మొదటి సంపుటము | మే 2026 | నాల్గవ సంచిక

విజ్ఞాన భారతి

సంపాదకుడు: పరిగి మదన్ మోహన్

రెండు నెలలకొకసారి ప్రచురించబడును

సంపుటి 1 **మే 2026** సంచిక 4

విషయ సూచిక

సంపాదకీయము		…	3
నక్షత్రజని - ఆమ్లజని: మిత్రులా లేదా శత్రువులా?	శ్రీ ఆరి సీతారామయ్య	…	5
చక్కర తీయదనపు అమ్మాళ్: జానకీ అమ్మాళ్	శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణకుమారి	…	17
తాప విద్యుత్కేంద్రంలో బూడిద విసర్జన వ్యవస్థ	శ్రీ అంగర గోపాలకృష్ణారావు	…	20
గాలి కబుర్లు	శ్రీ గాడేపల్లి సుబ్రహ్మణ్యం	…	22
శ్రీ సుబ్రహ్మణ్యన్ చంద్రశేఖర్	శ్రీ వేమూరి వేంకటేశ్వర రావు	…	27
ఈ జబ్బులు ఎందుకొస్తాయి: పుస్తక సమీక్ష	శ్రీ మద్దిపాటి కృష్ణారావు	…	31

విజ్ఞాన భారతి ప్రచురణలు. ఫ్రెడరిక్. మేరీల్యాండ్. అమెరికా.

సంపాదకీయం

నాలుగవ సంచికకు స్వాగతం.

ఇప్పుడు తెలుగువారు చాలా మంది తెలివిగా తయారవుతున్న యంత్రాలను వాడుతున్నారు, వారి విద్య, వినోదం, విజ్ఞానం వాణిజ్యం మొదలైన ప్రయోజనాల కోసం, అందులో ఇంగ్లీషులో వ్యవహారం చేసేవాళ్ళే చాలా మంది. ఇంగ్లీషులో వ్యవహారం చేస్తూ తెలుగుకు సంబంధించిన ప్రశ్నలు వేసే వాళ్ళు కొంత మంది. ఇక నేరుగా తెలుగులోనే వ్యవహారం చేసేవాళ్ళు కొంత మంది. ఈ మూడవ కోవకు చెందిన వాళ్ళు ఎంత శాతం ఉంటారో ఎవరూ అంచనాలు వేసినట్లు దాఖలాలు లేవు.

అయితే యంత్రం చెప్పిన తెలుగుకు సంబంధించిన విషయాలు ఎంత వరకు నిజం అని ఎందరు ప్రశ్న వేసుకుంటున్నారు అనేది ప్రశ్న. ఉద్దేశ్యపూర్వకంగా తప్పుదోవ పట్టించడం (fake) పక్కన పెడితే, కొన్ని సందర్భాలలో యంత్రం పూర్తిగా తప్పులు చెప్పడం వింటూనే ఉన్నాము. శిక్షణ సరిగా లేక. ఇటువంటి అవాకులు చవాకులను (hallucination) యంత్ర శిక్షకులు గమనించి తప్పులను సరిచేస్తున్నారు. ఇది ప్రధానంగా ఇంగ్లీషు మరి కొన్ని భాషలలో జరుగుతూ ఉన్నది. అలా శిక్షణ ఇవ్వబడుతున్న భాషల జాబితాలో తెలుగు చాలా కింది స్థానంలో ఉన్నట్లు తెలుస్తున్నది. తెలుగును under represented language (ప్రాతినిధ్య కొరత), resource poor language (వనరుల కొరత) గా పరిశీలకులు అభివర్ణిస్తున్నారు. ఇది శోచనీయమైన విషయం.

కాలక్రమంలో యంత్రాలను ఆశ్రయించడం ఇంకా పెరగబోయే పరిస్థితిలో యంత్రాలు తెలుగు సారస్వతంలో బాగా తర్ఫీదు పొందడం చాలా అవసరం. వినియోగదారుల తెలుగు అవసరాలు తీర్చలేని యంత్రాల వలన తెలుగు వాడకం మరింత బలహీన పడవచ్చు. ప్రజ తెలుగుకు ఇంకా దూరమయ్యే శక్తులు బలపడవచ్చు.

ఈ యంత్రాల శిక్షణకై వాడుతున్న మేత (feed) వనరుల వివరాలను కంపెనీలు బహిర్గతం చెయ్యటం లేదు. శిక్షణకు వాడుబడుతున్నట్లు బహిరంగంగా తెలిసిన ఎన్నో వనరులలో కామన్ క్రాల్ ఒకటి. అందులో దాదాపు సగం ఇంగ్లీషు సారస్వతం. అది ప్రామాణికమని కాదు. కానీ అటువంటిది ఎదో ఒకటి తెలుగుకు కూడా అవసరం.

తెలుగు శిక్షణకు సరియైన ప్రామాణిక నిధి గానీ, నిర్వచనం గానీ ఉన్నట్లు కనబడదు. తెలుగు సారస్వతం ఇప్పుడిప్పుడే కాగితాల నుంచి కంప్యూటర్లలోకి ఎక్కుతూ ఉన్నది. వాఙ్మయం అంటే వాక్ మయం మాత్రమే కాదు కదా, నేడు ధ్వని చిత్ర దృశ్య ముద్రణా యుగంలో ఎన్నో రూపాలలో లభిస్తోంది "వాఙ్మయం". దాని సంగ్రహానికి ఒక నిర్వచనం ఏర్పరచటం ఒక అత్యవసరమైన కర్తవ్యం. తెలుగు యంత్ర శిక్షణకు అది ఒక ప్రామాణిక వనరుగా ఎదిగితే, యంత్ర శిక్షణా ఇంజినీర్లు ఆ ప్రాతిపదికన మహత్తర యంత్రాలను రూపొందించగలుగుతారు..

అలాంటి సుశిక్షితమైన యంత్రాలు అందుబాటులోకి వచ్చినప్పుడే, యంత్రాలతో వ్యవహారం తెలుగులో కూడ చేస్తూ తెలుగుకు సంబంధించిన ప్రశ్నలు వేస్తూ ప్రజలు తెలుగుతో అనుబంధం పెంచుకోవడానికి సాధ్యమవుతుంది.

మనవి

తెలుగు విజ్ఞానసరస్వతికి మీ వంతు పత్ర పుష్ప సమర్పణగా భావించి రచనలు పంపించమని మా సవినయ మనవి.

అభిప్రాయాలు: తెలుగులో వైజ్ఞానిక సాహిత్యం పట్ల మీ అభిప్రాయాలను రెండు వందల పదాలకు మించకుండా వ్యాసం రాసి మాకు జూన్ 1 లోగా పంపండి. భాష గురించి, పరిభాష గురించి, శాస్త్రాల గురించి, శాస్త్ర విభాగాల గురించి, దేని గురించైనా మీ అభిప్రాయాలను మాకు తెలియజేయండి.

వ్యాసాలు: ఇక పత్రికలోని ప్రధాన వ్యాసరచనలకు నిడివి నిబంధన ఏమీ లేదు. అయితే వ్యాసం గ్రంథమంత అయిపోకూడదు. వ్యాస విషయం సైన్సు, ఇంజినీరింగు, వైద్యానికి సంబంధించినదై ఉండాలి. జీవ, గణిత, భౌతిక, రసాయనిక, భూ, భూగర్భ, భౌగోళిక, ఖగోళ, వాతావరణ ఇత్యాది వివిధ ప్రాథమిక శాస్త్రాలు, గని, లోహ, నిర్మాణ, యంత్ర, రసాయన, విద్యుత్, ఎలెక్ట్రానిక, కలన, మాపక, వ్యవసాయ ఇత్యాది సాంకేతికతా తంత్ర శాస్త్రములు (engineering), కణ, జన్యు, సంతాన, రక్త, గుండె, ఉదర, ఊపిరి, మేధ, కండ, కార్జ, ప్లీహ, మూత్రాంగ, చర్మ, రోగ, ఔషధ, ఆరోగ్య ఇత్యాది వైద్య సంబంధిత విభాగములు — అన్నీ విజ్ఞాన భారతి వ్యాసములకు ఆసక్తికరమైన అంశములే.

వ్యాసాలు పంపవలసిన గడువు తేదీ **జూన్ 1, 2026**
విజ్ఞాన భారతి ఐదవ సంచిక విడుదల తేదీ **జులై 1, 2026**

మా చిరునామా: telugüvbharati@gmail.com
(మధ్యలో v ఉంది సుమా!)

అన్ని సంచికలు https://www.vbharati.com

నత్రజని - ఆమ్లజని: ఇద్దరు మిత్రుల లేదా శత్రువుల కథ

*-

శ్రీ ఆరి సీతారామయ్య

మనం పీల్చే గాలిలో ప్రధానంగా రెండు మూలకాలు ఉన్నాయి. అవి ఆక్సిజెను, నైట్రోజెను. తెలుగులో ఆక్సిజెనును ఆమ్లజని లేదా ప్రాణవాయువు (ప్రా.వా.) అనీ, నైట్రోజెనును నత్రజని అనీ అంటాం.

గాలిలో ఆమ్లజని సుమారు 21% ఉంటే, నత్రజని దాదాపు 78% ఉంటుంది. రెండూ శ్వాస ద్వారా మన శరీరంలోకి ప్రవేశిస్తాయి. కానీ లోపలికి వెళ్లిన ఆమ్లజనిలో కొంత భాగాన్ని శరీరం ఉపయోగించుకుంటుంది. గాలి రూపంలోని నత్రజనిని మాత్రం శరీరం ఉపయోగించదు. కారణం అది N_2 రూపంలో ఉండటం. మన శరీరంలో దానిని ఉపయోగకరమైన రూపాల్లోకి మార్చే వ్యవస్థ లేదు. అందువల్ల అది దాదాపు యథాతథంగా బయటకు వచ్చేస్తుంది.

మీరు 70 కిలోల బరువు ఉన్నారని అనుకుందాం. అందులో దాదాపు 45-46 కిలోల బరువు ఆమ్లజనిదే. వాయువు రూపంలో ఉన్న ఆమ్లజని కాదు — ఆమ్లజనితో తయారైన నీరు, ప్రోటీన్లు, ఎముకలు వంటి పదార్థాల్లో ఉన్నది. నత్రజని మాత్రం రెండు కిలోలకంటే కొంచెం ఎక్కువ మాత్రమే ఉంటుంది. అది కూడా నత్రజని వాయువు కాదు, దానితో తయారైన ప్రోటీన్లు, DNA వంటి పదార్థాల్లో ఉంటుంది.

మరి గాలిలో ఎక్కువగా ఉన్న నత్రజని శరీరంలో ఎందుకు తక్కువ? గాలిలో తక్కువగా ఉన్న ఆమ్లజని శరీరంలో ఎందుకు ఎక్కువ? గాలి రూపంలో శరీరం ఉపయోగించలేని నత్రజనితో తయారైన పదార్థాలు మన శరీరంలోకి ఎలా వచ్చాయి? ఈ ప్రశ్నలకు సమాధానాలు తెలుసుకోవాలంటే మనము కోట్ల సంవత్సరాలు వెనక్కి వెళ్లాలి.

ఎచటినుండి వీచెనో...

భూమి ఏర్పడి దాదాపు 450 కోట్ల సంవత్సరాలు అయింది. భూమి, సూర్యుడు, ఇతర గ్రహాలు— వాటికంటే ముందున్న నక్షత్రాల అంత్యదశ విస్ఫోటనాల ద్వారా విడుదలైన దుమ్ము, వాయువుల మహా మేఘం నుంచి పుట్టాయి. ఆ మేఘాన్ని సౌర నెబులా (solar nebula) అంటారు. ఆ సౌర నెబులాలో నత్రజని N_2 రూపంలో ఉంది. కానీ స్వతంత్ర రూపంలో (O_2) ఆమ్లజని ఉండేది కాదు. ఎందుకంటే ఆమ్లజని చాలా చురుకైన మూలకం. అది వెంటనే ఇతర మూలకాలతో కలిసిపోతుంది. నీరు (H_2O), బొగ్గుపులుసు వాయువు (CO_2), రాళ్లలోని సిలికేట్లు, ఇనుము ఆక్సైడ్లు— ఇవన్నీ ఆమ్లజనిని మోసుకొచ్చిన రూపాలే. అంటే—ఆనాటి వాయుమేఘంలో నత్రజని వాయువు ఉంది, కానీ స్వతంత్ర ఆమ్లజని వాయువు లేదు.

భూమి ఆరంభ దశ – వాయువుల నిష్క్రమణ

భూమి ఏర్పడుతున్న కాలంలో ఉపరితల ఉష్ణోగ్రత 2000℃ కంటే ఎక్కువగా ఉండేది. భూమి ఉపరితలం దాదాపు మొత్తం కరిగిన రాళ్ల సముద్రంలా ఉండేది. అధిక ఉష్ణోగ్రత, సూర్యుని నుండి వచ్చే తీవ్ర కిరణాల కారణంగా హైడ్రోజను, హీలియం, నీటి ఆవిరి, నత్రజని వంటి తేలికపాటి వాయువులు భూమి మీద స్థిరంగా నిలబడలేక అంతరిక్షంలోకి పారిపోయాయి. అందువల్ల ఆ ప్రారంభ దశలో భూమికి స్థిరమైన వాతావరణం లేదు. నత్రజని, ఆమ్లజని వంటి వాయువులు నిలకడగా ఉండే పరిస్థితి ఇంకా రాలేదు.

వాతావరణంలో మళ్లీ నత్రజని

ఆ తర్వాత కూడా భూమి అనేక ఢీకొట్లను ఎదుర్కొంది. చిన్న రాళ్ల నుంచి భారీ గ్రహశకలాల వరకూ అనేక వస్తువులు భూమిని ఢీకొన్నాయి. వాటితో పాటు నీరు, లోహాలు, వాయువులు భూమికి చేరాయి. ఈ ఢీకొట్లు కొన్నిసార్లు వినాశకరమైనవైనా, భూమి భవిష్యత్తుకు అవసరమైన పదార్థాలను అందించాయి.

కాలక్రమంలో భూమి ఉపరితలం మెల్లగా చల్లబడింది. నీరు ద్రవరూపంలో నిలబడగలిగే స్థితి వచ్చింది. కరిగిన రాళ్లు గట్టిపడ్డాయి.

అగ్నిపర్వతాల విస్ఫోటనల ద్వారా భూమి లోపల చిక్కుకున్న నీటి ఆవిరి, నత్రజని వంటి వాయువులు వాతావరణంలోకి విడుదలయ్యాయి. దాదాపు 380 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం భూమి మీద మొదటి సముద్రాలు ఏర్పడ్డాయి. ఆ కాలానికి వచ్చేసరికి వాతావరణంలో నత్రజని ప్రధాన వాయువుగా నిలిచింది.

కానీ — స్థిరమైన ఆమ్లజని ఇంకా లేదు.

నత్రజని ఎందుకు అంత మొండిది?

నత్రజని అణువు (N_2) లో రెండు నత్రజని పరమాణువులు మూడు బలమైన సహబంధాలతో ($N \equiv N$) కలిసి ఉంటాయి. ఈ మూడు బంధాలను తెగ్గొట్టడం చాలా కష్టం. అందువల్లే నత్రజని శ్వాసతో మన శరీరం లోకి వెళ్లి గణనీయమైన రసాయన మార్పు లేకుండా దాదాపు యథాతథంగా బయటకు వచ్చేస్తుంది.

కానీ జీవానికి నత్రజని తప్పనిసరి. ప్రోటీన్లు, DNA, RNA — ఇవన్నీ నత్రజని లేకుండా తయారుకావు.

అయితే జీవం పుట్టకముందు ఈ మొండి నత్రజనిని ఉపయోగపడే రూపంలోకి మార్చింది ఎవరు?

జీవం రావడానికి ముందు – ప్రకృతి చేసిన పని

భూమి మీద జీవం రాకముందు కాలంలో నత్రజనిని ఉపయోగపడే రూపాల్లోకి మార్చే పని ప్రకృతే చేసింది. మెరుపులు మెరిశాయి. అగ్నిపర్వతాలు పేలాయి. గ్రహశకలాలు ఢీకొన్నాయి. ఇవి అపారమైన శక్తిని విడుదల చేశాయి. మెరుపు మెరిసే సమయంలో గాలిలో ఉష్ణోగ్రత వేల డిగ్రీలకు చేరుతుంది. ఆ తీవ్రమైన వేడిలో నత్రజని, ఆమ్లజని అణువులు ప్రతిస్పందిస్తాయి. అప్పుడు ఇలా జరుగుతుంది:

వాతావరణంలో స్వేచ్ఛా ఆమ్లజని (O_2) లేదు. కానీ బొగ్గుపులుసు వాయువు (CO_2), నీటి ఆవిరి (H_2O) వంటి సంయోగాలలో ఆమ్లజని పరమాణువులు ఉన్నాయి. మెరుపుల అపారమైన శక్తి ఈ సంయోగాలను విచ్ఛిన్నం చేసి స్వేచ్ఛా ఆమ్లజని పరమాణువులను విడుదల చేస్తుంది.

$$CO_2 \rightarrow CO + O$$
$$H_2O \rightarrow H + OH$$
$$OH \rightarrow H + O$$

అప్పుడు:

$$N_2 \rightarrow 2\,N$$
$$N + O \rightarrow NO$$
$$NO + O \rightarrow NO_2$$

ఇలా ఏర్పడిన NO_2 వర్షపు నీటిలో కరిగి ఆమ్లాలుగా మారుతుంది:

$$2\,NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$$ (HNO_3 అంటే నైట్రిక్ ఆమ్లం)

ఈ ఆమ్లాలు నీటిలో అయాన్లుగా విడిపోతాయి:

$HNO_3 \rightarrow H^+ + NO_3^-$ (NO_3^- అంటే నైట్రేటు)
$HNO_2 \rightarrow H^+ + NO_2^-$ (NO_2^- అంటే నైట్రైటు)

ఇలా నైట్రేటు, నైట్రైటు తయారయ్యాయి.

మరోవైపు, అధిక ఉష్ణోగ్రతల వద్ద నత్రజని, హైడ్రోజను కలసి అమ్మోనియా (NH_3) ఏర్పడింది:

$$N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3$$

అమ్మోనియా నీటిలో కరిగి అమ్మోనియం అయింది:

$NH_3 + H_2O \rightarrow NH_4^+ + OH^-$ (NH_4^+ అంటే అమ్మోనియం)

ఇలా నైట్రేటు, నైట్రైటు, అమ్మోనియం వంటి జీవానికి ఉపయోగపడే నత్రజని రూపాలు ఏర్పడ్డాయి.

జీవం ఆరంభం అయ్యే సమయానికి అవసరమైన కొన్ని మౌలిక పదార్థాలను ప్రకృతి ముందే సిద్ధం చేసింది. కానీ, ఈ ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పడిన నైట్రేటు, నైట్రైటు పరిమాణం పరిమితమే. అందువల్ల జీవం విస్తరించడానికి ప్రకృతి అందించిన ఈ నత్రజని పదార్థాలు సరిపోలేదు. ఇదే జీవ నత్రజని స్థిరీకరణ పరిణామానికి దారితీసింది (దీని గురించి తర్వాత మాట్లాడుకుందాం).

మొదటి జీవులు: వాటి అవసరాలు

మొదటి జీవులు ఎలా ఎప్పుడు ఏర్పడ్డాయో ఖచ్చితంగా చెప్పలేము. కానీ అవి అన్నీ ఏక కణ జీవులే. వాటి అవసరాలు చిన్నవి. ప్రాణులు ఏవైనా వాటికి ఉండే ముఖ్యమైన అవసరాలు మూడు:

1. నిర్మాణానికి అవసరమైన కర్బనం,
2. నిర్మాణ అవసరాలకు కావలసిన శక్తి,
3. వాడుకకు తగిన నత్రజని ఉన్న పదార్థాలు.

మొదటి ప్రాణులు వాతావరణంలో ఉన్న బొగ్గు పులుసు వాయువును హైడ్రోజెను వంటి ఎలక్ట్రాను దాతల సహాయంతో చిన్న చిన్న సేంద్రియ పదార్థాలుగా మార్చగలిగాయి. శక్తి కోసం లోహపు అయాన్లను, సేంద్రియ పదార్థాలను వాడుకోగలిగాయి. కానీ నత్రజని వాతావరణంలో ఎంత వున్నా వాడుకకు అవసరమైన రూపాల్లోకి (ఎమినో ఆమ్లాలు, జన్యు పదార్థం, ప్రొటీన్లు) మార్చే విధానం లేదు. ప్రకృతి ఏర్పాటు చేసిన కొద్దిపాటి నత్రజని పదార్థాల ప్రమాణానికి పరిమితం అయింది జీవం.

మనం మొదట శక్తి ని సమకూర్చటం ఎలా జరిగిందో తెలుసుకుందాం. తర్వాత నత్రజని వాడుక గురించి మాట్లాడుకుందాం. ఏదో ఒక పదార్థాన్నుంచి ఎలక్ట్రాన్లను దానికంటే కొంచెం ఎక్కువ ఎలక్ట్రాను ఆకర్షణ ఉన్న పదార్థానికి చేర్చితే కొంత శక్తి విడుదల అవుతుంది. అప్పటికి భూమి మీద ఇంకా గ్లూకోజు గానీ, అంత పెద్ద సేంద్రియ పదార్థాలు గానీ లేవు. సేంద్రియ అంటే కర్బనం, హైడ్రోజెను ఉన్న పదార్థాలు. ఈ కింది ఉదాహరణలు చూడండి.

బొగ్గుపులుసు వాయువు + హైడ్రోజెను → **మెథేను** + నీరు (~150 kJ శక్తి విడుదల)

బొగ్గుపులుసు వాయువు + హైడ్రోజెను → **ఎసిటేటు** + నీరు (~110 kJ శక్తి విడుదల)

(kJ Kilo Joules)

ఆ నాటి ప్రాణులు ఈ కొద్దిపాటి శక్తితోనే సరిపెట్టుకోవలసి వచ్చింది. అయితే ప్రకృతి శక్తుల ప్రభావంగా నీళ్లలో నైట్రైటు, నైట్రేటు, అమ్మోనియం ఏర్పడ్డాయని చెప్పుకున్నాం. అవి కణ నిర్మాణానికి ఉపయోగపడటమే కాకుండా శక్తి సంపాదనకు కూడా ఉపయోగపడ్డాయి.

ఇనుము + నైట్రేటు → ఇనుము ఆక్సైడు + నైట్రోజెను (~300-350 kJ శక్తి విడుదల)
అమ్మోనియం + నైట్రైటు → నైట్రోజెను + నీరు (~360 kJ శక్తి విడుదల)

మొదటి జీవులు ఇలాగ కొద్దిపాటి శక్తితోనే సరిపెట్టుకోవలసి వచ్చింది. అందుకే అవి ఒక్క కణం ఉన్న జీవులుగా మిగిలిపోయాయి.

బొగ్గుపులుసు వాయువు, హైడ్రోజెను, నైట్రేటు, నైట్రైటు, ఇవన్నీ ఆనాటి గాలిలో, నీళ్లలో ఉండేవి కాబట్టి పైన చెప్పిన రసాయన క్రియలు సాధ్యం అయ్యాయి. అంతే కాదు, మీరు గమనించే ఉంటారు – ఈ రసాయన క్రియల ద్వారా మొదటి చిన్న సేంద్రియ అణువులు (మెథేను, ఎసిటేటు) కూడా ఏర్పడ్డాయి. నీళ్లలో ఎసిటేటు, పైరువేటు లాంటి చిన్న సేంద్రియ ఆమ్లాలు చాలా ఏర్పడ్డాయి. వాటి నుండి శక్తిని విడుదల చెయ్యగల క్రియలు ఆనాటి జీవులకు ఉపయోగపడ్డాయి:

ఉదాహరణకు: పైరువేటు → ఎసిటేటు (~65 kJ శక్తి విడుదల)

ముఖ్యంగా తెలుసుకోవాల్సింది ఏంటంటే, **ఎలక్ట్రాన్ల కదలికే శక్తి.** ఆమ్లజని లేని కాలంలో ఈ కదలిక క్లుప్తంగా ఉండేది. ఆహారాన్నుండి కొద్దిపాటి శక్తిని మాత్రమే విడుదల చెయ్యడం సాధ్యం అయింది.

ఒక పదార్థంనుంచి ఎలక్ట్రాన్లను వేరుచెయ్యడాన్ని (తీసెయ్యడాన్ని) ఆక్సిడేషను (oxidation) అంటారు. దీన్ని తెలుగులో **ఆక్సీకరణ** అంటాము. ఈ పేరు కొంచెం గందరగోళం కలిగించవచ్చు. ఇందులోఆమ్లజని పాత్ర ఉండాలి కదా అనిపించవచ్చు. కానీ మనం పైన చెప్పుకున్నట్లు ఆమ్లజని ఉన్నా లేకపోయినా ఎలక్ట్రాన్లను తీసెయ్యవచ్చు. కాకపోతే ఆమ్లజనికి ఎలక్ట్రాను ఆకర్షణ చాలా ఎక్కువ కాబట్టి దాని సమక్షంలో ఒక పదార్థం ఆక్సిడేషను కు గురి కావడం సులభం. కానీ వాతావరణంలో ఇంకా ఆమ్లజని లేని కాలం గురించి మనం మాట్లాడుకుంటున్నాం ఇప్పుడు.

నత్రజని స్థిరీకరణ:

శక్తి సంపాదించడం గురించి మాట్లాడుకున్నాం. కణ నిర్మాణానికి అత్యవసరమైన మరొక విషయం నత్రజనిని వాడటం. ఎందుకంటే జన్యు పదార్థంలో, ప్రొటీన్లలో, ఆహారం నుండి శక్తిని బయటకు లాగడానికి అవసరమైన చాలా పదార్థాల్లో (ఉదా: వైటమిన్లలో) నత్రజని ఉండాలి. వాయువు రూపంలో ఉన్న నత్రజనిని ఉపయోగపడే రూపంలోకి తీసుకురావడాన్ని **స్థిరీకరణ** అంటారు. "గాలి రూపంలో శరీరం ఉపయోగించని నత్రజనితో తయారైన పదార్థాలు మన శరీరంలోకి ఎలా వచ్చాయి?" అని మనం మొదట వేసుకున్న ప్రశ్నకు సమాధానం.

స్థిరీకరణ జీవ పరిణామంలో అత్యంత ప్రాచీన ఘట్టాలలో ఒకటి. ఆదిమ భూమి మీద నత్రజని (N_2) అపారంగా ఉన్నప్పటికీ, అది బలమైన మూడు సహబంధాలతో రసాయనికంగా స్థిరంగా ఉండటం వల్ల జీవానికి నేరుగా ఉపయోగపడలేదు. ఇంకా వాతావరణంలో సముద్రాల్లో ఆమ్లజని లేని కాలంలో లోహసమృద్ధమైన వాతావరణంలో, కొన్ని ప్రాచీన సూక్ష్మజీవులు నైట్రోజినేజి (nitrogenase) అనే ఎంజైము సహాయంతో నత్రజనిని అమ్మోనియాగా (NH_3) మార్చగలిగాయి. ఈ ప్రక్రియకు విపరీతమైన శక్తి (ATP), బలమైన ఎలక్ట్రాను దాతలూ

అవసరమయ్యేవి; అవి హైడ్రోజెను, ఇనుము (Fe^{2+}), గంధక సంయోగాలు వంటి **భూభౌతిక (geophysical)** మూలాల నుండి లభించేవి.

నత్రజని → అమ్మోనియా

$$N_2 + 8\ H^+ + 8\ e^- + 16\ ATP \rightarrow 2\ NH_3 + H_2 + 16\ ADP$$

ఈ రసాయన క్రియ జరగడానికి ఖర్చయ్యేది సుమారు 16 ATP ≈ 488 kJ/mol. (జీవకణంలో ఉండే పరిస్థితుల్లో అది ~700–800 kJ వరకు ఉండవచ్చు.) ఉపయోగకరమైన రూపంలోకి తీసుకురావడం (స్థిరీకరణ చెయ్యడం) అంత కష్టమైన, శక్తి ఖర్చుతో కూడిన పని.

అలా ఉత్పత్తి అయిన అమ్మోనియా జీవకణాలకు ఎంతో సులభంగా ఎమినో ఆమ్లాలు, ప్రోటీన్లు, న్యూక్లెయిక్ ఆమ్లాలు నిర్మించడానికి ఉపయోగపడింది. ఆ కాలంలో ఆమ్లజని లేకపోవడంతో అమ్మోనియాను నైట్రైటు, నైట్రేటులుగా ఆక్సీకరించే ప్రక్రియలు విస్తృతంగా జరగలేదు; అవి ఆమ్లజని అందుబాటులోకి వచ్చిన తర్వాత మాత్రమే ప్రధానమయ్యాయి.[1] ఆదిమ ప్రపంచంలో అమ్మోనియా ప్రధాన జీవనాధార రూపంగా ఉన్నట్టు భావిస్తున్నారు శాస్త్రజ్ఞులు.

జీవ పరిణామక్రమంలో మరికొన్ని క్లిష్టమైన మలుపులు:

హైడ్రీకరణ: ముందు మీకు ఒక మాటను పరిచయం చెయ్యాలి. అది **ఆక్సీకరణకు** విరుద్ధమైన ప్రక్రియ - రిడక్షను (Reduction). ఒక పదార్థానికి ఎలక్ట్రాన్లను ఎక్కించడం రిడక్షను. కణ నిర్మాణానికి అత్యంత ముఖ్యమైన అవసరం ఈ రిడక్షను. అయితే ఈ మాట కూడా తికమక కలిగించేదే. రిడక్షను ని తెలుగులో **తగ్గింపు** అని రాస్తున్నారు. తగ్గింపేంటి? ఎలక్ట్రాన్లను ఎక్కిస్తున్నాం కదా? మనకు ఈమాట (రిడక్షను-తగ్గింపు) వాడుక వెనుక ఉన్న చరిత్ర కొంత తెలిస్తే దీనికి అలాంటి పేరు ఎందుకు వచ్చిందో అర్థం అవుతుంది.

లోహాలు తయారు చెయ్యడానికి ఖనిజాన్ని కోకు (ఇంధన బొగ్గు) తో కలిపి వేడి చేస్తారు. ఖనిజంలో ఉన్న లోహపు ఆక్సైడు నుంచి ఆమ్లజని బొగ్గులో ఉన్న కర్బనానికి చేరుతుంది

[1] అమ్మోనియాను నైట్రేట్‌గా మార్చే ప్రక్రియను "నైట్రిఫికేషన్" అంటారు. ఈ పని సాధారణ రసాయనిక మార్పు కాదు; ఇది కొన్ని ప్రత్యేక జీవుల కృషి. గాలిలో ఆమ్లజని (ఆక్సిజన్) దొరికే పరిసరాల్లో నివసించే సూక్ష్మజీవులు అమ్మోనియాను మొదట నైట్రైట్‌గా, తరువాత నైట్రేట్‌గా మారుస్తాయి. ఈ జీవులు అమ్మోనియా లేదా నైట్రైట్‌ను శక్తి వనరులుగా ఉపయోగించి జీవిస్తాయి. అలా ఏర్పడిన నైట్రేట్ భూమి జీవక్రియలో ఒక కీలక పాత్ర పోషిస్తుంది. మొక్కలూ, అనేక సూక్ష్మజీవులూ నైట్రేట్‌ను తిరిగి అమ్మోనియంగా మార్చి, దానిని అమినో ఆమ్లాలు, ప్రోటీన్లు, న్యూక్లియోటైడ్లు వంటి జీవ పదార్థాల నిర్మాణానికి ఉపయోగిస్తాయి. ఆమ్లజని లేని వాతావరణాల్లో, కొన్ని జీవులు నైట్రేట్‌ను ఆఖరి ఎలక్ట్రాన్ స్వీకర్తగా ఉపయోగించి దాన్ని దశలవారీగా నైట్రోజన్ **వాయువుగా మార్చుతాయి**. ఈ ప్రక్రియ ద్వారా శక్తి (ATP) ఉత్పత్తి అవుతుంది. మరికొన్ని సందర్భాల్లో, నైట్రేట్ మళ్లీ అమోనియంగా మారి పర్యావరణంలోనే నిలిచి ఉంటుంది.ఈ విధంగా, నైట్రేట్ భూమి మీద నత్రజని చక్రాన్ని పూరించడమే కాదు — జీవం, శక్తి, వాయుమండలం మధ్య జరిగే గాఢమైన పరస్పర సంబంధానికి ఒక కీలక మైన సేతువుగా నిలుస్తుంది.

చాలా క్లుప్తంగా $FeO + C \rightarrow Fe + CO$

పెద్ద మోతాదు ఖనిజం నుంచి చాలా తక్కువ ఇనుము తయారువడం తగ్గింపే కదా! అందుకే దాన్ని రిడక్షను అన్నారు. మరో కారణం ఒక పదార్థం ఎలక్ట్రాన్లను కోల్పోయినట్లు చూపించడానికి అలవాటు చేసుకున్న పద్ధతి (సాంప్రదాయం). Mg^{2+} అంటే మెగ్నీషియం రెండు ఎలెక్ట్రాన్లను కోల్పోయిందని. ఎలక్ట్రాను నెగెటివు కాబట్టి అది లేకపోవడాన్ని పాజిటివుయిగా రాయడం అలవాటైన వారికి, Mg^{2+} కు ఒక ఎలెక్ట్రాను చేరితే అది Mg^{+} అయిందని చెప్పడం ఎలాగా? ఎలక్ట్రాను సంఖ్య పెరిగిందనా, పాజిటివు చార్జి తగ్గిందనా? పాజిటివు చార్జి తగ్గిందని చెప్పడానికి శాస్త్రవేత్తలు అలవాటుపడ్డారు. చార్జి తగ్గింది కాబట్టి అది తగ్గింపు (రిడక్షను)[2]. అయితే దాన్ని తెలుగులో తగ్గింపు అని రాయడం నాకైతే ఎబ్బెట్టుగా అనిపించింది.

ఆమ్లజని ఉన్నా లేకపోయినా ఎలక్ట్రాన్లను తీసెయ్యడం ఆక్సిడేషను అంటాం అని చెప్పుకున్నాం కదా. మనం పైన చెప్పుకున్న ఉదాహరణలో ($FeO + C \rightarrow Fe + CO$), Fe నుండి రెండు ఎలక్ట్రాన్లు ఆమ్లజని తీసుకుంటే FeO ఏర్పడింది. దాన్ని వేరుచేసి శుభ్రమైన Fe తయారు చేయాలంటే Fe కి రెండు ఎలక్ట్రాన్లు కావాలి. వాటిని ఇచ్చింది బొగ్గులో ఉన్న కర్బనం. అలా ఎలక్ట్రాన్లను ఇచ్చే పదార్థాలను, లేక మూలకాలను రెడ్యూసింగు ఏజెంట్లు (ఎలక్ట్రాను దాతలు) అంటారు. చాలా రసాయన క్రియల్లో హైడ్రోజెను ఎలెక్ట్రాన్ దాతగా పనిచేస్తుంది. ఉదాహరణకు $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$. అందువల్ల ఇకనుండి ఈ రిడక్షను అన్న పదాన్ని నేను **హైడ్రీకరణ**గా రాస్తాను.

ప్రకాశ సంయోగం (photosynthesis):

అమ్మోనియాను తయారుచెయ్యడానికి చాలా శక్తి కావాలి. ఎలక్ట్రాను దాతలు కావాలి. జీవ పరిణామ క్రమంలో ఈ అవసరాల ఒత్తిడి నుంచి వెలువడిన ఒక గొప్ప మార్పు ఏమిటంటే, సూర్యరశ్మిలోని శక్తిని వాడి, ఎలక్ట్రాను దాతలనూ రసాయన శక్తినీ సమకూర్చుకోగలగడం. సూర్యరశ్మిని వాడి హైడ్రోజెను సల్ఫైడు (H_2S) లాంటి పదార్థాలనుండి ఎలక్ట్రాన్లను వేరుచెయ్యడం నేర్చుకున్నాయి కొన్ని సూక్ష్మజీవులు. ఆ ఎలక్ట్రాన్లను వాడుకకు అనువైన పదార్థాలకు (NAD+ లాంటి) ఎక్కించాయి. వాటిని తర్వాత నిర్మాణ క్రియలకు ఎలక్ట్రాను దాతలుగా వాడుకున్నాయి. లేక అవసరం అయినప్పుడు వాటి నుండి ఆక్సీకరణ ద్వారా ఎలక్ట్రాన్లను వేరు చేసి శక్తిని బయటకు లాగాయి.

సూర్యకాంతిని ఉపయోగించి సమకూర్చుకున్న శక్తినీ, ఎలెక్ట్రాను దాతలనూ వాడి బొగ్గులు పులుసు వాయువు నుండి చక్కెరల వంటి అణువులను తయారు చేయడం నేర్చుకున్నాయి సూక్ష్మజీవులు. దీన్ని మనం **ప్రకాశ సంయోగం (photosynthesis)** అంటాం. దీని ద్వారా సేంద్రియ పదార్థాలు విస్తృతంగా ఉత్పత్తి కావడం వలన జీవవ్యవస్థలు మరింత స్థిరపడ్డాయి, విస్తరించాయి.

మనం పైన చెప్పుకున్న నైట్రోజినేజీ అత్యంత సున్నితమైనది. మరొకసారి ఆ స్థిరీకరణ చర్యను చూడండి. అందులో ఎలక్ట్రాన్లు నత్రజనితో కలుస్తాయి. ఆమ్లజనికి ఉన్న ఎలక్ట్రాన్ ఆకర్షణ నత్రజని కంటే ఎక్కువ. అందువల్ల ఆమ్లజని ఉన్న చోట నత్రజని స్థిరీకరణ జరగటం అసాధ్యం.

[2] మనకు బాగా వాడుకలో ఉన్న మాటలు కొన్ని నాకు ఇలాగే అనిపిస్తాయి. అలాంటి పదాల్లో మరొకటి Chemical Reaction (రసాయన క్రియ) ని ప్రతిక్రియ అనడం. దెబ్బకు దెబ్బ అన్నట్లు! Reaction దేనికి ప్రతిక్రియ? ఇలాంటి బొత్తిగా అవగాహన కలిగించలేని మాటల వాడకాన్ని మనం తొలగించాలని నా మనవి.

$N_2 + 8\ H^+ + 8\ e^- + 16\ ATP \rightarrow 2\ NH_3 + H_2 + 16\ ADP$

ఆమ్లజని ఉన్నపుడు నైట్రోజినేజి నిర్వీర్యమవుతుంది. కాని ఆ కాలంలో ఆమ్లజని లేనందున, ఈ ఎంజైము సురక్షితంగా పనిచేసింది. అమ్మోనియా ఉత్పత్తి అయింది. ఆ అమ్మోనియానే అమినో ఆమ్లాలు, ప్రోటీన్లు, న్యూక్లెయిక్ ఆమ్లాలు నిర్మించడానికి మూలంగా మారింది. జీవ నిర్మాణం విస్తరించింది. సంక్లిష్టత పెరిగింది. ఇది జీవ పరిణామంలో ఒక నిశ్శబ్ద విప్లవం.

ప్రకాశ సంయోగం ద్వారా చక్కెరలు విస్తృతంగా ఉత్పత్తి అయినా వాటి నుండి శక్తిని బయటకు లాగడం ఇంకా పూర్వ దశలోనే ఉండిపోయింది. ఒక సేంద్రియ పదార్థాన్నుంచి ఎలక్ట్రాన్లను మరొక సేంద్రియ పదార్థానికి మార్చడాన్ని **ఫెర్మెంటేషను** అంటారు. అలాంటి ఫెర్మెంటేషను ప్రక్రియ ద్వారా సూక్ష్మజీవులు గ్లూకోజు నుండి కొద్ది పాటి శక్తిని తీసుకో గలిగాయి.

అందరికీ తెలిసిన ఫెర్మెంటేషను క్రియలు: వైను తయారుచేసే సూక్ష్మ క్రిములూ, పెరుగు తయారుచేసే క్రిములూ ఈ ఫెర్మెంటేషను ప్రక్రియను వాడతాయి. వాటికి ఒక్కో గ్లూకోజు అణువునుండి 2 ATP లు (దాదాపు 60 KJ/mol, జీవ కణాల్లో ఇంకా కొంచెం ఎక్కువ) మాత్రమే లభిస్తాయి.

గ్లూకోజు → లాక్టికు ఆమ్లం + 2 ATP (పెరుగు తయారు కావడంలో)
గ్లూకోజు → ఎథనాలు + 2 ATP (వైను తయారు కావడంలో)

ముఖ్యంగా తెలుసుకోవాల్సింది ఏంటంటే, పదార్థాలు అవి చిన్నవైనా పెద్దవైనా, లోహపు అయాన్లయినా **ఎలక్ట్రాన్ల కదలిక ద్వారా జీవాలు శక్తిని సమకూర్చుకోవడం జరిగింది.** ఆమ్లజని లేని కాలంలో ఈ కదలిక క్లుప్తంగా ఉండేది. ఆహారాన్నుండి కొద్దిపాటి శక్తిని మాత్రమే విడుదల చెయ్యడం సాధ్యం అయింది.

ఆమ్లజని విడుదల:

తర్వాత పరిణామంలో ఒక అత్యంత విప్లవాత్మకమైన ఆవిష్కరణ వచ్చింది — అది హైడ్రోజెను సల్ఫైడు స్థానంలో నీటిని వాడి ప్రకాశ సంయోగం జరపడం. అంటే నీటిని (H_2O) విభజించి ఎలక్ట్రాన్లు పొందడం. నీరు సమృద్ధిగా లభ్యమైన మూలకం. కాని దానిని విభజిస్తే ఉపఉత్పత్తిగా ఆమ్లజని (O_2) విడుదల అవుతుంది. ఈ నైపుణ్యాన్ని అభివృద్ధి చేసినవే సయానో బాక్టీరియా (Cyanobacteria) అనే సూక్ష్మ క్రిములు. ఇవి నీటిని విభజించి, సూర్యకాంతి శక్తితో చక్కెరలను నిర్మించి, ఆమ్లజనిని విడుదల చేయసాగాయి.

$6\ CO_2 + 6\ H_2O +$ కాంతి శక్తి $\rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$

తొలి దశలో అలా విడుదలైన ఆమ్లజని సముద్రాల్లోని ఫెర్రసు ఇనుముతో కలిసి దాన్ని తుప్పుగా మార్చింది.

$Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+} + e^-$

$$4\,Fe^{2+} + O_2 + 4\,H^{+} \rightarrow 4\,Fe^{3+} + 2\,H_2O$$
$$Fe^{3+} + 3\,H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 \downarrow + 3\,H^{+}$$ $Fe(OH)_3$ అంటే తుప్పు

ఇలా సముద్రాలు ఆమ్లజనిని గ్రహించాయి. కానీ ఆమ్లజనిని నింపుకోగలిగిన ఈ రసాయనిక ‘‘సింకు’’లు (ఫెర్రస్ ఇనుము లాంటి లోహాలు) నిండిపోయిన తరువాత, ఆమ్లజని వాతావరణంలో పేరుకుపోవడం ప్రారంభమైంది. వాతావరణంలో ఇలా క్రమేణా ఆమ్లజని స్థాయి పెరుగుతూ సుమారు 240 కోట్ల సంవత్సరాల క్రితం ఆమ్లజని యుగం ఆరంభమయ్యింది (Great Oxygenation Event).

ప్రాణ వాయువు ముఖ్య పాత్ర:

సూక్ష్మ జీవులనుండి మన శరీర కణాలవరకూ, జీవుల్లో దాదాపు అన్నిటిలోనూ ఆహారాన్నుంచి ఇదివరకు వీలుగాని స్థాయిలో శక్తిని బయటకు లాగడానికి ఆమ్లజని ఉపయోగపడుతుంది. ఆమ్లజనిని మనం ప్రాణవాయువు అంటాం. అలా అనడానికి ముఖ్యమైన కారణం - జీవ కణాలు ఆహారంలో ఉన్న గ్లూకోజు నుండి ఎలక్ట్రాన్లను విడదీసి వాటిని నిల్వ చెయ్యగల పదార్థాలకు ఎక్కిస్తాయి. ఆ పదార్థాలనుండి వాటికంటే ఎక్కువ ఎలక్ట్రాను ఆకర్షణ ఉన్న పదార్థానికి కదులుతాయి ఎలక్ట్రాన్లు. దాన్నుంచి ఇంకా కొంచెం ఎక్కువ ఆకర్షణ ఉన్న దానికి, అలాగే మరో దానికీ ఇలా కదులుతూ పోతాయి. దీన్ని **ఎలక్ట్రాను రవాణా గొలుసు (electron transport chain)** అంటారు. **ఈ గొలుసు చివరన ఆ ఎలక్ట్రాన్లను ఆమ్లజని స్వీకరిస్తుంది**. ఆ ఎలక్ట్రాన్లను ప్రోటాన్లతో కలిపి నీటిని తయారు చేస్తుంది.

$$O_2 + 4\,e^{-} + 4\,H^{+} \rightarrow 2\,H_2O$$

ఈ చివరి క్రియను నిర్వహించే ఎంజైమును సైటోక్రోమ్ ఆక్సిడేజ్ (cytochrome oxidase) అంటారు. మనం పీల్చే గాలిలో ఉన్న ఆమ్లజనిలో 95-99 శాతాన్ని వాడేది ఈ ఎంజైమే!

ఎలక్ట్రాన్లు తక్కువ ఆకర్షణ ఉన్న పదార్థం నుంచి ఎక్కువ ఆకర్షణ ఉన్న పదార్థానికి చేరినప్పుడు కొంత శక్తి విడుదల అవుతుంది. ఆ రెండు పదార్థాల మధ్య ఎలక్ట్రాను ఆకర్షణలో ఎంత పెద్ద తేడా ఉంటే అంత ఎక్కువ శక్తి వెలువడుతుంది. కానీ విపరీతమైన తేడా ఉంటే విడుదలయిన శక్తి శరీరాన్ని కాల్చెయ్యగలదు. అందువల్లే మన శరీరం ఎలక్ట్రాన్లను అంచెలంచెలుగా రవాణా చేస్తూ చివరకు ఆమ్లజనికి చేర్చుతుంది.

అలా విడుదల అయిన శక్తిని తర్వాత వాడుకోవడానికి ఉపయోగపడే ATP రూపంలోకి మార్చుతాయి జీవకణాలు. మన కణాలు ఒక గ్లూకోజు అణువునుండి 30-32 ATP లను తయారు చేస్తాయి (aerobic). ఆమ్లజని లేనిదే ఇది సాధ్యం కాదు. మనం ఇదివరకే చూశాం – ఆమ్లజని లేకుండా (anerobic) చేసే ఎలక్ట్రాను కదలిక ద్వారా విడుదల అయ్యేది కొద్దిపాటి శక్తి మాత్రమే !

గ్లూకోజు → లాక్టికు ఆమ్లం + 2 ATP (పెరుగు తయారు కావడంలో)
గ్లూకోజు → ఎథనాలు + 2 ATP (వైను తయారు కావడంలో)

అంటే ఆమ్లజని ఉన్నప్పుడు దాదాపు 15-16 రేట్లు అధికంగా శక్తి సమకూరుతుంది! అందుకే మనం దాన్ని ప్రాణ వాయువు అంటాం.

ఆమ్లజని జీవానికి వరమా? శాపమా?

మళ్ళా ఆమ్లజని వాతావరణంలోకి విడుదల అయిన మొదటి కాలానికి వెళ్దాం. ఆమ్లజని అత్యంత ప్రతిస్పందనశీల మూలకం. ఆమ్లజని లేని ప్రపంచంలో బ్రతుకుతున్న జీవులకు ఇది విషం. ప్రోటీన్లు ఆక్సీకరించబడ్డాయి. జన్యు పదార్థం (DNA) దెబ్బతిన్నది. లోహ కేంద్రాలు (metal centers) నిర్వీర్యమయ్యాయి. ముఖ్యంగా నైట్రోజినేజిని కలిగి ఉండి ఆమ్లజనిని సహించలేని అనేక జీవులు అంతరించి పోయాయి లేదా ఆమ్లజని లేని ప్రాంతాలకు పరిమితమయ్యాయి. నత్రజని స్థిరీకరణ మీద ఆధారపడి ఉన్న జీవులకు ఇది మహా విపత్తుగా పరిణమించింది.

ఆమ్లజనికి అలవాటు పడని అనేక జీవులు అంతరించిపోయాయి. కొన్ని సముద్రపు అడుగుభాగాలకు చేరాయి. కొన్ని మట్టిలో, భూగర్భంలో, హైడ్రోథర్మల్ ప్రాంతాల్లో ఆశ్రయం పొందాయి. ఆమ్లజని లేని సూక్ష్మపరిసరాలు (microenvironments) ఏర్పడ్డ చోట్ల జీవం నిలిచింది. జీవం అంతరించలేదు — అది పొరలుగా విభజించబడింది. ఆమ్లజనిని భరించలేని జీవులు మన కంటికి కనబడని చోట్లకు, ఆమ్లజని చేరలేని చోట్లకు చేరుకున్నాయి.

కానీ జీవ పరిణామం ఇక్కడ ఆగలేదు.

నత్రజని స్థిరీకరణ లేనిదే ఏ జీవం అయినా నిర్మాణ కార్యక్రమాలు జరపలేదు. అందువలన దాన్ని కొనసాగించడానికి జీవాలు అసాధారణ పరిష్కారాలను అభివృద్ధి చేసుకున్నాయి.

కొన్ని Cyanobacteria జాతుల్లో, కణ విభజన ద్వారా ప్రత్యేక కణాలు ఏర్పడ్డాయి — వీటిని హెటరోసిస్ట్స్ (heterocysts) అంటారు. ఈ హెటరోసిస్టు కణాలలో నీటిని విభజించే ప్రకాశ సంయోగం జరగదు. అందువల్ల ఆమ్లజని ఉత్పత్తి ఆగిపోతుంది. మందమైన గోడలతో ఆమ్లజని ప్రవేశం నిరోధించబడుతుంది. లోపల nitrogenase సురక్షితంగా పనిచేస్తుంది. ఇది స్థల విభజన (spatial separation) పద్ధతి.

మరికొన్ని జీవాలు కాల విభజన (temporal separation) ను అనుసరించాయి. పగటిపూట ప్రకాశసంయోగం చేసి ఆమ్లజనిని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. రాత్రిపూట, ఆమ్లజని స్థాయి తగ్గినప్పుడు, నత్రజని స్థిరీకరణ జరుపుతాయి.

కొన్ని జీవాలు అధిక శ్వాసక్రియ (high respiration rates) ద్వారా కణం లోపలి ఆమ్లజనిని త్వరగా వినియోగించి, నైట్రోజినేజిను రక్షిస్తాయి.

మరికొన్ని ప్రాణులు రక్షణాత్మక ప్రోటీన్లను అభివృద్ధి చేశాయి. వేరు శనగలు, పెసర్లు, శనగలు, మినుములు వంటి పప్పు దినుసుల మొక్కలు తమ వేళ్ళలో ప్రత్యేకమైన గడ్డల (root nodules) ను ఏర్పరుస్తాయి. ఈ గడ్డల్లో నత్రజనిని స్థిరీకరించే సూక్ష్మ జీవులు నివసిస్తాయి. అవి మొక్కలకు నత్రజని ఉన్న పదార్థాలు అందిస్తే, మొక్క వాటికి కావలసిన ఆహారాన్ని అందిస్తుంది. ఆమ్లజని అధికంగా ఉంటే ఈ జీవులు బతకలేవు కాబట్టి దాన్ని తగ్గించి ఉంచడానికి మొక్క ఒక ప్రోటీనుని తయారు చేస్తుంది. దాని పేరు **లెగ్ హీమోగ్లోబిను**. అది మన హీమోగ్లోబిను లాంటిదే. ఆమ్లజనిని గట్టిగా పట్టుకుంటుంది. ఆ ప్రోటీను గడ్డల చుట్టూ ఉంటుంది కాబట్టి సూక్ష్మజీవులు క్షేమంగా నత్రజని స్థిరీకరణ చేస్తాయి. మొక్కకూ సూక్ష్మజీవులకూ వాటి అవసరాలు తీరతాయి! ఇది జీవ పరిణామంలో అత్యంత విజయవంతమైన భాగస్వామ్యాల్లో ఒకటి.

ముగింపు

జీవ పరిణామ క్రమంలో నత్రజని, ఆమ్లజని పాత్రలు అసాధారణమైనవి.

గాలిలో మిత్రులుగా సఖ్యంగా ఉన్నా, వాటి చరిత్రల్లో, స్వభావాల్లో, ప్రభావాల్లో ఒక గొప్ప విరోధాభాసం కనిపిస్తుంది:

జీవాన్ని నిర్మించడానికి నత్రజని అవసరం.

జీవానికి అపార శక్తిని ఇవ్వడానికి ఆమ్లజని అవసరం.

కానీ నత్రజని స్థిరీకరణ యంత్రాంగానికే ఆమ్లజని ప్రమాదకరం.

మొదట నత్రజని జీవాన్ని నిర్మించింది.

తర్వాత ఆమ్లజని జీవానికి అపార శక్తిని అందించి ఏక కణ జీవులు పెద్ద జంతువులుగా చెట్లుగా అవతరించడానికి వీలు కలిగించింది.

అయితే, ఆ శక్తి మొదట వినాశక రూపంలో వచ్చింది.

కానీ ఎంత గొప్ప, సంక్లిష్టమైన ప్రాణి అయినా అన్నీ నత్రజనిని స్థిరీకరించే ఏక కణ జీవులమీద ఆధారపడేవే — ఈ నాటికీ !

నత్రజని-ఆమ్లజని చరిత్రల మధ్య ఉన్న ఈ సంఘర్షణ — భూమి మీద సంక్లిష్ట జీవ పరిణామానికి పునాది వేసింది.[3]

* * *

శ్రీ ఆరి సీతారామయ్య గారు జీవరసాయన శాస్త్రం లో Ph.D. పట్టా పొంది, అమెరికాలో మిషిగన్ రాష్ట్రం లోని ఓక్లాండ్ విశ్వ విద్యాలయంలో బియోమెడికల్ సైన్సెస్ ఆచార్యులుగా పనిచేసి విరమించారు. ప్రస్తుత నివాసం హెరెండన్ పట్టణంలో (వర్జీనియా రాష్ట్రం).

[3] మొదట అడిగిన ప్రశ్నల్లో ఒకటి మనశరీరంలో ఆమ్లజని అంత ఎక్కువగా ఎందుకు ఉంటుంది అని కదా? దీనికి సమాధానం మీకు తెలిసే ఉంటుందని ప్రత్యేకంగా చెప్పలేదు. ఒక 70 Kg బరువున్న మనిషిలో దాదాపు 42 కిలోల నీరు ఉంటుంది. నీటిలో దాదాపు 89% బరువు ఆమ్లజనిదే!

చక్కెర తీయదనపు అమ్మాళ్ : జానకి అమ్మాళ్

*

శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి

పొద్దున్న లేవగానే మనకి టి లేదా కాఫీ తప్పనిసరి. కాగా వంట ఇంట్లో పంచదార నిండుకుందా, ప్రమాదమే. అయ్యో చూసుకోలేదే, అనుకుంటాం. అది అంత అత్యవసరమైన దినుసు. పంచదార చెరుకుగడల నుండి తయారవుతుందని తెలుసుగా మీ అందరికీ. అసలు పంచదార అనే మాటేమిటి మనం నిత్యం వాడుకునే అనేకానేక పదార్థాలు, వస్తువులు, పరికరాల ఆవిష్కరణలు తయారీల వెనుక వైజ్ఞానికుల కృషి అపారమైనది.

వైజ్ఞానికులు తమ ఆవిష్కరణల గురించిన వివరాలను గ్రంథస్థం చేసేటప్పుడు వారికి భాష, ఆ భాష కొక శైలి అవసరమౌతాయి. మన తెలుగులో వాటిని రచించే ప్రయత్నం చేసినప్పుడు తెలుగు భాషలో కొత్త పదాలు చేరుతుండగా తెలుగు పరిపుష్టి చెందుతుంది. అందువలన తెలుగు భాషా సేవలో తెలుగులో రచించిన వైజ్ఞానిక సాహిత్యము తనదైన ఒక ప్రత్యేక పాత్ర పోషిస్తూ వుంది.

తెలుగులో రచించిన జనరంజక వైజ్ఞానిక రచనలు, వైజ్ఞానిక ఆవిష్కరణలు వాటి అనువర్తనాల గురించిన అవగాహనను సామాన్య పాఠకులకు అందిస్తాయి. ఈ రచనలు కూడా నాటకము, కవిత, పద్యము, వచనము వంటి అనేక సాహిత్య ప్రక్రియలను వాడుకుంటాయి. తెలుగు భాషా పరంగా ఈ రచనల పై కూడా పరిశోధనను తెలుగు సాహిత్య ప్రేమికులు చేపట్టవచ్చునని నా భావన.

ఇక ఈనాటి విషయానికి వస్తే పంచదారకి, నా ప్రసంగాంశం అయిన మహిళా శాస్త్రవేత్త జానకి అమ్మాళ్ కి విడదీయరాని బంధం వుంది. 20వ శతాబ్దం తొలి దశకాలలో కోయంబత్తూర్లోని షుగర్ కేన్ బ్రీడింగ్ ఇనిస్టిటూట్లో సి.ఏ బార్బర్, టి. యస్. వెంకటరామన్లు చక్కెర పంటపై జెన్యు పరిశోధనకు శ్రీకారం చుట్టారు. పీడలకి, అనావృష్టికి తట్టుకొనగలిగిన కోయంబత్తూర్ చెరకు రకాలను రూపొందించారు. వాటికి మంచి అంతర్జాతీయ ప్రాముఖ్యత లభించింది. మన దేశంలో పలుచోట్ల ఈ పంట రకాలు సాగులోకి వచ్చాయి. ప్రపంచంలో పలు దేశాలు ఈ రకాలను ప్రవేశ పెట్టుకున్నాయి. అప్పుడు వృక్ష శాస్త్రవేత్త, కణ శాస్త్రవేత్త అయిన జానకి అమ్మాళ్ కోయంబత్తూర్ లోని ఒక కళాశాలలో అధ్యాపకురాలిగా పని చేస్తూ ఉంది. పరిశోధనలో ఆసక్తి వున్న ఈమె తన ఉద్యోగాన్ని వదిలి కోయంబత్తూర్ లోని షుగర్ కేన్ బ్రీడింగ్ యినిస్టిటూట్ లో చేరింది. చక్కెరలో అంతర సంకర జాతులైన

చక్కెర - మొక్కజొన్నల సంకరం
చక్కెర - రేవన్నగడ్డి సంకరం
చక్కెర – సాటిస్ టేల్ సంకరం
చక్కెర - వరి సంకరం

జాతులను రూపొందించినది. వంగ, ఉమ్మెత్త, తులసి, కొత్తిమీర, మొదలైన సువాసన గల ఆకుల జాతులు,

దర్భలు, పూల మొక్కల పైన కూడా ఆమె పరిశోధన చేసింది. వాటితో పాటు మందు మొక్కలను కూడా పరిశీలించింది. ఆమె సాధించిన ప్రధానమైన ఈ పరిశోధనలలో జంబూ మింట్ ఒకటి. పురుష జాతికి, మొక్కలకి గల పరస్పర సంబంధాలను అధ్యయనం చేసే శాస్త్రాన్ని "ఎథ్నో బాటనీ" అంటారు. ఈ శాస్త్ర విభాగంలో కూడా జానకి అధ్యయనాలను చేసింది. ముఖ్యంగా కేరళ రాష్ట్ర కొండ జాతి వారు ఉపయోగించే మొక్కలపై రాబట్టిన వివరాలు ఈ దిశగా చాలా విలువైనవి. "ఫైటో జియో్గ్రఫీ" భూగోళం పై వృక్ష, ప్రాణుల వితరణను అధ్యయనం చేసే శాస్త్రం. ఈ శాస్త్రం లోను ఆమె కృషి చేసింది.

కణ శాస్త్రం తన ప్రధానమైన ఆకర్షణ ఐనప్పటికీ, జెన్యూ శాస్త్రం, పరిణామము, ఫైటో జియో గ్రఫీ రంగాలలో కూడా చాలా ఎక్కువ కృషి చేసింది. సంస్కృతీ పరమైన పంట మొక్కల ఉత్పత్తి మూలాలను, వాటి పరిణామ దశల పూర్తి వివరాలను కాలంతో పాటు ప్రాదేశికంగాను పొందుపరచడం ద్వారా ఆమె మానవ సాంస్కృతిక పరిణామ చరిత్రకు ఎంతో విలువైన సమాచారాన్ని అందించింది. తనకు తానుగా పెట్టుకున్న ఈ గమ్యాన్ని వీగిపోని సంకల్ప బలం తో అలుపెరుగక సాధించింది.

జానకి యు.ఎస్ లోని మిచిగన్ విశ్వవిద్యాలయం నుండి మాస్టర్స్ డిగ్రీ పొంది "ఓరియంటల్ బార్బర్ ఫెలోషిప్" తో పరిశోధకురాలిగా ఆ విశ్వవిద్యాలయం వారినుండే ... పట్టభద్రురాలు. అప్పటి భారత ప్రధాని జవహర్ లాల్ నెహ్రూ బొటానికల్ సర్వే ఆఫ్ ఇండియా స్పెషల్ ఆఫీసర్ గా చేరి దానిని పునర్నిర్మించవలసిందిగా కోరారు. వారి ఆహ్వానం మేరకు భారతదేశం వచ్చి ఆ సంస్థకు కుదురైన ఏర్పాట్లను కల్పించడమే కాక అనేక భారత ప్రభుత్వ పదవులలో తమ సేవలను అందించింది. అలహాబాద్ లో "సెంట్రల్ బొటానికల్ ల్యాబ్రేటరీ" ల అధిపతిగా పని చేసింది.

కాశ్మీర్ లో రీజినల్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ స్పెషల్ ఆఫీసర్ ఇన్ డ్యూటి గా వ్యవహరించింది. కొంత కాలం బొంబాయిలో ఉన్న భాభా అటామిక్ రీసెర్చ్ సెంటర్ లోనూ పనిచేసింది. చివరగా 1970 లో చెన్నైలో స్థిరపడి చివర శ్వాస వరకు చెన్నైకి దగ్గరగానున్న ఫీల్డ్ లేబొరేటరీలో పనిచేస్తూనే ఉంది. "క్రోమోజోమ్ అట్లాస్ ఆఫ్ కల్టీవేటెడ్ ప్లాంట్స్" అనే పుస్తకాన్ని సి.డి డార్లింగ్ టన్ తో కలిసి 1945 లో రచించింది.

పి. కె. జానకి అమ్మాళ్ వివాహం చేసుకోలేదు. తన జీవితాన్ని పరిశోధనకే అంకితం చేసింది. 1977 లో భారత ప్రభుత్వం జానకి అమ్మాళ్ కి పద్మశ్రీ బిరుదును ప్రదానం చేసి గౌరవించింది. ఆమె చనిపోయాక జమ్మూలోని రీజనల్ రీసెర్చ్ లేబొరేటరీ లోని హర్బేరియమ్ కి ఆమె పేరు పెట్టారు. మంగోలియా కోబస్ పువ్వుకి - "జానకి అమ్మాళ్ ఫ్లవర్" - అని, అలాగే ఒక సంకర గులాబీ పువ్వుకు కూడా జానకి అమ్మాళ్ పేరు పెట్టారు.

ఆమె పేరున మూడు విభాగాలకు చెందిన జాతీయ పురస్కారాలను భారత ప్రభుత్వం నెలకొల్పింది. అవి ఏమిటి అంటే:

- జానకి అమ్మాళ్ జాతీయ పురస్కారం - ప్లాంట్ టాక్సానోమీ
- జానకి అమ్మాళ్ జాతీయ పురస్కారం - యానిమల్ టాక్సానోమీ
- జానకి అమ్మాళ్ జాతీయ పురస్కారం - మైక్రో బియాల్ టాక్సానోమీ

డా. జానకి అమ్మాళ్ జీవితం మనం చదివితే మనకి పట్టుదల, అంకిత భావం, జ్ఞానసముపార్జన, ఎంత ముఖ్యమో నేర్పిస్తుంది. భవిష్యత్ తరాల మహిళలకు ప్రేరణగా నిలుస్తుంది.

***

[2025 మార్చి 2న హైదరాబాదు రవీంద్ర భారతిలో తెలంగాణా భాషా సాంస్కృతిక శాఖ, అక్షర యాన్, సీతాస్, అభిజ్ఞ భారత్ వారు నిర్వహించిన జాతీయ సదస్సులో చేసిన ప్రసంగానికి పాఠము - పూర్తి ప్రసంగం యూట్యూబులో ఉంది.
https://youtu.be/_qS4eXKWzvU?si=c3WWKOJBvQD2ByiW
సం.]

శ్రీమతి డా. కృష్ణ కుమారి గారు ప్రముఖ రచయిత్రి, ఉపన్యాసకురాలు, పరిశోధకురాలు, అనువాదకురాలు. వీరికి వైజ్ఞానిక సాహిత్య రచనలో, విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిజ్ఞాన వ్యాప్తిలో విశేష అనుభవం ఉంది. 36 సంవత్సరాలు కొత్తగూడెం సింగరేణి మహిళా కళాశాలలో రసాయన శాస్త్ర విభాగ అధ్యక్షురాలు, ఆచార్యులు. రసాయన శాస్త్రాన్ని ఇంగ్లీషు, తెలుగు మాధ్యమాలలో బోధించారు. తెలుగు అకాడమిలో రెండు సంవత్సరాలు ఇంటర్మీడియట్, డిగ్రీ స్థాయి రసాయన శాస్త్ర పుస్తక, పదకోశాల ప్రచురణ విభాగంలో పనిచేసారు. తెలుగు అకాడమీ వారి ఇంటర్మీడియెట్ మొదటి సంవత్సరం క్రొత్తగా రూపొందించిన సిలబస్ తో 1999, 2000 లలో తెలుగు, ఇంగ్లీషు మాధ్యమాలలో వెలువడిన పాఠ్య పుస్తక రచనకు రచయితల సంధానకర్త, అధ్యాయాల రచయిత.

1993 నుండి, ఆకాశవాణి ద్వారా తెలుగులో సైన్సు ప్రసంగాలనిస్తూ వివిధ తెలుగు పత్రికలలోను, e-పత్రికలలోనూ, సైన్స్ రిపోర్టర్, సైన్స్ ఇండియా, డ్రీమ్ 2047 వంటి జాతీయ ఇంగ్లీషు పత్రికలలోనూ సైన్సు వ్యాసాల రచయితగా, 2008 నుండి ఆకాశవాణి వైజ్ఞానిక ధారావాహికలకు రచయితగా, వారి "మాథ్ ఫాక్టర్" రేడియో ఎపిసోడ్ లు ఏడింటికి తెలుగు భాషా నిపుణురాలిగా వ్యవహరించారు. సురేష్ రామ్ రచించిన 'శ్రీనివాస రామానుజన్ ' పుస్తకాన్ని ఇంగ్లీషు నుంచి తెలుగు లోకి అనువదించారు. "కంటి వైద్యంలో ప్రాచీన భారతీయ జ్ఞాన సంపద" ఇంగ్లీషు నుడి తెలుగులోకి అనుసృజన.

వీరి ప్రచురించబడిన రచనలు: లోహజగత్తు, వైజ్ఞానిక జగత్తు, రసాయన జగత్తు, మేధోమహిళ, భూమ్యాకర్షణకి దూరంగా, దూరదూరంగా సుదూరంగా, వై జ్ఞానిక రూపకాలు, జీవన యానంలో రసాయనాలు, వీరీవీరీ గుమ్మడిపండు వీరి పేరేమి, మూర్తిమంతమాయె మూలకమ్ము. ఇంకా పది పుస్తకాలు ప్రచురణ కావలసి ఉంది.

క్లిష్టమైన వైజ్ఞానిక విషయాలను చక్కని తెలుగులో ఆసక్తిదాయకంగానూ, సుబోధకంగానూ, సరళంగానూ, ఆద్యంతం ఆకట్టుకొనే శైలిలో చెప్పగల కృష్ణకుమారి ప్రఖ్యాత కథా రచయిత చాగంటి సోమయాజులు గారి కుమార్తె. కేంద్ర సాహిత్య అకాడమి ప్రాజెక్టులో "భారతీయ సాహిత్య నిర్మాతలు సీరీసులో చాగంటి సోమయాజులు మోనోగ్రాఫు ను తెలుగు సాహిత్య లోకానికి అందించారు. వీరు నిర్వహిస్తున్న స్వీయ యూట్యూబు ఛానల్ @chagantykrishnakumari లో స్వీయకంఠంలో చదివిన చాసో గారి కథలను, తమ సొంత వైజ్ఞానిక ప్రసంగాలనూ పొందుపరిచి సైన్సును తెలుగులో జనరంజనం చేయడానికి పాటుపడుతున్నారు.

***

తాప విద్యుత్ కేంద్రంలో బూడిద విసర్జన వ్యవస్థ

*

శ్రీ అంగర గోపాలకృష్ణారావు

కిందటి సంచికలో (మార్చి 2026) తాప విద్యుత్ కేంద్రంలో బొగ్గు వ్యవస్థ ఎలా పనిచేస్తుందో తెలుసుకున్నాము. ఇప్పుడు ఆ బొగ్గు మండడం వల్ల ఉత్పత్తి అయ్యే బూడిద, దాన్ని ఏ విధంగా విసర్జించుతారు అనే విషయం గురించి తెలుసుకుందాం.

సాధారణంగా మన భారతదేశంలో దొరికే బొగ్గు ఒక కిలోగ్రాముకు 3,000 నుంచి 3500 కిలో క్యాలరీస్ ఉష్ణ శక్తి కలిగి ఉంటుంది. దీనిలో 40% శాతం బూడిద ఉంటుంది. ఒక 210 మెగువాట్ల యూనిటికి రోజుకి సుమారు 3 వేల నుంచి 3500 టన్నుల బొగ్గు అవసరముంటుంది. ఈ లెక్కన రోజుకి యూనిట్టుకు 1400 టన్నుల బూడిద ఉత్పత్తి అవుతూ ఉంటుంది. ఆరు యూనిట్లు నడుస్తూ ఉంటే రోజుకి 8400 నుంచి 9000 టన్నుల వరకు బూడిద ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఈ బూడిదని అంతా సంగ్రహించి ఎక్కడన్నా దూరంగా పారవేయడానికి ఒక సంక్లిష్టమైన వ్యవస్థ ఏర్పాటు చేయవలసి ఉంటుంది. అదే ఇప్పుడు మనం ఇక్కడ క్లుప్తంగా తెలుసుకుందాం.

బాయిలరులో ఏర్పడే బూడిదని మూడు భాగాలుగా పేర్కొన్నారు.

1. బాయిలర్ అడుగున పడే బూడిదరాళ్లు . (క్లింకర్)
2. గాలి హీటర్లు, ఎకనమైజర్, పొగ గొట్టాల హాపర్లలో ఏర్పడే గరుకు బూడిద. (కోర్స్ యాష్)
3. ఇయస్పి హాపర్లలో పడే మెత్తని నున్నని బూడిద. (ఫ్లైయాష్)

అడుగు బూడిద

బాయిలరు నాలుగు గోడలు నలుచదరంగా ఉండి నీటి గొట్టాలతో ఏర్పాటు చేయబడి ఉంటాయి. మధ్యలో బొగ్గు మండుతూ ఉంటుంది దీనిని ఫర్నెస్ అంటారు. ఈ ఫర్నెసులో మండుతున్న బొగ్గు వలన ఉత్పత్తి అయిన బూడిద బాయిలర్ అడుగుభాగానికి పడిపోతూ ఉంటుంది. ఇక్కడ ఒక హాపర్ ఉంటుంది ఈ హాపర్ నీళ్లతో నింపి ఉంటుంది. వేడి వేడి నిప్పు కణికలు వేడి బూడిద ఇవన్నీ కూడా ఈ నీళ్లలో పడి చల్లారుతాయి. ఫర్నెసులో ఉండే వేడిమి వల్ల ఈ బూడిద కరిగి గడ్డకట్టి రాళ్ళలాగా ఏర్పడుతుంది ఈ బూడిద రాళ్లను (క్లింకర్) పొడి చేయడానికి వీలుగా అడుగు బూడిద హాపరు కింద యిరు ప్రక్కలా రెండు రోళ్ళను (క్లింకర్ గ్రైండర్స్) ఏర్పాటు చేస్తారు. ఈ బూడిద రాళ్ళ పొడిని నీటి పైపుల ద్వారా బయటికి పంపించేస్తారు.

గరుకు బూడిద (కోర్స్ యాష్).

బాయిలర్ అడుగున ఉండే హాపర్లో పడే బూడిద కాకుండా బొగ్గు మండడం వల్ల పొగ ఏర్పడుతుంది. ఈ బొగ్గు పొగ ప్రయాణించే త్రోవ పొడుగునా కూడ బూడిద పడుతూ ఉంటుంది. ఈ పొగ వాహక మార్గం (flue gas ducts) లో ఏర్పరిచిన హాపర్లలో పడిన గరుకు బూడిద, చివరగా గాలి హీటరు, ఎకనమైజర్, చిమ్నీ హాపర్ లో పడిన ఈ గరుకు బూడిదను సంగ్రహించి భారీ ఒత్తిడి నీటి ధారల ద్వారా స్లర్రీ సంపుకు పంపుతారు.

మెత్తని బూడిద (ఫ్లై యాష్)

చివరిదశలో ఇయస్పిలలో పేరుకొన్న బూడిదను పొడి దశలోనే పెద్ద పెద్ద సిమెంటు భోషాణాల (సైలోల) లోకి పంపి అక్కడి నుంచి అవసరాన్ని అనుసరించి లారీల ద్వారా సిమెంటు కంపెనీలకు గానీ, నీటి జెట్ల ద్వారా స్లర్రీ సంపుకు కానీ పంపుతారు. ఈ మెత్త బూడిద నాణ్యతను బట్టి పజులోనా సిమెంట్ తయారీకి సిమెంట్ కంపెనీలకు పొడి దశలో చవక ధరకు అమ్మివేస్తారు. అమ్ముడు పోని బూడిదను నీటితో కలిపి స్లర్రీ తయారుచేసి సంపుకి పంపిస్తారు. ఈ స్లర్రీ సంపు నుంచి బూడిద బురదను ఒకటి రెండు కిలోమీటర్ల దూరంలో ఉండే ఒక గుంటకు ప్రవహింప చేస్తారు. ఈ బూడిద గుంటలో పడిన బూడిద అక్కడ నిలువ ఉండి ఆ మిగిలిన నీరు అంతా కూడా బండ్స్ లో ఏర్పాటు చేసిన రాతి ఫిల్టర్ల ద్వారా బయటకు వెళ్ళిపోతుంది.

స్లర్రీ సంపు నుంచి బూడిదను గుంటకు పంపడానికి భారీ ఒత్తిడి స్లర్రీ పంపులను వాడుతారు. ఇవి చెరువు ఉండే దూరాన్ని బట్టి మూడు కానీ నాలుగు కానీ పంపులు ఒకదాని పక్కన ఒకటి ఉండి ఒత్తిడిని పెంచి అంత దూరం పంపిస్తాయి. ఒక్కొక్క స్లరీ పంపు సమూహము (one stream of four slurry pumps) గంటకు 160 టన్నుల శక్తి తో పంపు చేయగలవు. ఈ పంపుల ద్వారా నిర్విరామంగా రోజుకు ఇంచుమించు 9000 టన్నుల బూడిద బురద గుంటకు ప్రవహిస్తుంది. మూడు స్లరీ పంపు సమూహాలు పని చేస్తూ ఉంటే నాల్గవది పక్కన ఖాళీగా (స్టాండ్ బై) నిలిచి ఉంటుంది.

బూడిద బురదని గుంటకు చేరవేయడానికి వాడే గొట్టాలు బూడిద ఒరిపిడిని తట్టుకునేందుకు వీలుగా క్యాస్ట్ ఐరన్ గొట్టాలు వాడుతారు. నిర్విరామంగా బూడిదను పంపు చేయడం వలన ఈ బూడిద పైపుల గోడలకి బూడిద అంటుకుపోయి ఒక గట్టి గార (స్కేల్) లాగా ఏర్పడుతుంది. ఈ గారను వదలగొట్టడానికి అప్పుడప్పుడు ఆమ్లంతో శుభ్రం చేస్తూ ఉంటారు. ఈ విధంగా బూడిద విసర్జన వ్యవస్థలో భారీ ఒత్తిడి పంపులు, అల్ప ఒత్తిడి పంపులు, స్లర్రీ పంపులు, సీల్ వాటర్ పంపులు, జెట్ పంపులు మొదలగు రకరకాల విధులు నిర్వర్తించే పంపుల వ్యవస్థను ఏర్పాటు చేస్తారు.

ఇది క్లుప్తంగా తాప విద్యుత్ కేంద్రంలో బూడిద విసర్జన వ్యవస్థ పని చేసే విధానము.

* * *

శ్రీ అంగర గోపాల కృష్ణారావు గారు ఆంధ్ర రాష్ట్ర, ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రములలో తొలి తరం విద్యుత్ ఇంజినీరు. 1954 లో కాకినాడ ఇంజినీరింగు కాలేజీ నుండి ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగులో పట్టా పొంది, ఆంధ్రప్రదేశ్ విద్యుత్ బోర్డులో పలు చోట్ల విద్యుత్ ఉత్పాదన శాఖలోనూ, విద్యుత్ పంపిణీ రవాణా శాఖలోనూ పనిచేసి విరమించారు. ప్రస్తుత నివాసం హైదరాబాదులో.

గాలి కబుర్లు

శ్రీ గాడేపల్లి సుబ్రహ్మణ్యం

మానవ జీవితానికి ముఖ్యావసరం, గాలి. ఏమీ లేకపోయినా కొంతసేపయినా బతకగలం కాని, గాలి లేకుండా మహా ఔతే అయిదారు నిమిషాలకన్నా ఎవరూ బతకలేరు.

అసలు గాలి ఏమిటి? అది ఒక వాయు మిశ్రణం. దాన్లో ఆమ్లజని, నత్రజని, నీటి ఆవిరి, బొగ్గుపులుసు వాయువు, కొంత హీలియం అనే జడవాయువూ, అతి కొద్ది మోతాదుల్లో ప్రాంతాలనుబట్టి ఇతర వాయువులూ కలిసి ఉంటాయి. ప్రకృతి సిద్ధంగా ఆయా వాయువుల పరిమాణాలు దాదాపు అన్ని ప్రదేశాలలో ఒక మాదిరిగానే ఉంటాయి.

అన్ని జంతువులూ, చెట్లూ, కొన్ని సూక్ష్మజీవులూ, ఆమ్లజని లేకుండా బతకనే లేవు. మిగతా వాయువులు, జీవులు బతకడానికి నేరుగా ఉపయోగించకపోయినా, మనుగడకు కొన్ని వాటి అవసరం ఎంతో ఉంది. నత్రజని మాంసకృత్తులలో విడదీయలేని భాగం. బొగ్గుపులుసు వాయువే లేకపోతే, తిండే లేదు. దాన్ని, ఆకులు, కిరణజన్య సంయోగక్రియ వలన, పత్రహరితం సహాయంతో, సూర్యరశ్మి వాడి, నీటిని కలుపుకుని, పిండిపదార్థాలను తయారు చేస్తుంటాయి. నీటి ఆవిరి గాలిలో కలిసే గుణం కలది కాబట్టే, సముద్రాలనించి, నీటిని, ఆవిరి రూపంలో స్వీకరించి, మేఘాలుగా మార్చి, అదే గాలి ద్వారా, ఒక ప్రదేశం నించి ఇంకో ప్రదేశానికి రవాణా చేసి, అక్కడ వర్షంగా, జలాన్ని కురిపించడం సాధ్యం అవుతోంది.

వాయు, ద్రవ, ఘన పదార్థాలకు స్థూలంగా తేడా ఏమిటి? ఘనాలలో, అణువులు దగ్గరదగ్గరగా సాంద్రంగా ఉంటాయి. ద్రవ రూపంలో, అవి కొంచం దూరదూరంగా ఉంటాయి, కాబట్టే, ద్రవాలకు పారే గుణం ఉండి, అవి ఉంచిన పాత్ర రూపాన్ని అనుసరిస్తాయి. వాయువుల్లో, అణువుల మధ్య దూరం చాలా ఎక్కువగా ఉండి, పట్టు చిక్కకుండా ఉంటాయి. తేలికగా కూడా ఉంటాయి.

పక్షులు, గాలికంటే బరువులో ఎక్కువయినా ఎగరగలగడం చూసి, వాటిని అనుకరించే ప్రయత్నాలు చాలా జరిగాయి. అయితే రైట్ సోదరులు వాటి ఎగరడంలోగల కిటుకును అంచనా వేసి, మొదటగా గాలిలో ఎగిరే సాధనాన్ని - విమానాన్ని - తయారు చేసారు . ఇప్పుడు వందల ప్రయాణీకులను గాలిలో తీసుకువెళ్ళగలిగిన భారీ విమానాలు అందుబాటులోకి వచ్చాయి.

విమానాలకంటే ముందు పరిశోధకులూ, ప్రభుత్వాలూ ప్రాధాన్యత ఇచ్చిన 'గాలి ఓడలు' మాత్రం పురుటిలోనే సంధి కొట్టినట్టు ఆగిపోయి, శీఘ్రంగా పయనించే విమానాలపై దృష్టి మళ్ళింది. కలపతో తయారయి, గాలి పంఖా ఆధారంగా నడిచే ఏక ప్రయాణిక విమానాలనించీ, జెట్ ఇంజన్లతో ధ్వని వేగాన్ని అధిగమించే 'కంకార్డ్' విమానాల వరకూ, ఈ పరిశోధనలు ఫలవంతమయాయి.

కొంచం నిశితంగా ఆలోచిస్తే, ఒకచోటి నించి ఇంకొక చోటికి వెళ్ళడానికి, మొదట, నేలనే నమ్ముకున్నాం. తరువాత, భూగోళంలో చాలా భాగం విస్తరించి ఉన్న సముద్రజలాన్ని సాయం తీసుకున్నాం. ఇప్పుడు, అంతటా ఉండే, సర్వవ్యాపి అయిన గాలి అధారంగా ప్రపంచాన్ని అంతటినీ చుట్టబెట్టుతున్నాం. ప్రకృతి ప్రసాదించిన పదార్థాలలో ముఖ్యమైన గాలిలో

సైతం ప్రయాణించడం సాధిస్తున్నాం. ముందు గాలిలో ఇమిడి ఉన్న శక్తిని వాడి, తెరచాపల సాయంతో సుదూర తీరాలకు నౌకలను నడపగలిగేవారు. ఇటువంటి ఓడల తయారీలో నేర్పరితనం కలిగిన భారతదేశవాసులు దూరప్రాచ్య దేశాలలో తమ ఉనికిని స్థాపించారు. ఇంగ్లాండ్, డచ్, ఫ్రాన్స్ మొదలయిన ఐరోపావాసులు కూడ గాలి ఓడలను వాడి మొదట వర్తకమూ, క్రమంగా సామ్రాజ్య విస్తరణ చేయగలిగారు. కాలక్రమేణా బొగ్గు వాడి, ఆవిరి ఓడల ద్వారా సముద్రాలలో వచ్చే బీభత్స గాలులవలన కలిగే ప్రమాదాలను అధిగమించగలిగి సముద్ర వాణిజ్యానికి గణనీయమయిన స్థిరత్వాన్ని సంపాదించి, తద్వారా దాదాపు ప్రపంచాన్ని అంతటినీ చాలా యేళ్ళు తమ అధీనంలో నిలబెట్టుకున్నారు.

గాలికి పీడనం పెంచితే, తక్కువ జాగాలో ఇమిడిపోగలదు. అయితే ఆ పీడనాన్ని సహించగలిగే పాత్రా, దానికి అనుగుణమయిన మూతా అవసరం. ఆ పాత్ర ఏమాత్రం అవుకుగా ఉన్నా పీడనం వలన పేలిపోయి ప్రమాదాలు జరిగే అవకాశం కూడా ఎక్కువే. మన ఇళ్ళల్లో వాడే వంట గాస్ సిలిండరు దీనికి చక్కని ఉదాహరణ.

అలాగే, మనం తరచుగా వాడే ప్రయాణ సాధనాలయిన, సైకిలు, మోటారు సైకిలూ, కార్లూ, బస్సులూ, చివరికి విమానాలకూ తగిలించే టైర్లూ, రబ్బరుతో తయారయి, దాని లోపలి ట్యూబులో ఒత్తిడిలో నింపబడే గాలి వలననే సౌకర్యంగా ప్రయాణించగలుగుతున్నాం . విమానాల టైర్లలో గాలి లేకపోతే, నేలమీదనించి ఎగిరేందుకూ, తిరిగి, గాలిలోంచి, భూమి మీద దిగేందుకూ సాధ్యపడదు. అధిక పీడనంతో నిలవ చేసిన గాలివలన కొన్ని యంత్రాగారాలలో కొన్ని యంత్రాలు నడపడం కూడా జరుగుతుంది. శక్తి నిలవ చేయడానికి ఇది ఒక సాధనం.

మారుత శక్తి (Pneumatic power) చిన్న చిన్న యంత్రాలను నడపడానికి వాడవచ్చు. వీటి సౌలభ్యం ఏమిటంటే, ఆ శక్తిని వాడే చోట్లలో, గాలి మర (Turbine) తిరగడం ద్వారా ఉపయోగింపవచ్చు. అధిక పీడనంగల గాలిని , పాములాగా సుళువుగా వంగే గొట్టాలలో, బోరు బావులు తవ్వే నిర్దిష్టమైన చోటు వరకూ,కష్టం లేకుండా పంపవచ్చు. శక్తి ఒకచోట నుండి ఇంకొక చోటికి పంపడానికి, ఇది కూడా ఒక సులభమైన మార్గం. సామాన్యంగా, యంత్ర సూచికలకు (Instruments) మారుత శక్తి బాగా ఉపయోగపడుతుంది. (పవనశక్తి అన్న పదం wind energy కి వాడారు గనక pneumatic power కి మారుత శక్తి అని కొత్త పదం వాడాను.)

అధిక పీడనం ఉన్న వాయువును, చిన్న బెజ్జం ద్వారా, తక్కువ పీడనం ఉండే చోటుకు పంపుతే, ఆ వాయువు చల్లబడుతుందని, జౌల్, థాంసన్ అనే శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. ఆ పరిశోధనే శీతలీకరణ పరికరాలకు నాంది పలికింది.

భూ ఉష్ణోగ్రతలను ఒకచోట నించి వేరొకచోటుకు మార్చి కొంతవరకూ ఏ ఒక్క చోటులోనూ 'అతి' అనేది భూగోళంపై లేకుండా ఉండేందుకు గాలి సహాయపడుతోంది. గాలే లేకపోతే ఒకచోట మాడిపోయే వేడి, ఇంకొకచోట కరడు కట్టించే చలీ ఉండేవి. ఇప్పటికీ ఆ తేడాలు చాలావరకూ ఉంటూనే ఉన్నా, ఇవి మరింత ఎక్కువయి, జీవనం గడిపేందుకు దుర్భరం అయి ఉండేది.

భూమ్యాకర్షణ శక్తి వలన, గాలిలోని అణువులు కూడా ప్రభావితమవుతాయి. కొండమీదకు ఎక్కుతున్న కొద్దీ, గాలి పలచబడి, ఆమ్లజని శాతం తగ్గి, ఊపిరి అందకుండా పోతుంది. ఎవరెస్టు వంటి ఉన్నత పర్వత శిఖరాలను అధిరోహించాలనుకునే వారు, ఒక ఎత్తు ఎక్కిన తరవాత, గాలిలోని ఆమ్లజని సరిపోక, అదనంగా ఆమ్లజని మోసుకెళ్ళాల్సి వస్తుంది. అలాగే, విమానాలు వేల మీటర్ల ఎత్తులో ఎగురుతున్నప్పుడు, లోపల వాయుపీడనం పెంచకపోతే, ప్రయాణీకులు ఊపిరి

అందక నానా ఇబ్బందులకు గురవుతారు. ఇప్పుడు మనం విమానాలలో సుదూర ప్రయాణాలు క్షేమంగా, సుఖంగా చేయగలుగుతున్నామంటే అందుకు కారణం, లోపల సౌకర్యమయిన ఉష్ణోగ్రతా, అవసరమయిన వాయు పీడనమూ కలగజేసే సాంకేతికత లభ్యమవడమే.

ఆ విధంగానే, మానవుడు, తను నివసించే భవనాలలో సౌకర్యవంతమయిన వాతావరణాన్ని కృత్రిమంగా కల్పించుకోవడంలో కృతకృత్యుడయాడు. అభివృద్ధి అంటేనే వాతానుకూలంగా ఉండే భవనాలూ, కార్లూ, బస్సులూ, రైళ్ళూ ఉండడం అనే స్థితికి సాంకేతికత పెరిగింది. దీనిలో ప్రముఖ పాత్ర గాలిదే !

పర్వతాల మీద గాలి పీడనం ఎలాగ తగ్గుతుందో, లోతైన గనులలో పీడనం దానికి విరుద్ధంగా, ఎక్కువగా ఉంటుంది . దీనికి తోడు, బొగ్గుగనులలో మీథేన్ అనే మండే స్వభావం గల వాయువు ఉంటూ ఉంటుంది. ఈ వాయువు ఎక్కువయితే, గాలిలో ఆమ్లజని పాళ్ళు తగ్గిపోయి, ఊపిరికి అవరోధం ఏర్పడుతుంది. ఈ వాయువు ఉనికి కనిపెట్టడానికి, పంజరాలలో చిన్న పక్షులని, వెంట తీసికెళ్ళేవారు. అవి ఊపిరాడక కొట్టుకుంటే, గాలిలో ఆమ్లజని శాతం తగ్గిందని గ్రహించి, గనికార్మికులు తగు జాగ్రత్తలు తీసుకునేవారు.

ఇప్పుడంటే యూరియా వంటి నత్రజని ఎరువులు కర్మాగారాలలో తయారు చేయగలుస్తున్నాము కానీ, ప్రకృతి, గాలి లోని నత్రజనిని, మొక్కలకందించడానికి వ్యవస్థ ముందే చేసి ఉంచింది. వర్షాలు పడుతున్నప్పుడు వెలువడే శక్తి, మెరుపుల ద్వారా వ్యక్తమవుతుంది. ఈ మెరుపులు అపారమయిన విద్యుచ్ఛక్తి వలన కలుగుతాయి. అప్పుడు, గాలిలో ఉన్న నత్రజనీ, ఆమ్లజనీ రసాయన మార్గంలో కలిసిపోయి, నీటిలో కరిగే స్వభావమున్న, నైట్రిక్ ఆక్సైడ్లు తయారయి, అవి మొక్కలకు అత్యవసరమయిన నత్రజనిని భూమి పైకి ద్రవ రూపంలో పంపుతాయి. అక్కడ ఉండే లవణాలతో కలిసి, భూమిలో ఇంకి, మొక్కలు తమ వేళ్ళతో పీల్చుకునే అవకాశం కలుగుతుంది. ఒక్క మెరుపు కారణంగా స్థిరీకరింపబడే నత్రజని, రెండు మూడు మానవ నిర్మిత ఎరువుల కర్మాగారాలలో ఏడాది పాటు తయారు చేసే యూరియాకు సమానమని శాస్త్రజ్ఞుల అంచనా.

గాలికి బరువు ఉండదని అందరూ అనుకుంటారు. అది వాస్తవం కాదు . ఒక ఘనపు మీటరు కిలోగ్రాములలో, గాలి 1.29, బొగ్గుపులుసు వాయువు 1.87, నత్రజని 1.25 , ఆమ్లజని 1.43, హీలియం 0.179 , నీటి ఆవిరి 0.717 , తూగుతుంది. భూమి ఉపరితలం నించి. అంతరిక్షం అంచు వరకూ ఉండే గాలి బరువు లెక్క వేస్తే లక్షల టన్నులు ఉంటుంది. ఈ గణాంకాలు విశ్లేషిస్తే, గాలిలో ఉండే నీటి ఆవిరి సాంద్రత, దాదాపు గాలిలో సగం ఉండి, మబ్బులు తయారీకి దోహదమౌతున్నాయని తేటతెల్లం అవుతుంది. ఇలా కాకుండా ఉంటే, మేఘాలూ ఉండవు, వానలూ పడవు.

నీటి అవిరి సాంద్రత, గాలి కంటే చాలా తక్కువ అవడం మూలంగా సూర్యతాపంవలనా, మిగతా కారణాల వలనా ఇగిరిన నీరు ఆవిరి రూపంలో గాలిలో కలుస్తుంది. ఎంత కలిసినా, మిగతా వాయువులతో రసాయన చర్య ఉండదు కాబట్టి దాని అస్థిత్వాన్ని నిలబెట్టుకుని మేఘాల రూపంలో ఆకాశంలో ఉంటుంది. గాలి వాటంతో ఆ మేఘాలు దూరం ప్రయాణం చేసి. అక్కడ వర్షిస్తాయి. ఇలాగ గాలీ నీరు ఒకదానికొకటి తోడ్పడి, జీవులకవసరమైన మంచినీటిని అందిస్తూ ఉంటాయి.

అలాగే ఆమ్లజని బరువుగా ఉండడం వలన, భూమి మీద ఎత్తు ఎక్కిన కొద్దీ, అది అందుబాటులో లేకుండా పోతుంది. ఈ సాంద్రతల తేడాల వలన హెచ్చుతగ్గులు కలుగుతాయి కాని, పూర్తిగా ఒక వాయువును ఇంకొక వాయువు నించి శుద్ధంగా విడదీయలేము. గాలిలోనించి శుద్ధమయిన ఆమ్లజనీ,

నత్రజనీ విడదీయడానికి, గాలిని ఎక్కువ పీడనంలో ద్రవీకరించి, ఆ ద్రవాన్ని పీడనం తగ్గిస్తూ పోతే, ఒక ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒకే వాయువు వెల్వడుతుంది, ఆ విధంగానే, ఊపిరి సంబంధమయిన జబ్బులవలన బాధ పడే రోగులకు అవసరమయిన ఆమ్లజని తయారయి, చాలమందిని ప్రాణాపాయాన్నించి తప్పించగలుగుతున్నారు. నత్రజనిని ద్రవీకరించి, ఆ అతి తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలో జీవపదార్థాలని నిలవ చేయడం జరగగలుగుతోంది.

గాలికి ఎంత శక్తి ఉంటుందో, తుఫానులు వచ్చినప్పుడు, సుడిగాలులు విజృంభించినప్పుడూ తెలుస్తుంది. పిల్లగాలులు ఎంత సుఖవంతంగా ఉంటాయో, ఝంఝామారుతాలు అంత ఉత్పాతాన్ని కలగచేస్తాయి. హుద్ హుద్ తుఫాను విశాఖపట్నం జిల్లాని తాకినప్పుడు స్వయంగా తెలిసింది.

గాలి, మానవులకు ప్రాణవాయువయిన ఆమ్లజనిని అందివ్వడమే కాక ఎప్పటికప్పుడు, వాతావరణాన్ని శుభ్రం చేస్తూ ఉంటుంది. ఒక పరిస్థితిని ఊహిస్తే మీకే అర్థం అవుతుంది. ఒక వీధి కుక్క చనిపోయిందనుకుందాం. ఒక రోజయేసరికి, ఆ కళేబరం దుర్గంధాన్ని వెల్వరిస్తూ ఉంటుంది. గాలే లేకపోతే, ఆ దుర్వాసన ఎన్ని రోజులయినా అలాగే, ఆ చోటే ఉండి మనకు నివసించడం అసాధ్యం అయ్యేదా కాదా ? గాలి ఉండడంవల్ల, ఆ దుర్వాసన కొంచం కొంచంగా దాన్లో కలిసిపోయి, కొన్నాళ్ళలో శుభ్రం అయిపోతుంది.

గాలి వలన దుష్ప్రభావాలూ కలుగుతాయి . ఒక పూరిల్లు ప్రమాద వశాత్తూ అంటుకుంటే, దానికి గాలి తోడై, పక్క ఇళ్ళూ తగలబడి పోవడం జరుగుతూనే ఉంటుంది.

గాలీ, నీరూ, మంచి స్నేహితులు. నీటిలో, గాలిలోని వాయువులు చాలావరకూ కరిగే ఉంటాయి. జలచరాల ఆమ్లజని అవసరాలు, అలాగే తీరుతూ ఉంటాయి. ఆవిధంగానే ఎంత పొడిగాలి అయినా, అంతో కొంతో నీటి ఆవిరి లేకుండా ఉండదు. ఈ స్వభావం, విడ్డూరంగా, ఉష్ణోగ్రత పెరిగినకొద్దీ పెరుగుతూ వస్తుంది. వేడిలాగానే పీడనం పెరుగుతే, వాయువులు కరగడం పెరుగుతుంది. నీటిని, వేడి చేసినప్పుడు ముందుగా వచ్చే బుడగలు, నీటిలో కరిగిన గాలే.

గాలిలో ఆ విధంగా ఉండే నీటిఆవిరిని చల్లబరుస్తే, ద్రవరూపంలోకి మారుతుంది, అంటే, ఎక్కడ గాలి ఉంటుందో అక్కడ నీరు కూడా వాయు రూపంలో ఉంటుందన్నమాట. ఈ ధర్మాన్ని ఆధారం చేసుకుని, గాలిలోనించి నీరు తయారు చేయడం ఊపందుకుంటోంది. పోతే, శీతలీకరణకు, శక్తి చాలా అవసరం. ఎక్కడ శక్తి వనరులు పుష్కళంగా ఉండి, తక్కువ ఖర్చుతో వెలికితీయవచ్చో, అటువంటి చోట, గాలి నుంచి నీరు తెప్పించగలగడం సుసాధ్యమవుతుంది.

మునుగీత కొట్టినప్పుడు రక్తంలో పీడనం ఎక్కువ అవడం కారణంగా కరిగిన గాలి, ఆ వ్యక్తి ఒక్క బిగిన నీటి బయటకు వస్తే, బుడగల రూపంలో బయటకు వచ్చి రక్తనాళాలలో అడ్డు పడి, ప్రాణాపాయం కూడా సంభవించవచ్చు. అందుకని, అటువంటి గజ ఈతగాళ్ళు, ఆగి ఆగి నీటి పైకి వస్తారు.

ఇంతవరకూ, శాస్త్ర కోణంలో, గాలికి సంబంధమయిన భారీ విషయాల గురించి ప్రస్తుతించాము. కొన్ని తేలిక విషయాలు కూడా తెలుసుకుందాం.

'గాలివాన' అనే తెలుగు కథకు, శ్రీ పాలగుమ్మి పద్మరాజుగారికి అంతర్జాతీయ గుర్తింపు లభించింది.

'గాలి' పదాన్ని వాడి ఎన్నో చిత్రాల్లో పాటలు వచ్చాయి,ఇంకా వస్తూనే ఉన్నాయి.

సామెతలు అవుతే కోకొల్లలు.

'గాలి సోకింది' అంటే అర్థం, ఏ దెయ్యమో పట్టింది అని. దెయ్యాలంటే నమ్మనివారు, హిస్టీరియా అనచ్చేమో.

'గాలి వార్తలు' అంటే పుకార్లన్నమాట. ఊసుపోక చెప్పుకునే కబుర్లనీ 'గాలి' కబుర్లని పిలవచ్చు.

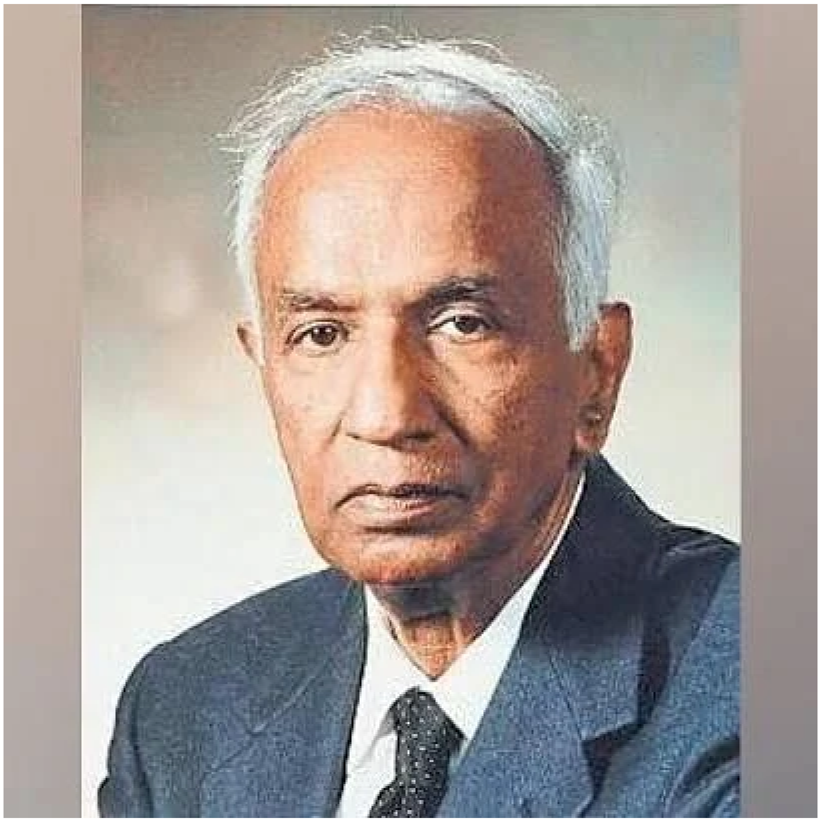
గాలీ వానా వస్తే కథే లేదు.

***

శ్రీ గాడేపల్లి సుబ్రహ్మణ్యం గారు 1958లో విశాఖపట్నం ఏవియన్ కాలేజీ నుంచి రసాయన శాస్త్రంలో బియస్సీ పట్టభద్రులు. కర్నూలు తుంగభద్రా ఇండస్ట్రీస్ లో ఖాద్యతైలాల తయారీలో ఉద్యోగప్రవేశం. అంచెలంచెలుగా ఎదిగి, ఇంకొక కర్మాగారంలో జనరల్ మేనేజరుగా ఉద్యోగ విరమణ. ప్రస్తుత నివాసం ఆంధ్రప్రదేశ్ లోని విజయనగరంలో. అక్కడ తమ ఇంట్లోని ప్రయోగశాలలో మెగ్నీషియం బ్యాటరీల నుంచి శక్తి ఉత్పాదకత పై పరిశోధనలు చేస్తున్నారు. సాంకేతిక విజ్ఞానాన్ని ఉపయోగించి జీవితం చక్కదిద్దాలనే అన్వేషణాత్మక ధ్యేయం వీరిది.

శ్రీ సుబ్రహ్మణ్యాన్ చంద్రశేఖర్

శ్రీ వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు



నేను మొట్టమొదట చంద్రశేఖర్ పేరు విన్నది అమెరికా వచ్చిన కొత్తలో, అనగా 1961 లో. "వీళ్ళు అన్యాయం చేస్తున్నారురా" అన్నాడు అన్నయ్య. చంద్రశేఖర్‌కి ఇంకా నోబెల్ బహుమానం ఇవ్వలేదని వాడి బాధ! "ఆయన విద్యార్థులు ఇద్దరికి నోబెల్ బహుమానం వచ్చేసింది, కానీ ఈయనకి ఇంకా ఇవ్వలేదు. ఆ ఇద్దరికీ పాఠం చెప్పడం కోసం అయన వారానికి రెండు సార్లు రాను, పోను 180 మైళ్ళు కారు తోలుకుని వెళ్లేవారు." చివరికి అయన అవసానకాలం చేరుకుంటున్న సమయానికి, 1983 లో, ఇచ్చేరు - ఎప్పుడో 1930 లో, ఇంగ్లండుకి వెళ్లే దారిలో, విద్యార్థి దశలో, పడవలో కూర్చుని చేసిన పనికి!

మహాత్మా గాంధీకి ఇవ్వలేదు. యల్లాప్రగడ సుబ్బారావుకి ఇవ్వలేదు. మెండలియవ్‌కి ఇవ్వలేదు. నోబెల్ బహుమానం రాకపోయినంత మాత్రాన వీరి ప్రతిభ తరిగి పోలేదు. కానీ అదేమిటో ఆ నోబెల్ బహుమానం ప్రతిభకి ఒక కొలమానం అయి కూర్చుంది.

సుబ్రహ్మణ్యాన్ చంద్రశేఖర్ (19 అక్టోబరు 1910 - 21 ఆగస్టు 1995) పంజాబ్ లోని లాహోర్ నగరంలో సీతాలక్ష్మికి చంద్రశేఖర సుబ్రహ్మణ్య అయ్యర్‌కి పుట్టిన పదిమంది పిల్లలలో మూడవ బిడ్డ, ప్రథమ మగ సంతానం. చంద్రశేఖర్ పినతండ్రి భౌతిక శాస్త్రంలో, 1930 లో, నోబెల్ బహుమానం అందుకున్న సర్ సి. వి. రామన్! తండ్రి

ఈశాన్య భారతీయ రైల్వేలో పెద్ద ఉద్యోగస్తుడు. తల్లి హెన్రిక్ ఇబ్సెన్ రాసిన 'ద డాల్స్ హౌస్' అనే నాటికని తమిళంలోకి అనువదించిన విదుషీమణి.

అభిజాత్యమో, కావేరి నీళ్ల మహిమో తెలియదు కానీ చంద్రశేఖర్ బాల్యంలోనే పరిమళించేడు. పదిహేను సంవత్సరాల పిన్న వయస్సులోనే మద్రాసు ప్రెసిడెన్సీ కాలేజిలో చేరి, ఇంకా విద్యార్థిగా ఉండగానే, తన మొట్టమొదటి పరిశోధనా పత్రం 1929 లో ప్రచురించేడు. ఈ పత్రం యొక్క ప్రత్యేకత అవగాహన అవాలంటే ఆనాటి విద్వత్ వాతావరణం అర్థం కావాలి. కాంప్టన్ ప్రభావం (Compton Effect) అనే దృగ్విషయం 1923 లో ఆవిష్కరించబడింది. అందుకని కాంప్టన్‌కి 1927 లో నోబెల్ బహుమానం ఇచ్చేరు. ఒక 'కొత్త గణాంక పద్ధతి' అంటూ 1926 లో ఫెర్మీ, డిరాక్ అనే ఇద్దరు శాస్త్రవేత్తలు ఒక పత్రం ప్రచురించేరు. ఈ కొత్త గణాంక పద్ధతిని (ఇప్పుడు దీనిని ఫెర్మీ-డిరాక్ గణాంకాలు అంటున్నారు) వెనువెంటనే ఉపయోగించి, ఆర్. ఎచ్. ఫౌలర్ అనే ఆసామీ ఒక నక్షత్రం కూలిపోయి, శ్వేత కుబ్జతారగా (white dwarf) ఎలా మారుతుందో 1926 లో భాష్యం చెప్పేడు. ఈ కొత్త గణాంక పద్ధతిని వాడి సోమర్ఫెల్డ్ (ఈయన గుళిక భౌతిక రంగంలో విప్లవం లేవనెత్తిన హైజెన్బర్గ్ గురువు!) అనే వ్యక్తి లోహాలలో ఎలక్ట్రానుల ప్రవర్తన మీద ఒక వ్యాఖ్యానం రాసేడు. రాసి, మద్రాసు వచ్చి ఒక ఉపన్యాసం ఇచ్చేడు. ఆ ఉపన్యాసం విన్న పందొమ్మిదేళ్ళ చంద్రశేఖర్ ప్రభావితుడై, 'కొత్త గణాంక పద్ధతి దృష్టితో కాంప్టన్ ప్రభావం' అనే పరిశోధనా పత్రం ప్రచురించేడు. ఈ పత్రం కేంబ్రిడ్జి విశ్వవిద్యాలయంలో పని చేస్తున్న ఫౌలర్ కంట పడింది. ఫౌలర్ సిఫార్సుతో చంద్రశేఖర్‌కి ట్రినిటి కాలేజిలో ప్రవేశం లభించింది. ఇటు BSc (Hons) పట్టా పుచ్చుకున్నాడో లేదో అటు పెద్ద చదువులకని 1930 లో ఇంగ్లండ్ ప్రయాణం అయి వెళ్ళిపోయేడు.

పడవలో ప్రయాణం చేసేవారి కాలక్షేపానికి ఎన్నో ఆకర్షణలు ఉంటాయి. మద్యపానీయాలు, ఆటలు, అమ్మాయిలు - ఒకటేమిటి? తోటి భారతీయ విద్యార్థులు ఈ కాలక్షేపపు వసతులని వినియోగించుకోడానికి ఉబలాట పడుతూ ఉంటే చంద్రశేఖర్ కాగితం, కలం తీసుకుని, ఒక నక్షత్రం తన గురుత్వ ఆకర్షణ ప్రభావానికి కూలిపోయి శ్వేత కుబ్జతారగా మారే సందర్భాన్ని వర్ణిస్తూ కొన్ని గణిత సమీకరణాలు రాసి, వాటిని పరిష్కరించి చూస్తున్నాడు. (ఆ సమీకరణాలని నేను చూసినప్పుడు నాకు కళ్ళు తిరిగేయి!) అలా చూస్తూ ఉండగా ఆ సమీకరణాలు గొంతెత్తి ఒక విషయాన్ని చెప్పేయి ఆయనకి. ఏమిటా విషయం? ఒక శ్వేత కుబ్జతార లోని పదార్థం (లేదా, ఆ నక్షత్రపు గరిమ) ఒక అవధిని మించితే ఆ నక్షత్రం తన గురుత్వ ఆకర్షణ శక్తుల ప్రభావానికి కూలిపోయి (gravitational collapse), మరొక రకం నక్షత్రంగా మారిపోతుంది. ఏ రకం తారగా మారిపోతుంది? న్యూట్రాన్ తారగా కానీ, కర్రి బిలం (black hole) గా కాని. ఆ రోజులలో కర్రి బిలం అనే భావన ఊహామాత్రంగా ఉండడం ఉంది కానీ సిద్ధాంత పరంగా కానీ, ప్రయోగికంగా కానీ ఋజువు కాలేదు. కనుక గణిత సమీకరణాలు చెబుతున్న వర్తమానం ఆయనకే మింగుడు పడలేదు. గణితాన్ని గుడ్డిగా నమ్మడమా? లేక ....

సమీకరణాలు, సిద్ధాంతాలు చెప్పినవి అన్ని ఎలా నమ్మేస్తాం? ఋజువు ఉండొద్దూ? ప్రత్యక్ష ప్రమాణం కావాలంటే ఆకాశంలో వెతకాలి. ఎన్నని వెతుకుతాం? ఎక్కడని వెతుకుతాం? తన ఊహ సరి అయినదే అన్న నమ్మకం చంద్రశేఖర్‌కి ఉంది కానీ తన గణితం బందోబస్తుగా ఉందో లేదో? ఇంగ్లండు వెళ్లిన తరువాత మరొక మూడేళ్లు శ్రమించి, తన సిద్ధాంతానికి, సమీకరణాలకి మెరుగులు దిద్దుతూ, 1933 లో పి. ఎచ్. డి పట్టా సంపాదించేడు. ఈ సమయంలోనే భౌతిక శాస్త్రంలో దిగ్గజాలనదగ్గ డిరాక్, బోర్ ప్రభృతులతో పరిచయాలు కలిగేయి. (ఫౌలర్ పర్యవేక్షణలోనే గుళిక భౌతిక రంగంలో మరొక విప్లవం లేవనెత్తిన డిరాక్ కూడా Ph D పట్టా అందుకున్నాడు!)

తరువాత చంద్రశేఖర్‌కి సర్ ఆర్థర్ ఎడ్డింగ్టన్ అనే వేత్తతో పరిచయం అయింది. ఒక సమావేశంలో తాను సాధించిన ఫలితాలని ప్రకటిస్తున్న సందర్భంలో, ఎడ్డింగ్టన్ - అందరి ఎదుట - చంద్రశేఖర్ ప్రతిపాదిస్తున్న అవధిని అవహేళన చేసేడు. ఈ ఫలితం మీద పరిపూర్ణ నమ్మకం లేకపోతే ఆ విషయాన్ని చంద్రశేఖర్‌తో ముఖాముఖీ ముచ్చటించటానికి ఎడ్డింగ్టన్ అవకాశాలు ఉన్నాయి. కానీ అయన ఆ అవకాశాలని విస్మరించి, చంద్రశేఖర్‌ని నలుగురిలోనూ, విద్వత్ సభలో, హేళన చెయ్యడానికే సమకట్టుకున్నాడు.

ఎడ్డింగ్టన్ సామాన్యుడా? ఐన్‌స్టయిన్ సిద్ధాంతాలని ఋజువు చెయ్యడానికి సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణం వేళప్పుడు పెద్ద ఎత్తున ప్రయోగం చేసి అందరి మన్ననలు అందుకున్న వ్యక్తి. (దరిమిలా ఎడ్డింగ్టన్ చేసిన ప్రయోగంలో ఆర్భాటం పాలు ఎక్కువ, దక్కిన ఫలితాలలో కచ్చితత్వం తక్కువ అని తేలింది, అది వేరే విషయం.) కనుక ఎడ్డింగ్టన్ కి ఎదురు చెప్పి వయస్సులో చిన్నవాడైన చంద్రశేఖర్‌ని సమర్ధించే ధైర్యం ఎవ్వరికీ లేకపోయింది. నలుగురిలోనూ జరిగిన ఈ పరాభవాన్ని తట్టుకోలేక చంద్రశేఖర్ ఇంగ్లాండ్ దేశం వదలి, అమెరికా వెళ్లి, చేస్తున్న పరిశోధనాంశాల దిశ మార్చి, చికాగో విశ్వవిద్యాలయంలో స్థిరపడిపోయేరు.

అనుభవాతీతమైనది ఏది చెప్పినా సామాన్యులకి మింగుడు పడదు. కానీ ఇక్కడ చెప్పినవాడు చిన్నవాడు, విన్నవాడు దిగ్గజం లాంటి శాస్త్రవేత్త. ఐన్‌స్టయిన్ చెప్పినది అనుభావాతీతమైనది అయినా నమ్మి, ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువు చెయ్యడానికి నడుం కట్టిన సమర్ధుడు. నమ్మశక్యం కాని విషయం సదస్సులో చర్చకి వచ్చినప్పుడు భేదాభిప్రాయాలు వెల్లడించడానికైనా ఒక సభామర్యాద పాటించాలి. కానీ ఇక్కడ భాష్యం చెబుతున్నది ఇంగ్లీషువాడి మోచేతి నీళ్లు తాగుతూ, కాలికింద పడి ఉండవలసిన భారతీయుడు! అందుకని కాబోలు గేలి చేసేడు, హేళన చేసేడు. ఇది జాత్యహంకారం తప్ప మరేమీ కాదని చంద్రశేఖర్ తనంత తానుగా, తన జీవితచరిత్ర రాసిన, ఆచార్య కామేశ్వర వాలికి చెప్పి బాధపడ్డారు.

నిజం నిలకడ మీద తేలిన తరువాత ఈ అవధికి ‘చంద్రశేఖర్ అవధి’ అని పేరు పెట్టేరు. ఉదాహరణకి మన సూర్యుడు ఈ అవధి లోపునే ఉన్నాడు కాబట్టి సిద్ధాంతం ప్రకారం సూర్యుడు శ్వేత కుబ్జతారగా కూలిపోడానికి అవకాశం లేదు. అమెరికాలో నాసా (NASA) వారు 1999 లో అంతరిక్షంలోకి పంపిన ఎక్స్-కిరణ వేధశాల కి ‘చంద్ర’ అని నామకరణం చేసేరు. ఏదో ‘కించిత్ భోగో భవిష్యతి’ అన్నట్లు.

చంద్రశేఖర్‌కి 1983లో నోబెల్ బహుమానం ఇచ్చినప్పుడు అయన 1930 దశకంలో చేసిన పనికి ఆ బహుమానం అని ప్రకటించారు. తరువాత నాలుగు దశాబ్దాలపాటు అయన చేసిన ప్రాథమిక పరిశోధనలు, సాధించిన ఫలితాలని మాట వరసకైనా ఉటంకించలేదని కూడ చంద్రశేఖర్ నొచ్చుకున్నారు. అదంతా బూడిదలో పోసిన పన్నీరేనా? నిజానికి చంద్రశేఖర్ అమెరికాలోఉన్న నాలుగు దశాబ్దాల కాలంలో నాలుగు వివిధ దిశలలో పరిపూర్ణమైన సాధికారతతో అపురూపమైన ఫలితాలని సాధించేరు. వీటిలో కనీసం ఒక్క రంగంలో చేసిన పనికైనా ఆయనకి మరొక నోబెల్ బహుమానం ఇవ్వవచ్చని పెద్దల అభిప్రాయం.

చంద్రశేఖర్‌కి రావలసిన గుర్తింపు రాకపోవడం ఒకటైతే, వచ్చిన గుర్తింపు కూడా జీవితంలో చాలా ఆలస్యంగా రావడం మరొకటి. ఈ రెండూ మనస్సుని బాధ పెట్టే విషయాలు. చేసిన పని అంతటికి రావలసిన గుర్తింపు రాకపోవడానికి కారణం కొంతవరకు 'స్వయంకృతాపరాధం' అని అనిపిస్తుంది.

ఒకటి, చంద్రశేఖర్ ఎంపిక చేసుకున్న పరిశోధనాంశాలు ముఖ్యమైనవి, క్లిష్టమైనవే కానీ అవి ఆ కాలానికి 'నాగరికమైన' ('ఫేషనబుల్') అంశాలు కావు. ఫెర్మి, డిరాక్, బోర్, హైజెన్బర్గ్ ప్రభృతులు చంద్రశేఖర్‌కి బాగా పరిచయస్తులు. వారు చేస్తున్న ప్రాథమిక పరిశోధనలతో ప్రపంచం దద్దరిల్లిపోతోంది. ఆ ఫలితాలని వాడుకుని దైనందిన అవసరాలకి పనికొచ్చే అనువర్తిత రంగాల్లో కూడ పరిశోధనలు ముమ్మరంగా కొనసాగుతున్నాయి. వీటన్నిటిని విస్మరించి ఎక్కడో నక్షత్రాలలో ఏమి జరుగుతోందో చేసే పని అంటే ఎంతమంది ఆకర్షితులు అవుతారు? వాటివల్ల ఈ భూలోకంలో ఉన్నవారికి ఏమిటి ప్రయోజనం?

అంతే కాకుండా ఆ రోజులలో ఎక్కువ ఆదరణలో ఉన్న గుళిక యంత్ర శాస్త్రంలో (quantum mechanics) పని చేసిన వారికే నోబెల్ బహుమానాలు ఇచ్చేవారు కానీ, నక్షత్ర భౌతిక శాస్త్రం (astrophysics) వంటి రంగాలలో ఇచ్చేవారు కాదు. దరిమిలా ఈ ఆచారంలో మార్పు వచ్చి నక్షత్ర భౌతిక శాస్త్రంలో కూడ నోబెల్ బహుమానాలు ఇవ్వడం మొదలు పెట్టిన తరువాత చంద్రశేఖర్‌కి రావలసిన గుర్తింపు వచ్చినట్లే కదా అని మనం సంతృప్తి పడాలి

***

శ్రీ వేమూరి వేంకటేశ్వరరావు గారు పుట్టినది అప్పటి విశాఖ జిల్లా చోడవరంలో. ప్రస్తుతం ఉండేది ప్లెజంటన్, కేలిఫోర్నియాలో. వృత్తిరీత్యా, యూనివర్సిటీ అఫ్ కేలిఫోర్నియాలో, కంప్యూటర్ సైన్సు విభాగంలో, ఆచార్య పదవిలో పనిచేసి పదవీవిరమణ చేసారు. తెలుగు విజ్ఞానశాస్త్ర రచయితగా, నిఘంటు నిర్మాతగా పేరొందారు. ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రాన్ని జనరంజక శైలిలో రాయటంలో సిద్ధహస్తులు. వీరి కథలు, వ్యాసాలు, తెలుగులో రాసిన పుస్తకాలు అన్నీ maganti.org జాలస్థలిలో 'సైన్సు వ్యాసాలు-పుస్తకాలు' అనే అంశం నుండి ఉచితంగా లభిస్తాయి. వీరు నిర్మించిన ఒక తెలుగు నిఘంటువు కూడా Wikibooks లో లభిస్తుంది. దాని లంకె: https://tinyurl.com/2s3rnahf

పుస్తక పరిచయం

ఆరి సీతారామయ్య గారి 'ఈ జబ్బులు ఎందుకొస్తాయి?'

*

శ్రీ మద్దిపాటి కృష్ణారావు

గత కాలపు విజ్ఞానం మన సమాజంలో సామాన్యులకు అందని సంస్కృతంలో ఉంటే, ఆధునిక శాస్త్రవిజ్ఞానం ఇంచుమించు పూర్తిగా ఇంగ్లీషుకి పరిమితమై పోయింది. ఐతే ఆయా భాషలు తెలియని వారికి ఆ శాస్త్రవిజ్ఞానాన్ని ఆకళింపు చేసుకోవడానికి అనువుగా అనువాదాలు అవసరం. దీనికి శాస్త్రవిజ్ఞానం మీద, భాషల మీద మంచి పట్టుండాలి. లేకపోతే 'కాళిదాసు గారి కవిత్వం కొంత, నా పైత్యం కొంత' లాగా మిడిమిడి జ్ఞాన ప్రదర్శనలయ్యే ప్రమాదం ఉంది. భాషలు బాగా తెలిసిన వారు కేవలం పుస్తక జ్ఞానంతో అనువాదాలు చెయ్యగలగొచ్చునేమో గానీ, సాధికారత కొరవడుతుందనుకుంటాను. అక్కడే ఉంది ఈ పుస్తకం ప్రత్యేకత. ఆరి సీతారామయ్య గారు వృత్తిరీత్యా జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞులు, ఏభైయ్యేళ్ళకు పైగా ఆ శాస్త్ర ఉపాధ్యాయులు కూడా. ప్రవృత్తి రీత్యా తెలుగు కథకులు. పుస్తకానికి రాసిన ముందుమాటలోనే చెప్పారు, పిల్లలకు పాఠాలు ఏ రకంగా చెప్తే సులభంగా బోధపడతాయో నిత్యం ప్రయత్నించిన వైనం. ఆ అనుభవంతోనే మనకు జబ్బులెందుకొస్తాయి అని ప్రశ్నించుకుని, సమాధానాలు వెతికి, దొరికిన సమాధానాలను బేరీజు వేసి చూసుకుని, అలా చేసే అవకాశం లేని తెలుగు వారికోసం ఈ వ్యాసాలు రాశారు.

శాస్త్రవిజ్ఞాన ఆవిష్కరణ ఎంతో చైతన్యవంతమూ, వేగ తరమూ అన్నది తెలియడానికి ఇరవైయ్యొకటో శతాబ్దారంభం నుంచి వచ్చిన మార్పులే చాలు. అంతటి చైతన్యవంతమైన శాస్త్రవిజ్ఞానం అందులో నిత్యం మునిగి తేలే వారికే అవగతమౌతుంది. కానీ దాన్ని సమాజంలో ఇతరులకు సులువుగా అవగాహనలోకి వచ్చేలా అందించడం శాస్త్రవేత్తల బాధ్యత. అప్పుడే సమాజం మొత్తం చైతన్యవంతమౌతుంది. తెలుగు సమాజాన్ని ఇలా చైతన్యవంతం చెయ్యడానికి ప్రయత్నాలు జరగకపోలేదు. భౌతికశాస్త్రంలో పట్టభద్రులైన కొడవటిగంటి కుటుంబరావు గారు ఇలాంటి ప్రయత్నానికి మంచి ఉదాహరణ. తర్వాత కాలంలో శాస్త్రవేత్త కాకపోయినా విశ్వరూపం, నరావతారం వంటి రచనలతో సామాన్య ప్రజానీకానికి శాస్త్రవిజ్ఞానాన్ని అందించే పనికి పూనుకున్నారు నండూరి రామమోహనరావు గారు. భౌతికశాస్త్రవేత్తైన కొడవటిగంటి రోహిణీప్రసాద్ గారు కూడా అలాగే తెలుగులో శాస్త్రవిజ్ఞాన రచనలు చేశారు. కానీ నాకు తెలిసినంతలో మన ఆరోగ్యానికి సంబంధించి జీవరసాయనశాస్త్ర వివరాలతో తెలుగులో రచనలకు ఆరి సీతారామయ్య గారే ఆద్యులు. పైగా ఈ రచనలు అనువాదాలో అనుకరణలో కావు. ఆయన తన శాస్త్రవిజ్ఞాన పరిధిలో జీవరసాయన చర్యలు క్షుణ్ణంగా అధ్యయనం చేసి, పరిశోధనలను, వాటి నిగ్గులను తేల్చి చూసుకుని మరీ రాసినవి. వాటిని మన సమాజంలోని నిత్య జీవనశైలికి అనుసంధానం చేసి మరీ వివరించినవి.

మధుమేహం, చక్కెర వ్యాధి, షుగర్ మొదలైన పేర్లతో పిలిచే డయాబెటిస్‌ను, గుండె జబ్బులను నియంత్రించడానికి వైద్యుల దగ్గరనుంచి అవి అనుభవిస్తున్న రోగుల వరకూ అందరూ సలహాలిస్తూనే ఉంటారు. రోగ లక్షణాలు ఒకటే ఐనా దాని నియంత్రణకు వాడే మందులు ప్రతి మనిషికి అవి పనిచేసే తీరు వేరుగా ఉంటుంది. అంటే అన్ని మందులూ అందరికీ ఒకే రకంగా పనిచెయ్యవు. నాకు ఫలానా వైద్యం బాగా పని చేసిందని మీ మిత్రులో, చుట్టాలో, మరొకరో ఇచ్చిన సలహా మీకు తగిన ఫలితం ఇవ్వకపోవచ్చు. దానికి్కారణాలు మీకు 'ఈ జబ్బులు

ఎందుకొస్తాయి' అన్న వ్యాసంలో అవగతమౌతాయి. కారణాలు ఆలోచించకుండా వైద్యుల సలహా పాటించి ఆరోగ్యాన్ని కాపాడుకోవచ్చు. కానీ మీ శరీరం గురించి మీకు తెలిసినంతగా మరొకరికి తెలియదు. మీ ఆరోగ్యం గురించిన సందేశాలు మీ శరీరం ఎప్పటికప్పుడు ఇస్తూనే ఉంటుంది. వాటిని మీరు గుర్తించడానికి ఉపయోగకరమైనవే ఈ వ్యాసాలు. ఎంత అనుభవజ్ఞులైన వైద్యులకైనా మీకున్న సమస్యను మీరు విశదీకరిస్తేనే కదా తెలిసేది. మీ ఆరోగ్య రక్షణకు మీరే మీ వైద్యులకు సహాయం చెయ్యడానికి ఈ వ్యాసాలు ఉపయోగపడతాయి. అంతే కాదు, అసలు రోగగ్రస్తులు కాకుండా నివారించుకోవడానికి సరైన తిండి, వ్యాయామం, మనసును ప్రశాంతంగా ఉంచుకోవడం అవసరమని అందరూ చెప్తారు. కానీ అవి ఎలా ఆరోగ్యానికి దోహదకారులో తెలిసినప్పుడు మనలో వాటిని పాటించడానికి కారణం కనబడుతుంది, పాటించడంలో క్రమశిక్షణ పెరుగుతుంది.

ఈ మధ్యనే మనం కొవిడ్ మహమ్మారికి గురయ్యాం. ఆ సమయంలో ఎందరు ఎన్ని రకాల సలహాలిచ్చారో చెప్పనలవిగాదు. చివరికి బ్లీచ్ తాగమనడం వంటి అత్యంత హానికరమైన సలహాలకు కూడా కొందరు వెనకాడలేదు. శాస్త్రవిజ్ఞానాన్ని అనుమానించి మరీ హాని కొని తెచ్చుకున్న సంఘటనలు కూడా జరగడం విచారకరం. ఇలాంటి ఉపద్రవ పరిస్థితుల్లో మన విచక్షణా జ్ఞానాన్ని ఉపయోగించుకుని మనల్ని కాపాడుకోవలసింది మనమే. ఆ విచక్షణ అప్పటికప్పుడు పుట్టుకొచ్చేది కాదు. కానీ దానికి మనం సిద్ధంగా ఉండే ప్రయత్నం చేసుకోవడానికి ఉపయోగ పడేవే ఈ పుస్తకంలోని 'వైరస్', 'వాక్సిన్', 'ఆత్మరక్షణ' వ్యాసాలు. అలాగే అందరికీ హడలు పుట్టించే వ్యాధి కేన్సర్. ఇప్పటి వరకూ కనుగొన్న చికిత్సల్లో కేన్సర్ ను పూర్తిగా నయం చెయ్యగల అవకాశాలు చాలా తక్కువే. కొన్ని చికిత్సలు జీవిత కాలాన్ని కేన్సర్ బారి నుండి కేవలం కొన్ని నెలలు మాత్రమే పొడిగించగలవు. అలాగని కేన్సర్ అందరికీ మరణశాసనం కాదు. కానీ కోట్ల కొద్దీ ధనం వెచ్చించినా, యుద్ధ ప్రాతిపదికన పరిశోధనలు జరుగుతున్నా ఇంకా మనకు కేన్సర్ ను అదుపు చెయ్యలేక పోవడానికి కారణాలేమిటి? ఈ విషయాలను సీతారామయ్య గారు 'కేన్సర్' వ్యాసంలో చర్చించారు.

శాస్త్రవిజ్ఞాన రంగంలో పరిశోధనలు ఎలా జరుగుతాయో, పరిశోధనా పరిణామం ఎలా ఉంటుందో వివరించే వ్యాసం 'వైన్ వైనం'. శాస్త్రవిజ్ఞాన పరిశోధనలు కేవలం పనిగట్టుకుని సాగదీసే ప్రక్రియలు కావు. కుతూహలం దగ్గర మొదలై, అర్థం కాని ప్రకృతిని విశదీకరించాలనే తపనతో కొట్టుమిట్టాడి, ఆ ప్రయత్నంలో తొక్కే కొత్త పుంతలెన్నో. ఫలితాలు అనుకూలంగానూ ఉండొచ్చు, ప్రతికూలంగానూ పరిణమించొచ్చు. ఆ ఫలితాలను మనిషి ఉపయోగించుకోవడంలోనే ఉంది ప్రగతి. ఇలాంటిదే మరో వ్యాసం 'గుండె నొప్పికి ఎలుక మందా?'' అనే ప్రశ్నగా వచ్చింది. పరిశోధనల వింత ప్రయాణానికి, పరిణామాలకు ఇది మంచి ఉదాహరణ. ఈ రెండు వ్యాసాలతోను సీతారామయ్య గారు విజ్ఞానశాస్త్ర పరిశోధనలతో సంబంధం లేని పాఠకులకు ఉత్సుకత కలిగిస్తారు.

అప్పుడప్పుడూ రాసిన వ్యాసాలను గుదిగుచ్చి పుస్తకంగా ప్రచురించినట్టుగా ఆయన చెప్పినా, మొత్తం వ్యాసాలన్నీ పరిశీలిస్తే సీతారామయ్య గారి అసలు ఆశయానికి ఈ వ్యాసాల ఎంపిక ఎంతో సహకరించిందని నా అభిప్రాయం. ఈ రచనలతో తెలుగు వారికి వ్యావహారిక భాషలో శాస్త్రవిజ్ఞానం అందిచాలన్న ఆశయం ఎంత ఉదాత్తమైనదో, ఎన్నుకున్న వస్తువులూ అంతే అవసరమైనవీ, అవసరాన్ని తీర్చేవీను. కథకులుగా సీతారామయ్య గారు తెలుగు పాఠకులకు చిరకాల పరిచితులే. వారి తొలి కథల్లో క్లుప్తత ఎంత ఎక్కువంటే, కథలో వస్తువుకు సంబంధించిన వాక్యాలు తప్ప పొల్లు మాటలు దొర్లేవి కావు. దానితో సరదాగా కథ చదువుకోవాలనుకునే పాఠకులకు కాస్త ఉత్సాహం లోపించేది. ఆయన తర్వాత కథలు ఆ లోపం తగ్గించి మరీ ఆలోచింపజేసేవిగా రాణించాయి. నా దృష్టిలో ఈ

వ్యాసాలు పాఠకుల్లో చదివే ఉత్సాహాన్ని రేకెత్తిస్తాయి. దానిక్కారణం వ్యాసాల్లోని సంభాషణా రచన శైలి. ఈ పుస్తకం లోని వ్యాసాలు ఎన్నో కొత్త విషయాలు అవగాహనలోకి తెచ్చి మన ఆరోగ్యాన్ని మనమే కాపాడుకోవడానికి దోహదం చేస్తాయి. తమ పరిశోధనా రంగంలో నిష్ణాతులైన తెలుగు జీవరసాయన శాస్త్రవేత్తలు సైతం ఈ వ్యాసాల్లో కొత్త విషయాలు కనుక్కుంటారనే నా నమ్మకం!

***

శ్రీ మద్దిపాటి కృష్ణారావు గారి స్వగ్రామం తాడేపల్లిగూడెం శివారు లోని రామన్నగూడెం. చదివింది పదవ తరగతి వరకు తాడేపల్లిగూడెం లో, ఇంటర్మీడియట్ కొత్తగూడెం లో, B.Sc. భీమవరం లో, M.Sc. కురుక్షేత్ర విశ్వవిద్యాలయం లో, రసాయనశాస్త్రం లో Ph.D. బెంగుళూరులోని భారతీయ వైజ్ఞానిక సంస్థలో. పెన్సిల్వేనియా స్టేట్ విశ్వవిద్యాలయంలోనూ, వెయిన్ స్టేట్ విశ్వవిద్యాలయంలోనూ Postdoctoral Fellow గా అనుభవం. సుమారు పదకొండేళ్ళు Cayman కెమికల్ కంపెనీ (Ann Arbor, మిషిగన్) లో పరిశోధన & అభివృద్ధి శాఖకు డైరెక్టరుగా పనిచేసారు. మళ్ళీ వెయిన్ స్టేట్ విశ్వవిద్యాలయానికి తిరిగి వచ్చి పాతికేళ్ళకు పైగా రసాయన శాస్త్ర పరిశోధనాచార్యులుగా (Research Professor) పనిచేశారు. వారి ప్రధాన పరిశోధక క్షేత్రం శారీరక స్వస్థతలోనూ వ్యాధిలోనూ lipid పదార్థాల పాత్ర, అందులోనూ ముఖ్యంగా అనలమేషన్, సమతుల్యతలపై విశేష ఆసక్తి.

ఈ సంచిక పై మీ అభిప్రాయం తెలియజేయండి.

ఈ పత్రికను మీరు చదివి ఇతరులచే చదివించి, మీ అమూల్య రచనలను పంపించి, తప్పొప్పులు తెలిపి బాగోగులు సూచించి మా ప్రయత్నాన్ని ప్రోత్సహిస్తారని ఆశిస్తున్నాం.

***

తర్వాతి సంచిక ఐదవది జులై 1న.
మీ రచనలను జూన్ 1 లోగా మాకు పంపించండి.

మా ఈమెయిల్ :
teluguvbharati@gmail.com

https://www.vbharati.com

ధన్యవాదాలు.

***