16. මොඩල ලෝක

දේශගුණය වෙනස් වීම පිළිබඳ අනාවැකි පළ කිරීම නොහොත් පුරෝකථනය (prediction) සඳහා බෙහෙවින් උපයෝගි කරගනු ලබන මූලික මෙවලම මිහිතලය හා ඒ මත සිදුවන ක්‍රියාවලිය අනුරූපනය කරන පරිගණක මොඩල (computer model) නොහොත් පරිගණක ආදර්ශණයි. සංකීර්ණ මෘදුකාංග මගින් නිපදවූ පරිගණක මොඩල උපයෝගී කොට ගෙන ඒවාට සැපයෙන විවිධ ප්‍රදානයන් (inputs) වෙනස් කිරීමෙන් උද්ගත වන්නේ කිනම් දේශගුණ තත්ත්ව දැයි විද්‍යාඥයෝ නිරීක්ෂණය කර බලති. ප්‍රදානයක් වශයෙන් පරිගණක මොඩලයේ ඇති කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය දෙගුණ කල විට දේශගුණයේ සිදුවිය හැකි වෙනස් කම් ගැන හෝ ඕසෝන් සිදුර දේශගුණයට බලපාන අන්දම ගැන හෝ දත්තයන් ලබාදීමට මෙවැනි පරිගණක මොඩලවලට හැකිය.

වායු ගෝලයේ හැසිරීම නිරූපණය කරන පරිගණක මොඩල දහයකට ආසන්න ප්‍රමාණයක් මේ වන විට භාවිත කෙරේ. මේ මොඩල උපයෝගි කොට වායු ගෝලය අද ක්‍රියා කරන අන්දම මෙන්ම මතුවට ක්‍රියා කළ හැකි ආකරයන් ගැනත් කරුණු හැදෑරිය හැකිය. මේ මොඩල අතරින් වඩාත්ම සංකීර්ණ පරිගණක මොඩල භාවිතා වන්නේ එංගලන්තය, කැලිෆෝනියාව හා ජර්මනියේ ඇති ඇතැම් කාලගුණ පර්යේෂණාගාර වලය.

දේශගුණය පුරෝකථනය පිළිබඳ ගවේශණය කරන මධ්‍යස්ථාන අතුරින් එංගලන්තයේ පිහිටි දේශගුණ පුරෝකථන හා විපර්යාස පිළිබඳ හැඩ්ලි මධ්‍යස්ථානය (Hadley Center for Climate Prediction and Change) බෙහෙවින් ප්‍රකටය. දේශගුණ විපර්යාස පිළිබඳ 'මහා දේවස්ථානය' යන අන්වර්ථ නාමයෙන්ද එය හැඳින්වේ. වසර 2003 දී විවෘත කල එහි දැවැන්ත නව ගොඩනැගිල්ල සිත්ගන්නා සුළු වානේ සැකිල්ලකින් සහ වීදුරු ආවරණයකින් යුක්තය. පරිසරයට හිතකර පරිදී අඩු බලශක්තියක් භාවිතා කිරීමට අවශ්‍යය කෙරෙන සියළුම උපාංග වලින් එය සමන්විතය. මේ මධ්‍යස්ථානයේ සේවය කරන 120 කට නො අඩු විවිධ විශේෂඥයෝ හා දේශගුණ විද්‍යාවේ ප්‍රාමාණිකයෝ

පරිගණක මොඩලවල ඇති විෂමතා හා අනුමාන අවම කිරීම සඳහා උත්සුක වෙමින් තථ්‍යය ලෝකය නියමාකාරයෙන් නිරූපණය කළ හැකි වඩා දියුණු පරිගණක මොඩල නිර්මාණය කිරීමට නිරන්තරයෙන්ම වෙහෙසෙති.

අපේ පෘථිවිය ඒක වර්ණ සමරූපී ගෝලයක් වීනම් හැඩ්ලි මධ්‍යයස්ථානයේ විශේෂඥයන්ගේ කාර්යය අතැඹුලක් සේ පහසු වනු ඇත. එවැනි ඒකාකාර ලෝක ගෝලයකට සමරූපීය පරිගණක මොඩලයක කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය දෙගුණ කිරීම යනු කෙළින්ම පෘථිවි තලයේ උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් අංශකයකින් ඉහල නැංවීමයි. එහෙත් අපේ පෘථිවිය ඒකාකාර හා ඒකවර්ණ සමරූපී ගෝලයක් නොවේ. පැහැයෙන් එය විවිධය. නිල්, රතු, කොළ සහ ධවල වර්ණ එහි බහුලව පෙනේ. අනෙක් අතට පෙළොව බෙර ඇසක් මෙන් සමතලද නොවේ. කඳු, හෙල්, ආවාට, සාගර, ජලාශ ආදියෙන් එය යුක්තය. විශේෂයෙන්ම වලාකුළු නිසා වායුගෝලයේ නිරන්තරයෙන් චලනය වන ධවල වර්ණය පරිගණක මොඩල පර්යේෂකයන්ට ඉමහත් හිසරදයකි.

වලාකුළු සෑදුම්ගන්නා (formation) හා විසර්ජනය (dissipation) වන ආකාර පිළිබඳව පිළිගත හැකි න්‍යායක් හෝ ප්‍රමේයයක් මෙතෙක් කිසිවෙකු ඉදිරිපත් කර නොමැත. අනෙක් අතට වායුගෝලය තුළ තාපය රඳවා ගැනීම මෙන්ම වායු ගෝලයෙන් තාපය අභ්‍යවකාශයට පරාවර්තණය කිරීමද වලාකුළුවලට කල හැකිය. ඇතිවන විවිධ තත්ත්වයන්ට අනුගතව මේ අනුව උෂ්ණත්වය වැඩි කිරීමට මෙන්ම සිසිලස ඇති කිරීමටද වලාකුළු දායක වේ.

ඉදින්, ඒසා සංකීර්ණ වලාකුළු සංචලනයක් පරිගණකගත කල හැඩ්ලි මධ්‍යස්ථානයේ ඇති "පළිඟු බෝලයකයට" තථ්‍ය ලෝකය ගැන කිනම් අනාවැකියක් පළ කල හැකිද?. තථ්‍ය ලෝකයේ සංචලන රටාවන් නිරූපණය කෙරෙන ඕනෑම දියුණු පරිගණක මොඩලයක් පහත කියැවෙන ප්‍රධාන කඩඉම් හතර ජය ගැනීමට සමත් විය යුතුය.

- පරිගණක මොඩලය මගින් නිරූපණය කරන තත්ත්වයන් භෞතික විද්‍යාවේ මූල ධර්මයන්ට අනුකූලද ? (උදාහරණයක් ලෙස ස්කන්ධය, තාපය, ආර්ද්‍රතාවය ආදිය පිළිබඳ භෞතික විද්‍යානුකූල සිද්ධාන්ත.)
- පරිගණක මොඩලයට වර්තමානයේ පවතින දේශගුණය පරිසමාප්තියෙන්ම නිරූපණය කල හැකිද?
- දෛනික කාලගුණය වෙනස් වන ආකාරය පරිගණක මොඩලයට නිර්ණය කල හැකිද?
- අතීතයේ ලෝකයේ පැවැති දේශගුණ තත්ත්වයන් පරිගණක මොඩලය මගින් නිවැරැදි ලෙස පිළිඹිබු කළ හැකිද?

හැඩ්ලි මධ්‍යස්ථානය භාවිත කරන පරිගණක මොඩලය, යට කී හතර පරීක්ෂණයෙන්ම සතුටුදායක ලෙස සමත් විය. එහෙත් දේශගුණය සම්බන්ධව නිතිපතා සොයා ගනු ලබන නව සාධක හා දත්ත හේතු කොටගෙන හැඩ්ලි මොඩලයත් අනිකුත් ඒ සමාන සංකීර්ණ පරිගණක මොඩලත් නිරන්තරයෙන් වෙනස් කිරීමට සිදුව ඇත.

මානව ක්‍රියාකාරකම් නිසා දේශගුණයට ඇතිවන බලපෑම මුහුදු මට්ටම පවා වෙනස් කිරීමට හේතුවන බව මෑතකදී අපි දැනගත්තෙමු. මානව ක්‍රියාකාරකම් නිසා වෙනස්වන හරිතාගාර වායු සංයුතිය උෂ්ණත්වය කෙරෙහි කරන බලපෑමට අතිරේකව වෙනත් ආකාර වලින්ද දේශගුණික තත්ත්වයන් තීරණය කිරීමට ඍජු ලෙසම දායකවන බව තහවුරු වූ ප්‍රථම අවස්ථාව එයයි. මේ වැදගත් සාධකය කලකට පෙර තිබු පරිගණක මොඩල විසින් නොසලකා හරින ලද බැවින් දේශගුණ විපර්යාස මගින් උතුරු අත්ලන්තික් සාගරයේ සුළි සුළං කෙරෙහි ඇතිකරන බලපෑම එකල ප්‍රකාශ වූ පුරෝකථවලදී බෙහෙවින් අවතක්සේරු කෙරිණ.

අනික් අතට 1940 සහ 1970 ගණන්වලදී වායුගෝලයේ හරිතාගාර වායු සංයුතිය වැඩිවුවද පෘථිවියේ සාමාන්‍යය උෂ්ණත්වය පහත බැස්සේය. කෙසේ වෙතත් තත්කාලීන පරිගණක

මොඩලයන් එයට හාත්පසින්ම වෙනස්ව හුදෙක් ශතවර්ෂය පුරා වායුගෝලයට නිකුත් වූ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණයේ වැඩිවීම පදනම් කොට ගෙන පෘථිවිය යථා තත්වයට වඩා දෙගුණයකින් උණුසුම් විය යුතු යැයි නිර්ණය කළේය.

මේ විෂමතා වහා ඩැහැගත් සංශයවාදීහු දේශගුණ පරිගණක මොඩල මෙන්ම කාබන් ඩයොක්සයිඩ් හා අනිකුත් හරිතාගාර වායු සංයුතිය වැඩිවීමෙන් ගොලීය උණුසුම වැඩිවෙතැයි යන අදහසද නිර්දය ලෙස විවේචනයට ලක් කළේය. එහෙත් එකී විෂමතා උද්ගතගත වීමට මූලික හේතුව පර්යේෂකයන් විසින් එතුවක් කල් නොසලකා හරින ලද අති ප්‍රබල දේශගුණ චර්යා සාධකයක්වූ වායුගෝලයේ නිරන්තරයෙන් සැරිසරන "එයරොසොල්" (aerosols) නමින් හැඳින්වෙන අංශු මාත්‍රික ද්‍රව්‍යය බව වැඩිකලක් නොගොස් දේශගුණ විද්‍යාඥයන්ට වැටහිණ.

"එයරොසොල්" නමින් හැඳින්වෙන ඒ අංශුමාත්‍රික ද්‍රව්‍යය ගිණිකඳු වල සිට තාප බලාගාර වල දැවෙන ගල් අඟුරු දක්වාවූ විවිධ දුමාරවලින් උද්ගත විය හැකිය. ඒ හැර සාහෙල් වැනි කාන්තාර ප්‍රදේශ වල දූවිලි කන්දරාවෙන් විශාල වශයෙන් වාතයට එක්වන දූවිලි අංශූවලින්ද, ඩීසල් යන්ත්‍ර වලින්ද, මහා මාර්ග වල ගමන් කරන වාහනවල ටයර තාර පාර හා සර්ෂණය වීමෙන්ද, ලැව් ගිනි වලින්ද වායුගෝලයට "එයරසොල්" නිකුත්වේ. මුල් යුගයේ පරිගණක මොඩල "එයරොසොල්" වැදගත් සාධකයක් ලෙස සිය ගණනයන්හී දී නොසැලකීමට මූලික හේතුව මේ සා විශාල ප්‍රමාණයකින් එයරසොල් නිපදවීමට මානව ක්‍රියාකාරකම් හේතුවන බවට අවබෝධයක් එකල නොතිබුණු බැවිනි.

අද අප දන්නා පරිදි වායුගෝලයේ ඇති "එයරොසොල්" ප්‍රමාණයෙන් 25%- 50% ත් අතර වායුගෝලයට එක් වි ඇත්තේ මානව ක්‍රියාකාරීකම් හේතු කොට ගෙනය.

මනුෂ්‍යයන්ගේ ශරීර සෞඛ්‍යය කෙරෙහිද "එයරසොල්" ඉතා අහිත කර ලෙස බලපායි. ලන්ඩන් වැසියන් අධික ලෙස ගල් අඟුරු පිලිස්සූ දාහත්වන ශතවර්ෂයේදී ලන්ඩන් නගරයේ මරණ සංඛ්‍යාව ඉහලයාමට හේතුව වුයේ මේ එයරසොල්ය. අද පවා ගල් අඟුරු පිලිස්ස්සීමෙන් ජනිත වන එයරසොල් හේතු කොට ගෙන

ඇතිවන රෝගාබාධ වලින් අමෙරිකානු එක්සත් ජනපදයේ පමණක් වසරකට 60,000 කට කිට්ටු ප්‍රමාණයක් මිය යති. දහනයේදී ගල් අඟුරු ඒ තුළ ඇති රසදිය, යුරේනියම් සහ අනෙකුත් හානිකර ඛනිජවර්ග අවශෝෂණය කරන ස්පොන්ජයක් ලෙස ක්‍රියා කිරීම නිසා ඇතිවන හානිය එක්තරා ප්‍රමාණයකට මේ මරණ වලට හේතු වේ.

ලෝකයේ ඇති විශාලතම යුරේනියම් (Uranium) ආකරය පිහිටා ඇත්තේ දකුණු ඕස්ට්‍රේලියානු ප්‍රාන්තයේය. එහෙත් විශාලතම විකිරණ ප්‍රමාණයක් නිකුත් කරන තනි ස්ථානය එකී යුරේනියම් ආකරය නොව එම ප්‍රාන්තයේම පෝට් ඔගස්ටාවල පිහිටි ගල් අඟුරු පිලිස්සීමෙන් විදුලිය නිපදවන තාප බලාගාරයයි. න්‍යෂ්ඨික බෝම්බ අත්හදා බැලීමෙන් නිකුත්වන විකිරණයන් ගැන මිනිසුන් බෙහෙවින් කලබලයට පත්වන නමුත් ඕස්ට්‍රේලියාවේ හන්ටර් මිටියාවතේ පිහිටි ගල් අඟුරු දහණය කරන තාපබලාගාරයෙන් වසරකට නිකුත්වන විකිරණ ප්‍රමාණය ප්‍රංශය විසින් දැනට වසර ගණනකට පෙර පැසිපික් සාගරයේ කරන ලද භූගත න්‍යයෂ්ඨික පිපිරවීමෙන් නිකුත් වූ විකිරණ ප්‍රමාණයට වඩා බෙහෙවින් වැඩිය. හන්ටර් වැනි තාප බලාගාර ගණනාවක්ම දකුණු ඕස්ට්‍රේලියාවේ පිහිටා තිබේ. ඒ නිසා මේ ප්‍රදේශය පෙණහළු පිළිකාවලට බෙහෙවින් ප්‍රසිද්ධ වීම විමතියට කරුණක් නොවේ. අසළ ප්‍රදේශයේ පිහිටි සුවිසල් සිඩ්නි නගරයේ සාපේක්ෂක නාගරික පරිසර දූෂණය ඉහළ මට්ටමක පවතින නමුත් හන්ටර් මිටියාවතේ පෙණහලු පිලිකා රෝගීන්ගේ සංඛ්‍යාව සිඩ්නි නගරයේ පිළිකා රෝගීන්ගේ ප්‍රමාණයට වඩා තුනෙන් එකකින් වැඩිය.

"මෙහි කෙළ නොගසනු" යන දැන්වීම මා කුඩා අවදියේදී මගේ ජන්ම නගරය වූ මෙල්බෝන්හි විවිධ තැන්වල සවිකර තිබුණු මට මැනවින් මතකය. එමෙන්ම මගේ සීයා ජීවත් වූ යුගයේදී පඩික්කම් බෙහෙවින් භාවිතා වු බවද මම අසා ඇත්තෙමි. වැඩිහිටියකු වු පසු චීනයට ගිය සංචාරයකදී අතිශයින් දූෂිත පරිසරයකින් යුත් හනෙයි වැනි නගරවල වැසියන් සිය පෙණහලුවල හිර වු දුගඳ හමන සෙම් සොටු නිරන්තරයෙන් කාරා දමනු දුටු මට අපේ සීයා ජීවත් වු යුගයේ සනීපාරක්ෂාව අද තරම්ම නරක තත්ත්‍වයක නොපැවැති බව වැටහිණ.

වර්තමානයේ විද්‍යාඥයන් අවබෝධ කරගෙන ඇති පරිදි 1940 සහ 1970 ගණන්වල ලෝකයේ සාමාන්‍යය උෂ්ණත්වය අඩුවීමට හේතුව වායුගෝලයේ සංසරණය වන එයරොසොල් ප්‍රමාණය වැඩිවීමයි. එසේ එයරොසොල් ප්‍රමාණය වැඩිවීමට එක් හේතුවක් වූයේ තත්ත්වයෙන් බාල ගල් අඟුරු දහනය කිරීම නිසා විශාල වශයෙන් සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් වාතයට මුසු වීමයි. 1960 ගනන්වලදී දක්නට ලැබුණු උත්තරාර්ධ ගෝලයේ ඉහළ අක්ශාංෂකවල පිහිටි වන පෙදෙස් සහ විල් ජලාශ දූෂණය වී නෂ්ටප්‍රාප්ත වීමේ තර්ජනයට ලක්වීමට මෙසේ වාතයට එක් වූ අධික සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය හේතු විය. එකී වන පෙදෙස්වල කේතුධර වෘක්ෂයන්හි තුඩුපත්‍ර ගැලවී වැටීමද විල් ජලාශ වල ජලජ ජීවීන් සමූහ වශයෙන් මිය යාමද එකල බෙහෙවින් දක්නට ලැබුණි.

මේ විපත්වලට තුඩුදුන් අම්ල වර්ෂාවලට (acid rain) හේතුව ගල්අඟුරු දහනය කරන තාප බලාගාර වලින් නිකුත්වූ අධික සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණයයි. අම්ල වර්ෂාවන්ට හේතුව අනාවරණය වූ පසු ගල් අඟුරු දහනය කිරීමේදී තාපබලාගාර වලින් පිටවෙන වායු අපද්‍රව්‍යය පිරිසිදු කොට නිකුත් කිරීම අනිවාර්ය කෙරෙන නීති රීති කාර්මික රටවල සම්මත කෙරිණි. 1970 ගණන්වල සිට මේ නීති තදින් ක්‍රියාත්මක වූ අතර ඒ හේතුව නිසා සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් වාතයට මුසු වීම විශාල වශයෙන් අඩු විය.

කෙසේවෙතත් මෙසේ මේ නීති තදින් ක්‍රියාත්මක වීම බලාපොරොත්තු නොවූ අනියම් ප්‍රති විපාක ඇතිකිරීමටද හේතු විය. සල්පර් ඩයොක්සයිඩ්වලින් නිෂ්පන්න සල්ෆේට් වර්ග වලින් නිපදවෙන එයරොසොල් සූර්යාලෝකය නැවත අභ්‍යවකාශයට පරාවර්තනය කිරීමේ සබ්‍යතාව අතින් ඉතා ප්‍රබල වන බැවින් එම වර්ගයේ එයරොසොල් පෘථිවිගෝලය සිසිල් කිරීමට විශාල වශයෙන් දායක වෙයි. අනෙක් අතට මේ එයරොසොල් වායුගෝලයේ පවතින්නේ සති කිහිපයක් තරම් සීමිත කාලයක් පමනි. (සාමාන්‍ය ආර්ද්‍රතාවය පවතින විට සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් පැයකට 1%-2% දක්වා වූ වේගයකින් ක්ෂය වීයයි.) මේ නිසා තාපබලාගාරවලින් නිකුත් කෙරෙන අපද්‍රව්‍ය වායු පිරිසිදු කිරීමට

බල කෙරෙන විධි විධාන වල ප්‍රතිඵල ඉතා ඉක්මනින් දැකගත හැකි විය.

සල්පර්ඩයොක්සයිඩ් වලින් වියුක්ත වායුව පෘථිවිය සිසිල් කිරීමට තුඩුදුන් එයරොසොල් අධිකව නිපදවීමට තවදුරටත් අසමත්වූ බැවින් ගෝලීය උණුසුම නැවත වැඩිවිය. තාප බලාගාර වලින් සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් වාතයට මුසුවීම වැළැක්වූ නමුදු ඒවායින් නිකුත්වූ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් වායුව ගෝලීය උණුසුම වැඩිකිරීමට දිගින් දිගටම හේතු විය. මේ අත්දැකීම පෘථිවි ගෝලයේ විවිධ ප්‍රපංච අතර ඇති අන්තර් සම්බන්ධතාවය පිළිබඳ කදිම නිදසුනකි.

වඩා නවීන පරිගණක මොඩල යොදා එයරොසොල්වල බලපෑම සාර්ථක ලෙස නිර්ණය කිරීමේ හැකියාව අත්හදා බැලීමේ කදිම අවස්ථාවක් 1991 පිලිපීනයේ පිනාටුබෝ ගිනිකන්ද පුපුරා විදාරණය වූ විට ඇති විය. ගිනි කන්ද පිපිරීමෙන් සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් ටොන් මිලියන 20 ක් විදාරණය විය. නාසා ආයතනයේ විද්‍යාඥ ජේම්ස් හැන්සන් විසින් මෙහෙය වනු ලැබූ ප්‍රාමාණිකයන් කන්ඩායම නව පරිගණක මොඩල යොදා කළ ගණනයන්ට අනුව සල්පර් ඩයොක්සයිඩ් ටොන් මිලියන 20 ක් වායුගෝලයට එක් වුවිට ඇතිවන එයරොසොල් මගින් පෘථිවිය සෙන්ටිග්‍රේඩ් 0.3° කින් සිසිල් විය යුතු විය. පිනාටුබෝ යමහල පිපිරීමෙන් ජනිත වූ එයරොසොල් නිසා පෘථිවියේ ඇත්ත වශයෙන්ම ඇති වූ සිසිලස හා මේ පරිගණක ප්‍රතිඵලය සියට සියයක්ම සමාන විය.

නූතන පරිගණක මොඩල යොදා කරන ලද පුරෝකථනවලින් වඩාත් නිවැරදි ඒවා ලෙස සැලකෙන්නේ; පෘථිවියේ අනෙක් ප්‍රදේශවලට වඩා වේගයෙන් ධ්‍රැව ප්‍රදේශ උණුසුම් වීම, ගෝලීය උෂ්ණත්වයේ සාමාන්‍යය වැඩි වීමට වඩා කඩිනමින් ගොඩබිම ප්‍රදේශවල උෂ්ණත්වය වැඩිවීම, වර්ෂාව අධික වීම, ප්‍රචන්ඩ දේශගුණික සිදුවීම්වල සංඛ්‍යාව හා තීව්‍රභාවය වැඩිවීම පිළිබඳ පුරෝකථනයි.

ඒ හා සමාන අනිකුත් පුරෝකථන අතර; අපට හුරුපුරුදු දෛනික වටාපිටාවේ රිද්මය වෙනස්වීම, රාත්‍රිකාලයේදී මහ

පොළොව සිය තාපය අභ්‍යවකාශයට නිකුත් කිරීම නිසා දිවා කාලය හා සසඳන විට රාත්‍රිය උනුසුම්වීම, එක්තරා දුරකට නිත්‍යයවූ එල්-නීනෝ තත්ත්‍වයන් ඇතිවීමේ ගම්‍යතාවක් දැක්වීම ද වේ.

සියළුම ආකාරයේ පරිගණක මොඩලවල ඇතැයි ගැනෙන අවිනිශ්චිත ස්වභාවයන් ගැන දැන් අපි සලකා බලමු. පූර්ව කාර්මික යුගයේ වායුගෝලයේ පැවැති කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය වූ මිලියනයකට කොටස් 280 සිට කාබන්ඩයොක් සයිඩ් සංයුතිය කොටස් 560 දක්වා දෙගුණ කිරීම ගෝලීය උණුසුම සෙන්ටිග්‍රෙඩ් 2° සිට 5° දක්වා අතර වූ ප්‍රමාණයකින් වැඩිවීමට හේතුවන්නේද? අවුරුදු තිහකට කිට්ටු කාලයක සිට කරන ලද දැඩි පරීක්ෂණ හා විචක්ෂණ තහවුරුකිරීම් වලින් සන්නද්ධ තාක්ෂණික දියුණුවක වාසිය ලැබීමෙන් අනතුරුව වුවද මේ පැණයට ලැබෙන පිළිතුරු තවමත් තරමක් දුරට අනුමාන සහගතය.

එහෙත් දැනටමත් අප සතුව ඇති දැනුම සහ අවශ්‍යය දත්ත අපේ නිගමන සඳහා පමණටත් වඩා ප්‍රමාණවත්යැයි බොහෝ ප්‍රාමාණිකයන් තර්ක කරනු ඇත. මනුෂ්‍යය වර්ගයාගෙන් විශාල කොටසකට අධික විපත් ගෙන දීමට ගෝලීය උණුසුමේ සාමාන්‍යය සෙන්ටිග්‍රෙඩ් 2° කින් ඉහල යාම ඉඳුරාම ප්‍රමාණවත්ය.

දේශගුණය වෙනස් වීම පිළිබඳව මෙතෙක් කෙරී ඇති විශාලතම අධ්‍යයනය ඔක්ස්පර්ඩ් විශ්ව විද්‍යාලයේ මූලිකත්වයෙන් 2005 වසරේදී ප්‍රසිද්ධ කරන ලදී. සාමාන්‍යය පරිගණක යන්ත්‍ර 90,000 පරිගණක ශක්තියකින් සමන්විත පද්ධතියක් යොදා කරන ලද මෙම අධ්‍යයනයේ අරමුණ වායුගෝලයේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය දෙගුණ කිරීමෙන් උෂ්ණත්වය කෙරෙහි ඇති වන බලපෑම සොයා බැලීමයි. මේ අධයාානය මගින් ලබාගත් ප්‍රතිඵලවල සාමාන්‍යය අගය අනුව කාබන් ඩයොක්සයිඩ් දෙගුණ කිරීම ගෝලීය උණුසුම සෙන්ටිග්‍රෙඩ් 3.4° කින් වැඩි කිරීමට සමත් වේ. එහෙත් සමස්තයක් වශයෙන් ගත්විට කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය එසේ ඉහළ යාම නිසා උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රෙඩ් 1.9° සිට 11.2° දක්වා සැලකිය යුතු පරාසයක් තුළ ඕනෑම මට්ටමක් දක්වා වැඩිවීමට ඇති ඉඩ කඩද මේ අධ්‍යයනය මගින් හෙළි කෙරිනි. සෙන්ටිග්‍රෙඩ් 11.2° ක් තරම් ඉහළ මට්ටමකට ගෝලීය උණුසුම

වැඩිවීමට ඇති සබ්‍යයතාව පුරෝකථනය කළ ප්‍රථම අවස්ථාව මෙය වේ.

මේ අධ්‍යයනයේ ප්‍රතිඵල නිරික්ෂණය කළ මට එහි එක් විෂමතාවයක් කෙරෙහි නිරායාසයෙන්ම කුකුසක් ඇතිවිය. අප දන්නා පරිදි අවසාන අයිස් යුගාන්තයේදී වායුගෝලීය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය සාමාන්‍යයෙන් පැවැති මට්ටම ඉක්මවා මිලියනයකට කොටස් 100 කින් ඉහළ යාම නිසා පොළොව මතුපිට උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් 5° කින් ඉහල ගියේය. එහෙත් නවීන පරිගණක මොඩල මගින් කල මේ විශ්ලේෂණයේදී කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ප්‍රමාණය තුන් ගුණයකින් වැඩි කල විට පවා උෂ්ණත්වය ඉහළ නැග්ගේ සෙන්ටිග්‍රේඩ් 3° කින් පමනි.

එයරොසොල් වල ක්‍රියාකාරිත්වය හැදෑරූ බොහෝ විද්‍යාඥයන් අදහස් කරන පරිදි මේ කැපී පෙනෙන වෙනසට හේතුව මිලන්කොවිච් චක්‍රයේ බලපෑම නිසා බිහිවූ දැවැන්ත අයිස් තට්ටුව හැරෙන විට අයිස් යුගාන්තයේදී එයරොසොල්වල තද බල පෑමක් නොවූ නිසා විය යුතුය. පොළොවට ඍජුව වැටෙන සූර්යාලෝකයේ ප්‍රබලතාවය පිළිබඳ මිනුම් සහ ලෝකයේ විවිධ ස්ථානවලින් වාර්තා කල වාෂ්පීභවන වේග (වාෂ්පීභවනයට මූලික වශයෙන් බලපාන්නේ සූර්යා ලෝකයයි.) සලකා බැලුවිට පසුගිය දශක තුන තුළ පොළොව මතට වැටුනු සූර්යාලෝකයේ ශක්තිය සැලකියයුතු පමණකින් අඩුවී ඇති බව පෙනී ගියේය. ඇතැම් ප්‍රදේශවල මේ අඩුවීමේ ප්‍රමාණය 22%ක් තරම් විය. මෙයට මූලික හේතුව වායුගෝලයේ ඇති එයරොසොල් මගින් සූර්යාලෝකය අවහිර කිරීමයි.

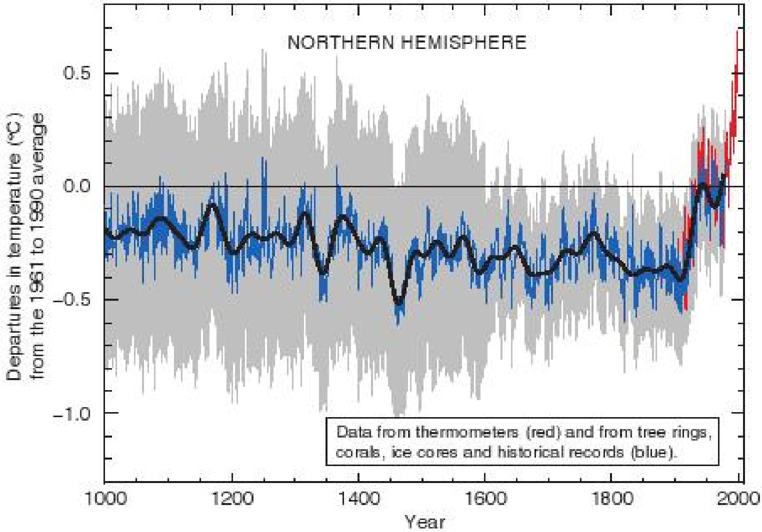
මේ සංසිද්ධිය හඳුන්වනු ලබන්නේ ගෝලය අඳුරුවීම (global dimming) යන නමිනි. එය උද්ගතවීම දෙයාකාරයකින් සිදුවිය හැකිය. දුමුළු හා දැලි වැනි එයරොසොල් වර්ග මගින් වලාකුළුවල පරාවර්තණය කිරීමේ හැකියාව වැඩි කිරීම එයින් එක් ආකාරයකි. අනෙක ජෙට් ගුවන්යානාවලින් විශාල වශයෙන් නිකුත්වන වාෂ්ප ධාරාවන් නිසා වලාකුළු නිරන්තරයෙන්ම ආවරණය වීමයි. සංඛ්‍යාවෙන් අඩු විශාල ජල බිංදු ප්‍රමාණයක් වෙනුවට කුඩා ජල බිඳු විශාල ප්‍රමාණයක් නිපදවීමට තුඩු දීමෙන් දුමුළු සහ දැලි අංශු මාත්‍රිකයන් වලාකුළුවල පරාවර්තන හැකියාව වෙනස් කරයි. ප්‍රමාණයෙන් විශාල ජල බිංදු කුඩා සංඛ්‍යාවක් සහිත වලාකුළු මගින් කෙරෙන පරාවර්තනයට වඩා වැඩි

සූර්යාලෝකයක් කුඩා ජලබිංදු විශාල ප්‍රමාණයක් ඇති වළාකුළු මගින් අභ්‍යවකාශයට පරාවර්තනය වේ.

ජෙට් ගුවන්යානා වලින් නිකුත්වන වාෂ්ප ධාරාවන් පිළිබඳ කතන්දරය මෙයට වඩා වෙනස්ය. 2001 සැප්තැම්බර් 11 වන දින නිව්යෝක් නගරයේ ලෝක වෙළඳ මධ්‍යස්ථානයට ත්‍රස්ත්‍රවාදි ප්‍රහාරය එල්ල වූ පසු ගතවූ දින තුන තුළදී අමෙරිකා එක්සත් ජනපදයේ අහස් සීමාව තුළ කිසිදු ගුවන් යානයක් ගුවන් ගත කිරීම අධිකාරීන් විසින් අත්හිටුවන ලදී. දේශගුණ විද්‍යාඥයන් විසින් නිරීක්ෂණය කල පරිදි වෙනත් කිසි දිනක නොදුටු ලෙස මේ දින තුන තුළ රාත්‍රි උෂ්ණත්වයට සාපේක්ෂකව දිවා කාලයේ උෂ්ණත්වය ඉහළ නැංගේය. මෙයට හේතුව අහස ජෙට් ගුවන් යානා වල වාෂ්ප ප්‍රවාහයෙන් තොරවීම නිසා වැඩි සූර්යාලෝකය ප්‍රමාණයක් පොළොවට පතිත වීමයි.

මේ අනුව වායුගෝලීය කොටස් මිලියනයක ඇති කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය අමතර කොටස් 100 කින් වැඩි වූ විට ගෝලීය උෂ්ණසුම සෙන්ටිග්‍රේඩ් 5° කින් වැඩිවේ නම් එම වැඩිවීම යම් පමණකින් මැඩ පැවැත්වීමට එයරොසොල් සහ ජෙට් යානා වාෂ්ප හේතුවන්නට ඇති බව පෙනේ. ගෝලීය උෂ්ණසුම වැඩිවීමේ සාමාන්‍යය දැනට සෙන්ටිග්‍රේඩ් 0.63° ට සීමා වීමට හේතුව මෙය බව අනුමාන කෙරේ. මෙය සත්‍යයක් නම් ජෙට් යානා වාෂ්ප වලට සහ එයරොසොල්වලට දේශගුණය තීරණය කිරීම සම්බන්ධයෙන් අති විශාල බලපෑමක් ඇති කළ හැකි බව පෙනේ. එය හරියටම ලොව පුරා ඇති දැවැන්ත දුම් කවුළුවලින් දේශගුණය දෙපැත්තටම ඇදීම පිණිස එකවර ප්‍රතිවිරුද්ධ බලවේග දෙකක් මුදා හැර ඇති සෙයකි. මඳ වෙනසකට ඇත්තේ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් එයරොසොල් වලට වඩා මඳක් බලගතු වීමයි.

එහෙත් එයරසොල් හා කාබන් ඩයොක්සයිඩ් අතර මේ ප්‍රතිතෝලක බලපෑම අප වඩාත් දුෂ්කර ගැටළුවකට යොමු කර ඇත. මන්ද එයරොසොල් අංශුමාත්‍රිකවල ආයු කාලය සති කිහිපයකට වඩා වැඩි නොවන නමුත් කාබන් ඩයොක්සයිඩ් එසේ නොව ශතවර්ෂයක් පමණ වායුගෝලයේ රැඳී පවතින බැවිනි.



'ගෝලීය අඳුරුවීම' පිළිබඳ අපේ අවබෝධය නිවැරැදි නම් අප සතුව ඇත්තේ එකම එක විකල්පයකි. එනම් වායුගෝලයෙන් කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ඉවත් කිරීමට හැකි කාර්යක්ෂම ක්‍රමයක් සොයා ගැනීමයි. එහෙත් මෙතෙක් ඒ සඳහා සුදුසු කාර්යක්ෂම ක්‍රමයක් සොයා ගැනීම උගහට වී ඇත.

ප්‍රභාසංශ්ලේෂණය කෘතිම ලෙස කළ හැකි කිසියම් ක්‍රමයක් අපට අනාගතයේදී සොයා ගැනීමට හැකි වූ විට වාතයේ ඇති කාබන් ග්‍රහණය කොට කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය නිසි මට්ටමට ගෙන ඒමට හැකි වෙතැයි උපකල්පනය කළ හැක. එහෙත් එවැනි ක්‍රමයක් ගැන වර්තමානයේදී සිතීම හුදු සිහිනයක් පමණි.

ඕනෑම වෙනස්වීමක් සම්බන්ධයෙන් මිනිසුන් දක්වන ප්‍රතික්‍රියාව නිර්ණය කිරීමට හේතුවන්නේ එම වෙනසට තුඩුදුන් හේතුව කුමක්ද? යන පැණයට ලැබෙන පිළිතුර අනුවයි. එහෙත් ධනාත්මක ප්‍රතිපෝෂණ චක්‍රය (positive feedback loop) නිසා මහපොළවේ දේශගුණ පද්ධතිය ප්‍රහේළිකාවක් බවට පත්වී

තිබීමෙන් ගැටළු විසඳීම සඳහා අප සාමාන්‍යයෙන් භාවිතා කරන හේතුඵල න්‍යාය ඒ සඳහා වලංගු නොවේ. එය හරියට 'ව්‍යාකූලත්ව න්‍යාය' (chaos theory) සඳහා උදාහරණයක් වශයෙන් ගැණෙන ඇමසන් වනයේ සමනළ තටු සැලීමකින් කැරිබියන් මුහුදේ සුළිසුළඟක් ඇති කිරීමේ හැකියාව පිළිබඳ ඒ සුපතළ නිදර්ශනය වැනිය. මේ අනුව එක් තත්ත්වයකින් තවත් තත්ත්වයකට දේශගුණය මාරුවීම හේතුවක් නිසා ඵලයක් ඇතිවිය හැකිය යන සරල සමීකරනය ආදේශ කිරීමෙන් විසඳීමට නොහැක. අවසානයේදී ගැටළුව කෙතෙක් සංකීර්ණවී ඇත්දැයි කිවහොත් කලින් නොවැදගත් හේතුවක් ලෙස සැලකුණු කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය වැඩිවීමේ ඵලය අද දමනය කිරීමට නොහැකි මට්ටමකට පත්ව ඇත.

දේශගුණ විද්‍යාඥයන් කන්ඩායම් කිහිපයක් විසින්ම අනාගතයේ දශක කිහිපයක් තරම් නුදුරු කෙටි කාල වකවානුවක් තුළ ලෝකයේ විවිධ ප්‍රදේශවල ඇතිවිය හැකි දේශගුණය පිළිබඳව පරිගණක මොඩල භාවිත කොට පුරෝකථන ඉදිරිපත් කළේය. එයින් උදාහරණ තුනක් මෙසේය.

වසර 2050 සිට 2080 දක්වා එක්සත් රාජධානියේ ඇති විය හැකි දේශගුණය පිළිබඳ පුරෝකථනයක් හැඩ්ලි පරීක්ෂණ මධ්‍යස්ථානය ඉදිරිපත් කළේය. එයට අනුව වසර 2050 වන විට මානව ක්‍රියාකාරීකම්වලින් දේශගුණයට ඇතිවන බලපෑම ස්වභාවික හේතුන් නිසා ඇතිවන බලපෑම අභිබවා යනු ඇත. බ්‍රිතාන්‍යය වෙරළබඩ ප්‍රදේශවල හිම ඇතිවීමේ සම්භාව්‍යතාව 80%කින් අඩුවන බවත් ස්කොට්ලන්තයේ උස්බිම්වල එම සම්භාව්‍යතාව 60%කින් අඩුවන බවත් මේ පුරෝකථනය නිගමනය කළේය. අනෙකුත් නිගමණයන් අතර ශීත ඍතුවේ වර්ෂාව 35%කින් ඉහළ යාම හා ධාරානිපාත වර්ෂාවන් වැඩිවීම, ගිම්හානයේ වර්ෂාව අඩුවී සෑම ගිම්හාණ ඍතු තුනකින් එකක් ඉතා වියළි වීම ද විය. සෙන්ටිග්‍රේඩ් 25° ක්වූ දින දාහතකින් සහ සෙන්ටිග්‍රේඩ් 30° කින් හා දින හතරකින් යුක්තවූ 1995 ඇතිවූ ගිම්හාණයට සමාන ගිම්හාන හැම දශකයකටම දෙවරක් ඇතිවන බවත් වාර්තාගත 1999 වසරට වඩා උණුසුම් වූ වසර ගණනාවක් ඇති වන බවත් හැඩ්ලි අධ්‍යයනය පළ කළේය. ඊට අනුගතව වසර 2006 දී ගිනිකොණදිග එංගලන්තය ඉඩෝර අවදියකට එළඹුනේය.

මේ පුරෝකථනයන්ට අනුව යුරෝපයේ ඇතිවන වෙනස්කම් සමස්තයක් වශයෙන් ලෝකය පුරා ඇතිවන වෙනස්කම් වලට වඩා තියුණුවනු ඇත. ලෝකයේ දළ උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් 2°කින් ඉහළ යන විට යුරෝපය, අමෙරිකාව සහ ආසියාවේ උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් 4.5°කින් ඉහළ යනු ඇතැයි ගණන් බලා තිබේ. මේ මට්ටමේ උණුසුමක් බ්‍රිතාන්‍යයට මධ්‍යධරණී දේශගුණයක් ලබා දීමට හේතුවන බැවින් ඇතැම් පුවත්පත් විසින් අර්ථකථනය කළ පරිදි එය"ඉංග්‍රිසි ගෙවුයනේ අවසානය" ('the end of the English garden')විය හැකිය. වඩාත්ම වැදගත් වන්නේ එවැනි වෙනස්වීමක් නිසා ජලසම්පාදනය, ගංවතුරපාලනය හා සෞඛ්‍යය සම්බන්ධයෙන් ඇතිවිය හැකි අර්බුදකාරී තත්ත්වයයි.

කැලිපෝනියාවේ දේශගුණය වෙනස් වීමට ඇති ඉඩකඩ හෙලිදරව් කළ තවත් වැදගත් ප්‍රදේශීය අධ්‍යයන වාර්තා දෙකක් 2003 හ 2004 වර්ෂවලදී නිකුත් කෙරිණි. එම වාර්තා වලින් විවාද කෙරුණු කරුණුවලට අනුව ගෝලීය උණුසුම කැලිෆෝනියානු ජනපදයට වඩා උණුසුම් ගිම්හානයන් උදාකරනු ලබන අතර, කඳු ශිකරවල ඇති හිම ඇසුරුම අඩුවීම හේතුකොටගෙන ජලසම්පාදනය අසීරුවනු ඇත. ශතවර්ෂය අවසන්වනවිට ලොස් ඇංජලිස් නගරයේ ඇතිවන තාපතරංගවල දාහය දෙගුණයේ සිට හත්ගුණයක් දක්වා ප්‍රබල විය හැකිය. අධ්‍යයනය මගින් නිරීක්ෂණය කළ පරිදි බටහිර අමෙරිකානු ජනපදවල හුදකලා කඳුවල වෙසෙන පිකාස් (pikas) නමින් හැඳින්වෙන ඇල්පයින් හාවුන් වර්ගය දැනටමත් වඳ වෙමින් පවතී. කලින් මේ හාවුන් සුවිශේෂ කන්ඩායම් පණහකට කිට්ටු සංඛ්‍යාවක් දැන හඳුනාගෙන තිබුණද මෑත දශක කිහිපයතුළ ඉන් කන්ඩායම් හතක් සහමුලින්ම වඳවී ගියේය.

ඔස්ට්‍රෙලියාවේ නිව්සවුත්වේල්ස් ජනපදයේ සිදුවන වෙනස්කම් විෂයකරගත් තෙවැනි අධ්‍යයනය නිකුත් කළේ විශ්වාසදායක විද්‍යාත්මක සමීක්ෂණ පිළිබඳ මහත් පිළිගැනිමක් ඇති ඔස්ට්‍රෙලියාවේ CSIRO ආයතනයයි. ඉදිරි දශක කිහිපය තුළ නිව්සවුත්වේල්ස් ජනපදයේ සමස්ත උෂ්ණත්වය සෙන්ටිග්‍රේඩ් 0.2° සිට 2.1° දක්වා වැඩිවිය හැකි අතර සීත කාලගුණය සහිත දින

ගණන මෙන්ම තුෂාරයද බෙහෙවින් අඩුවනු ඇති බව මේ අධ්‍යයනය පුරෝකථනය කළේය. උෂ්ණුසුම සෙන්ටිග්‍රේඩ් 40° ට වැඩි දින ගණන වැඩිවිය හැකි අතර ශීත හා වසන්ත සමයන්හි හි ඉඩෝරය උග්‍රවන බවත් නොකල්හි ධාරානිපාත වර්ෂාවන් හා මාරුතයන් ඇතිවිය හැකි බවත් CSIRO අධ්‍යයනය මගින් තහවුරු කළ අනෙක් කරුණුය.

වායුගොලීය කාබන් ඩයොක්සයිඩ් සංයුතිය පමණ ඉක්මවා ගොස් තිෙබන බව නිසැකය. එසේ වැඩිවූ කාබන් ඩයොක්සයිඩ් ක්‍ෂනිකව වායුගෝලයෙන් ඉවත් කිරීම කළ නොහැකි දෙයකි. ඉහත කී අධ්‍යයනයන්වල නිරවද්‍යයතාවය කුමක් වුවද අවම වශයෙන් එක කරුණක් ඉඳුරාම පැහැදිලිය. එනම් ඉදිරි දශක කිහිපය සඳහා දේශගුණය වෙනස්වීමේ ආනතිය මේ වන විටත් තීරණාත්මක ලෙස නිර්ණය වී අවසන් බවයි.