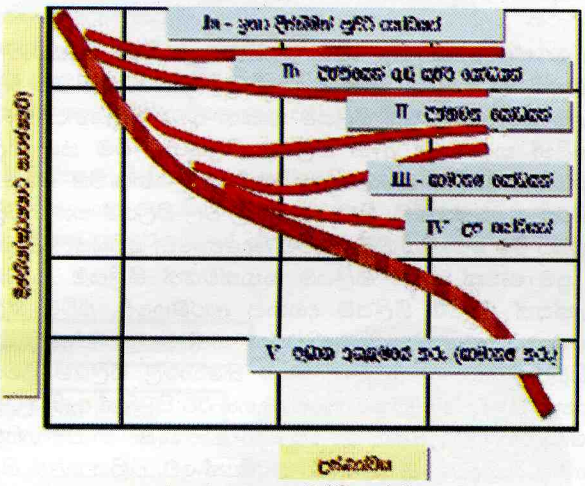
අණු වලාවක් නව තරුවක් බවට පත්වන ක්‍රියාවලියේදී එය H-R සටහනෙහි පිහිටන අයුරු දැන් අපි සලකා බලමු. අණු වලාව හැකිළීමට ගන්නා අවස්ථාවේ එහි උෂ්ණත්වය අඩු නිසා එය H-R සටහනෙහි පහළ දකුණු කෙළවරෙහි පිහිටයි. ක්‍රමයෙන් එහි උෂ්ණත්වය වැඩි වන නිසා එහි දීප්තිය ද වැඩි වේ. එවිට එය H-R සටහනෙහි වමට සහ ඉහළට ගමන් කරයි. අණු වලාව හැකිළෙන විට එහි ප්‍රමාණය කුඩා වන බැවින් උෂ්ණත්වය ඉහළ ගිය ද දීප්තිය තරමක් අඩුවේ (මක්නිසාද යත් දීප්තිය, උෂ්ණත්වය සහ ප්‍රමාණය යන සාධක 2 ක මත රඳාපවතින බැවින්ය). එම නිසා හැකිළෙන අණුවලාව H-R සටහනෙහි වමට සහ මදක් පහළට ගමන් කරයි. න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා ආරම්භ වූ පසු එය H-R සටහනෙහි ප්‍රධාන අනුක්‍රමණ මතට පැමිණෙයි.

අප සූර්යයාගේ ස්කන්ධය ($M_\odot$) මෙන් $0.08M_\odot$ ස්කන්ධයක් ඇති ප්‍රතිරූ තරුවක් කිසිදිනක න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා ආරම්භ කිරීමට ප්‍රමාණවත් උෂ්ණත්වයකට හැකිළිය නොහැකිය. එවැනි තාරකා දුඹුරු වාමන තාරකා (brown dwarf star) ලෙස හඳුන්වනු ලබයි. මෙවැනි වස්තූන් නියම තාරකා ලෙස සැලකිය නොහැකිය. ඒවායේ ආලෝකය නිකුත් කරනුයේ ගුරුත්වාකර්ෂණ හැකිළීමේදී පිටකරනු ලබන උෂ්ණත්වය හේතු කොටගෙනය. මෙම දුඹුරු වාමන තාරකා H-R සටහනෙහි ප්‍රධාන අනුක්‍රමණ වෙත නොපැමිණේ.

අප සූර්යයාගේ ස්කන්ධයට වඩා $100M_\odot$ ගුරුත්වයකට වඩා වැඩි තරුවල හරයේ උෂ්ණත්වය ඉතා අධික වන අතර න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා මගින් ඇතිවන විකිරණ පීඩනය ගුරුත්වාකර්ෂණ බලයට වඩා ප්‍රබල වේ. මෙහිදී තාරකාව අස්ථායි වන අතර එය ඉතා අධික උෂ්ණත්වයෙන් යුත් වායු සහ දූවිලි පිපුරුමක් ලෙසින් අවකාශයට මුදා හරියි. "ඊටා කැරිනා"(Eta Carina) තාරකාව මෙවැනි තාරකාවකට උදාහරණයකි. මෙවැනි අධික ස්කන්ධයක් ඇති තාරකාද ප්‍රධාන අනුක්‍රමය වෙත නොපැමිණේ. ප්‍රධාන අනුක්‍රමයට තාරකාවක් පැමිණීමට ගතවන කාලය

ස්කන්ධය	කාලය (වසර)
$0.5\ M_\odot$	100×10^6
$1.0\ M_\odot$	30×10^6
$2.0\ M_\odot$	8×10^6
$5.0\ M_\odot$	0.7×10^6
$15.0\ M_\odot$	0.16×10^6

තාරකාවක් ශුන්‍ය ආයුකාල ප්‍රධාන අනුක්‍රමය (Zero Age Main Sequence-ZAMS) මත කොපමණ කාලයක් ගත කරයි ද යන්න රඳා පවතින්නේ තරුවේ ස්කන්ධය මතය. තරුවේ ස්කන්ධය වැඩිවන විට එහි හරයෙහි උෂ්ණත්වය ඉතා අධික වන නිසා න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදුවන සීඝ්‍රතාවය ද වැඩිවේ. එමනිසා තරුවේ ස්කන්ධය වැඩි වන විට න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සඳහා වැය කිරීමට එහි වැඩිපුර ස්කන්ධයක් තිබුණත් න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදුවන



රූ සටහන 7: *දීප්ති ශ්‍රේණිය*

සීඝ්‍රතාවය ඉතා වැඩි නිසා ස්කන්ධය අධික තරු තම න්‍යෂ්ටික ඉන්ධන ඉක්මනින් අවසන් කර ප්‍රධාන අනුක්‍රමයෙන් ඉවත් වේ. ඔවුන්ගේ ජීවිතයේ අවසාන අවස්ථා කරා එළැඹේ. ස්කන්ධය අඩු තරුවල න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදුවන වේගය අඩු බැවින් ඔවුන් වැඩි කලක් ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ තම ජීවිත කාලය ගතකරති. තාරකාවක් ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ ගත කරන කාලය තරුවේ ස්කන්ධයේ ඝනයට ප්‍රතිලෝමව සමානුපාතික වේ.

තරුව ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ ගත කරන කාලය ∝ 1/ (තරුවේ ස්කන්ධය)^3

ස්කන්ධය සූර්යයාගේ ස්කන්ධය මෙන්	වර්ණාවලි ශ්‍රේණිය	ප්‍රධාන අනුක්‍රමය මත කාලය (අවු.)
0.4	M	200,000x10^6
1.0	G2	10,000x10^6
3.3	A	500x10^6
40.0	05	1x10^6

තරුව ප්‍රධාන අනුක්‍රමය මත පවතින විට එහි ස්ථර (layers) ද්‍රවස්ථිතික සමතුලිතතාවයේ පවතී. (Hydrostatic equilibrium) එනම් තරුවේ කිසියම් ස්ථරයක් සැලකූ විට එම ස්ථරයේ ඇති පදාර්ථ ගුරුත්වය යටතේ තරුව ඇතුළට ආකර්ෂණය කරගන්නා අතර අභ්‍යන්තර විකිරණ පීඩනය එම ස්ථරය පිටතට තල්ලු කරනු ලබයි. මෙම බල දෙක සමතුලිතතාවයේ ඇති නිසා තරුවේ වෙනසක් සිදුනොවේ.

තරුවේ හරයේ සිදුවිය හැකි න්‍යෂ්ටික විලයනය ප්‍රතික්‍රියා එහි උෂ්ණත්වය මත රඳා පවතී.

	න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාව	උෂ්ණත්වය
I.	ප්‍රෝටෝන-ප්‍රෝටෝන චක්‍රය	8X10^6 °K
II.	කාබන්-නයිට්‍රජන්-ඔක්සිජන් චක්‍රය	20X10^6 °K
III.	ත්‍රිත්ව ඇල්ෆා අංශු ප්‍රතික්‍රියාව	100X10^6 °K
IV.	කාබන් දහනය	600X10^6 °K

සූර්යයාගේ වැනි ස්කන්ධ ඇති (1 $M_{\odot}$) තාරකාවන් ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ ජීවිත කාලය අවසන් කළ පසු තාරකාව එහි අවසාන අවධි වෙත එළඹෙන අයුරු දැන් අපි සලකා බලමු.

මෙවැනි තාරකාවක් ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ අවුරුදු බිලියන 10 ක් පමණ තම හයිඩ්‍රජන් හීලියම් බවට න්‍යෂ්ටික විලයනය සිදුකරමින් ජීවත් වේ. හීලියම්, හයිඩ්‍රජන් වලට වඩා ස්කන්ධය වැඩි නිසා එය හරයේ මැද තැන්පත් වේ. හරයේ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවට දායක වන හයිඩ්‍රජන් අවසන් වන විට විකිරණ පීඩනයක් අඩු වන බැවින් දැනට හීලියම් වලින් සමන්විත හරය ගුරුත්වය යටතේ හැකිළෙන අතර එහි උෂ්ණත්වය ඉහළ යයි. මෙහිදී හීලියම් හරයට පිටතින් කබොලක ආකාරයෙන් හයිඩ්‍රජන් දහනය වේ. මෙම අවස්ථාවේ දී අපි තාරකාව ප්‍රධාන අනුක්‍රමයෙන් බැහැර වන අවස්ථාව ලෙස හඳුන්වමු.

කබොලේ හයිඩ්‍රජන් දහනය

දැන් කබොලේ හරය කුඩා වී ඇති නිසා එහි උෂ්ණත්වය සහ පීඩනය සැලකිය යුතු ලෙස ඉහළ ගොස් ඇත. එම නිසා හරය වටා ඇති කබොලේ හයිඩ්‍රජන් දහනය වන සීඝ්‍රතාව වැඩි වන අතර එමගින් ඇතිවන විකිරණ පීඩනය මගින් තරුවේ බාහිර ආවරණය ප්‍රසාරණය වීම සිදුවේ. එවිට තාරකාව ප්‍රමාණයෙන් විශාල වන අතර එහි දීප්තිය ද වැඩිවේ. නමුත් තරුවේ බාහිර පෘෂ්ඨය හරයෙන් ඈත් වීම නිසා මතුපිට උෂ්ණත්වය අඩුවේ. තරුවේ කිසිදු ශක්ති නිපද වීමක් සිදුනොවීම නිසා එය තවදුරටත් ගුරුත්වය යටතේ හැකිලේ. මෙලෙස හැකිළෙන හරයේ ඇති හීලියම් න්‍යෂ්ටි සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන ඉතා කුඩා අවකාශයකට ඇහිරෙයි. එනම් හරයේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන එහි පරමාණුවල පැවතිය හැකි සියලුම ශක්ති මට්ටම්වල පිරේ (මෙවැනි ඝනත්වය අධික අවස්ථාවක් සඳහා "කොන්ටම් යන්ත්‍රණ" භාවිත කළ යුතුය. "පෝලි බහිෂ්කාර මූලධර්මය" (Pauli exclusion principle) අනුව කොන්ටම් අවකාශයේ එක් ශක්ති මට්ටමක පැවතිය හැක්කේ ඉලෙක්ට්‍රෝන 2ක් පමණකි). මෙවැනි අවස්ථාවක පවතින පදාර්ථ "පිරිහුණු අවස්ථාවක්" (degenerate state) ලෙස සැලකේ. පිරිහුණු අවස්ථාවක් පවතින විට තරුවේ හරය තවදුරටත් හැකිළිය නොහැකිය (සාමාන්‍ය අවස්ථාවේ පවතින වායුවක උෂ්ණත්වය ඉහළ යන විට එහි පීඩනය වැඩිවී අවට පරිසරයට ප්‍රසාරණය වී උෂ්ණත්වය අඩු කර ගනී. නමුත් පිරිහුණු අවස්ථාවේ පවතින වායුවක උෂ්ණත්වය හා පීඩනය එකිනෙකට දැඩි ලෙස සම්බන්ධ නොවන නිසා පීඩනය නොවෙනස්වී උෂ්ණත්වය වැඩිවේ). තරුව මෙම අවස්ථාවට පත්වන විට එහි හීලියම් හරයේ උෂ්ණත්වය ඉතා ඉහළ යන අතර තරුව වටා ඇති කබොලේ හයිඩ්‍රජන් දහනය ඉතා සීඝ්‍රයෙන් සිදුවේ. එවිට තරුවේ බාහිර ආවරණය හෙවත් වහන්තරාව (envelop) මෙම විකිරණ ශක්තිය නිසා ඉතා වේගයෙන් ප්‍රසාරණය වේ. මෙම අවස්ථාවේදී තරුවේ විෂ්කම්භය

සූර්යයාගේ විෂ්කම්භය මෙන් 25 ගුණයක් පමණ වන අතර එහි මතුපිට උෂ්ණත්වය ද අඩු නිසා එය "රතු යෝධ" තරුවක් (Red Giant) ලෙස දර්ශනය වේ. තරුව H-R සටහනෙහි ඉහළට සහ දකුණට ගමන් කරන අතර මෙය H-R සටහනෙහි "යෝධ ශාඛාව" (Giant branch) ලෙස හඳුන්වමු.

හීලියම් ජ්වලනය **(Helium flash)**

අවුරුදු මිලියන සියගණනකට පසු තරුව රතු යෝධ ශාඛාවේ මුදුනට පැමිණේ. මේ අවස්ථාව වන විට එහි හීලියම් හරයේ උෂ්ණත්වය කෙල්වින් අංශක මිලියන 100 ක් පමණ වේ. මෙම උෂ්ණත්වයේ දී හීලියම් ද පිපුරුමක් ලෙස දහනය වීම ආරම්භ කරන අතර අසම්මත තත්වයේ පවතින හීලියම් හරය නිසා මෙම දහනය මුළු හරය පුරාම ආරම්භ වේ. එවිට හරය අධික ලෙස රත්වන අතර එමගින් හීලියම් දහනයවන සීඝ්‍රතාවයද වැඩිවේ. හීලියම් දහනය වන සීඝ්‍රතාව වැඩි වන විට හරයේ උෂ්ණත්වය තව දුරටත් ඉහළ යයි. මෙහිදී හරයේ උෂ්ණත්වය කෙල්වින් අංශක මිලියන 350 ක් පමණ ඉහළ යන අතර එම උෂ්ණත්වයේදී හරය පිරිහුණු අවස්ථාවෙන් මිදේ.

හීලියම් දහනය වන විට තරුවේ අභ්‍යන්තර ස්ථර පිටතට ප්‍රසාරණය වන අතර එමගින් තරුවේ හයිඩ්‍රජන් දහනය වන කබොල, ඝනත්වය අඩු පිටත ස්ථර වෙත තල්ලුකරනු ලබයි. එවිට ඝනත්වය අඩු වීම නිසා හයිඩ්‍රජන් දහනය වීම එක්විටම අඩුවේ. මේ අවස්ථාවේදී තරුවෙන් නිපදවන සම්පූර්ණ ශක්තිය අඩු වීම නිසා පීඩනය අඩු වී බාහිර ස්ථර තරුව තුළට ගුරුත්වය යටතේ කඩා වැටීමක් සිදුවේ. මේ අවස්ථාව වන විට තරුව H-R සටහනෙහි තිරස් ශාඛාවට (Horizontal branch) පැමිණ ඇති අතර හීලියම්, අනෙක් බර මූලද්‍රව්‍ය වන බෙරිලියම් (Be), කාබන් (C) සහ ඔක්සිජන් (O) බවට විලයනය වේ. හරයේ උෂ්ණත්වය ද ක්‍රමයෙන් ඉහළ යයි. හීලියම් දහනය වීමේදී හයිඩ්‍රජන් දහනය වීමට සාපේක්ෂව අඩු ශක්ති ප්‍රමාණයක් නිකුත් කරන බැවින් තරුවේ බාහිර ස්ථර මත පීඩනය අඩුවී, එම ස්ථර ගුරුත්වය යටතේ තරුවේ අභ්‍යන්තරයට කඩා වැටේ. ගුරුත්වය සහ පීඩනය සමතුලිත වන තෙක් මෙම හැකිලීම සිදුවේ. තරුවේ මතුපිට පෘෂ්ඨය එහි හරයට ආසන්න වීම නිසා මතුපිට උෂ්ණත්වය දැන් වැඩි අගයක් ගනී. තරුව ප්‍රමාණයෙන් කුඩා නිසා දීප්තියෙන් වැඩිවීමක් සිදුනොවේ. තරුව තිරස් ශාඛාවේ ඇති විට, එය ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ තිබූ අවස්ථාවට වඩා උෂ්ණත්වය වැඩි නිසා න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා සිදුවන වේගය ද වැඩි වේ. මේ නිසා එය ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ සිටි කාලයෙන් 1/10 පමණ කාලයක් හීලියම් දහනය අවසන් කිරීම සඳහා යොදාගනී.

හීලියම් දහනය අවසන් වීම

හරයේ හීලියම් දහනය වන විට ත්‍රිත්ව ඇල්ෆා ප්‍රතික්‍රියාව(එනම් හීලියම් න්‍යෂ්ටි තුනක් කාබන් බවට විලයනය වීම) මගින් ප්‍රධාන වශයෙන් කාබන් සහ ඔක්සිජන් නිපදවයි. මෙම බර මූලද්‍රව්‍ය හරයේ තැන්පත් වේ. කාබන් න්‍යෂ්ටියක් සෑදීම සඳහා හීලියම් න්‍යෂ්ටි 3ක් වැය වන නිසා කාබන් සෑදීමේ දී හරය මඳ වශයෙන් හැකිළීමට භාජනය වේ. හරය හැකිළෙන විට එයට පිටතින් හයිඩ්‍රජන් විලයනයෙන් බිහිවූ හීලියම් කබොල ද හැකිළේ. මෙලෙස හැකිළෙන විට එහි උෂ්ණත්වය සහ ඝනත්වය ඉහළ යන අතර යම් අවස්ථාවක හීලියම් කබොලේ ඇති හීලියම් ද විලයනය වීම ආරම්භවේ. හරයේ හීලියම් අවසන් වන විට හරය නැවතත් හැකිළෙන අතර එහි උෂ්ණත්වය ඉහළ යයි. මේ අවස්ථාවේ දී තරුවේ බාහිර ස්ථර ප්‍රසාරණය වී සිසිල් වන නිසා පිටතින් ඇති හයිඩ්‍රජන් දහනය වන කබොලේ විලයනය තාවකාලිකව නවතී. හරය පිරිහුණු අවස්ථාවක් දක්වා හැකිළේ. මෙවිට තාරකාව නැවතත් H-R සටහනේ රතු යෝධ ශාඛාව දිශාවට ගමන් කරයි. මෙම නව ශාඛාව "ස්පර්ශෝන්මුඛ යෝධ ශාඛාව" (Asymptotic giant branch) ලෙස අපි හඳුන්වමු.

තාප ස්පන්දනය (**Thermal pulsing**)

තරුව ස්පර්ශෝන්මුඛ යෝධ ශාඛාවට පැමිණි අවස්ථාව වන විට එහි තවමත් න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා ස්ථාන 3ක සිදුවේ. එනම් තරුවේ හරයේ හීලියම් කාබන් බවට විලයනය වීම, ඊට ඉහළින් කබොලේ ඇති හීලියම් විලයනය වීම සහ හීලියම් කබොලට ඉහළින් කබොලේ හයිඩ්‍රජන් විලයනය වීම. මෙය ඉතා අස්ථාවර අවස්ථාවකි. පිටත කබොල වල හීලියම් සහ හයිඩ්‍රජන් දහනය වීම බොහෝ විට එකවිට සිදුනොවේ. හයිඩ්‍රජන් විලයනය වී ප්‍රමාණවත් ලෙස හීලියම් ඝනත්වයත් හීලියම් කබොලේ තැන්පත් වූ විට හීලියම් දහනය ආරම්භවේ. එවිට හීලියම් කබොලට පිටතින් ඇති හයිඩ්‍රජන් කබොල ප්‍රසාරණය වී එහි හයිඩ්‍රජන් දහනය නවතී හීලියම් කබොලේ හීලියම් ප්‍රමාණය දහනය වී අඩුවන විට එම කබොල සහ ඊට පිටතින් ඇති හයිඩ්‍රජන් කබොල හැකිලී උෂ්ණත්වය සහ ඝනත්වය වැඩිවී නැවත හයිඩ්‍රජන් දහනය වී හීලියම් කබොලෙහි තැන්පත් වේ. චක්‍රිය ලෙස සිදුවන මෙම ක්‍රියාවලිය තාප ස්පන්දනය ලෙස හැඳින්වේ. මෙම චක්‍රීය ක්‍රියාවලිය වසර 100,000 කට වරක් බැගින් නැවත නැවත සිදුවේ.

නව මූලද්‍රව්‍ය බිහිවීම

තරුව ස්පර්ශෝන්මුඛ යෝධ ශාඛාවේ ඇතිවිට සිදුවන තාප ස්පන්දනය මගින් තරුවේ න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා මගින් නිපදවන මූලද්‍රව්‍ය මනාව මිශ්‍රවීමක් සිදුවන අතර එම මූලද්‍රව්‍ය තරුවේ මතුපිට පෘෂ්ඨය මතට පැමිණීම සිදුවේ. එලෙස තරුවේ මතුපිටට පැමිණෙන මූලද්‍රව්‍ය තාරකා සුළඟ මගින් අවකාශය වෙතට රැගෙන යනු ලබයි. තවද ස්පර්ශෝන්මුඛ යෝධ ශාඛාවේ ඇති තරුවේ බාහිර ස්ථරවල උෂ්ණත්වය ඉතා අඩු නිසා එහි දූවිලි අංශු සෑදේ. මෙම දූවිලි අංශු තරුවේ ආලෝකය අවශෝෂණය කරන නිසා ආලෝකය එම අංශු තරුවෙන් ඉවතට තල්ලු කරයි. එනම් එම දූවිලි අංශු සුපිරි සුළඟක් ලෙස තරුවෙන් ඉවත අවකාශයට විහිදී යයි.

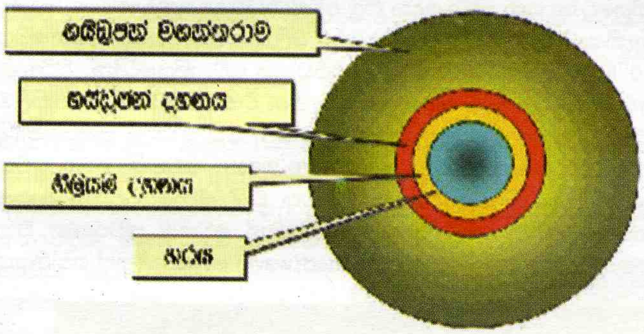
ස්පර්ශෝන්මුඛ යෝධ ශාඛාවේ මුදුනට තාරකාව පැමිණ වීම සිදුවන්නේ කුමක්ද? දැන් තරුවේ හරයේ පවතින්නේ කාබන්ය. මෙම කාබන් විලයනය කිරීමට තරම් හරය හකුළුවා ලීමට සූර්යයාගේ ස්කන්ධයක් ඇති තරුවක ගුරුත්වාකර්ෂණය ප්‍රමාණවත් නොවේ. හරයේ ඇති කාබන් පිරිහුණු අවස්ථාවේ පවතින බැවින් තරුවේ හරය ගුරුත්වය යටතේ කඩා වැටීමට නොදී පවත්වා ගැනීමට තරම් ප්‍රමාණවත් පීඩනයක් ඇතිකරයි.

තරුවේ අවසානය, ග්‍රහලෝක නීහාරිකා සහ සුදු වාමනයෝ

තරකාවේ න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා අවසන් වන විට තරුවේ බාහිර ස්ථර අභ්‍යන්තරයට කඩා වැටීම සිදුවේ. එම ස්ථර, පිරිහුණු අවස්ථාවේ ඇති ඝනත්වය ඉතා අධික බලයකින් හරයේ වැදීම

නිසා නැවතත් අවකාශයට පැනීමක් සිදුවේ. මෙලෙස තරුවේ බාහිර ස්ථර අවකාශයට විසිවූ විට එය ග්‍රහලෝක නීහාරිකාවක් (planetary nebulae) ලෙස දර්ශනය වේ. එහි මැද තරුවේ හරය වූ පිරිහුණු අවස්ථාවේ පවතින උෂ්ණත්වය $100,000^0$ණ පමණ වන කුඩා වාමන තරුවක් (white dwarf) ඉතිරි වේ. මෙම නිහාරිකාවට (nebulae) ග්‍රහලෝක නීහාරිකාවක් ලෙස නම් කර ඇත්තේ එය සූර්යයා වටා ඇති ග්‍රහලෝක පද්ධතියකට ස්වරූපය ගන්නා නිසාය. ග්‍රහලෝක නීහාරිකාවන් විවිධ හැඩයන්ගෙන් යුක්ත වන අතර මෙසේ වීමට හේතුව තවම නිසි ආකාරයෙන් සොයා ගෙන නොමැත. මියයන තරුව, අවට අවකාශයේ ස්වභාවය, තරුව එහි වහන්තරාව හෙවත් බාහිර ස්ථරය (envelop) අවකාශයට විසිකරනු ලබන ආකාරය සහ තරුවේ භ්‍රමණ වේගය යන කරුණු මෙලෙස ග්‍රහලෝක නිහාරිකාවලට විවිධ හැඩ ලැබීමට හේතුවේ.

වාමන තරුවක ඇති පිරිහුණු අවස්ථාවේ ඇති ද්‍රව්‍ය වලින් තරුව ගුරුත්වාකර්ෂණයට එරෙහිව කඩාවැටීම නැවැත්විය හැකි වන්නේ තරුවේ ස්කන්ධය සූර්යයාගේ ස්කන්ධය මෙන් 1.4 $M_{\odot}$ වඩා අඩු



රූ සටහන 8: *කබොලේ ද්විත්ව හයිඩ්‍රජන් සහ හීලියම් දහනය*

වුවහොත් පමණයි. මෙය සුබ්‍රමනියම් චන්ද්‍රසේකර් විසින් සොයාගන්නා ලද අතර එයට අපි "චන්ද්‍රසේකර සීමාව" ලෙස කියමු.

සුදු වාමන තාරකාවක දත්තයන්

ප්‍රමාණය - පොළවේ විශ්කම්භය මෙන් 3/4
ස්කන්ධය - සාමාන්‍යයෙන් සූර්යයාගේ ස්කන්ධය මෙන් 0.6 සිට 1.0 දක්වා. වඩා සැහැල්ලු ඒවා 0.15 $M_{\odot}$ සහ වඩා බර වාමනයෝ 1.2 $M_{\odot}$ පමණ වේ.
ඝනත්වය - 3000 $Kg\ cm^{-3}$
මතුපිට උෂ්ණත්වය - සූර්යයාගේ මතුපිට උෂ්ණත්වය මෙන් 1-10 දක්වා

සුදු වාමන තාරකාවක අභ්‍යන්තරයේ බලශක්ති ප්‍රභවයක් නැති බැවින් එය කාලයත් සමග සිසිල් වී අවසානයේ දී අඳුරු කළු වාමනයෙක් (black dwarf) බවට පත්වේ.
සුදු වාමනයක් කළු වාමනයක් බවට පත්වීමට තරම් තවම විශ්වය මහළු වී නොමැත.

අපි දැන් විවිධ ස්කන්ධ වලින් ආරම්භ වූ තාරකා විකාශය වන අයුරු කෙටියෙන් සලකා බලමු.

<0.07 $M_{\odot}$ - මෙවැනි තරුවලට, හයිඩ්‍රජන් දහනය කිරීමට තරම් ස්කන්ධයක් නොමැත.

0.07-0.5 $M_{\odot}$ - මෙම තරු හයිඩ්‍රජන් දහනය කරන අතර යෝධ ශාඛාව මුදුනට පැමිණි පසු හීලියම් දහනය කිරීමට තරම් ප්‍රමාණවත් ස්කන්ධයක් නොමැත.

0.5-2.2 $M_{\odot}$ - මෙම පරාසය ඇති තරු අප සාකච්ඡා කළ පරිදි ප්‍රධාන අනුක්‍රමයේ සිට සුදු වාමනයකු දක්වා විකාශය වේ.

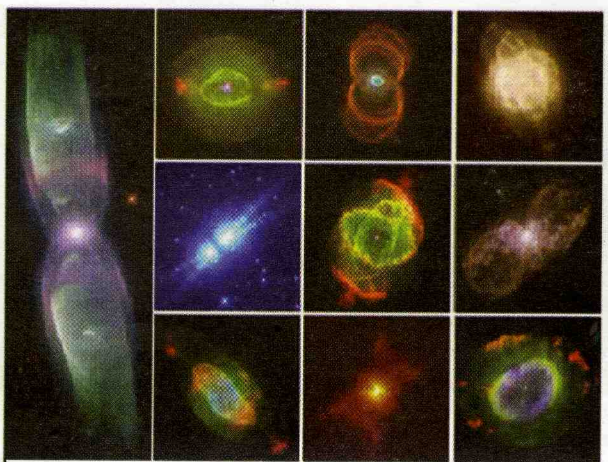
2.2-8.0 $M_{\odot}$ - මෙම තරුවල හීලියම් ජ්වලනය ඇතිවන්නේ නැත. මක්නිසාද යත් මෙම තරුවල හීලියම් පිරිහුණු අවස්ථාවේ නොතිබෙන නිසා. එහෙත් පසුව ඇතිවන කාබන් හරය පිරිහුණු අවස්ථාවේ පවතී. මෙම හරය දහනය වුවහොත් එය "සුපර් නෝවා" පිපුරුමක් ලෙස අවසන් වේ. මෙම ස්කන්ධ පරාසයක් ඇති තරුවලින් සුපර් නෝවා සොයා ගෙන නොමැත. තාරකා විද්‍යාඥයන් මෙම තරු වලින් සුපිරි තාරකා සුළඟක් මගින් එහි ඇති ද්‍රව්‍ය විශාල ලෙස තාරකාවෙන් ඉවත් වන බව පවසයි. එම නිසා මෙවැනි තරුවල කාබන් හරය දැල්වීමට තරම් ප්‍රමාණවත් උෂ්ණත්වයක් සහ පීඩනයක් ඇති කිරීමට එම තරු අසමත් වේ. සමහර විට මෙම තරු ග්‍රහලෝක නීහාරිකා ලෙස අවසන් වේ.

8.0-10 $M_{\odot}$ - මෙම තාරකා කාබන් හරය දැල්වීමට තරම් ස්කන්ධයක් ඇත. මෙහි කාබන් පිරිහුණු අවස්ථාවේ නොපවතින නිසා එහිදී පිපුරුමක් සිදු නොවේ. කාබන් ඔක්සිජන් බවට විලයනය වන අතර ඉන්පසු ඔක්සිජන් විලයනය කිරීමට තරම් උෂ්ණත්වයක් සහ පීඩනයක් මෙම ස්කන්ධය ඇති තරුවලට ඇති කිරීමට නොහැකිය.

10 -15 $M_{\odot}$ - මෙම තරු ඔක්සිජන් විලයනය කිරීමට සමත් අතර එහි ඇති ඔක්සිජන් පිරිහුණු අවස්ථාවේ පසුවේ. එම නිසා එම තරුවේ හරය සුපර් නෝවා පිපුරුමක් ලෙස විනාශ වේ.

15-100 $M_{\odot}$ - මෙම තාරකා විශ්වයේ ඇති අධික ස්කන්ධයෙන් යුත් තාරකා වේ. මේවා පිරිහුණු අවස්ථා නොවන තත්ව යටතේ සියළුම න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා සිදුකිරීමට සමත් වේ. එනම් $H \rightarrow He$, $He \rightarrow C$, $C \rightarrow O$, $O \rightarrow Si$ සහ $Si \rightarrow Fe$. මෙම තරුවල විකාශය ඉතා කෙටි කාලයකින් සිදුවේ. අවසානයේදී සුපර් නෝවා පිපුරුමක් ලෙස එය විනාශ වේ.

සුපර් නෝවා පිපුරුම් ප්‍රධාන වර්ග දෙකකට බෙදා වෙන් කළ හැකිය.



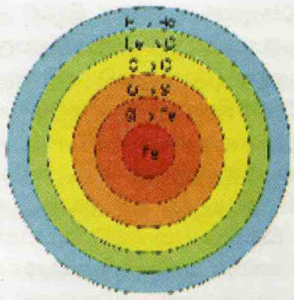
රූ සටහන 9: *ග්‍රහලෝක නීහාරිකාවන්*

(i.) සුපර් නෝවා පළමු වර්ගය (Type I supernovae)
(ii.) සුපර් නෝවා දෙවන වර්ගය (Type II supernovae)

සුපර් නෝවා I වර්ගයේ වර්ණාවලියේ හයිඩ්‍රජන් වලින් ඇතිවන වර්ණාවලි රේඛා දක්නට නොමැත. සුපර් නෝවා I වර්ගයේ පිපුරුම් ස්කන්ධය අඩු තාරකා වලින් සිදුවේ. මෙවැනි සුපර් නෝවා තවත් වර්ග තුනකට බෙදා ඇත.

Ia වර්ගය - ද්විත්ව තාරකා වල (binary star) ඇති වාමන තරුවෙන් ඇතිවේ.
Ib වර්ගය - පිටත හයිඩ්‍රජන් ඉවත් වූ සුපිරි යෝධයන්ගෙන් ඇතිවේ.
Ic වර්ගය - පිටත හයිඩ්‍රජන් සහ හීලියම් ඉවත් වූ සුපිරි යෝධයන්ගෙන් ඇතිවේ.

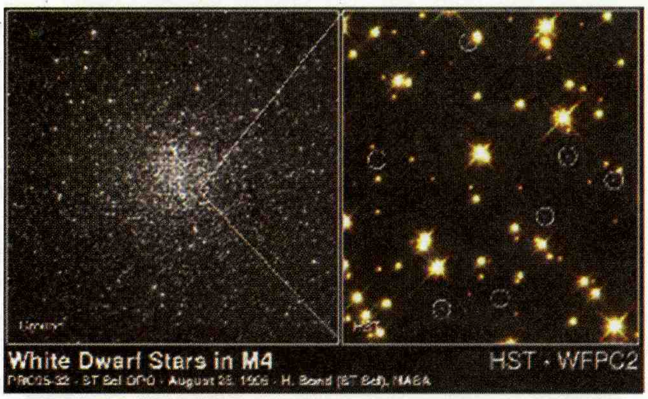
සුපර් නෝවා II වර්ගයේ වර්ණාවලියේ හයිඩ්‍රජන් අවශෝෂක වර්ණාවලි රේඛා දක්නට ඇත. මෙම පිපුරුම් අධික ස්කන්ධයක් ($>8M_\odot$) ඇති තරුවලින් සිදුවේ. මෙවැනි තරුවල න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා Si → Fe (යකඩ) සෑදීම දක්වා සිදුවේ. යකඩ දක්වා මූලද්‍රව්‍ය සෑදීමේ න්‍යෂ්ටික විලයන ප්‍රතික්‍රියා මගින් ශක්තිය මුදාහැරේ. මෙම ශක්තිය මගින් තරුවේ බාහිර ස්ථර ගුරුත්වය යටතේ කඩාවැටීමට නොදී රඳවා ගනී. අධික ස්කන්ධයක් ඇති තරුවල හරයේ ඇති යකඩ විලයනය කිරීමට ආරම්භ කළ විට එම ක්‍රියාවලිය සඳහා තරුවේ ශක්කිය අවශෝෂණය වේ. මේ අවස්ථාවේ දී හරයේ න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා නතර වන අතර බාහිර ස්ථර වෙත යන විකිරණ නතර වේ. එවිට බාහිර ස්ථර එකවර තරුවේ හරය මතට කඩා වැටේ. මෙලෙස තරුව කඩා වැටෙන



රූ සටහන 11: ස්කන්ධය අධික තරුවක න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියා

විට, ප්‍රථමයෙන් පිරිහුණු අවස්ථාවේ ඇති ඉලෙක්ට්‍රෝන වලින් තරුව කඩා වැටීම නතර කිරීමට උත්සහ කළ ද තරුවේ ස්කන්ධය වැඩි නිසා ($>1.4\ M_\odot$) තරුව තව දුරටත් හැකිලේ. මෙහිදී තරුවේ ඇති ප්‍රෝටෝන සහ ඉලෙක්ට්‍රෝන සම්බන්ධ වී නියුට්‍රෝන සෑදෙන අතර අතුරු ඵලයක් ලෙස නියුට්‍රිනෝ පිටකරයි. නියුට්‍රෝන විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීන නිසා ඒවා මුලින් ප්‍රෝටෝන සහ නියුට්‍රෝන යන වර්ග දෙක තිබූ අවස්ථාවට වඩා කුඩාවට ඇසිරීමට හැකියාව ඇත. මෙහිදී නියුට්‍රෝන වලින් සැදුණු හරයේ ඝනත්වය $10^{17}\ Kgm^{-3}$ පමණ වන තෙක් සම්පීඩනය වේ. නියුට්‍රෝන, පිරිහුණු අවස්ථාවට (nuclear degeneracy) පැමිණ වීම තරුවේ හරය හැකිලීම එකවිට නතර වන අතර එය තරමක් ආපසු පොලා පනී. මෙහිදී ඇතිවන පීඩන තරංගය (pressure wave) තවමත් හරය වෙත කඩා වැටෙන ඇතුලත ස්ථර වෙත වැදී ඒවායේ දිශාව ආපසු හරවයි. එවිට මෙම පදාර්ථ තරුවෙන් ඉවතට ත්වරණය වන අතර ඒවා කම්පන තරංගයක් (shock wave) ලෙස ඉමහත් ශක්තියක්

රූ සටහන 12: 1987 සුපර් නෝවා පිපිරීම පෙර, පිපිරෙන සහ පසු



රූ සටහන 10: සුදු වාමන තාරකා

පිටකරමින් අවකාශයට මුදා හරියි. මෙය "සුපර් නෝවා පිපිරීම" නම් වේ. සුපර් නෝවා පිපිරීමකින් පසු තරුවේ හරය නියුට්‍රෝන තාරකාවක් (nutron star) හෝ ගුරුත්වාකර්ෂණ ක්ෂේත්‍රය අධිකම වස්තුවක් වන "කළු කුහරයක්" (black hole) බවට හෝ පත්වේ.

විශ්වයේ, යකඩ වලට වඩා බර මූලද්‍රව්‍ය එනම් Co, Ni, Cu, Zn ... යනාදිය යකඩ වලට නියුට්‍රෝන ග්‍රහණය කිරීමේ න්‍යෂ්ටික සංස්ලේෂණ (neutron capture nucleosynthesi) ක්‍රියාවලින් බිහිවේ.

සරාජ් ගුණසේකර
B.Sc (SP)(භෞතික විද්‍යා)
පර්යේෂණ විද්‍යාඥ
නවීන තාක්ෂණය පිළිබඳ ආතර් සී ක්ලාර්ක් ආයතනය

ගණිතමය ආකෘති තැනීම සහ එදිනෙදා කටයුතු සඳහා යොදා ගැනීම

ආචාර්ය ශ්‍යාම් එස්. පෙරේරා

දශක දෙක තුනකට පෙර ගණිතය යන්නෙන් අදහස් කරනු ලැබුයේ ගණිතමය ප්‍රමේහ සාධනය කරන ආකාරය ඉගෙනීමේ පාඨමාලාවක් ලෙසය. ''මෙය කවරෙක් සඳහා සුදුසුද?'' යනුවෙන් නැගෙන ප්‍රශ්නයකට ලැබෙන පිළිතුරු අතර ''ඒවා අනුසාරි විස්තර ව්‍යූහයන් වේද?'' ''එය අපට බොහෝ ප්‍රමේහ සාධනය සඳහා යොදා ගත හැකි ශිල්ප ක්‍රමයක්'' හෝ ''එය සරල තර්කයක්/ප්‍රතිඵලයක්'' හෝ ''එය වෙනත් කිසිවක් සාධනය කිරීම උදෙසා අප භාවිත කිරීමට යන්නකි'' යනාදිය පැවසිය හැකිය. පසුව වුවත් ගණිතඥයන් අතරින් බොහෝ දෙනෙක් පවසනු ලැබුයේ ගණිතඥයන් නියැලී ඇත්තේ එම කාර්යයේ බව සහ ගණිතය යනු ප්‍රමේහ සාධනය කිරීම බවත්ය.

වර්තමානයේදී ගණිතය එහි අනෙක් කෙළවරටම පැමිණ ඇත. අපගේ ඉලක්කයව ඇත්තේ සත්‍ය ලෝකය පිළිබඳ වූ දෘෂ්ටිය අවබෝධ කර ගැනීමට/පැහැදිලි කිරීමට/විස්තර කිරීමට සහ අනාවැකි පළකිරීමට ගණිතය භාවිත කළ හැක්කේ කෙසේද යන්න හැදෑරීමය. විද්‍යාඥයන් සහ ඉංජිනේරුවරු සිදු කරන්නේ මෙම කාර්යය ය. ඔවුහු 'ස්වභාවික' භාෂාවට වඩා සිය කාර්යයන් වඩා නිශ්චිත, පැහැදිලි හා ප්‍රයෝජනවත් අන්දමින් සිදු කිරීම උදෙසා ගණිතය 'භාෂාව' ලෙස යොදා ගනිති. පළමු ඡේදයෙහි අවසානයෙහි පළ කල මතය කුමක් වුවද, ගණිතමය භාෂාව බහුලව භාවිත කරන සන්දර්භය වන්නේ මෙයයි.

ගණිතමය ආකෘති සෑදීම ලෙස හැඳින්වෙන්නේ කිසියම් සංසිද්ධියක් පිළිබඳව වඩා හොඳ අවබෝධයක් ලබා ගැනීමේ අපේක්ෂාවෙන් එම සංසිද්ධිය පිළිබඳ ගණිතමය නියෝජනයක් නිර්මාණය කිරීමේ ක්‍රියාවලියටය.

එසේ වුවද, සමහර අවස්ථාවන් හී දී ස්වාභාවික භාෂාව සමග යම් ප්‍රති සමතාවක් ද එහිදී දකිය හැකිය. සුළු ප්‍රමාණයක් සාහිත්‍යමය කාර්යයන් (උදා: කාව්‍ය නිර්මාණ ආදී) සඳහා භාවිත වෙයි. එහිදී සැලකිය යුතු අවධානයක් භාෂාව වෙත යොමු වන්නේ භාෂාව වෙනුවෙන්ම වුව ද භාෂා භාවිතයේ වැඩි ප්‍රමාණයක් උප-යෝජ්‍යතාවයට හිමි වෙයි. උදා: සංවාද හෝ පුවත්පත් සඳහා ලිවීම. බොහෝ ගණිතඥයන් සාධනයේ ඇති වැදගත්කම අවධාරණය කරන තරමටම, බොහෝ සාහිත්‍ය මහාචාර්යවරුන් ද පුවත්පත් වල පළවන ලිපි වලට වඩා වැඩියෙන් කාව්‍ය ඉගැන්වීමට හා අධ්‍යනය කිරීමට යොමුවෙති.

මුල් කාලයේ ගණිතමය නිර්මාණකරණය මෙහෙයවනු ලැබුයේ ගණන් කිරීම, ඉඩම් මැනීම, මං සෙවීම ආදී යෙදවුම් මගිනි. එනමුත් ශුද්ධ ගණිතය දන් අවම-මානමය ස්ථල විද්‍යාව, අමාන සිද්ධාන්තය, වීජව-ජ්‍යාමිතිය සහ රැහැන් න්‍යාය, ප්‍රස්තාර න්‍යාය සහ අන්තර්ජාල විශ්ලේෂණ ආදී යෙදීම් සමග ක්‍රමිකව සංවර්ධනය වෙමින් පවතියි. වර්තමානයේදී ගණිතඥයන් ඉටු කරනු ලබන්නාවූ මෙහෙය එපරිදිය: ඔවුන් බොහෝ විට සත්‍ය ලෝක සංසිද්ධීන් සමහරක් ගණිතමය ආකාරයෙන් විස්තර කිරීමට සහ විශ්ලේෂණය කිරීමට වෙර දරනුයේ, නව ගණිතමය හැදෑරීම් ඉගෙන ගනිමින් මෙන්ම සමහර විට ඒ හා සමගම ප්‍රමේහ කිහිපයක් ද සාධනය කරමිනි. මෙම ක්‍රියාවලිය ගණිතමය ආකෘති සෑදීම ලෙස හැඳින්වෙයි. මෙම අදහස් සිත්හී රඳවා ගනිමින් ගණිතමය ආකෘති සෑදීම පිළිබඳ අත්දැකීම් ලබා ගැනීමට යොමුවෙමු.

ගණිතමය ආකෘති සෑදීම යනු කුමක්ද?

ගණිතමය ආකෘති සෑදීම ලෙස හැඳින්වෙන්නේ කිසියම් සංසිද්ධියක් පිළිබඳව වඩා හොඳ අවබෝධයක් ලබා ගැනීමේ අපේක්ෂාවෙන් එම සංසිද්ධිය පිළිබඳ ගණිතමය නියෝජනයක් නිර්මාණය කිරීමේ ක්‍රියාවලියටය. එය නිරීක්ෂණ, සංකේතන වූ වගන්ති සමග ගැලපීම සඳහා ප්‍රයත්නයක් දරන ක්‍රියාවලියකි ගණිතමය ආකෘතියක් තනන ක්‍රියාවලියේ දී ආකෘතිය තනන්නා විසින් ගැටළුවට අදාළව අවධාරණය කළ යුතු සාධක කවරේද? අවධානය යොමු නොකළ යුතු සාධක කවරේද? යන්න පිළිබඳව තීරණය කරනු ඇත. ආකෘතිය සංවර්ධනය කිරීමෙන් පසුව සහ අදාළ ගැටළුවලට පිළිතුරු ලබා ගැනීමට භාවිත කළ පසුව, ආකෘතිය පිළිබඳව විවේචනාත්මක විමර්ෂනයක යෙදී අදාළ සංසිද්ධියෙහි නිරීක්ෂිත සත්‍ය තත්වය වඩාත් නිවැරදිව දක්වෙන පරිදි එය විවරණය (යළි සැකසීම) කළ යුතුය. මෙනයින් බලන විට ගණිතමය ආකෘති සෑදීම යනු පරිනාමනය වන ක්‍රියාවලියකි. අපගේ 'ඇතුළු නුවණ' වර්ධනය වෙත් දී තව තවත් අතිරේක සාධක සලකා බැලෙමින් ක්‍රියාවලිය යළි ඇරඹෙයි.

ගණිතමය ආකෘතියක් ගොඩනැංවීම

ගණිතමය ආකෘතියක් පවත්නා ලෝක ගැටළුවක් සඳහා ගොඩනැංවීම අභියෝගාත්මක වුව ද ප්‍රබෝධ ජනක කාර්යයකි. මෙහිදී ගැටළුවට පසුබිම්ව පවත්නා විද්‍යාත්මක සංකල්ප පිළිබඳ මනා අවබෝධයකින් සහිත වීම අවශ්‍ය වන අතර ගැටළු මාතෘකාව සම්බන්ධව විශේෂඥතාවයක් සහිත උපදේශකයෙකුගේ මග පෙන්වීම ලැබීම අගය කළ නොහැකි තරම් වූවකි. බුද්ධි කලම්බන හැකියාව ඉහළ නංවා ගැනීම් උදෙසා කණ්ඩායමක් ලෙස කටයුතු කළ හැකි නම් ඒ වඩාත් ප්‍රයෝජනවත්ය. කර්මාන්ත හා ඉංජිනේරු ක්ෂේත්‍රයේ ආකෘති තැනීමේදී කිහිප දෙනෙකු කණ්ඩායමක් ලෙස එක්වී කටයුතු කිරීම සුලබව සිදුවන්නකි. මෙහිදී එක් එක් සාමාජිකයා ගැටළුවෙහි තමන් විශේෂඥතාවය දක්වන සරිය

පිළිබඳ දැනුම, සමූහ ලෙස සාර්ථක විසඳුමක් වෙත යැම සඳහා එක් කරයි.

ගැටලු උදෙසා විවිධ ආකාරයේ විසඳුම් විධි අවශ්‍යවනවා විය හැකි වුවද, ගණිතමය ආකෘති සෑදීමේ ක්‍රියාවලිය සඳහා වන පොදු ප්‍රවේශයක දී පහත පියවර අනුගමනය සුදුසුය.

- ගැටලුව හඳුනාගන්න, ඔබ ඉදිරියේ ඇති ගැටලුවෙහි ස්වභාවය නිර්වචනය කරගෙන උචිත අවස්ථා සඳහා රූ සටහන් ඇඳගන්න.
- සංසිද්ධියෙහි ඔබ අවධානය යොමු කරන යම් අංශ පිළිබඳව ඔබගේ අනුමාන කිරීම් දක්වන සරල ආකෘතියකින් ආරම්භ කරන්න.
- වැදගත් විචල්‍ය සහ නියත හඳුනාගෙන ඒවා එකිනෙක හා සම්බන්ධ වන්නේ කෙසේද යන්න නිගමනය කරන්න.
- විචල්‍ය සහ නියත අතර පවත්නා සම්බන්ධතා ප්‍රකාශ කරන සමීකරණ(ය) සංවර්ධනය කරන්න.

ආකෘතිය සත්‍යාපනය හා ප්‍රසාදනය

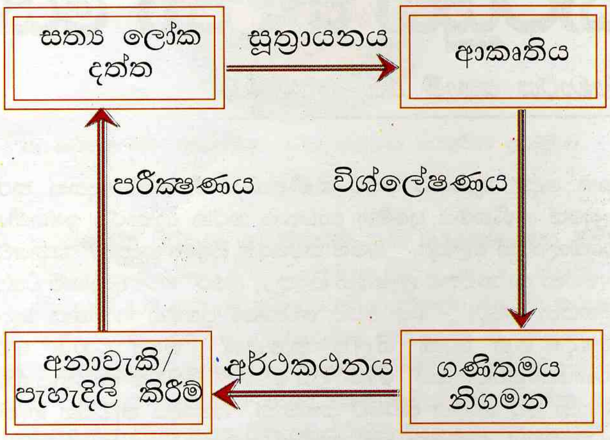
ගැටලුවක් උදෙසා ආකෘතියක් සංවර්ධනය කර එය යොදාගැනීමෙන් ඉක්බිතිව අප දක්වූ ආකෘතික විසඳුම් ප්‍රතිඵල විශ්ලේෂණය කර ගැටලුවට අදාල වන පරිද්දෙන් අර්ථකථනය කළ යුතුය. පහත දක්වා ඇති ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීම තුළින් මෙම අර්ථකථන හා නිගමන පරීක්ෂා කළ යුතුය.

- ලබා ගැනීමට සමත් වූ තොරතුරු සාධාරණද?
- ආකෘතිය සංවර්ධනයේදී යොදා ගනු ලැබූ අනුමාන සාධාරණ ද?
- ප්‍රතිඵල කෙරෙහි බලපෑ හැකි කිසියම් සාධකයක් සැලකිල්ලට ලක් නොවූයේද?
- ලබා ගත හැකි සත්‍ය දත්ත පැවතියේ නම් එම දත්ත මෙම ප්‍රතිඵල හා සන්සන්දනය වන්නේ කෙසේද?

මෙම ප්‍රශ්නවලට පිළිතුරු සැපයීමේදී අපට, අප ආකෘතිය විකරණය කිරීමක් අවශ්‍ය විය හැකිය. මෙම ප්‍රසාදන ක්‍රියාවලිය අප තැනූ ආකෘතිය, ආකෘතියක් ලෙස දැක්වීමට උත්සාහ දරන සංසිද්ධියෙහි සත්‍ය ලෝක ස්වභාවයට හැකි ඉහළම මට්ටමට සමීප වන තුරු ක්‍රියාත්මකව පැවතිය යුතුය.

විචල්‍ය සහ පරාමිති

ගණිතමය ආකෘතියක් තුළ සාමාන්‍යයෙන් දැකිය හැකි ප්‍රමාණ වර්ග තුනකි. ඒවා නම් ප්‍රතිදාන විචල්‍ය, ආදාන විචල්‍ය සහ පරාමිති (නියත) වශයෙනි. ප්‍රතිදාන විචල්‍ය ආකෘතික විසඳුම සපයයි. ආදාන විචල්‍ය ලෙස නිශ්චිත කළ යුත්තේ කවරේද? පරාමිති ලෙස නිශ්චිත කළ යුත්තේ කවරේද? යන්න වෙන්වෙන්ව තේරීම තරමක් අපැහැදිලි වුවක් වන අතර එය බොහෝ විට ආකෘතියෙන් යැපෙයි. ආදාන විචල්‍ය තනි භෞතික ගැටලුවක ස්වභාවය දක්වන අතර භෞතික ගැටලුවේ සන්දර්භය සහ සිටවුම නිගමනය කරනු ලබන්නේ පරාමිතිය ය. උදාහරණයක් ලෙස තනි විකිරණශීලී ද්‍රව්‍යයක දිරීම ආකෘතිගත කිරීමේදී ද්‍රව්‍ය ආරම්භයේදී පැවති ප්‍රමාණයට හිමි ලෙස දිරීම සිදුවීම සඳහා ලබා දී ඇති කාල පරාසය ආදාන විචල්‍ය විය හැකි අතර ද්‍රව්‍ය



සඳහා වන දිරුම් නියතය පරාමිතිය විය හැකිය. මෙම ආකෘතිය සඳහා ප්‍රතිදාන විචල්‍ය වනුයේ නිශ්චිත කාල පරාසයෙන් පසුව ඉතිරිව තිබෙන ද්‍රව්‍ය ප්‍රමාණයන්ටය.

ගණිතමය ආකෘති පිළිබඳව ලද මද දැනුම ඔස්සේ ගණිතමය ආකෘති භාවිතයෙන් විස්තර කළ හැකි ක්ෂේත්‍ර කවරේදැයි හඳුනාගැනීමට උත්සාහ කරමු. ඕනෑම සත්‍ය ලෝක ගැටලුවක් ගණිතමය ආකෘති යොදාගෙන විස්තර කළ හැකි නමුදු එදිනෙදා ජීවිතයට වඩා ප්‍රයෝජනවත් වන ක්ෂේත්‍රය ලෙස පහත දැක්වෙන ක්ෂේත්‍ර සැලකීමට පුළුවන.

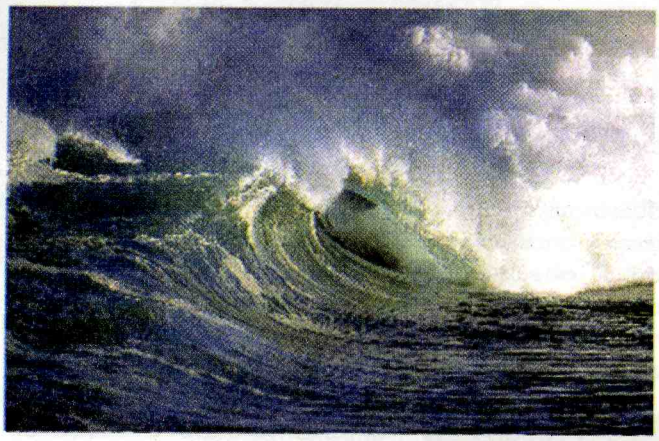
- ඉංජිනේරු විද්‍යාව
- මූල්‍ය
- ආර්ථික විද්‍යාව
- කර්මාන්ත
- ජීව විද්‍යාව
- වෛද්‍ය විද්‍යාව
- පරිසර විද්‍යාව
- භෞතවේදය
- රසායනික ක්‍රියාවලි
- පාරිසරික ගැටලු
- ක්‍රීඩා
- වනජීවී කළමනාකරණය
- කළමනාකරණය

ගණිතමය ආකෘතියක් තුළ සාමාන්‍යයෙන් දැකිය හැකි ප්‍රමාණ වර්ග තුනකි. ඒවා නම් ප්‍රතිදාන විචල්‍ය, ආදාන විචල්‍ය සහ පරාමිති (නියත) වශයෙනි. ප්‍රතිදාන විචල්‍ය ආකෘතික විසඳුම සපයයි. ආදාන විචල්‍ය ලෙස නිශ්චිත කළ යුත්තේ කවරේද? පරාමිති ලෙස නිශ්චිත කළ යුත්තේ කවරේද? යන්න වෙන්වෙන්ව තේරීම තරමක් අපැහැදිලි වුවක් වන අතර එය බොහෝ විට ආකෘතියෙන් යැපෙයි.

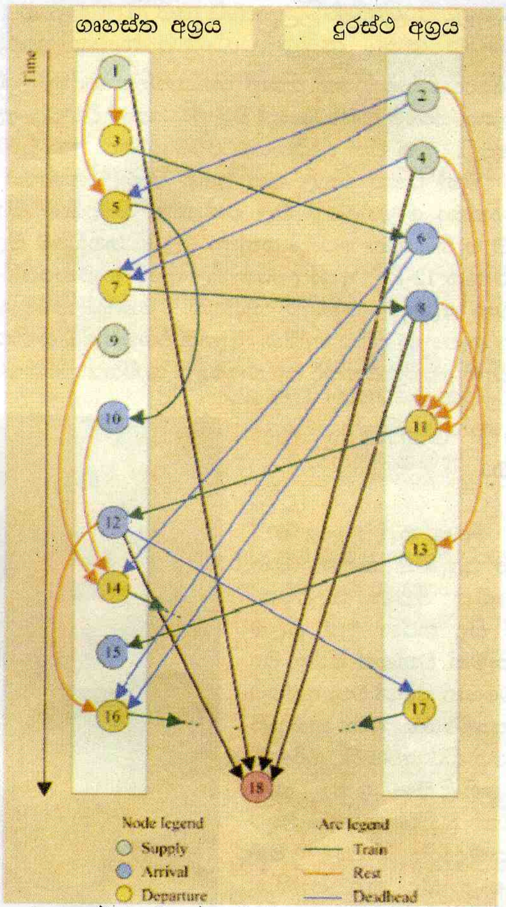
දැනට ගණිතය උපයෝගී කර ගන්නා සත්‍ය ලෝක සංසිද්ධීන් අතරින් කිහිපයක් මින් ඉදිරියට දක්වෙයි.

සුනාමි අනාවැකි

සුනාමි වැනි භෞතික සංසිද්ධියක හැසිරීම කෙසේද යන්න අවබෝධ කර ගැනීමට ගණිතමය ආකෘතියක් උදව් වන්නේ



රූ සටහන 2: සුනාමි තරංග



රූ සටහන 3: කාර්ය සටහන් ගැටලුව සඳහා වන ජාලමය ආකෘතිය

කෙසේද? මෙම සංසිද්ධිය විස්තර කරන සමීකරණ පිළිබඳව අපට කතා බහ කළ හැකිය. එහි අදහස වනුයේ සමීකරණ මගින්, තරංග වේගය හෙවත් තරංග ආයාමය යන විචල්‍යය සහ ගුරුත්වාකර්ෂණය හා සාගර ගැඹුර වැනි පරාමිති අතර පවත්නා සබඳතාවය සපයන බවය. තරංගයන් හි අනාගත චර්යාවන් කෙසේ විය හැකි ද යන්න සන්නිකර්ෂණයට එවැනි සම්බන්ධතා භාවිත කළ හැකිය.

උදාහරණයක් ලෙස ගත හොත් විවෘත සාගරයන් හී තරංග වේගය පිළිබඳ සාමාන්‍ය සන්නිකර්ෂණය සූත්‍රයකි. එය මෙසේය:- තරංග වේගය, සාගරයේ ගැඹුර x ගුරුත්වාකර්ෂණයේ වර්ග මූලය ට සමානුපාතිකය. *එවැනි ප්‍රමාණාත්මක කළ හැකි සම්බන්ධතා යොදාගනිමින් විද්‍යාඥයන් හට ආරම්භ වූ සුනාමියක්, කිසියම් ස්ථානයකට ලඟා වීමට ඉඩ ඇති වේලාව සහ තරංගවල ප්‍රමාණය සහිත අනාවැකි ඇතුළත් අනතුරු ඇඟවීම් පළ කළ හැකිය. මෙම තොරතුරු වෙරළබඩ ප්‍රජාව ඉවත් කිරීම ආදිය සඳහා ප්‍රයෝජනයට ගත හැකිය.*

ගුවන් යානාවට පිවිසීම

'15 වන පේළියේ සිට 18 වන පේළිය දක්වා වන අසුන් හිමි මගීන් දැන් ගුවන් යානයට පිවිසෙන්න...' 'දැන් 20වන පේළියේ සිට ඔබ්බට ඇති පේළිවල අසුන් ගැනීමට සිටින මගීන් ගුවන් යානයට පිවිසෙන්න.' ආදී වශයෙන් වන ඒකාකාර නීරස නිවේදනය ගුවන් යානාවට පිවිසීමට පුල පුලා එහෙත් ඉවසීමෙන් සිටින ගුවන් මගීන් හට නිරතුරුවම අසන්නට ලැබෙන්නකි. ගුවන් යානාවට පිවිසීම සඳහා වන මෙම 'නිවේදන ලොතරැයිය' හිමි වුවත් යානයට පිවිසීමේ මංපෙත ඔස්සේ ගුවන් යානයේ පිවිසීම් දොරටුව අසලට යන මගීහු දකිනුයේ තම භාණ්ඩ මලු අදාල කුටිතුළ දැමීමට වෙර දරන පෙර ඇතුළු වූ අනෙකුත් මගීහුය. පසුව ආ මගීන් හට ඔවුන්ගේ කාර්යය නිමවන තුරු බලා සිටීමට සිදුවනවා පමණක් නොව, හිමිවූ ආසන ඇත්තේ ගුවන් යානයේ බඳෙහි පේළිවල මැද නම් ගුවන් යානයේ ඇතුළත මග මායිම් ආසනවල ඉද සිටින මගීන් නැගිට ඉඩ දෙන තුරු බලා සිටීමට පවා ඔවුන්ට සිදුවෙයි. මෙම ක්‍රියාවලිය නිරතුරුවූ සදාකාලිකව සිදු වන්නක් බවට පත්ව ඇත. ගුවන් යානයට පිවිසීම මෙයට වඩා ඉක්මනින් සිදු කළ නොහැකිද? ඇත්ත වශයෙන්ම පුලුවන. ගණිතමය ආකෘතියක් සහ පරිගණකමය විඩම්බනයක් යොදා ගනිමින් ගුවන් යානාවලට පිවිසීමසඳහා යොදා ගත හැකි ක්‍රමෝපායයන් ගණනාවක් අප සන්සන්දනය කළෙමු. ගුවන් මගීන් ඔවුන්ගේ පිවිසීමේ සමූහ තුළ අහඹු ලෙස යොදා ගනිමින් සහ විඩම්බයන් විශාල සංඛ්‍යාවක්, (එක් ක්‍රමෝපායකට) 3000ක් බැගින් ක්‍රියාත්මක කරමින් පිවිසීමේ කාලය පිළිබඳ සාමාන්‍ය, හොඳම, සහ නරකම තත්වයන් නිගමනය කළෙමු. කාර්යක්ෂමතාව පිළිබඳව තමන් ඉහළින්ම සැලකිලිමත් වන බව පවසන ගුවන් ගමන් කර්මාන්තය පිළිබඳව අප සතු අත්දැකීම් අනුව බලන විට මෙහිදී ලද ප්‍රතිඵල මවිත කරවන සුළුය.

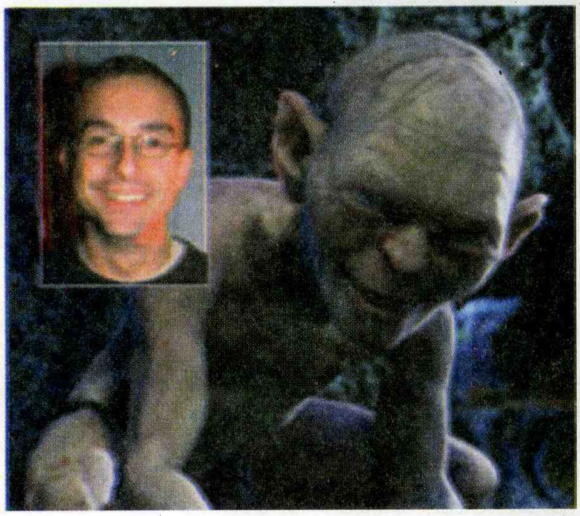
ගුවන් යානාවකට මගීන් ඉක්මනට නංවාලීමේ ක්‍රමය වනුයේ ජනෙල් අසල වන ආසන හිමි මගීන්ගෙන් ආරම්භ වන පරිදි ඇතුළත කෙළවර ආසන හිමිවූ මගීන්ගෙන් පිවිසීම ආරම්භ කිරීමය. ඊළඟට මැද ආසන හිමිවූ අවාසනාවන්ත මගීහු ද, අවසානයේදී ගුවන් යානය ඇතුළත මග මායිම් ආසන හිමිවූ මගීන් ද පිවිසවිය යුතුය. දැනට බොහෝ ගුවන් යානාවලට මගීන් පිවිසවීම සඳහා අනුගමනය කරන පිටුපස සිට ඉදිරියට පිවිසීමේ ක්‍රමෝපාය හා සන්සන්දනය කරන විට මෙම නව ක්‍රමෝපාය සාමාන්‍ය වශයෙන් මිනිත්තු 5ක පමණ කාලයක් ඉතිරි කර දීමට සමත් වන බව පෙනී යයි.

සුප් භාජන - සබන් පටල

කුඩා නිෂ්පාදන සමාගමක තමන් නිෂ්පාදනය කරනු ලබන සුප් වර්ගයක් කාර්යක්‍ෂම ආකාරයෙන් සිලින්ඩරාකාර ටින්වල ඇසිරීමට අවශ්‍ය වෙයි. එක් ටින් භාජනයක පරිමාව ඝන අඟල් 20ක් විය යුතුමය. ටින් එකේ පතුල සහ ඉහළ පැතලි කොටස් සඳහා යොදා ගන්නා ලෝහයෙහි මිල එක් ඝන අඟලකට ශත 15කි. එහි රවුම් පැති සඳහා යොදා ගන්නා ලෝහ තහඩුවේ මිල වර්ග අඟලකට ශත 12 කි. ඉතා ලාබම-මිල අඩුම-භාජනයෙහි හැඩය කුමක් වනු ඇත්ද? මෙවැනි ප්‍රස්තුත බොහෝ කර්මාන්තයන් හිදී පැන නැගෙණු දැකිය හැකිය. ඇත්ත වශයෙන්ම ගණිතඥයන් හට මෙවැනි අවස්ථාවන්හිදී සිදු කළ හැකි කාර්යයභාරය ඉමහත්ය.

කඩදාසි කොක්කු සහ චන්ද්‍රිකා

ඔරිගාමි ලෙස හැඳින්වෙන්නේ කඩදාසි නැමීම සඳහා වන සම්ප්‍රදායික ජපන් කලාවය. එමගින් සිදු කරන එක් සුලබ විදහා පෑමක් වන්නේ ගෙළ දිග සහ ක්‍රමයෙන් සිහින් වන අත්තටු සහිත පක්ෂියෙකු වන කඩදාසි කොකාගේ නිර්මාණයයි. ඔරිගාමි කලාව පිළිබඳ ඉතා සුළු පුහුණුවක් සහිත නවකයෙකුට වුව කඩදාසි නමා මෙම නිර්මාණය සිදු කළ හැකිය. ඔරිගාමි කලාව මනාව හැදෑරූ අය හට එක් සමචතුරස්‍රාකාර කඩදාසියකින් කිසිදු කැපීමකින් තොරව කඩදාසිය නැමීමෙන් පමණක් විවිධාකාරයේ මල්වතු, කෘමි කණ්ඩායම්, සතුන්, මුහුදු කවච, යථා හෝ මවා ගත හැකි තවත් අසීමිත බොහෝ දේ නිර්මාණය කළ හැකිය.



රූ සටහන 4: *ලෝඩ් ඔෆ් ද රින්ග්ස්*

පසුගිය දශක කිහිපය තුළ දී කඩදාසි නැමීම සහ එම කලාව, වීජ ගණිතය සහ කර්මාන්ත ආදී එකිනෙකින් බොහෝ දුරස්ථ වූ ක්ෂේත්‍රයන්ට යොදා ගැනීම හා සම්බන්ධ වඩා තීව්‍ර වූ අධ්‍යයන සංවර්ධනය කර ඇත. මෙම ඔරිගාමි දැඩිව ලක්කල පරීක්ෂණ ඉහළම උනන්දුවක් පළ කල සරියක් වූයේ නිසියාකාරව පැතලිව තිබියදීම ඉරි වැටුන කඩදාසියක් එහි ඉරි මතින්ම නැවීම සිදු කළ හැක්කේ කවර විටෙක දී ද යන ප්‍රශ්නය පැන නැගුන සරියය, වෙනත් ලෙසකින් දක්වුවහොත් ඒවා අතර අසව් පවතින තද ලෝහයක් සපයන ලද ඔරිගාමි ආකෘතියක් ලෙස නැමිය හැකි වේද යන්නය.

ජීව විද්‍යාත්මක සහ වෛද්‍යමය ආකෘති

ගණිතය සහ ජෛව විද්‍යාව අතර සිදුවන අන්තර් ක්‍රියාකාරකම් පසුගිය වසර කිහිපය තුළදී බොහෝ සේ ඉහළ ගොස් ඇත. ජනගහනය හා රෝග පිළිබඳ ආකෘති (විශේෂයෙන්ම පිළිකා පිළිබඳ ආකෘති) යන සාම්ප්‍රදායික මාතෘකා මෙන්ම ඩී. එන්. ඒ. අනුපිළිවෙළෙහි දත්ත රැස් කිරීම වැනි තත්වයන් පාදක කොට ගත් ජාන විද්‍යාත්මක මාතෘකා වැනි නව මාතෘකා යන දෙකම හේතු කොට ගෙන ජෛව-ගණිතමය ක්ෂේත්‍රය බොහෝ උණුසුම් ක්ෂේත්‍ර බවට පත් කර ඇත. බොහෝ විවිධ පුද්ගලයන් සහ කමිටු පළ කර ඇති අනාවැකි අනුව මෙම ක්ෂේත්‍රය අනාගතයේ දී සුවිශාල සංවර්ධනයක් ලබන්නාවූ ක්ෂේත්‍ර වනු නිසැකය.

සලරූ කර්මාන්තය

වර්තමානයේදී සලරූ කර්මාන්තයෙහිදී ද මිනිසා ගණිතමය ආකෘති තාක්ෂණය භාවිතයට යොමුව සිටිති. අනුරූ ආකෘති නම් වූ පර්යේෂණ ක්ෂේත්‍රය ඉතා සීඝ්‍රයෙන් වර්ධනය වෙමින් පවතින අතර එය කර්මාන්ත, වෛද්‍ය විද්‍යාව, සහ විනෝදාත්මක ආදී ක්ෂේත්‍ර සඳහා විශාල වශයෙන් හා විවිධ ආකාරයෙන් යෙදවීමට පුළුවන. ඩී. ටී. යූ. හී හෙන්රික් වැන් ජෙන්සෙන් නිපදවූ ෆෝටෝන් මැපින් තාක්ෂණය, 'ලෝඩ් ඔෆ් ද රිංග්ස්' හී ගොලුම් ගේ චර්මය විඩම්බනය සඳහා යොදා ගනු ලැබිණ. ඔස්කාර් සම්මාන ප්‍රදානයේදී හෙන්රික් වැන් ජෙන්සෙන් ඇකඩමි සම්මානයකින් පුදනු ලැබුයේ ඔහු කළ මේ පර්යේෂණ උදෙසාය.

සුදු ක්‍රීඩා

කොටස් වෙළඳපොලෙහි ආයෝජනය වැනි උදාහරණ ඇතුළත් වන වාසනාව මත කිසියම් දුරකට පදනම් වන සංසිද්ධීන් සඳහා රූලට් වර්ගයේ සුදු ක්‍රීඩා කදිම ආදර්ශක වෙති. රූලට් රෝදය සම්බන්ධ වන ක්‍රීඩා විශ්ලේෂණය, කොටස් වෙළඳ පොළෙහි ආයෝජන විශ්ලේෂණයට වඩා අපහසු වන බව සත්‍ය වුව ද, මේ තත්වයන් දෙකම රැඳී පවතිනුයේ එකම සංකල්පය මතය.

එකිනෙකින් වෙනස් වූ විවිධ ක්ෂේත්‍රයන් හා සම්බන්ධ ගණිතමය ආකෘතීන් පිළිබඳ උදාහරණ දහස් ගණන් ලද හැකිය. ඉහතින් දක්වූ ක්ෂේත්‍ර හොඳ ආකෘතියක් ඇත්නම් අපට පරීක්ෂාවට ලක් කළ හැකි ප්‍රශ්න කවරේද? යන්න පිළිබඳව කදිම උදාහරණ සපයන අතර ආකෘති තැනීමේ බලය පිළිබඳව ද විදහා දක්වීමක් සිදු කරයි.

මෙම කරුණු සියල්ල සැලකිල්ලට ගත් කළ ගණිතඥයකු, රසායනඥයකු, පරිසරවේදියෙකු, ආර්ථික විද්‍යාඥයෙකු, භෞත වේදියෙකු, ජීව විද්‍යාඥයෙකු ආදී විවිධ ක්ෂේත්‍ර පිළිබඳ හැකියා සහිත වූවකු බවට පත් කරන ක්‍රියාවක් හෝ ක්‍රියාවලියක් හෝ ලෙස ගණිතමය ආකෘති තැනීම කෙනෙකු හට දැකිය හැකිය.

කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලයේ
ගණිත අංශයේ
කථිකාචාර්ය
ආචාර්ය ශ්‍යාම් පෙරේරා **(PhD)**