విజ్ఞాన భారతి

విజ్ఞాన భారతి

సంపాదకుడు: పరిగి మదన్ మోహన్

రెండు నెలలకొకసారి ప్రచురించబడును

సంపుటి 1 **నవంబరు 2025** సంచిక 1

విషయ సూచిక

సంపాదకీయము		2
ఆంధ్రదేశంలో విద్యుత్తు పరిస్థితులు	అంగర గోపాల కృష్ణారావు	4
అణుజీవశాస్త్ర పునాదులు	ఆరి సీతారామయ్య	7
కాళిదాసూ కృత్రిమ మేధా	కొచ్చెర్లకోట బాపారావు	14
సౌష్టవం-1	జెజ్జాల కృష్ణమోహనరావు	21
వార్తలు		30
పాఠకులకు, రచయితలకు విజ్ఞప్తి		31

విజికిల్ లి. ల. కం. ప్రచురణ. మేరీల్యాండ్, అమెరికా

సంపాదకీయం

విజ్ఞాన భారతి మొదటి సంచికకు స్వాగతం. ఆధునిక విజ్ఞానం తెలుగు వారికి తెలుగులోనే అందజేయాలని మా ఉద్దేశం.

ఈ ఉద్దేశం కొత్తది కాదు. దాదాపు వందేళ్లకు ముందుగానే ప్రయత్నాలు మొదలైనాయి. కొమర్రాజు విజ్ఞాన సర్వస్వం సంపుటాలు, ఆ తరువాత తెలుగు భాషా సమితి వారి కొనసాగింపు ప్రయత్నాలు, ఆ పైన తెలుగు అకాడమీ, తెలుగు విశ్వవిద్యాలయం వంటి ఎన్నో సంస్థల సంకల్ప బలం వల్ల ఎంతో మంది అహర్నిశల కృషి వల్ల కొన్ని అకారాది సర్వస్వాలు, కొన్ని పాఠ్య గ్రంథాలు, పత్రికలు వంటివి సాధ్యమైనాయి.

ఈ వారసత్వం మనకు పూర్వ రంగం. భావితరాల వారికి సొంత భాషలో పునాదులు పటిష్టం చేయాలని వారు ఎంతో శ్రమించి ఆశావహంగా కలలు కన్నారు. ఆ భావితరాలు మనమూ మన పిల్లలే.

ప్రభుత్వ సంస్థాగత కృషి అట్లుంచి, ప్రభుత్వేతర సంస్థల, వ్యక్తుల కృషి యొక్క అవసరాలను గుర్తిస్తూ చేస్తున్న చిన్న ప్రయత్నమే ఈ విజ్ఞాన భారతి.

ప్రపంచమంతా ఇంగ్లీషులోనే నడుస్తోంటే ఈ ఉలిపిరి కట్టె దారెందుకు అని కొంత సందేహం కలగవచ్చు. వైజ్ఞానిక సాహిత్యంలో తెలుగు వెనకబాటుదనం విద్యాధికులు గుర్తించినదే. వెనకబడినప్పుడే ముందుబడే ప్రయత్నం చెయ్యాలి.

ఇంగ్లీషు వాళ్ళు కూడా తమ వైజ్ఞానిక సాహిత్యాన్ని దాదాపు 1800 వరకు లాటిన్ లోనే రచిస్తూ వచ్చారు. 1700లో ప్రింకిపియా మ్యాథమాటికాను ప్రచురించిన ఆంగ్లేయుడు న్యూటన్ దానిని లాటిన్ భాషలోనే రచించాడు. ఇంగ్లీష్ భాషలో వైజ్ఞానిక సాహిత్యం 18 వందలలోనే క్రమంగా వికసించిందని చెప్పుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు కాలిక్యులస్ ఆఫ్ వేరియేషన్స్ పుస్తకం 1810 దాకా ఇంగ్లీషులో లేదు.

వైజ్ఞానిక సాహిత్యంలో తమ వెనుకబాటుతనాన్ని తెలుసుకొన్న ఇంగ్లీషు వాళ్ళు అనువాదాల ఆవశ్యకతను గుర్తించారు. వేగంగా ఆ దిశలో కృషి చేసారు. 19వ శతాబ్దం నుంచి మనం ఇంగ్లీషు వైజ్ఞానిక గ్రంథ ప్రచురణలను పరిశీలిస్తే, పీఠికలలో పర భాషా మూలాలు - ముఖ్యంగా జర్మన్ ఫ్రెంచ్ రష్యన్ - కనిపిస్తాయి. ప్రస్తుతం ప్రపంచంలో ఏ భాషలో గ్రంథం వచ్చినా, దానికి ఆంగ్ల అనువాదం ఉండే అవకాశాలు మెండు. దానికి తోడుగా బ్రిటనుకు రాజకీయంగా ప్రపంచవ్యాప్తి అమెరికా, ఆస్ట్రేలియా తదితర దేశాలలోని భాషా సంతాన సంబంధాల ద్వారా వ్యాప్తి కలిగాయి. దాని ద్వారా ఇంగ్లీషు వైజ్ఞానిక సాహిత్యానికి భాషా వికాసము, వ్యాపార పురోభివృద్ధి - పుణ్యము, పురుషార్థము - కూడా చేకూరినాయి.

విజ్ఞాన భారతి పరమ లక్ష్యం ఆధునిక విజ్ఞానం గురించి ఏ క్షేత్రంలోని ఏ అంశమైనా తెలుగులో పుస్తక రూపంగా పత్రికావ్యాస రూపకంగా దృశ్య శ్రవ్య తదితర రూపాలలో అందివ్వడమే.

తెలుగులో సైన్సు ఇంజనీరింగు వైద్యశాస్త్రం చూసుకోవాలనే కాంక్ష గనక తెలుగువారిలో అంకురించితే చాలు. మరుక్షణం చాలా వైజ్ఞానిక సాహిత్యం సృష్టించబడే అవకాశాలు ఉన్నాయని మనం నమ్మవచ్చును. ఆ నమ్మకం నిజమా అబద్దమా అనేది మన కృషి పై ఆధారపడి ఉంటుంది

ఉదాహరణకు తెలుగులో మెకానికల్ ఇంజనీరింగు పుస్తకం ఎలా ఉంటుందో అని మీకు కుతూహలంగా లేదూ? కార్డియాలజీ, నెఫ్రాలజీ పుస్తకాలు తెలుగులో ఎలా ఉండబోతున్నాయో?

ప్రపంచవ్యాప్తంగా ఉన్న తెలుగు సాహిత్య అభిమానులు తమ కృషిని కాల్పనిక సాహిత్యానికి మాత్రమే పరిమితం చేయక, కొంత వైజ్ఞానిక సాహిత్య రచనలపై కూడా దృష్టి సారించి తెలుగుకు క్రొంగొత్త కళను తెప్పించేందుకు పూనుకొంటే త్వరలోనే చాలా అనువాద పుస్తకాలు తయారుకావచ్చు.

వైజ్ఞానిక సాహిత్యం సాధించి పెట్టే భాషా గౌరవం కాల్పనిక సాహిత్యానికి మరింత ఊతనిస్తుంది.

కల్పనా సాహిత్యంలో సమృద్ధిగా భాష ఉంది, కొన్ని పారిభాషిక పదకోశాలు కూడా ఉన్నాయి. కానీ వైజ్ఞానిక సాహిత్యానికి కావలసిన భాషలో ఇంకా కొరత ఉంది. ఎన్నో కొత్త పదాలను కనిపెట్టాల్సి ఉంది. వాటిని నిర్దుష్టంగా నిర్వచించటంలోనూ, గ్రంథ రచనలో వాటిని విరివిగా వినియోగించటంలోనూ, రచయితలూ పాఠకులు కొంత చర్చల, వాదోపవాదాల తోరణాల గుండా పయనించవలసి రావచ్చు. అది ఊహించగలిగినదే. వైజ్ఞానిక పరిభాషను ఇతోధికంగా వినియోగించటం ద్వారా దాని చెలామణీని పెంచటంలో రచయితల పాత్ర మహత్తరమైనది.

వైజ్ఞానికభాషకు దూరం కావటానికి కారణాలలో ఒకటి భాష జటిలమైనది అంటే కష్టమైనది కావడమే. దానిని దృష్టిలో పెట్టుకుని ఎంత సాధ్యమైతే అంత సులభంగా రాయడమే విజ్ఞాన భారతి రచనా శైలికి దారి. కొత్త పరిభాషను ప్రవేశ పెడుతున్నపుడు, అలవాటు కాని పాత పరిభాషను తిరిగి చెలామణిలోకి తెస్తున్నప్పుడు ఒకటికి రెండు మార్లు విడమర్చి చెప్పటం మంచిది.

సి ఎ టి క్యాట్ అనగా పిల్లి అని వల్లె వేసుకుని పెరిగిన తెలుగు విద్యార్థికులకు నేడు కాగితంపై కలం పెట్టగానే ఆంగ్ల వైజ్ఞానిక రచన కుంభవృష్టి గాను, తెలుగులో వైజ్ఞానిక రచన చినుకు చినుకు కొళాయి ధారగాను పరిణమించింది. దీనికి కారణం తెలుగులో తరచుగా విజ్ఞాన వాఙ్మయాన్ని చదవడం రాయడం అలవాటు తప్పిపోవటమే.

ఆ అలవాటును చేసుకోవటమే విజ్ఞాన భారతి ప్రధాన ఉద్దేశం. తెలుగులో వైజ్ఞానిక వాఙ్మయ సృష్టి చేయటమే తెలుగు వైజ్ఞానికులకు మాయాబజార్ మాటల్లో "తక్షణ కర్తవ్యం".

సవాలు పెద్దదే అయినప్పటికీ, సులభతరం చేసే సాధనాలు కూడా ఇప్పుడు చాలానే అందుబాటులో ఉన్నాయి.

విద్యార్థులు తెలుగులో ఇంజనీరింగు సైన్సు పుస్తకాలు కాలేజీ తరగతుల్లో ప్రధానంగా కాకపోయినా అనుబంధంగానైనా చదివే మొదటి దశ వస్తుందని ఆశిద్దాం.

పాఠకులు ఈ పత్రికను తాము చదివి ఇతరులచే చదివించి, రచయితలు తమ అమూల్య రచనలను పంపించి, విమర్శకులు తప్పొప్పులు తెలిపి బాగోగులు సూచించి మా ప్రయత్నాన్ని ప్రోత్సహిస్తారని ఆశిస్తున్నాం.

***

ఆంధ్రదేశంలో విద్యుత్తు పరిస్థితులు

*

శ్రీ అంగర గోపాల కృష్ణారావు

నేను కాకినాడ ఇంజనీరింగ్ కళాశాలలో ఎలక్ట్రికల్ ఇంజనీరింగ్ డిగ్రీ పాసయి ఉద్యోగంలో చేరు సమయానికి అనగా 1954లో రాష్ట్రంలోని విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి చాలా తక్కువగా ఉండేది. ముఖ్యంగా పట్టణాల్లో విద్యుత్ శక్తి సరఫరా కొరకు డీజెల్ ఇంజిన్ జనరేటర్సుని వాడేవారు. ఇవి విజయవాడ నెల్లూరు రాజమండ్రి విశాఖపట్నం ఏలూరు మొదలగు పట్టణ ప్రాంతాల్లో ఉండేవి. గ్రామీణ ప్రాంతాల్లో బొత్తిగా విద్యుత్ శక్తి ఉండేది కాదు.

ఆ సమయానికి నాకు తెలిసినంత మటుకు విజయవాడలో ఈ డీసెల్ సెట్టే కాక ఒక 12 మెగావాట్ల విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి కలిగినటువంటి నీటి ఆవిరితో నడిచే టర్బైన్ జనరేటర్లు ఉండేవి. ఇవి బొగ్గు ఆధారిత జనరేటర్లు. సిఏ పార్సన్స్ కంపెనీ తయారు చేసిన టర్బైన్ జనరేటర్లు మూడు మెగావాట్లు కలిగినవి మూడు ఉండేవి. రెండు ఒకటిన్నర మెగావాట్లు కలిగినవి ఉండేవి. మొత్తం ఐదు జనరేటర్లు కలిపి 12 మెగావాట్ల శక్తిని ఉత్పాదన చేసేవి.

అదే విధంగా విశాఖపట్నంలో ఒక ఆరు మెగావాట్లు విద్యుత్ ఉత్పాదన చేసే బొగ్గు ఆధారిత స్టీమ్ టర్బైన్ జనరేటర్లు నడిచేవి. నాకు తెలిసినవి ముఖ్యంగా ఈ రెండే అప్పుడు.

కోస్తాంధ్ర విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ అంతా కూడా 11 కే. వీ లేదా 33 కే. వీ. (కిలో వోల్టులు అనగా వెయ్యి వోల్టులు) లైన్సు మీద నడిచేవి. రాయలసీమ ప్రాంతంలో మాత్రం 66 కే.వీ. విద్యుత్ సరఫరా వ్యవస్థ నడిచేది.

మొట్టమొదటిసారిగా మాచ్ ఖండు పవర్ హౌసులో జలవిద్యుత్ ఉత్పాదక కేంద్రం స్థాపించాలని అప్పటి మద్రాస్ ఒరిస్సా ప్రభుత్వాలు కలిసి సమిష్టిగా ఒక ఒప్పందం రాసుకుని అక్కడ పని మొదలుపెట్టారు. దానికయ్యే ఖర్చులు భరించడం ఆంధ్ర రాష్ట్రం 70% ఒరిస్సా రాష్ట్రం 30% పంచుకునే విధంగా ఒప్పందం కుదిరి నిర్మాణం మొదలు పెట్టారు. ఎక్కువగా ఆంధ్ర ప్రాంతం ఇంజనీర్లు పర్యవేక్షణలోనే జరిగేది. అప్పుడు నేను మచ్ ఖండు పవర్ హౌసు ఉద్యోగంలో చేరినప్పటికి, అంటే 1954 లో, రెండు 17 మెగావాట్ల జనరేటర్లు ఉత్పత్తి చేస్తూ ఉండేవి. మూడవ జనరేటర్ ఉత్పత్తి చేయడానికి సిద్ధంగా ఉండి పరీక్షలకు లోనవుతూ ఉండేది. ఈ సమయంలో అనగా 1954-55-56 ప్రాంతాల్లో ఈ మచ్ ఖండ్ పవర్ హౌసు నిర్మాణం జరిగి మొత్తం 51 మెగావాట్ల విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తిని ఆంధ్ర రాష్ట్రానికి ఉపయోగించుకునేందుకు పనికి వచ్చేది. అప్పుడు ఒరిస్సా రాష్ట్రంలో ఇంకా అభివృద్ధి చెందకపోవడం మూలాన ఈ మొత్తం 51 మెగావాట్లు ఆంధ్ర రాష్ట్రంలోనే వాడుకునేవారు.

ఇది మాచ్ ఖండు పవర్ హౌసు నుంచి దూరప్రాంతాలకు అనగా విజయవాడ వరకు సుమారుగా 500 కిలోమీటర్ల దూరానికి సరఫరా చేయాలంటే 33 కే. వీ. వ్యవస్థ సరిపోదు. అందుచేత మొదటిసారిగా 132 కే. వీ. వ్యవస్థని స్థాపించి ఆ లైన్లు నిర్మాణం చేయడం మొదలుపెట్టారు. ఇది మాచ్ ఖండు పవర్ హౌసు విద్యుత్ ఉత్పత్తి చేసే సమయానికి ఈ 132 కే. వీ. సరఫరా వ్యవస్థ కూడా అందుబాటులోకి వచ్చింది. దాని సరఫరాను అక్కడక్కడ సబ్ స్టేషన్లు నిర్మించి స్థానికంగా పంపిణీ చేయడానికి 33 కే. వీ. 11 కే. వీ. వ్యవస్థలు నడిపేవారు. 132 కే. వీ. అనేది మొదటిసారిగా మన రాష్ట్రంలో ప్రవేశ పెట్టారు. అంత హై వోల్టేజీ గల లైనుపై సరి అయిన లోడు లేకపోతే విద్యుత్ ఒత్తిడి చివరికి వెళ్లేసరికి బాగా పెరిగిపోయి హై ఓల్టేజికి పోయే ప్రమాదం ఉన్నందువలన మధ్య మధ్యలో సింక్రోనస్ కండెన్సర్స్ అనే యంత్రాలను కూడా నిర్మాణం చేశారు.

ఈ లైను మచ్ ఖండు పవర్ హౌసు నుంచి బయలుదేరి మొదటగా విశాఖపట్నం దగ్గర సింహాచలంలో ఒక సబ్ స్టేషను కట్టి అక్కడ 7.5 mva గల ట్రాన్స్ఫార్మర్లను నిర్మించి వాటి ద్వారా అక్కడి ప్రాంతానికి అంతటికి కూడా పంపిణీ జరిగేది. ఈ రెంటికీ మధ్యలో తెన్నుబొడ్డువారా అనే ఒక ప్రదేశంలో స్విచ్చింగు స్టేషను నిర్మించారు. అక్కడ ట్రాన్స్ఫార్మర్లు ఉండవు

గాని లైను టేకాఫ్ చేయడానికి ఈ స్విచ్చింగ్ స్టేషన్ ఉపయోగపడేది.

ఫెర్రో మాంగనీస్ ప్లాంటు ఒకటి నెల్లిమర్లలో నడుస్తూ ఉండేది. అది ఎక్కువగా విద్యుత్ శక్తి ఆధారిత ప్లాంటు కావడం వలన, వారికి ప్రత్యేక లైను నిర్మించాల్సిన అవసరం ఏర్పడి ఆ తెన్నుబొడ్డువారా స్విచ్చింగ్ స్టేషన్ నుంచి నెల్లిమర్లకు 132 కే. వీ. ప్రత్యేక లైను ఏర్పాటు చేయడం అయినది.

సింహాచలం తరువాత తదుపరి సబ్ స్టేషన్ రాజమండ్రి దగ్గర బొమ్మూరు అనే చోట నిర్మించారు. అక్కడి నుంచి బయలుదేరిన లైను భీమడోలు మీదుగా విజయవాడ దగ్గర గుణదల దగ్గర ఇంకొక సబ్ స్టేషన్ నిర్మించారు. ఈ సబ్ స్టేషన్ల ద్వారా ఆయా ప్రాంతాలకు విద్యుత్ పంపిణీ జరిగేది. 33 కే. వీ. 11 కే. వీ. ట్రాన్స్ఫార్మర్లు ఇన్ స్టాల్ చేసి అంటే ప్రతిష్ఠించి వాటి ద్వారా సరఫరా జరుగుతుండేది.

రాయలసీమ ప్రాంతానికి తుంగభద్ర జల విద్యుత్ కేంద్రం నుంచి కొంత విద్యుత్తు సరఫరా అయ్యేది. ఈ తుంగభద్ర ప్రాజెక్టు కూడా ఆంధ్ర మైసూరు రాష్ట్రాల మధ్య జాయింటు ఒప్పందం ద్వారా స్థాపించిన స్టేషను. తుంగభద్ర పవర్ ప్లాంటు లో అంటే డ్యాం పవర్ హౌసులో తొమ్మిది మెగావాట్ల ఉత్పాదక శక్తి కలిగిన నాలుగు జల విద్యుత్ యంత్రాలు నడిచేవి. ఇవి కాకుండా కెనాల్ పవర్ హౌసు ఇంకోటి ఉంది. తుంగభద్ర కెనాల్ రాయలసీమ వైపు వెళ్తూ ఉంటుంది. దాని మీద కూడా నాలుగు తొమ్మిది మెగావాట్ల జలవిద్యుత్ యూనిట్లు ఏర్పాటు చేశారు. కాబట్టి మొత్తం తుంగభద్రలో 36 + 36 = 72 మెగావాట్ల శక్తిగల జల విద్యుత్ కేంద్రం నడుస్తూ ఉండేది. 66 కే. వీ. సరఫరా వ్యవస్థ ద్వారా రాయలసీమకు ఈ విద్యుత్తు సరఫరా అయ్యేది.

ఇలా ఉండగా గ్రామీణ విద్యుదీకరణ పథకాలు ముమ్మరంగా చేపట్టి లోడ్ డెవలప్మెంటు పనులు మొదలు పెట్టారు. ఉత్పత్తి అయిన విద్యుత్తును బల్బులు, మోటార్లు, పంపుసెట్లు తదితర సాధనాలు వినియోగించుకోవడాన్ని లోడు అంటారు. అలాగ, విద్యుత్ ఉపయోగానికి అంటే వ్యవసాయ పంపుసెట్లు మొదలైన వాటికి కావలసినటువంటి విద్యుత్తు శక్తిని ఇస్తామని చెప్పి విద్యుత్ లైనులు వేసేవారు. ఈ లోడు డెవలప్మెంటు చాలా విపరీతమైన వేగంతో పెరగ సాగింది. అందుచేత మాచఖండ్ పవర్ హౌసులో మరొక మూడు యూనిట్లను నిర్మించాలని నిశ్చయించి బ్రౌన్ బొవేరి స్విట్జర్లాండ్ నుంచి మూడు 21 మెగావాట్ల శక్తి గల జల విద్యుత్ యంత్రాలను తెప్పించి నిర్మాణం మొదలుపెట్టారు. ఆ సమయంలో మన ఇంజనీర్లను కొందరిని స్విట్జర్లాండ్ పంపించి ట్రైనింగ్ ఇప్పించి ఈ యంత్రాల నిర్మాణంలో సహాయం చేయడానికి నియమించారు. ఆ విధంగా మాచఖండ్ పవర్ హౌసులో అంతిమ విద్యుత్పాదక శక్తి సామర్థ్యము మూడు 21లు 63, మూడు 17లు 51 మొత్తం 114 మెగావాట్లు కలిగినదిగా ఉండేది. ఆ విధంగా ఉత్పాదన జరిగి మన రాష్ట్రానికి 132 కే. వీ. సరఫరా వ్యవస్థ ద్వారా పంపిణీ జరుగుతూ ఉండేది.

మొట్టమొదట తగినంత లోడు లేనందువల్ల ఇంత పొడుగు లైను చివరిదాకా వెళ్లేటప్పటికి విద్యుత్తు ఒత్తిడి అంటే వోల్టేజి బాగా పెరిగిపోయేది. దాన్ని సాంకేతిక పరిభాషలో ferranti ఎఫెక్టు అని అనేవారు. అది నియంత్రణ చేయడానికి రాజమండ్రి దగ్గర కట్టిన బొమ్మూరు సబ్ స్టేషనులో ఏడున్నర మెగావాట్ల సామర్థ్యం కల సింక్రోనసు కండెన్సర్స్ని రెండింటిని ప్రతిష్ఠించారు. అదేవిధంగా ఏడున్నర మెగావాట్ల సామర్థ్యం గల మరొక రెండు సింక్రోనసు కండెన్సర్స్ని విజయవాడ దగ్గర గల గుణదల సబ్ స్టేషనులో కూడా ప్రతిష్ఠించారు. ఈ యంత్రాల ద్వారా విద్యుత్ ఉత్పాదక ఒత్తిడిని నియంత్రణ చేసి దానిని సరి అయిన ఒత్తిడికి తీసుకురాగల సామర్థ్యాన్ని చేకూర్చారు. ఈ విధంగా మన రాష్ట్రంలో అప్పటికి చాలా తక్కువగా విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి ఉండేది.

దానికి తోడు ఈ డీజిల్ జనరేటర్లు కూడా నడుస్తూ ఆ విద్యుత్ శక్తిని పట్టణాలకు మాత్రమే సరఫరా చేసేవారు. గ్రామీణ ప్రాంతాలు ఇంకను చీకట్లో మగ్గుతూ ఉండేవి. వాటికి నెమ్మదిగా లైన్లు విస్తరించి వ్యవసాయ పంపుసెట్లకు గ్రామీణ వీధి దీపాలకు ఇళ్లకు మొదలగు వాటికి క్రమక్రమముగా సరఫరా విస్తరింప చేశారు. ఈ విధంగా మన రాష్ట్రంలో అతి తక్కువ విద్యుత్ సరఫరా ఉండేది.

ఆ సమయంలో కంబైన్డ్ రాష్ట్రంగా అంటే మద్రాసు రాష్ట్రం కింద వ్యవహరించేవారు. ఆంధ్ర ప్రాంతానికి సరియైన న్యాయం జరగటం లేదని అప్పటి నాయకులు ఆంధ్ర రాష్ట్రం కావాలి మాకు అని ఆందోళన చేపట్టి 1953 అక్టోబరులో ఆంధ్ర రాష్ట్రంగా ఏర్పడి, కర్నూలులో తాత్కాలిక రాజధానిని ఏర్పాటు చేసుకుని అక్కడికి రాష్ట్ర పరిపాలనా వ్యవస్థని తరలించారు.

తరువాత నెమ్మదిగా నెల్లూరు దగ్గర ఒక 30 మెగావాట్ల బొగ్గు ఆధారిత జనరేటరును నిర్మించారు ఇది 1962లో మొదలుపెట్టి 65 కి పూర్తి చేశారు. నెల్లూరు దగ్గర ఉండే యంత్రాలు కూడా జపాన్ కంపెనీ హితాచి నుంచి దిగుమతి చేసుకున్నారు. బాయిలర్ను బాబ్కాక్ విల్కాక్స్ వారి జపానులో ఉన్న అనుబంధ సంస్థ నుంచి దిగుమతి చేసుకున్నారు.

నెల్లూరు దగ్గర నిర్మించిన జనరేటరును విద్యుత్ ఒత్తిడి నియంత్రణ కొరకు ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లుగా సింక్రోనసు కండెన్సరుగా కూడా నడిపేందుకు వీలుగా దానిని డిజైన్ చేసి పంపించారు. అవసరం వస్తే ఈ జనరేటరు యొక్క ఉత్పాదన నిలిపివేసి కండెన్సరిగా నడిపి విద్యుత్ శక్తి ఒత్తిడిని అంటే ఓల్టేజీని తగ్గించే విధంగా లేదా పెంచే విధంగా కూడా చేయవచ్చనే ఉద్దేశంతో ఈ విధంగా తయారుచేశారు

అదేవిధంగా తెలంగాణ ప్రాంతంలో కొత్తగూడెం దగ్గర పాల్వంచలో నాలుగు 60 మెగావాట్ల బొగ్గు ఆధారిత జనరేటర్లని స్థాపించారు మొదటి స్టేజి రెండో స్టేజి అని ఈ నాలుగు జనరేటరులను వ్యవహరించేవారు. ఇవి జపాను నుంచి దిగుమతి చేసుకున్నవి.

ఈ విధంగా 240 మెగావాట్ల విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి కొత్తగూడెంలోనూ, 30 మెగావాట్ల విద్యుత్పాదక శక్తి నెల్లూరులోనూ, 1965 నాటికి మనకు లభించింది.

ఆ తర్వాత 1956 లో తెలుగు భాషా ప్రయుక్త రాష్ట్రాలు ఏర్పడినప్పుడు విశాలాంధ్ర అనే తెలంగాణ ప్రాంతాన్ని కూడా ఆంధ్ర రాష్ట్రంలో కలిపేసి హైదరాబాద్ రాజధానిగా చేసుకుని పరిపాలన వ్యవస్థ హైదరాబాదు నుంచి సాగించడం మొదలుపెట్టారు. అప్పటినుంచి మన రాష్ట్రంలో విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి పెంచాలని ప్రణాళికలు వేసి విపరీతంగా పెంచడం మొదలుపెట్టారు. దాని ఫలితమే ఇప్పుడు మనం చూస్తున్న పెద్ద పెద్ద జనరేటర్లు.

విజయవాడలో 210 మెగావాట్ల సామర్థ్యం కల రెండు జనరేటర్లను మొదటి స్టేజిలో నిర్మించారు. అది 1979 నాటికి మొదటి జనరేటర్ ఉత్పాదన ఆరంభించింది. 1980 వ సంవత్సరం నాటికి రెండవ జనరేటర్ కూడా ఉత్పాదన ప్రారంభించింది. తర్వాత ఇంకొక రెండు 210 మెగావాట్ల జనరేటర్లు తదుపరి రెండు 210 మెగావాట్ల జనరేటర్లు మొత్తం ఆరు జనరేటర్లని విజయవాడ విద్యుత్ ఉత్పాదక కేంద్రం నుంచి విద్యుత్ యంత్రాలను ప్రతిష్ఠించారు. మొత్తం 1260 మెగావాట్లు గల ఈ స్టేషన్ చక్కగా నడుస్తూ విద్యుత్ సరఫరా చేస్తూ వచ్చింది.

అదేవిధంగా కొత్తగూడెంలో కూడా మూడవ స్టేజిలో రెండు 110 మెగావాట్ల జనరేటర్లను చెకోస్లోవాకియా నుంచి తెప్పించి ప్రతిష్ఠించారు. అలాగే నాలుగవ స్టేజిలో రెండు 110 మెగావాట్ల బాయిలర్ టర్బో జనరేటర్ లను యూనిట్లను దిగుమతి చేసుకొని ప్రతిష్ఠించారు.

ఇవన్నీ చేరి విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి బాగా పెరిగి విపరీతంగా రాష్ట్రంలో విద్యుత్ పంపిణీ వ్యవస్థను కూడా లైన్లు వేసి విస్తరించి లోడ్ కూడా త్వరితగతిని పెంచడం మొదలుపెట్టారు.

నాకు తెలిసినంత మటుకు రాష్ట్రంలో 1950 నుంచి 80ల వరకు మన విద్యుత్ ఉత్పాదక శక్తి పెరుగుదలని ఇక్కడ సంగ్రహంగా సూచించడం జరిగింది.

[ఒరిస్సా రాష్ట్రంతో మైసూరు రాష్ట్రాలతో జరిగిన ఒప్పందాలు కాంపోసిట్ రాష్ట్రమైన మద్రాసు రాష్ట్రంతో జరిగినవని మనం గమనించాలి. అప్పటికి యింకా ఆంధ్ర రాష్ట్రం ఏర్పడలేదు కనుక. - సం.]

***

అణుజీవశాస్త్ర పునాదులు

*

ఆరి సీతారామయ్య

జాక్ మోనో (Jacques Monod, 1910-1976) ఫ్రాన్స్ దేశస్థుడు. మోనోని జీవరసాయన శాస్త్రజ్ఞుడనో (biochemist), సూక్ష్మక్రిముల పరిశోధకుడనో (microbiologist), అణు జీవశాస్త్రజ్ఞుడనో (molecular biologist) అనవచ్చు. నిజానికి అణుజీవశాస్త్రానికి ఆయనే పితామహుడు. కోవిడ్ వచ్చిన సమయంలో (2019-2022) మెస్సెంజర్ ఆరెన్నే అన్న మాట చాలా ప్రచారంలోకి వచ్చింది. జన్యు ఖండాలలో ఉన్న సమాచారం నుండి ప్రొటీన్ల తయారీ ఎలా జరుగుతుందని పరిశోధనలు చేస్తున్న క్రమంలో మెస్సెంజర్ ఆరెన్నేని కనిపెట్టింది మోనోనే (1958-61). ప్రొటీన్ల తయారీని నియంత్రించే విధానాలు కూడా ఉన్నాయని కనుక్కుని, వాటిలో ఒకదానికి ఎలోస్టీరిక్ నియంత్రణ (allosteric regulation) అని పేరుపెట్టాడు మోనో. మనశరీరంలో ఉన్న అత్యంత ముఖ్యమైన ఎంజైములు అన్నీ ఎలోస్టీరిక్ నియంత్రణలో ఉంటాయి. ఈ రెండు మహత్తరమైన కనుగొన్లకు నాంది సూక్ష్మ క్రిముల అభివృద్ధికి అవి పెరిగే మాధ్యమంలో ఏ షుగరు ఉంటే మంచిదో తెలుసుకుందామని మోనో మొదలుపెట్టిన పరిశోధనలు. ఆశ్చర్యంగా ఉంది కదూ? ఆయన చేసిన పరిశోధనల గురించి మాట్లాడుకుందాం.

అది రెండవ ప్రపంచ యుద్ధ కాలం. పారిస్ హిట్లర్ సైన్యం అధీనంలో ఉంది (1940-1944). ఆ రోజుల్లో మోనో సోర్బోన్ లో (పారిస్ విశ్వవిద్యాలయం) పి.ఎచ్.డి. చేస్తున్న విద్యార్థి (1937-41). పగలు పరిశోధనలు జరుపుతూ, రాత్రుళ్లు జర్మనీకి వ్యతిరేకంగా తిరుగుబాటుదారులతో పనిచేసేవాడు. పి.ఎచ్.డి. కోసం మొదలు పెట్టిన పరిశోధన ఈ.కొలై (E.coli) అనే సూక్ష్మక్రిముల పెరుగుదల మీద. ఒక సీసాలో అవసరమైన పోషక పదార్థాలన్నీ కలిపి, అందులో కొద్దిగా ఈ.కోలై తోడు వేసి, ఉష్ణోగ్రతను స్థిరంగా ఏర్పరచి, ఆ క్రిములు ఎంత తొందరగా అభివృద్ధి చెందుతాయో నిక్షేపించాడు. మామూలుగా ఎవరైనా ఇలాంటి పరిశోధనలు జరిపేటప్పుడు పెరుగుదలకు అత్యవసరమైన పిండి పదార్థంగా (ఇక మీదట షుగరు అంటాను. పేజీ కింద వివరణ చూడండి.) గ్లూకోజును వాడతారు. తన పరిశోధనల్లో మోనో కూడా గ్లూకోజును వాడాడు. కానీ గ్లూకోజుతోబాటు మరొక షుగరుని కూడా కలిపితే ఏమౌతుందో పరీక్షించాడు. సీసాలో మొదటినుండీ గ్లూకోజూ, లాక్టోజూ (పాలల్లో ఉండే షుగరు) రెండూ ఉన్న సందర్భంలో క్రిముల పెరుగుదల మోనోని ఆశ్చర్యపరిచింది. మొదట త్వరగా పెరిగిన క్రిముల పెరుగుదల రెండు మూడు గంటల తర్వాత పూర్తిగా ఆగిపోయింది. అయితే మరో గంట తర్వాత మళ్ళా మొదలైంది. కొంత సేపటికి తిరిగి ఆగిపోయింది. ఇలా రెండు దశల్లో జరిగిన పెరుగుదలకు మోనో 'డయాక్సీ ' **(Diauxie)** అని పేరు పెట్టాడు. (లాక్టోజు స్థానంలో మరో షుగరు ఉన్నాకూడా డయాక్సీనే జరిగేది)

అయితే ఈ డయాక్సీకి కారణం ఏంటో కనుక్కుందామని ఆయన క్రిములు పెరుగుతున్న ద్రవ్యంలో ఉన్న రెండు షుగర్ల పరిమాణాన్ని క్రమమైన వ్యవధిలో (అంటే ప్రతి పదినిమిషాలకు ఒకసారి లాగా) కొలిచాడు. మొదటి పెరుగుదల పూర్తయ్యేసరికి ద్రవంలో ఉన్న గ్లూకోజు పూర్తిగా అయిపోయింది. లాక్టోజు మొత్తం అలాగే ఉండి పోయింది. రెండు దశల మధ్య విరామసమయంలో లాక్టోజు అలాగే ఉండిపోయింది. రెండవ దశ మొదలు కావడంతో దాని వాడకం మొదలయింది. ఆ దశ పూర్తయ్యేసరికి అది కూడా పూర్తిగా అయిపోయింది. ఈ ఫలితాలకూ, క్రిముల పెరుగుదలకూ ఉన్న సంబంధానికి మోనో చెప్పిన భాష్యం ఏంటంటే - క్రిములకు గ్లూకోజులో పెరగడం స్వతహాగా అబ్బిన విధానం. మరో షుగరు ద్రవ్యంలో ఉన్నా దాన్ని వాడవు. గ్లూకోజు పూర్తిగా అయిపోతే అప్పుడు రెండవ షుగర్ని వాడతాయి. బాగానే ఉంది. మరి రెండు దశల మధ్య పెరుగుదల లేకపోవడానికి కారణం ఏంటి? ఆయన అభిప్రాయం ఏంటంటే ద్రవ్యంలో గ్లూకోజు ఉన్నంతవరకు అది క్రిములకు రెండవ షుగర్ని వాడుకోవడానికి అవసరమైన ఎంజైములను తయారు కానివ్వదు. గ్లూకోజు లేనప్పుడు, అంటే అయిపోయిన తర్వాత, రెండవ షుగర్ని వాడుకోవడానికి

కావలసిన ఎంజైములను తయారు చేసుకోవడానికి అడ్డంకులు ఉండవు. ఆ తయారీకి దాదాపు ఒక గంట పడుతుంది. అలా కాకుండా లాక్టోజును వాడుకోవడానికి అవసరమైన ఎంజైములు క్రిముల్లో ఉండి ఉండవచ్చు, కానీ గ్లూకోజు వాటిని ఏదోవిధంగా పనికిరాకుండా చేసి ఉండవచ్చు. ఇలా అయితే గ్లూకోజ్ అయిపోయిన తర్వాత అవి వెంటనే పనిచెయ్యాలి కదా? అలా జరగలేదు, కాబట్టి విరామ దశకు కారణం అది కాదు.

ఇంకో అవకాశం ఏంటంటే క్రిములను మామూలుగా గ్లూకోజులో పెంచుతారు. వాటిలోంచి తోడు తీసి రెండు షుగర్లు ఉన్న ద్రవ్యంలో ప్రయోగాలు చెయ్యడం వల్ల గ్లూకోజుకి అలవాటుపడిన (adapted) క్రిములు లాక్టోజుని వెంటనే వాడలేకపోయి ఉండవచ్చు. అందుకని మోనో మరొక ప్రయోగం చేశాడు. క్రిములను లాక్టోజు మాత్రమే ఉన్న ద్రవ్యంలో పెంచాడు. అందులోంచి తోడు తీసి రెండు షుగర్లు ఉన్న మాధ్యమంలో పెంచాడు. అయితే ఇవికూడా మొదట గ్లూకోజునే వాడాయి, అది అయిపోయిన తర్వాతే లాక్టోజుని ఉపయోగించాయి. ఇక్కడ కూడా రెండు దశల మధ్య విరామ సమయం ఉండింది. అంటే అలవాటుపడటం (adaptation) డయాక్సీ కి కారణం కాదు.

ఇక్కడ మరో విషయం గురించి చెప్పుకోవాలి. లాక్టోజు వాడటానికి అవసరమైన ఎంజైములు క్రిముల్లో ఉండికూడా గ్లూకోజు ఉన్నంతసేపూ ఏదో కారణంగా పనికిరాకపోవచ్చు అనుకోవడానికి వీలుంది. దీన్ని పరీక్షించడానికి మోనో మరొక ప్రయోగం చేశాడు. ఇంతకు ముందే ఉన్న ఎంజైములు వాడుకోవడానికి కొత్తగా వాటిని తయారుచేయడానికి అవసరమయ్యేటంత శక్తి (ఎనర్జీ) అవసరం ఉండదు (పంక్చరు అయిన టైరుని రిపేరు చెయ్యడానికి కొత్త కారుని తయారు చెయ్యడానికీ అవసరమయ్యేటంత ఖర్చు కాదు). శక్తిని ఉపయోగించడానికి వీలులేకుండా చేసిన క్రిముల్లో లాక్టోజు వాడుక జరగలేదు. అంటే దాని వాడుకకు అవసరమైన ఎంజైములు డయాక్సీ రెండు దశల మధ్య ఉన్న విరామకాలంలో తయారుకావడం తప్పదు.

ఈ ప్రయోగాలన్నీ మోనో తన పి.ఎచ్.డి. సిద్ధాంత వ్యాసంలో ప్రకటించాడు. ఆ తర్వాత పారిస్ లోనే పాస్టో(యి)ర్ ఇన్స్టిట్యూటులో చేరి అదే విషయం మీద పరిశోధనలు కొనసాగించాడు. ఇక మీదట ఆయనా, ఆయన దగ్గర పనిచేసిన శాస్త్రజ్ఞులూ, ఆయనతో సహకరించిన శాస్త్రజ్ఞులూ చేసిన పరిశోధనలను సౌలభ్యం కోసం మోడ్ చేశాడు అని రాస్తాను.

***

గ్లూకోజ్ ఉన్నంతవరకు లాక్టోజును ఉపయోగించడానికి అవసరమైన ఎంజైములు తయారుకావు. అంటే వాటి తయారీని గ్లూకోజు ఏదో విధంగా అడ్డుకుంటుంది. కానీ గ్లూకోజు అయిపోగానే లాక్టోజు ఏదో విధంగా దాని వాడుకకు అవసరమైన ఎంజైముల తయారీని ప్రేరేపిస్తుంది. గ్లూకోజు ఎలా అడ్డుకుంటుందో, లాక్టోజు ఎలా ప్రేరేపిస్తుందో తెలియదు. అది 1940 వ దశకం. డియన్నే (DNA) రూపం ఇంకా తెలియదు. ప్రొటీన్ల రూపం ఇంకా తెలియదు, అవి ఎలా తయారవుతాయో అసలే తెలియదు.

1950 లో పొలాక్ (Pollock) అనే శాస్త్రజ్ఞుడు పెనిసిలిను మీద పరిశోధనలు జరిపాడు. స్టాఫ్ ఆరియస్ అనే క్రిముల మీద పరిశోధనలు జరిపి, అవి పెరుగుతున్న మాధ్యమంలో తగినంత పెనిసిలిను వేస్తే అవి చచ్చిపోతాయనీ, చాలా తక్కువ వేస్తే, దాని ప్రభావం వల్ల, క్రిములు పెనిసిలిన్ని నాశనం చెయ్యగల ఎంజైమును ఒకదానిని తయారు చేస్తాయనీ, ఆ తర్వాత మాధ్యమంలో పెనిసిలిను ఎక్కువగా వేసినా క్రిములు చావవనీ కనుక్కున్నాడు. ఆ ఎంజైమును పెనిసిలినేజు అన్నాడు. జీవరసాయనశాస్త్ర పరిభాషలో ఎంజైములను ఉత్తేజకాలు (catalysts) అంటారు. ఒక్కో ఉత్తేజకం ఒకేఒక నిర్దిష్టమైన అణువులో (లేక దాని రూపానికి చాలా దగ్గరాగా ఉన్న రూపం కలిగిన వాటిలో) రసాయనిక మార్పు తీసుకురాగలదు. అలాంటి అణువును ఆ ఎంజైము వాడే సబ్స్ట్రేటు (substrate) అంటారు. పెనిసిలినేజుకి పెనిసిలిను సబ్స్ట్రేటు. అది దానిని మాత్రమే పనికిరాకుండా చెయ్యగలదు.

ఈ పరిశోధన గురించి తెలుసుకున్న మోనో క్రిములు పెరుగుతున్న మాధ్యమంలో ఉన్న లాక్టోజు కూడా క్రిముల్లో తనను మార్చగల ఎంజైము యొక్క తయారీని ప్రేరేపించవచ్చు అనుకున్నాడు. లాక్టోజులో రెండు షుగర్లున్నాయి: గ్లూకోజు, గాలక్టోజు. వీటి రెంటినీ కలిపే బంధాన్ని గాలక్టోసైడు బంధం (galactoside bond) అంటారు. దాన్ని గాలక్టోసైడేజు అనే ఎంజైము తెగ్గొడుతుంది. అప్పుడు విడివడిన ఆ రెండు షుగర్లను క్రిములు వాడుకోగలవు.

క్రిముల్లో ఎంత గాలక్టోసైడేజు ఉందో తెలుసుకునేందుకు మోనో ఆ ఎంజైము శక్తిని (క్రిములనుండి బయటకు తీసి) కొలవటం మొదలెట్టాడు. లాక్టోజూ, చిన్న చిన్న మార్పులున్నా లాక్టోజు లాంటి రూపం ఉన్న మరికొన్ని రసాయనాలూ, గాలక్టోసైడేజుకి సబ్స్ట్రేటుగా ఎంతబాగా పనికొస్తాయి? అలాగే అవి మాధ్యమంలో ఉన్నప్పుడు క్రిముల్లో గాలక్టోసైడేజు తయారీని ఎంతబాగా ప్రేరేపిస్తాయి? ఈ విషయాలు పరిశోధించాడు మోనో. ఆశ్చర్యకరమైన ఫలితం ఏంటంటే ఈ రెండిటికీ

పొంతన లేదని తెలిసింది. లాక్టోజు మంచి సబ్స్ట్రేటే అయినా, గాలక్టోసైడేజు తయారీని అన్ని సందర్భాల్లో ప్రేరేపించలేదు. కణ విభజన జరుగుతున్నప్పుడు ప్రేరేపణ జరుగుతుందిగాని, అలా జరగని కణాల్లో (resting bacteria) ప్రేరేపణ చాలా తక్కువగా జరిగింది. కానీ మెథిల్ థయో గాలక్టోసైడు (methyl thiogalactoside) అనే పదార్థం సబ్స్ట్రేటుగా పనిచెయ్యలేదుగాని, గాలక్టోసైడేజు తయారీని అద్భుతంగా ప్రేరేపించింది. ఇదొక్కటే కాదు, ఆయన పరీక్షించిన ఇతర థయో గాలక్టోసైడులు కూడా గాలక్టోసైడేజు తయారీని బాగా ప్రేరేపించాయి. థయో గాలక్టోసైడుల్లో రెండు షుగర్లను కలిపేచోట ఆక్సిజెను స్థానంలో సల్ఫరు ఉంటుంది. అందువల్ల గాలక్టోసైడేజు వాటిమీద పనిచెయ్యదు. సబ్స్ట్రేటుగా పనిచెయ్యని అణువులు ప్రేరేపకాలుగా పనిచేస్తున్నాయంటే అవి ఎంజైము మీద కాక మరెక్కడో పనిచెయ్యాలన్నమాట! ఎక్కడ? ఇది ఒక ముఖ్యమైన ప్రశ్న.

ఆ రోజుల్లో గాలక్టోజు ఉన్న షుగర్లను (గాలక్టోసైడులు) వాడలేని ఈ.కోలై క్రిములను యాదృశ్చికంగా కనిపెట్టాడు మోనో. వాటికి క్రిప్టో అని పేరుపెట్టాడు. ఇవి పై ప్రశ్నలకు సమాధానం వెదకడంలో బాగా ఉపయోగపడ్డాయి. ఆశ్చర్యంగా, ఇవి లాక్టోజును వాడలేకపోయినా వీటిలో గాలక్టోసైడేజు చాలా ఉంటుంది. కారణం తెలియదు.

రేడియో ఏక్టివ్ అణువులను వాడి, గాలక్టోసైడేజు తయారీని ప్రేరేపించగల థయోగాలక్టోసైడు (మెథిల్ థయో గాలక్టోసైడు) మామూలు క్రిముల్లో (wildtype) ఎంత త్వరగా చేరుతుందో కొలిచాడు. అది చాలా వేగంగా (20-25 నిముషాల్లో) చేరింది. క్రిప్టిక్ క్రిములలో ఈ మెథిల్ థయో గాలక్టోసైడు అస్సలు చెరలేదు. మరో ముఖ్యమైన విషయం, ఇంతకు ముందెప్పుడూ లాక్టోజులో పెరగని మామూలు క్రిములు కూడా మెథిల్ థయో గాలక్టోసైడుని లోపలికి చేరనివ్వలేదు.

పై ఫలితాల ఆధారంగా ఒక ప్రతిపాదన చేశాడు మోనో. లాక్టోజుని గానీ, అలాంటి రూపం ఉన్న ఇతర గాలక్టోసైడులను గానీ క్రిములు వాడాలంటే అవి ముందు మాధ్యమం నుండి క్రిముల్లోకి రావాలి. అలా లోపలికి రావాలంటే వాటిని లోపలికి తీసుకు వచ్చే ప్రోటీను ఒకటి ఉండాలి. ఈ ఊహాజనిత ప్రోటీనుకి గాలక్టోసైడు పర్మియేజు అని పేరుపెట్టాడు మోనో. చాలామంది మోనో మీద జోకులేశారు. లేని ప్రోటీనుకి పేరుపెట్టాడని. అయితే తొమ్మిది సంవత్సరాల తర్వాత కెనెడీ అనే మరో శాస్త్రవేత్త గాలక్టోసైడులను క్రిముల్లోకి తీసుకురాగల ప్రోటీన్ని క్రిములనుండి పరిశుద్ధం చేశాడు. మోనో చేసిన ప్రతిపాదన నిజమయింది.

క్రిప్టిక్ క్రిముల్లో ఈ పర్మియేజు ఉండదు. అందువల్లే అవి గాలక్టోసైడ్లను లోపలికి రానివ్వవు. లోపలికి రాని షుగర్ని వాడుకోలేవు కదా. మరి ఇంతకు ముందు లాక్టోజుని వాడని క్రిములు లాక్టోసైడ్లను ఎందుకని లోపలికి రానివ్వవు? మోనో చెప్పిన వివరణ ఏంటంటే వాటిలో పర్మియేజు స్వతహాగా చాలా తక్కువగా ఉంటుంది. ఒకసారి ఏదో ఒక గాలకక్టోసైడు ద్వారా ప్రేరేపణ జరిగితే అప్పుడు పర్మియేజు ప్రొటీను ఎక్కువగా తయారవుతుంది. ఆతర్వాత గాలక్టోసైడ్లు సులభంగా లోపలికి వస్తాయి.

అంటే లాక్టోజు వాడటానికి క్రిములకు కనీసం రెండు ప్రొటీన్లు అవసరం అన్నమాట. ఒకటి లాక్టోజును లోపలికి తీసుకొచ్చేది, మరొకటి దాన్ని రెండు షుగర్లుగా విడగొట్టేది. అయితే ఈ రెండూ ప్రేరేపణ ద్వారా తయారవుతాయి గానీ, ప్రేరేపణ విధానానికీ వీటి పనికీ సంబంధం లేదు (సబ్స్ట్రేటుగా పనికిరాని గాలక్టోసైడ్లు వీటి తయారీని ప్రేరేపణ చెయ్యగలవు కాబట్టి).

సబ్స్ట్రేటుగా పనికిరాని థయో గాలక్టోసైడ్లు పర్మియేజ్, గాలక్టోసైడేజుల తయారీని ప్రేరేపించడంతో, ఇవి రెండే కాక వీటితోబాటు మరేవైనా ఎంజైముల తయారీ కూడా జరుగుతుందేమోనని పరీక్షలు చేశాడు మోనో. మరో ఆశ్చర్యకరమైన ఫలితం ఏంటంటే, గ్యాలక్టోసైడ్ ట్రాన్స్ ఎసిటలేజు అనే ఎంజైము కూడా తయారయింది. అంతే కాదు, ఈ మూడు ఎంజైముల నిష్పత్తి ఎప్పుడూ ఒకే విధంగా ఉంటుంది.

ఇంతవరకు కనుక్కున్న విషయాల ఆధారంగా మోనో ఒక ప్రతిపాదన చేశాడు. ఈ మూడు ఎంజైముల తయారీ వాటి ప్రత్యేక జన్యు ఖండాల (genes) నుంచి జరుగుతుంది. అయితే ఆ మూడు జన్యు ఖండాలూ దగ్గరదగ్గరగా ఉంటాయి. వాటి తయారీ ఒకే సారి ఒకే విధంగా జరుగుతుంది కాబట్టి వాటి మధ్య ఏదో కొలికి ఉండాలి. అందువల్లే వాటి తయారీకి ప్రేరేపణ జరిగినా, అణచివేత జరిగినా, ఫలితం మూడు ఎంజైముల మీదా ఒకే విధంగా ఉంటుంది. ఒకే విధంగా నియంత్రణకు గురయ్యే ఈ మూడు జన్యు ఖండాల కూటమికి "లాక్ ఒపెరాన్" **(Lac Operon)** అని పేరుపెట్టాడు మోనో.

ఇక రెండు ముఖ్యమైన ప్రశ్నలు మిగిలాయి. (1) గ్లూకోజు ఈ ఎంజైముల తయారీని ఎలా అడ్డుకుంటుంది? మెథిల్ థయో గాలక్టోసైడు వీటి తయారీని ఎలా ప్రోత్సహిస్తుంది? (2) జన్యు ఖండాల్లో ఉన్న సమాచారం ఆధారంగా ఎంజైములు ఎలా

తయారవుతాయి? రెండో ప్రశ్న గురించి మొదట మాట్లాడుకుందాం.

జంతు జీవకణాల్లో జన్యు పదార్థం కేంద్రకం (nucleus) లో ఉంటుంది. కానీ ప్రొటీన్ల తయారీ కేంద్రకానికి బయట ఉన్న ద్రవ్యంలో రైబోజోము (ribosome) అనే కణికల మీద జరుగుతుంది. ఈ రైబోజోములలో ఆరెన్నే (RNA) ఉంటుంది. కానీ అది స్థిరంగా ఉంటుంది. తయారవుతున్న ప్రొటీన్ని బట్టి మారదు. అంటే ఒక ప్రొటీను తయారుచేయడానికి అవసరమైన ప్రత్యేక సమాచారం ఆ కణికల్లో లేదు. మరి కేంద్రకంలో ఉన్న జన్యు ఖండంలో ఉన్న సమాచారం ఈ కణికలకు ఏలాచేరుతుంది? వీటి మధ్య ఒక దూత **(messenger)** ఉండాలి అని ప్రతిపాదించాడు మోనో. అప్పటికి తెలియని మరో పదార్థానికి పేరుపెట్టాడు!

క్రిముల్లో కేంద్రకం ఉండదు. కానీ వాటిలో కూడా జన్యు పదార్థానికీ రైబోజోములకు మధ్య ఒక దూత ఉండాలి. లాక్టోజుతో ప్రేరేపితం అయిన క్రిముల్లో రేడియో ఏక్టివ్ గా ఉన్న యూరెసిల్ (radioactive uracil) అనే ఒక పదార్థాన్ని ఉపయోగించి ప్రయోగాలు చేశాడు మోనో. ప్రేరేపణ జరిగిన కొన్ని నిముషాల్లో ఒక రేడియో ఏక్టివ్ పదార్థం రైబోజోములకు చేరింది. యూరెసిల్ క్రిమిలో ఆరెన్నే తయారీకి మాత్రమే ఉపయోగపడుతుంది, అది డియన్నేలో ఉండదు. అంటే తయారయిన పదార్థం ఆరెన్నే అయ్యుండాలి. పైగా ఈ కొత్త పదార్థం కొన్ని నిముషాలపాటు మాత్రమే రైబోజోములకు అతుక్కుని ఉంది. తర్వాత క్షీణించింది. ఇదివరకు తెలియని ఈ కొత్త పదార్థం జన్యు ఖండం నుంచి ప్రొటీన్ల తయారీకి అవసరమైన సమాచారాన్ని రైబోజోములకు తీసుకువచ్చుండాలి. దీనికి మెస్సెంజర్ ఆరెన్నే **(messenger RNA)** అని పేరుపెట్టాడు మోనో. దీన్నే ఇప్పుడు మనం ఎమ్మారెన్నే (mRNA) అంటున్నాం.
అంతటితో ఆగక ఈ మెస్సెంజర్ ఆరెన్నే ఉనికిని నిర్ధారించడానికి మోనో మరొక ఆసక్తికరమైన ప్రయోగం చేశాడు. ఈ.కోలై లాంటి సూక్ష్మక్రిములకు కూడా జబ్బులొస్తాయి. ఒక కారణం బాక్టీరియోఫేజు అనే వైరసు ద్వారా సంక్రమితం (infected) అవడం. అలా జరిగినప్పుడు, పదార్థంలో కొన్ని చోట్ల ప్రొటీన్ల తయారీని నియంత్రించే ఖండాలు కూడా ఉంటాయంటున్నాడు మోనో! ఇలాంటి ఖండాలకు ఆపరేటరు **(operator)** అని పేరుపట్టాడు. లాక్ ఆపరేటరు లాక్ ఓపెరాన్ని నియంత్రిస్తుంది.
(ఇప్పుడు మనకు తెలిసిన విషయం ఏంటంటే జంతు కణాల్లో కూడా ప్రతి ప్రొటీను కి సంబంధించిన జన్యు ఖండం ముందు

ఈ.కోలై తన ప్రొటీన్లను తయారుచేసుకోలేదు. వైరసు ఆ ప్రక్రియను అడ్డుకుంటుంది. అప్పుడు ఈ.కోలై లో వైరసుకి సంబంధించిన ప్రొటీన్లు మాత్రమే తయారవుతాయి. అలాగా సంక్రమితమైన ఈ.కోలై ని తీసుకుని, రేడియో ఏక్టివ్ యూరెసిలుని వాడి, ఏ విధమైన పదార్థాలు తయారవుతాయో పరిశీలించాడు మోనో. ఇక్కడ కూడా ఒక కొత్త ఆరెన్నే తయారయింది. అది రైబోజోములకు అతుక్కుంది. కానీ కొన్ని నిముషాలపాటే ఉండి పతనమై పోయింది. దానిలో ఉన్న బేస్ నిర్మాణం వైరసు డియన్నే నిర్మాణం లాగా ఉంది, ఈ.కోలై డియన్నే లా కాదు. ఈ ఫలితాలతో మెస్సెంజర్ ఆరెన్నే ఉనికికి బలమైన ఆధారం దొరికింది.

ఇక మిగిలిన ప్రశ్న ప్రొటీన్ల తయారీ ప్రేరేపణా, దాన్ని అడ్డుకోవడం ఎలా జరుగుతాయి అని. బ్యాక్టీరియా పెరిగి, వాటిలో విభజన జరిగి, వాటి సంఖ్య పెరుగుతున్న క్రమంలో అప్పుడప్పుడూ జన్యుపదార్థం తయారీలో తప్పులు జరుగుతూ ఉంటాయి. అలాంటి తప్పు(లు) ఉన్న క్రిమిని మనం మ్యుటెంటు (mutant) అంటాము. పరిశోధనలు చేస్తున్న క్రమంలో చాలా మ్యుటెంట్లను కనిపెట్టాడు మోనో. వాటిలో ఒక దానిలో ఎప్పుడూ లాక్టోజులో పెరగకపోయినా లాక్టోజు వాడుకకు అవసరమైన ఎంజైములు అన్నీ ఉన్నాయి. దానికి "కాన్స్టిట్యూటివ్" అని పేరుపెట్టాడు మోనో. ఈ ఎంజైముల తయారీని జరగకుండా ఆపాలంటే ఆ ఆపగలిగే పదార్థము **(represser)** ఎంజైముకి సంబంధించిన జన్యుఖండం మీద కాకుండా జన్యు పదార్థం మీద మరొకచోట ఎక్కడో అతుక్కోవాలి (దీనికి కారణం మనం ఇంతకు ముందే చెప్పుకున్నాం). గ్లూకోజు ఉన్నా లేకపోయినా ఎంజైముల తయారీ జరుగుతుందంటే ఆ మరొకచోట ఉన్న జన్యుపదార్థంలో మ్యూటేషను జరిగివుండాలి. ఇప్పుడు రిప్రెస్సరు ఆ చోట అతుక్కోలేదు. ఎంజైముల తయారీ జరుగుతుంది, ఇది ఒక విప్లవాత్మక ప్రతిపాదన. ఎందుకంటే ఆ రోజుల్లో బీడిల్, టేటం అనే పరిశోధకులు "ఒక జన్యు ఖండం-ఒక ప్రొటీన్" అనే ప్రతిపాదన చేశారు. జన్యు పదార్థంలో ఖండాలుంటాయనీ , ఒక్కో ఖండంలో ఒక్క ప్రొటీనుని తయారుచేయడానికి అవసరమైన సమాచారం ఉంటుందనీ ఆ ప్రతిపాదన. అయితే ఇప్పుడు జన్యు దాని తయారీని నియంత్రించే మరొక ఖండం ఉంటుంది. దాన్నిప్పుడు ప్రమోటరు అంటున్నాం.)

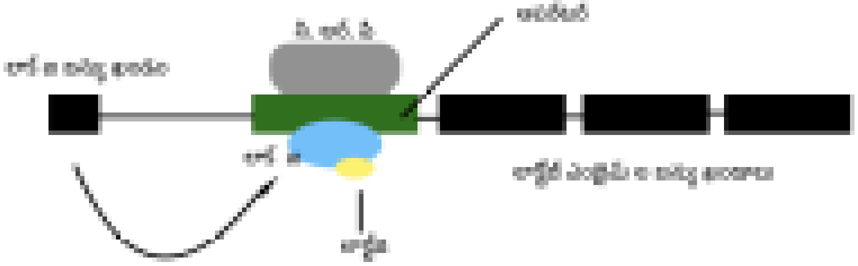
[ఆ రోజుల్లో గ్లూకోజు ఆపరేటరు ఖండం మీద అతుక్కుని, లాక్టోజు వాడుకకు అవసరమైన ఎంజైముల తయారీని ఎలా అడ్డుకుంటుందో మోనో కి కూడా తెలియదు. ఆయన దాన్ని గ్లూకోజు ప్రభావం అనీ, కెటబొలైట్ ద్వారా అణచివేత

(catabolite repression) అనీ అన్నాడు. మామూలుగా గ్లూకోజు లాంటి చిన్న అణువుకు డియన్నే తో నిర్దిష్టమైన బంధం ఏర్పరచుకునే అవకాశం లేదు. అలాంటి సంబంధం ప్రోటీను తోనే సాధ్యం. ఇప్పుడు గ్లూకోజు ప్రభావానికి కారణం CRP (cAMP Receptor Protein) అనే ప్రోటీను అని మనకు తెలుసు.]

అయితే ఆపరేటరు అని పేరు పెట్టి (1961) అంతటితో ఆగలేదు మోనో. కాన్స్టిట్యూటివు మ్యూటెంట్లో ఆపరేటర్లో మార్పు (మ్యుటేషను) ఉందని నిరూపించడం ఎలా? ఆరోజుల్లో డియన్నే బేస్ క్రమాన్ని పరిశీలించే మార్గాల్లేవు. కానీ మరొక మార్గాన్ని వాడాడు మోనో. ఒక క్రిమి నుండి మరొక క్రిమికి ప్లాస్మిడు డియన్నే (Plasmid DNA) బదిలీ అవుతుందని లెడర్బర్గ్, టేటం అనే శాస్త్రజ్ఞులు కనుక్కున్నారు. ఒక క్రిమిలో ఉన్న జన్యుపదార్థంలో కొంత భాగం సహజంగా ప్లాస్మిడు లోకి వెళ్తుంది (ఇప్పుడు ఇలాంటి ప్లాస్మిడులను కృత్రిమంగా తయారు చెయ్యగలరు శాస్త్రజ్ఞులు). ప్లాస్మిడు మరోక్రిమిలోకి సంపర్కం ద్వారా బదిలీ అయి దాని జన్యుపదార్థంలోకి చేరగలదు. అలా చేరిన కొత్త జన్యుపదార్థంలో లాక్టోజు వాడుకకు సంబంధించిన జన్యుఖండాలున్నాయో లేదో తెలుసుకోవడానికి ఇప్పుడున్న మార్గాలు అప్పుడులేవు కాబట్టి చాలా కష్టంతో కూడిన (labor intensive) పరిశోధనలు చెయ్యవలసివచ్చింది. ఫలితాల ఆధారంగా ప్లాస్మిడుతో వచ్చిన జన్యుపదార్థం ఏంటో తెలుసుకోవలసి వచ్చింది. ఉదాహరణకు లాక్టోజును వాడలేని క్రిములు సంపర్కం తర్వాత దానిని వాడగలిగాయి అంటే ప్లాస్మిడు ద్వారా వచ్చిన డియన్నేనే దానికి కారణం అయ్యుండాలి.

ఒక కాన్స్టిట్యూటివు క్రిమిలో ఆపరేటర్లో తప్పు ఉందనుకుందాం. తప్పులేని ఆపరేటరు జీను (gene) ఉన్న డియన్నే ఆ క్రిమిలోకి వస్తే, కొత్తగా వచ్చిన జీను మామూలుగా పనిచెయ్యాలి. అంటే గ్లూకోజు ఉన్నప్పుడు లాక్టోజుకి సంబంధించిన ఎంజైములు తయారు కాకూడదు. కానీ ఇంతకు ముందే ఉన్న మార్పిడి జరిగిన (మ్యుటేషను ఉన్న) ఆపరేటరు పని మాత్రం మారకూడదు.

కాన్స్టిట్యూటివు మ్యుటెంటులో ఉన్న లోపానికి ఇతర కారణాలు ఊహించాడు మోనో. ఎంజైముల తయారీ మీద జరిగే నియంత్రణలో మరో ప్రొటీను యొక్క ప్రమేయం ఉందనుకుందాం. అది ఆపరేటరుకు అతుక్కుని దాన్ని మామూలుగా పనిచెయ్యనివ్వదు. అంటే ఇంతకుముందు మనం చెప్పుకున్న రిప్రెసరు లాంటిది. అది ఆపరేటరుకి అతుక్కున్నప్పుడు లాక్టోజుకి సంబంధించిన ఎంజైములు తయారు కావు. కానీ ఆ ప్రొటీనుకి (రిప్రెసరుకి) సంబంధించిన జన్యుఖండంలో మ్యుటేషను వచ్చి అది ఆపరేటరుకి సరిగ్గా అతుక్కోలేదనుకుందాం. అప్పుడు మనము గుర్తించేది కాన్స్టిట్యూటివు మ్యుటెంటేకదా! అంటే ఎంజైములు తయారవుతాయి! అలాంటి కాన్స్టిట్యూటివ్ మ్యూటెంట్లో ఒక మామూలు ప్లాస్మిడు డియన్నే చేరిందనుకుందాం. దాంట్లో రిప్రెసరుకి సంబంధించిన మామూలు జన్యుఖండం ఉంటుంది. అప్పుడు కాన్స్టిట్యూటివ్ మ్యూటెంట్లో కూడా లాక్టోజుకి సంబంధించిన ఎంజైముల తయారీ జరకూడదు. ఎందుకంటే మామూలుగా పనిచేసే రిప్రెసర్ రెండు చోట్లా (ప్లాస్మిడుతో వచ్చిన ఆపరేటరు మీదా, మ్యుటెంట్లో ఉన్న ఆపరేటరు మీదా) అతుక్కోగలదు కాబట్టి. తన పరిశోధనల్లో అలాంటి పలితాన్ని గమనించాడు మోనో.



బొమ్మ: అరి సీతారామయ్య

అంటే అసలు ఈ కాన్స్టిట్యూటివ్ మ్యుటెంటులో ఉన్న తప్పు ఆపరేటర్లో కాదు, అణచివేత ప్రోటీన్లో ఉంది. ఒక డియన్నే నుంచి తయారై (కొత్తగా చేరిన ప్లాస్మిడు) మరొక డియన్నే (క్రిమిలో ముందే ఉన్నది) పనిని నిర్దేశించాలంటే ఆ పదార్థం ద్రవ్యంలో ప్రయాణం చెయ్యాలి. అలా చెయ్యగలది, డియన్నేకి నిర్దిష్టమైన బంధంతో అతుక్కోగలిగినది ప్రొటీను మాత్రమే. అందువల్ల మోనో ఆ ఊహాజనిత ప్రోటీనుకి లాక్ ఐ **(LacI)** అని పేరుపెట్టాడు. ఆ పదం లో ఉన్న I అంటే నిరోధించే పదార్థం అని (ఇన్హిబిటరు, Inhibitor). లాక్ ఐ ఆపరేటరుకి అతుక్కుని లాక్టోజుని వాడకానికి అవసరమైన ఎంజైములను తయారు కాకుండా చేస్తుంది. మాధ్యమంలో ఉన్నప్పుడు లాక్టోజు లాక్ ఐ కి అతుక్కుని దాన్ని ఆపరేటరుకి అతుక్కోవడం వీలుకాకుండా చేస్తుంది. అప్పుడు ఎంజైములు తయారవుతాయి.

ఇదీ మోనో చేసిన విప్లవాత్మక ప్రతిపాదన. ఒక్క సారి జాగ్రత్తగా గమనించండి. లాక్ ఐ ఒక నిరోధక ప్రోటీను. దాన్ని నిరోధించేది లాక్టోజు. అంటే ఎంజైముల తయారీ జరగడానికి ఒక నిరోధక శక్తిని మరో నిరోధక శక్తి అడ్డుకుంటుంది అన్నమాట. ఇంగ్లీషులో inhibition of an inhibition causes activation. ఈ సూత్రం ఎందుకు మహత్తరమైనదంటే, లాక్ ఐ డియన్నేకి అతుక్కుని ఉంటే, దానికి మరో చోట అతుక్కుని, డియన్నేతో దానికున్న అతుకుని విడగొట్టింది లాక్టోజు. ఒక చోట అతుక్కుని మరో చోట ఉన్న అతుకుని ప్రభావితం చెయ్యగలగటానికి ఎల్లోస్టెరిక్ రెగ్యులేషన్ అని పేరుపెట్టాడు మోనో. మన శరీరంలో ముఖ్యమైన ఎంజైముల నియంత్రణ ఈ సూత్రప్రకారమే జరుగుతుందని ఇప్పుడు అందరికీ తెలుసు. ఈ నియంత్రణ ఎలా జరుగుతుందో మరోసారి వివరంగా మాట్లాడుకుందాం.

ఈరోజుల్లో జన్యు పదార్థం నుండి ప్రోటీను తయారీకి అవసరమైన మెస్సెంజర్ ఆరెన్నే తయారీని పెంపొందించే ప్రోటీన్లను Transcriptional activators అనీ, తక్కువ చేసే లేక పూర్తిగా నివారించే వాటిని Transcriptional inhibitors అనీ అంటారు. రెండిటినీ కలిపి Transcription factors అని కూడా అంటారు. దీనంతటికీ నాంది మోనో చేసిన పరిశోధనలే.

ఆయన చేసిన పరిశోధనలకు గుర్తింపుగా మోనోకి, ఆయనతో కలిసి పనిచేసిన ఫ్రాన్వా జాకోబ్, ఆంద్రే లొఫ్ లకు, 1965 లో నోబెల్ బహుమతి లభించింది.

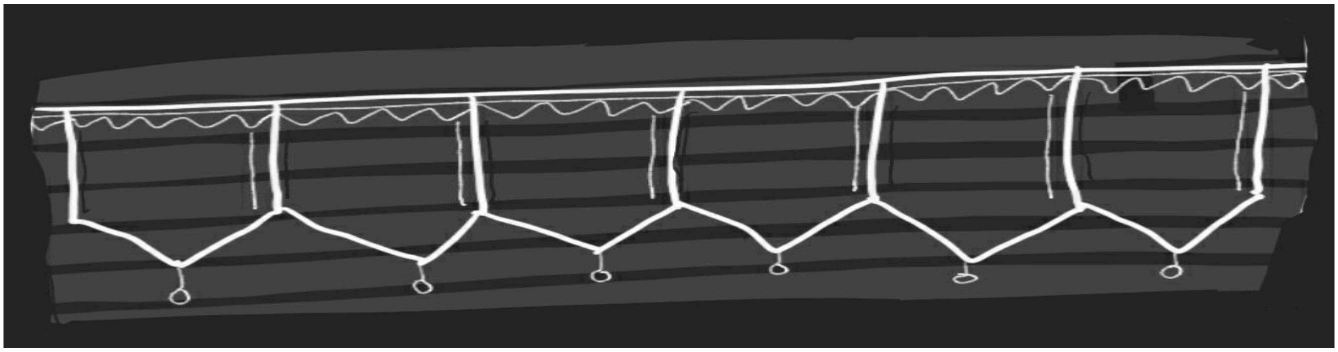
ఇంతవరకూ మనం చెప్పుకున్న మోనో పరిశోధనలన్నీ ఈ.కోలై మీదనే చేసినా, ఆయన కనుక్కున్న సూత్రాలన్నీ (జన్యు ఖండాల నియంత్రణ, మెస్సెంజరు ఆరెన్నే ఉనికి, ఎల్లోస్టెరిక్ రెగ్యులేషన్) సూక్ష్మ క్రిములనుండి జంతుకణాల దాకా అన్నిటికీ వర్తిస్తాయి. ఈ విషయాన్ని ప్రస్తావిస్తూ ఆయన 1965 లో ఇలా అన్నాడు: ఈ.కోలై కి వర్తించేది ఏనుగుకి కూడా వర్తిస్తుంది ("What is true for E.coli is also true for the elephant"). జీవ పరిణామ క్రమానికి ఇదొక బలమైన ఆధారం.

ఈ వ్యాసం రాస్తున్నప్పుడు పాత పరిశోధనా పత్రాల వెతుకులాటలో, సరైన తెలుగు పదాల వాడుకలో చాట్ జీపీటీ చాలా ఉపయోగపడింది. Discoveries అన్న మాటకు 'కనుక్కోన్లు' అన్న పదాన్ని సూచించింది చాట్ జీపీటీ నే.

[మోనో ఫ్రేంచులో చేసిన రచనల పేర్లకు పరిభాషకు పాఠకుల సౌకర్యార్థం ఇంగ్లీషు అనువాదాలు ఇవ్వబడినాయి – సం.]

---

* * *



కాళిదాసూ కృత్రిమమేధా

*

కొచ్చెర్లకోట బాపారావు

వాగర్థావివ సంపృక్తౌ వాగర్థః ప్రతిపత్తయే
జగతః పితరౌ వందే పార్వతీపరమేశ్వరౌ
(రఘువంశం 1.1)

అంటూ కాళిదాసు మహాకవి పలుకు (వాక్కు) -తలపుల (అర్థం) నడుమనున్న అవినాభావ సంబంధాన్ని గుర్తించి గౌరవించాడు. ఈ జగత్తు ఉనికి కేవలం ప్రకృతి-పురుష స్వరూపులైన పార్వతీ పరమేశ్వరుల తలపు . దాన్నిగురించి తెలుసుకోవాలంటే ఆ తలపుకి అర్థం తెలియాలి. మానవమాత్రుడైన కవి తన కావ్యపు పలుకులతో ఆ అర్థాన్ని పరిమితరూపంలో మన ముందు ఉంచుతాడు.

కవే కావక్కర్లేదు, మనిషి ఎవరైనా ఎక్కడైనా మనిషిగా గుర్తింపు పొందాలంటే మాటలు చెప్పాలి, ఆ మాటలు మరొకళ్ళకి అర్థం కావాలి. మాటలని క్రమపద్ధతిలో కూర్చడానికి భాషా, ఆ భాషని నిర్వచించడానికి వ్యాకరణమూ మూల సాధనాలు.

లోకంలో అనేక భాషలూ, వాటిని అంటిపెట్టుకుని అనేక మానవ సముదాయాలూ ఉన్నాయి. వాటిలో ఒక్కోదానికీ ఒక్కోరకమైన జీవనశైలీ, పద్ధతులూ, ఆచారాలూ—మొత్తం కలిపి “సంస్కృతి” అని మనం వ్యవహరించేది – నిర్దుష్టంగా ఉంటాయి. భాష అంటే కేవలం మనిషి యొక్క భౌతిక వాగ్యంత్రం (స్వర పేటిక, నాలుక, పళ్ళు, అంగుటి ఇలాంటివి, మనచేత మాటల్ని పలికించేవి) నుంచి వెలువడే శబ్దాలూ, వాటి లిఖితరూపాలూ అనే భావం ఉంటుంది. కానీ భాషని భావ వ్యకరతీకరణ సాధనంగా భావించితే దాని విస్తృతి పెరుగుతుంది. తలపు అనేది చిత్రకళ, సంగీతం, నృత్యం, శిల్పం, విడియో, ఇత్యాది మాధ్యమాలద్వారా కూడా వెల్లడి అవుతుంది. అదంతా భాషే. ఒక్కో మాధ్యమానికీ తనదైన భాషా, నియమరూపమైన వ్యాకరణమూ ఉంటాయి. సంగీతంలో రాగం, లయ, గమకం, వాటికి సంబంధించిన నియమాలూ, అలాగే చిత్రకళలో కాంతులూ, రంగులూ, రూపురేఖలూ, సౌష్టవాలూ, ఆ బాపతు తీరుతెన్నులూ, ఇవన్నీ సదరు మాధ్యమాలకి ప్రత్యేకాలైన భాషావ్యాకరణాలకి ఉదాహరణలు.

ఈ ప్రకారంగా, ఒక్కో సంస్కృతినీ ఒక్కో మానవసముదాయానికి చెందిఉన్న బహుమాధ్యమవాక్కుల నిర్దుష్ట సమాహారంగా ఊహించవచ్చు. ఇలాంటి సంస్కృతులు విశ్వంలో బహుళం. కాళిదాసు చెప్పినట్టు, బహుమాధ్యమవాక్కూ, అర్థమూ అవినాభావ సంబంధం కలిగి ఉన్న పక్షంలో, వాక్కుకి మూలసాధనమైన భాషకీ, సంస్కృతికీ సంబంధం ఉండితీరాలి. ఆ సంబంధం ఎటువంటిది అనేది జిజ్ఞాసువులకి వెంటనే తట్టే మొదటి ప్రశ్న. (భాషాసంస్కృతుల బాంధవ్యస్వరూపం)

కాళిదాసు చెప్పినదాన్ని మరో దిక్కునుంచి చూస్తే, ఇంకో ప్రశ్న కూడా ఉదయిస్తుంది: సమస్త సంస్కృతులూ యావత్ సృష్టికి తల్లిదండ్రులైన పార్వతీపరమేశ్వరుల మదిలో పుట్టిన ఒక్కగానొక్క తలపే గనక అయినట్టయితే, ఆయా సంస్కృతులతో ముడివడిన భాషలన్నిటికీ పునాదిగా మూలభాషలాంటిది ఏదో ఉందని అనుకోవచ్చా అనేది రెండవ ప్రశ్న. (మూలభాష ఉనికి)

20వ శతాబ్దపు మేధావులు ఈ రెండు ప్రశ్నలను లోతుగా పరిశీలించి సిద్ధాంతీకరించారు. ఆ సిద్ధాంతాలు భాషాశాస్త్రం, అభిజ్ఞాశాస్త్రం (cognitive science) వంటి తాత్విక

[1] సృష్టికి పూర్వం, సమస్త విశ్వం పలుకులో ఇమిడి ఉంటుందన్న భావం క్రిస్టియన్ బైబిలు మొదట్లో “In the beginning there was the Word, and the Word was with God” అన్న నాందీ వాక్యంలోనూ మనకి కనబడుతుంది. సృష్ట్యాదిలో, సృష్టికి అతీతంగా ఉండేదల్లా ఓంకారనాదమే అన్న భావం తెలిసినదే.

శాస్త్రాలనుంచి, కంప్యూటరు సైన్సులాంటి ఉపయుక్త శాస్త్రాలవరకూ ప్రభావితం చేసాయి.

ప్రస్తుత శతాబ్దం మాటకొస్తే యాంత్రికాధ్యయనం (machine learning), కృత్రిమమేధ (artificial intelligence) వంటి శాస్త్రాలు ప్రాధాన్యతను సంతరించుకున్నాయి; వాటి ద్వారా బహుమాధ్యమవాక్కు తాలూకు వినియుక్తాలు - అంటే అనువాదం, వాఙ్నిర్మాణము, వాగవగాహన వంటివి - యంత్రీకరించే యత్నాలు ముమ్మరంగా సాగుతున్నాయి. ఈ యత్నాలలో పై రెండు ప్రశ్నల అధ్యయనం నేటికీ అంతర్లీనంగా సాగుతూనే ఉంది.

భాషా సంస్కృతుల బాంధవ్య స్వరూపం అనే మొదటి ప్రశ్న మీద వచ్చిన ప్రధాన సిద్ధాంతం Sapir-Whorf hypothesis. మూల భాష ఉనికి అనే రెండో ప్రశ్న మీద వచ్చిన ప్రధాన సిద్ధాంతం Chomsky పండితుడి Universal Language Theory. ప్రస్తుత వ్యాసంలో ఈ రెండింటినీ చూచాయగా పరిచయం చెయ్యడం జరుగుతుంది. ఆ మీదట కంప్యూటర్ సైన్సులో ఈ సిద్ధాంతాల క్రియాశీల భూమిక గురించి స్థూలంగా చెప్పుకుందాము. పిదప అంకంలో 21వ శతాబ్దపు కృత్రిమ మేధ అభివృద్ధిలోనూ ఈ సిద్ధాంతాల పాత్రని ప్రస్తావిద్దాము.

ప్రధాన సిద్ధాంతాల పరిచయం

సేపర్-వార్ఫ్ భాషా సాపేక్షతా సిద్ధాంతం

బెంజమిన్ వార్ఫ్ (Benjamin Whorf) యేల్ యూనివర్సిటీ భాషా శాస్త్రజ్ఞుడు. గురువు ఎడ్వర్డ్ సేపర్ (Edward Sapir) అధ్వర్యాన్న ఉత్తర అమెరికా ఆదివాసుల భాషల, ప్రత్యేకించి హోపీ తెగ వారి భాష, స్వరూపాన్ని అధ్యయనం చేసాడు. హోపీ భాషాకటే కాదు, ఇతర అమెరికా ఆదివాసుల భాషల్నీ, ప్రపంచ భాషలనీ (సంస్కృతంతో సహా) ఎన్నింటినో అధ్యయనం చేసాడు.

గురువు సేపర్ 1939 లో మరణించిన తరవాత, ఆయన స్మారకార్థం 1941 లో వెలువడిన Essays in Language, Culture and Personality అనే వ్యాససంపుటంలో వార్ఫ్ The Relation of Habitual Thought and Behavior to Language (Whorf, 1941, pp. 75-93) అనే వ్యాసం ప్రచురించాడు. తరవాతి రోజుల్లో భాషా సాపేక్షతా సిద్ధాంతం (Linguistic Relativity Theory) అనీ, Sapir-Whorf Hypothesis అనీ వ్యవహరించబడిన సిద్ధాంతాలకి ఈ వ్యాసమే మూలం.

ఆ వ్యాసంలో వార్ఫ్ హోపీ భాషనీ, అమెరికన్ ఇంగ్లీషునీ తులనాత్మకంగా పరిశీలిస్తాడు. ఆయా భాషల్లో చెప్పగలిగిన విషయాలూ, చెప్పే తీరులూ భిన్నంగా ఉంటాయని తెలుస్తాడు. ఆ తేడాలని బట్టి అగ్నిప్రమాదాల నిరోధంకోసం చెప్పే జాగ్రత్తలు (ఆదేశాలు, instructions) అమెరికన్ ఇంగ్లీషులో చెప్పినవాటిని నేరుగా హోపీ భాషలో చెప్పడం కుదరదని నిరూపిస్తాడు. దీన్ని బట్టి మనుషుల వ్యవహారాలు వాళ్ళ సంస్కృతులనీ, భాషలనీ అనుసరించి (భాషకి సాపేక్షంగా) ప్రత్యేక స్వరూపాలని సంతరించుకుంటాయని సిద్ధాంతీకరించాడు వార్ఫ్.

వార్ఫ్ సిద్ధాంతానికి ఎన్నో అభ్యంతరాలు వచ్చాయి. కొన్ని సాధారణ పాఠకులకే తడతాయి. మానవ భాషలు, సంస్కృతుల్లో మరీ అంతేసి అంతరాలు ఉన్నట్టయితే, బహుభాషాకోవిదుల మాటేమిటి? ఓ సంస్కృతికి చెందిన చిన్నబిడ్డల్నే తీసుకోండి, వాళ్ళు అనేక భాషలు సునాయాసంగా నేర్చేసుకుకోగలరు. భాషల్లో అంతర్వాహినిగా ఏదో ఏకత్వం లేకపోయినట్టయితే అనువాదాలెలా సాధ్యపడతాయి?

ఈనాటి పండితుల్లో ఈ అభ్యంతరాలని క్రమబద్ధం చేసిన వారిలో స్టీవెన్ పింకర్ ప్రసిద్ధుడు (Pinker, 2025).

కానయితే, భాషకీ, భాషామథన నాడీమండలానికీ (language processing neural system), సంస్కృతికీ బొత్తిగా సంబంధం లేదని ఆక్షేపించలేము. ఎందుకంటే, ఆ సంబంధపు ఉనికికి కావల్సినన్ని ఆధారాలు ఉన్నాయి గనక. వాటిల్లో కొన్ని నాడీమండల పరిశీలనలో తేలినవి ఉన్నాయి. అందువల్ల వార్ఫ్ సిద్ధాంతం పూర్తిగా సాధువు కాకపోయినా, పాక్షికంగా సాధువేనని 20వ శతాబ్దపు పండితులు సమాధాన పడ్డారు. (weak whorfian hypothesis)

ఛామ్‌స్కీ మూలభాషా (సార్వత్రిక వ్యాకరణ) సిద్ధాంతం

నోమ్ ఛామ్‌స్కీ మాసాచుసెట్స్ సాంకేతిక సంస్థ (Massachusetts Institute of Technology, MIT) లో

విశ్రాంత భాషాశాస్త్ర ఆచార్యుడు, ఆధునిక భాషాశాస్త్రానికి మూలపురుషుడిగా ఈయన్ని ఎంచుతారు.

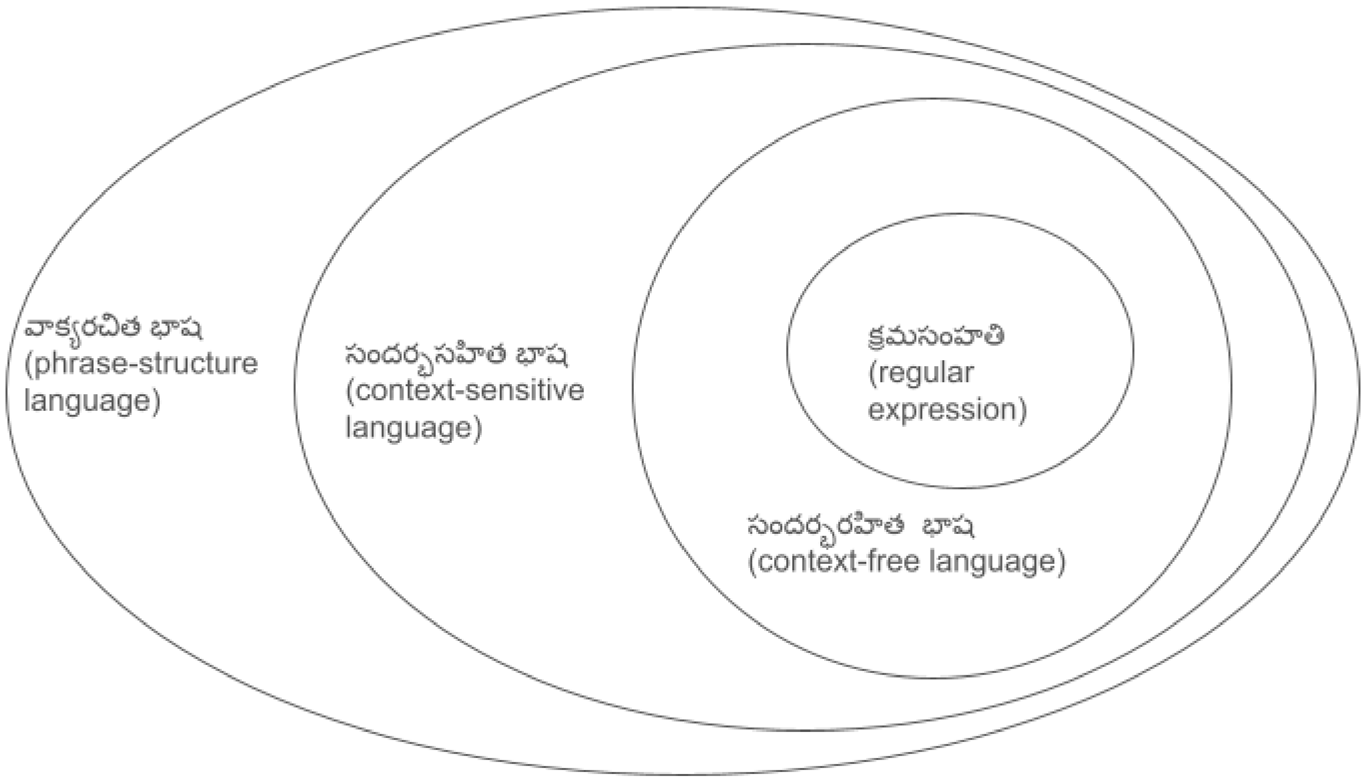
లోకంలోని వివిధభాషలకీ సహజభూతమైన ఒకటే మూలం ఉందా, లేక మానవసమాజాలు విడివిడిగా కేవలం అభ్యాస రూపేణా ఏర్పరుచుకోడం వల్ల బహుభాషలు ఏర్పడ్డాయా, అనే విషయం మీద శతాబ్దాలుగా పండితులు వాదించుకుంటూనే ఉన్నారు. 1950లు ఆదిగా, అనేక రచనలతో, ఛామ్‌స్కీ పండితుడు మానవజాతి మొత్తానికి శరీరోద్భవమైన (biologically-based) మూలభాష ఉందని తాత్వికంగా వాదించి, ఆ వాదానికి బీజగణిత (symbolic mathematics) నియమబద్ధమైన స్వరూపం కల్పించాడు.

తాత్విక వాదన అవడంవల్ల, ఇక్కడ మనం "ఇది" అని ఒకానొక మూలభాషకేసి వేలుపెట్టి చూపించగలగడం ప్రధానం కాదు. మూలభాషా సిద్ధాంతం సరైనదే అని వాదించే వరస ఈ క్రింది విధంగా ఉంటుంది:

- "భాష" అంటే ఆ భాషలో సాధువులైన వాక్యాల సర్వస్వం.
- ఆ విధమైన ఒక్కో వాక్య సర్వస్వాన్నీ, ఆ భాషకి ప్రత్యేకమైన ఉత్పాదక వ్యాకరణపు (Generative Grammar) నియమాలని ప్రయోగించి ఆ భాషేతర వ్యాక్యాలు రాకండా పుట్టించవచ్చు.
- భాషలన్నిటి ఉత్పాదక వ్యాకరణాల నియమాలని ఒకే రాటన కట్టే ఒక ఆధివ్యాకరణం (meta-grammar) సూత్రాలతో వర్ణించవచ్చు. ఒక్కో అధివ్యాకరణ సూత్రసమాహారం ఒక్కో వ్యాకరణాన్ని అభావాతిరిక్తాలు లేకుండా ప్రకటించసాధ్యం. భాషా వ్యాకరణాలకి పైన చెప్పిన సంబంధం వంటిదే అధివ్యాకరణ, వ్యాకరణాల సంబంధం.
- అధివ్యాకరణాన్ని సారూప్యంగా ప్రదర్శించి, దాన్ని ప్రయోగించి మానవభాషల ఉత్పాదక వ్యాకరణాలని తెప్పించి చూపిస్తే సార్వత్రిక వ్యాకరణం (Universal grammar) అనేది కలదు అన్న వాదం నిలబడుతుంది.
- భాష శరీరోద్భవకత (biological origin of language) మాటకి వస్తే, ఎంత క్లిష్టమైన వ్యాకరణ సూత్రాలతో నిబద్ధమైన భాషనైనా ఆ భాషాలోకంలో పుట్టిన బిడ్డలు సునాయాసంగా తప్పులు లేకుండా సహజరీతిన నేర్చేసుకుంటారన్న విషయం గమనిస్తే మానవశరీరస్వరూపమే భాషకి మూలం అని స్ఫురిస్తుంది.
- మానవశరీరస్వరూపం సార్వత్రికం కనక, వివిధ మానవ భాషలనీ కలుపుతూ సార్వత్రిక వ్యాకరణం అనేది ఉండాలి. (వ్యాకరణం అనేది కేవలం పండితులు కల్పించే వస్తువు. అంచేత, ఇదిగో, 'ఇది' అని వేలెత్తి చూపించడానికి సార్వత్రిక వ్యాకరణం అనేది లేకపోయినా ఇబ్బంది లేదు. అలాంటి వ్యాకరణాన్ని సృష్టించే పండితుడెవడూ ఇంకా పుట్టలేదు, అనుకోవచ్చు.)

పైన చెప్పిన వాదాంశాలని గణితపరంగానూ, తాత్వికపరంగానూ బలపరచే దిశలో ఛామ్‌స్కీ పండితుడు దశాబ్దాలపాటు కృషి చేసాడు, ఘనవిజయాలు సాధించాడు. (Chomsky, 1957) (Chomsky, 1964) (Chomsky, 1986) "అటునుంచి నరుక్కురావాలి" అన్న సూత్రాన్ని బట్టి, ఆయన అంచెలవారీగా సాగాడు. మొదట భాషని అర్థం నుంచి (కృత్రిమంగా, గణితపరంగా) విడదీసాడు[2]. ఆపైన అక్షరబీజాలనుంచి పదధాతువులని విడదీసాడు, వాటిని మళ్ళీ సంధించడానికి వ్యాకరణాలని సృష్టించాడు. ఆ వ్యాకరణాలలోని కోవలను ఒక పొరలో మరొక పొర ఇమిడేటట్లుగా విభజించాడు, ఉల్లిపాయపొరల మాదిరి. అందులో బయటి పొర అత్యంత క్లిష్టమైనది. లోపలికి వెళుతున్న కొద్దీ వ్యాకరణం సరళమైన కోవకు చెందినదన్నమాట.

[2] కాళిదాసు కవి హోదాలో వాగర్థాలని విడదీయనసాధ్యం అని ప్రకటించితే, ఆ వాగర్థాల స్వరూపాన్ని వివరంగా తెలుసుకోవాలంటే గణితం సాధనంగా వాటిని విడపీకి పరిశీలించారు ఛామ్‌స్కీ వంటి వైశ్లేషిక తాత్వికులు. మొత్తానికీ, దాని ముక్కలకీ గల వైవిధ్యసంబంధాలని గ్రహించడానికి మనకున్న విద్యలు బహుళం, వివిధం.



చిత్రం 1: నోమ్ ఛామ్‌స్కీ భాషా సోపానాలు (language hierarchy)

ఈ వ్యాకరణాల కోవలు వాటివాటి భాషాకోవలని అనుసరించి ఉంటాయి. చిత్రం 1 ఈ భాషాకోవలని ప్రదర్శిస్తుంది. ఈ కోవల క్లిష్టత మెట్ల తీరున (hierarchical) అమరి ఉంటాయి. చిత్రంలో వీటిని ఒకదాన్నొకటి ఆవరించిన పొరలుగా చూపించడమైనది.

వీటిల్లో అతి సరళమైనవి క్రమసంహతులు (regular expressions). వీటి వ్యాకరణం, ఉదాహరణకి, తెలుగు వాక్యాలని పదాలుగా విడదీసే ప్రక్రియనీ, బీజగణిత సంహతులనీ (algebraic expressions) నిర్వచించడానికి పనికొస్తుంది.

ఆ పై పొర సందర్భరహిత భాష (context-free language). ఈ కోవ వ్యాకరణం కంప్యూటర్ భాషల వంటి కృత్రిమ భాషల నిర్వచనానికి సరిపోతుంది.

ఆ పై పొర సందర్భసహిత భాష (context-sensitive language). సరళీకృతమైన, సాధారణీకృతమైన (అంటే, చిన్న పిల్లల స్థాయి మాదిరికి తగ్గించిన) మానవ భాషలకి ఈ కోవ వ్యాకరణాలు సరిపోతాయి.

అన్నిటినీ ఆవరించి ఉన్న కోవ వాక్యరచితభాష (phrase structure language), ఈ కోవ వ్యాకరణాలు మానవభాషల వాక్యాలని చాలామటుకు పట్టుకోగలవు.

కంప్యూటర్ సైన్సులో భాషా సిద్ధాంతాల ప్రయోగం

కంప్యూటర్ ఆధారిత వ్యవస్థ (system) ఒక కృత్రిమ ప్రపంచం లాంటిది. అందులో వివిధాంగాలు ఉపయంత్రాల (subsystems) రూపంలో వాటివాటి వేర్వేరు ఉపయోగాలని అందిస్తూ ఉంటాయి. వాటి రచనానిర్మాణాలకి ఇంజనీర్లు ఆయా ప్రయోజనాలని అనుసరించిన ఉపభాషలని వాడతారు. ఉదాహరణకి మాత్రికా గణిత ప్రక్రియలకి (matrix processing) పనికొచ్చే ఉపయంత్రానికిగాను మాత్రికలని క్రమపద్ధతిలో వర్ణించడానికి పనికొచ్చే ఉపభాషని వాడతారు. ఉపయంత్రాలనడుమా, వేర్వేరు సిస్టముల నడుమా సంచారపు (communication) సేవలని అందించే ఉపయంత్రాలు ప్రత్యేకం ఉంటాయి, వీటి రూప కల్పనా, నిర్మాణం, వాడకం, వీటన్నిటికిగాను సంచారానికి ప్రత్యేకమైన ఉపభాషని వాడతారు. అలాగే వినియోగదారుడితో యాంత్రికంగా

సంభాషించే మరబంట్ల (bots) ఉపయంత్రం కూడా తనదైన ఉపభాషని కలిగి ఉంటుంది. ఏ ఉపభాషా తన పరిధి దాటి తనది కాని మరో ఉపయంత్రం జోలికి వెళ్ళదు.

అయితే ఈ ఉపభాషలన్నీ, పేరుకి తగ్గట్టుగానే, ప్రధానభాషకి ఆయా పనులకి సరిపడే అవతారాలే. Ruby, Java, C++, ఇత్యాది పేర్లుగల ఈ ప్రధానభాషలు పాఠకులకి పరిచయమైనవే. ఈ భాషలన్నింటికీ పైన చెప్పిన సందర్భరహిత భాషావ్యాకరణం ఒకటి ఉంటుంది. ఆ వ్యాకరణాలన్నిటినీ కంప్యూటరుకి తెలిసేలా రాసి వర్ణిండానికి ప్రాచీన భారతీయ వైయాకరణీకుడు పాణిని వాడుకున్న అధివ్యాకరణం (meta-grammar) వాడతారు. 1960ల దశకంలో పాణిని గురించి తెలియని శాస్త్రజ్ఞులు జాన్ బాకస్ (John Backus), పీటర్ నావుర్(Peter Naur) లు అటువంటి అధివ్యాకరణాన్నే కంప్యూటర్ భాషా వ్యాకరణాల నిర్వచనం కోసం రూపొందించారు. పాణిని గురించి తెలుసుకున్న పిదప ఈనాడు ఈ అధివ్యాకరణం పాణిని-బాకస్-నావుర్ రూపం (Panini-Backus-Naur form, PBNF) గా వ్యవహరించబడుతోంది.

జాగరూకులైన పాఠకులు ఈ సరికి కంప్యూటర్ వ్యవస్థ ఉపయంత్రాల ప్రత్యేకభాషలకీ, సేపర్-వ్హార్ఫ్ సిద్ధాంతంలో చెప్పబడ్డ వివిధ మానవసముదాయాల భాషలకీ ఉన్న సాపత్యాన్ని గుర్తించి ఉండాలి. అదే మాదిరిగా, ఉపయంత్రాల ఉపభాషలనన్నిటినీ కలిపే ప్రధాన కంప్యూటర్ భాషలకీ, ఆ పైగా ఆ భాషల వ్యాకరణాలని సైతం కలిపే PBNF అధివ్యాకరణానికీ ఛామ్‌స్కీ సార్వత్రిక వ్యాకరణ సిద్ధాంతంతో కలిగున్న సాపత్యమూను.

ఈ ప్రకారం, ఇంజనీరుగా మనిషి కల్పించి సృజించిన కంప్యూటర్ వ్యవస్థ అనే కృత్రిమ లోకంలో మనం చెప్పుకున్న 20వ శతాబ్దపు తాత్విక ప్రధానాలైన రెండు ప్రముఖ భాషా శాస్త్ర సిద్ధాంతాలు సాకారాలయ్యి, సార్థకతని సంతరించుకున్నాయి.

21వ శతాబ్దపు మథనాల్లో భాషా సిద్ధాంతాల పాత్ర

21వ శతాబ్దానికొచ్చేసరికి ఈ వ్యవహారమంతా మరో బృహత్సోపానం అధిరోహించే యత్నాలకి దారితీసింది. అనేక రంగాల్లో మనుషుల కార్యసాధనలకి సంబంధించిన రికార్డులు పెద్ద మొత్తంలో కంప్యూటరస్థం అయ్యాయి. పెద్దమొత్తంలో సమాచారాపు రికార్డులు అందుబాటులో ఉన్న రంగాలన్నిటిలోనూ – వాతావరణం, ఖగోళపరిశోధన, అపరాధపరిశోధన, జన్యుశాస్త్రం లాంటివి – ఈ యత్నాలు సాగుతున్నాయి. సమిష్టిగా ఈ మథనపు ఉత్పాదాలు (products) కృత్రిమ మేధ (**కృమే**) (artificial intelligence, AI) గా అందరికీ పరిచయమే.

కృత్రిమ మేధ యజ్ఞంలో పెద్దపీట మానవభాషానుకరణదే అని చెప్పవచ్చు. శతాబ్దాలుగా మనుషులు చేస్తూ వస్తున్న రచనలు కంప్యూటరు ద్వారా అందుబాటులోకి వచ్చాయి. వాటికి నేటి మనుషుల వివిధ తరహాల భాషాప్రయోగాలు–రాతలూ, పలుకులూ–తోడయ్యాయి. వీటన్నింటినీ నమూనాలుగా ఉపయోగించి మనుషులు భాషతో ఏమేం చేస్తారో–సంభాషణా, అనువాదాలు, వ్యావహారిక రచనలూ, సృజనాత్మకరచనలూ, కవితలూ మొదలైనవి–వాటన్నిటినీ కృత్రిమ మేధ సాధనంగా యాంత్రీకరించే యత్నాలు ముమ్మురంగా సాగుతున్నాయి,

భాషానుకరణ యంత్రాలైన ఉత్పాదక కృత్రిమమేధ (**ఉకృమే**) పరికారాలు (generative AI tools) అందరికీ పరిచయాలే. అవడానికి ఇవి చాలా క్లిష్టమైనవే అయినా, వీటి మూలసూత్రం "ఉత్పాదక" అనే పదంలోనే ఉంది. పై అంకంలో ఛామ్‌స్కీ సిద్ధాంతం గురించి చెప్పుకుంటున్నప్పుడు "ఉత్పాదక వ్యాకరణం" (generative grammar) అనే పరికల్పన ప్రస్తావన వచ్చింది. భాషా నిబంధనల ప్రకారం సాధువులైన వాక్యాలని పుట్టించే తీరుగా నిర్మించబడ్డ వ్యాకరణం ఇది. ఛామ్‌స్కీ తన మూలభాషా సిద్ధాంతాన్ని బలపరిచి నిరూపించే ప్రయత్నంలో ఈ ఉత్పాదక వ్యాకరణం అనే దాన్ని కల్పించాడు. సూక్ష్మంగా దీని పని తీరు చెప్పాలంటే, పాక్షిక వాక్యంతో మొదలెట్టి, ప్రస్తుత సందర్భాన్ని గుర్తించి, వాక్యంలో తదుపరి రావాల్సిన వాక్యశకలాన్ని గ్రహించి, మొదటి పాక్షికవాక్యాన్ని పూరించి పొడిగిస్తుంది. దీన్ని తిరగేసి వాక్యం అందించినట్టయితే, దాన్ని నామవాచకం, క్రియ ఇత్యాది వాక్యాంగాలుగా విశ్లేషించి, వాక్యపు సాధుత్వాన్ని నిర్ణయించగలుగుతుంది.

వాక్యం స్థానే సంభాషణని ఊహించుకుంటే, ఈ విధమైన పూరణ, పొడిగింపుల మీదనే ఉత్పాదక కృత్రిమ మేధ పని నడుస్తుంది. టూకీగా, ప్రస్తుత ప్రయోజనార్థం అతిసరళీకృతం చేసిన ఓ ఉదాహరణ: "రాముడు ఏం తిన్నాడు?" అనే ప్రశ్న ఉకృమేకి అందించామనుకోండి(prompt). మొదట దాన్ని

తెలుగు వ్యాకరణాన్ని అనుసరించి విశ్లేషించి, సాధు ప్రశ్నార్ధక వాక్యంగా గుర్తిస్తుంది. "ఏం" అనేది వ్యాకరణరీత్యా ప్రశ్నార్ధకం అనీ, అంచేత దాని స్థానంలో నామవాచకం రావాలనీ గ్రహిస్తుంది. "తిన్నాడు" అనే క్రియకోసం తెలుగు వాక్యకోశాన్ని శోధించి "తినడం" అనే క్రియతో చాలా మటుకు "అన్నం" అనే నామవాచకం జతగా ఉందని లెక్క కట్టి, "రాముడు అన్నం తిన్నాడు" అని అంచనా వేసిన సమాధానం నిర్మించి అందిస్తుంది. ఈ సమాధానం పై పేరాలో చెప్పిన వాక్యం మాదిరిగానే మొత్తం సంభాషణని పొడిగించి పూరిస్తుంది. అంచనా తప్పైన పక్షంలో సరైన సమాధానం అడిగి తెలుసుకుని, ఆ సమాధానానికి తగు సంఖ్యాబలాన్ని జోడించి వాక్యకోశంలో చేర్చుకుంటుంది.

ఈ ప్రకారం ఛామ్‌స్కీ 1950ల్లో ఆరంభించి సిద్ధాంతార్ధం కల్పించిన ఉత్పాదక వ్యాకరణం అనే సాధనం నేటి ఉక్రుమేలకి మూలంగా ఇంకా నిలబడి ఉంది. ఈ మన్నికే సార్వత్రిక వ్యాకరణ సిద్ధాంతానికి ఓ పరోక్షమైన నిరూపణ.

అలాగే 21వ శతాబ్దంలో సేపర్-వ్హార్ఫ్ భాషాసాపేక్షతా సిద్ధాంతం కూడా సజీవంగానే ఉంది. దాని పాత్ర అనువాద ప్రక్రియలో ప్రముఖంగా అగుపడుతుంది. ఇది తెలుసుకోడానికి అనువాదానికి సంబంధించిన ఒక చిన్న ఊహాప్రయోగం (thought experiment) చేద్దాం.

బొత్తిగా పాశ్చాత్య ప్రపంచపు మొగమే ఎరుగని ఓ తెలుగువాడున్నాడనుకోండి. అతడికోసం ఇంగ్లీషు పదం "bread" ని అతను వండటానికి సరిపడేటట్టు తెనిగించాలనుకోండి. "రొట్టె" అని చెపితే సరిపోదు, ఎందుకంటే అది పిండి వత్తి పెనం మీదో నేరుగా నిప్పులమీదో కాల్చేది. ఇంగ్లీషు భాష "bread" పదం వెనకాల yeast వంటి పులవబెట్టే పదార్ధం, రొట్టె పిండి పులిసి పొంగాక కాల్చడానికి మూత ఉన్న కొలిమీ ఉంటాయి. పులవబెట్టడం, మూతకొలిమిలో కాల్చడం, ఇవి ఇంగ్లీషు మానవసముదాయానికి సాధారణమైన కార్యాలు, మన తెలుగువాడి "రొట్టె" అనే దాని వెనకాల ఉన్న కార్యాలు పెనంమీదో నిప్పులమీదో కాల్చడం. "Bread" ని ఉపయోగాత్మకంగా (అంటే తెలుగువాడిచేత అది వండించేలా) ఒకమాటలో సరికదా, అనేక మాటల్లో వర్ణించి తెనిగించినా మనం కోరిన ఫలితం సిద్ధిస్తుందన్న నమ్మకం లేదు. మూత కొలిమి (oven) అనే పరికల్పనని పరిచయం చెయ్యాలి, అవసరమైతే దాని నిర్మాణాన్నీ వాడకాన్నీ కూడా తెలియజెప్పాలి.

ఇంగ్లీషులో "bread," తెలుగులో "రొట్టె" అనే చిన్న పదాలని అంటిపెట్టుకుని పరస్పరసంబంధం కలిగున్న ఈ పరికల్పనా సరంజామానంతటినీ వాగర్థజాలం (semantic net) అంటారు. "వివిధ భాషాలోకాల్లో వాగర్థజాలాలు విభిన్నంగా ఉంటాయి, వేర్వేరు భాషల్లో పలికే పలుకులకి పరస్పరం పొంతన ఉండాలనేమీ లేదు" అని సేపర్-వ్హార్ఫ్ భాషాసాపేక్షతా సిద్ధాంతాన్ని మరో విధంగా చెప్పచ్చు. యాంత్రికానువాదం (machine translation) సాధించాలంటే ముందస్తుగా భాషా సాపేక్షత తీసుకొచ్చే ఈ సమస్యని పరిష్కరించాలి. దాని పాక్షిక పరిష్కారాలే ప్రస్తుతం లభ్యమౌతున్న యాంత్రికానువాదాలకి ఆధారాలు.

ఉపసంహారం

కాళిదాసు ముడిపడ్డాయని చెప్పిన వాగర్థాలని 20వ శతాబ్దంలో భాషాశాస్త్రజ్ఞులు విడదీసి విశ్లేషించి అధ్యయనం చేసారు. ఆ ఫలితంగా వెలువడ్డ సిద్ధాంతాలు ఇంజనీర్లకి కంప్యూటర్ ఆధారిత వ్యవస్థలని క్రమపద్ధతిలో కల్పించి నిర్మించి నడిపించడానికి దోహదం చేసాయి. 21వ శతాబ్దంలో మానవభాషానుకరణాయంత్రాలని రూపొందించే మథనంలోనూ ఈ సిద్ధాంతాలు కీలక పాత్ర వహిస్తున్నాయి. ఈ మథనం ఎంతవరకూ సాఫల్యాన్ని పొందుతుందో ఇప్పుడే చెప్పలేం. కానీ ఈ మార్గాన ముందుకు సాగే కొద్దీ యంత్రగర్భంలో వాగర్థాలు మళ్ళీ చేరువై, కాళిదాసు చెప్పిన విధంగా కలుసుకునే కాలం ఆసన్నమవుతోందేమో!

***

మూలకృతులు

Chomsky, N. (1957). *Syntactic Structures*. The Hague: Mouton.

Chomsky, N. (1964). *Aspects of the Theory of Syntax*. Cambridge, MA: MIT Press.

Chomsky, N. (1986). *Knowledge of language : its nature, origins, and use*. Bloomsbury Academic.

Pinker, S. (2025). *The Language Instinct: How the Mind Creates Language*. Harper Perennial Modern Classics.

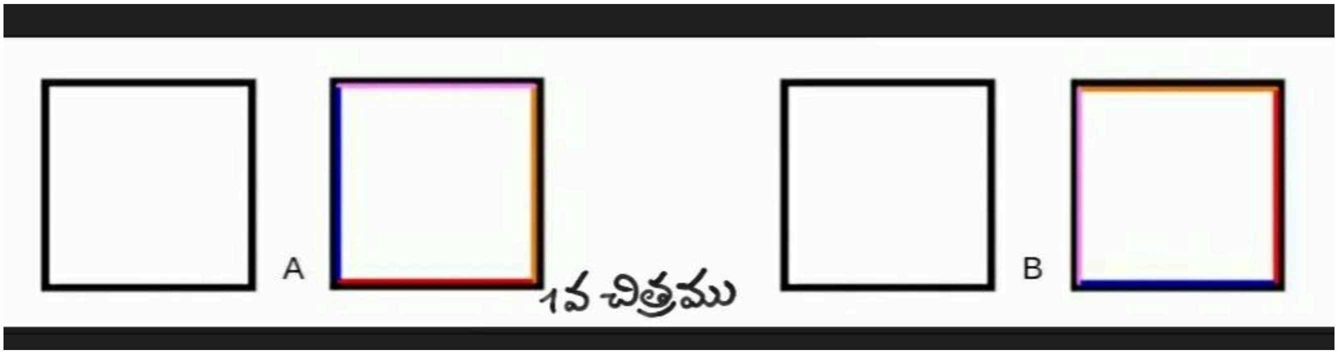
Whorf, B. L. (1941). The Relation Of Habitual Thought And Behavior To Language. In Language, Culture, And Personality *Essays in Memory of Edward Sapir* (pp. 75-93). Sapir Memorial Publication Fund, Menasha, Wisconsin.

సౌష్ఠవము - 1

*

జెజ్జాల కృష్ణ మోహన రావు

పరిచయము: మనము ఇప్పుడు ఒక చిన్న ప్రయోగమును చేద్దామా? చిత్రము 1Aలో రెండు చతురస్రములు ఉన్నాయి. మొదటిది నలుపు రంగుతో, రెండవది వేఱువేఱు రంగులతో. దానిని ఒక వ్యక్తికి చూపించి అతనిని / ఆమెను బయటికి పొమ్మని చెప్పుదామనుకొండి. ఆవ్యక్తి లేని సమయములో చిత్రము 1Aను 90 డిగ్రీలు త్రిప్పుదాము. పిదప ఆవ్యక్తిని పిలుద్దాము. ఆవ్యక్తి ఇప్పుడు చిత్రము 1Bని చూచును. నలుపు రంగులోని చతురస్రములో ఏమార్పు కనబడదు ఈ త్రిప్పడమువలన. కాని రంగుల అమరిక మాఱుతాయి రంగుల చతురస్రములో. అది చాలు ఏమి జరిగినదో అనే విషయము తెలిసికొనుటకు. సౌష్ఠవములో రంగులతో సౌష్ఠవము ప్రత్యేకమైన వేఱొక అంశము. సామాన్యముగా అన్ని వస్తువులు నలుపు-తెలుపు అనియే అనుకోవాలి. అప్పుడు ఈ 90 డిగ్రీల త్రిప్పుడు వస్తువు అమరికను మార్చదు. ఇది సౌష్ఠవపు ప్రాథమిక సిద్ధాంతము. బహు రూపములలో ఒక వస్తుప్రదర్శనము వీలైతే అది సౌష్ఠవమునకు లొంగుతుంది అని అర్థము. ఈ అమరికలు ఎక్కువగా ఉంటే దాని సౌష్ఠవాంకము (degree of symmetry) ఎక్కువ. తక్కువైతే అది తక్కువ. ఏమియు లేకపోతే (ఉదా. అసమానమైన భుజములతో ఉండే త్రిభుజము) దానికి సౌష్ఠవము శూన్యము. జనబాహుళ్యము సులువుగా అర్థము చేసికొనుటకోసము ఈ వివరణము.



1వ చిత్రము

జేమ్స్ న్యూమన్ (James Newman) ఒక గొప్ప గణితశాస్త్రవేత్త. అతడు 1956 ప్రాంతములో "The World of Mathematics” అని పేరు గల నాలుగు సంపుటముల ఒక బృహద్గ్రంథమును రచించెను. అందులో సౌష్ఠవమును గుఱించి క్రింది విధముగా చెప్పియున్నాడు:

Symmetry establishes a ridiculous and wonderful cousinship between objects, phenomena and theories outwardly unrelated: terrestrial magnetism, women’s veils, polarized light, natural selection, the theory of groups, invariants and transformations, the work habits of bees in the hive, the structure of space, vase designs, quantum physics, scarabs, flower petals, X-ray interference patterns, cell division in sea urchins, equilibrium positions of crystals, Romanesque cathedrals, snowflakes, music, the theory of relativity.

పైవాక్యమును చదివితే ఒక విషయము మాత్రము మనకు అర్థమవుతుంది. అదేమంటే సౌష్ఠవము లేని చోటు ప్రకృతిలోగాని, విజ్ఞానశాస్త్రములోగాని లేదంటే అది అతిశయోక్తికాదు. కొన్ని ఉదాహరణములను తీసికొందామా? నేను అమెరికాలో ఉన్నాను, నా స్నేహితుడు భారతదేశములో ఉన్నాడు. మేమిద్దరము ఒక చిన్న జాయిని ఎగరవేసినాము. అది కొద్ది దూరము ఎగిరి క్రింద పడినది. ఈ

ఎగరడము, క్రిందపడడములో ఉండే భౌతిక సిద్ధాంతము, గురుత్వాకర్షణ సిద్ధాంతము అక్కడ హైదరాబాదులో ఇక్కడ ఫ్రెడరిక్ లో ఒక్కటే. ఇందులో ఒక సౌష్ఠవము ఉన్నది. అదేమంటే బాయి ఎత్తుగా ఉన్నప్పుడు దాని potential energy అనగా ఆ బాయిని నిలువ జేయగలిగిన శక్తి ఎక్కువగా ఉంటుంది. దాని kinetic energy అనగా చలన శక్తి శూన్యము. ఆ బాయి నేలమీద పడినప్పుడు దాని potential energy శూన్యము, kinetic energy ఎక్కువ. ఈరెండింటి మొత్తము ఎప్పుడు ఒక్కటే. దీనిని principle of conservation of energy లేక శక్తి నిత్యత్వము అంటారు. ఇందులోని సౌష్ఠవమును time-translation లేక కాల-పరివర్తనము అంటారు. అనగా భౌతిక సిద్ధాంతములు మౌలికముగా అన్ని చోటులలో ఒక్కటే.

మేమిద్దరము ఒకే mass లేక ద్రవ్యరాశి కలిగిన నాణెమును తీసికొన్నామనుకొనండి. అప్పుడు velocity లేక వేగము ఒక్కటయితే దాని momentum (mass x velocity) లేక ద్రవ్య వేగము ఒక్కటే. ఈ momentum ఒక్కటయితే ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వము (conservation of linear momentum) లోని సౌష్ఠవము space-translation లేక స్థల-పరివర్తనము అంటారు. ఇది కూడ భౌతిక సిద్ధాంతములు అన్ని చోటులలో భూమియైనను, చంద్రమండలమైనను ఒకటిగానే వర్తిస్తాయి అని తెలుపుతుంది.

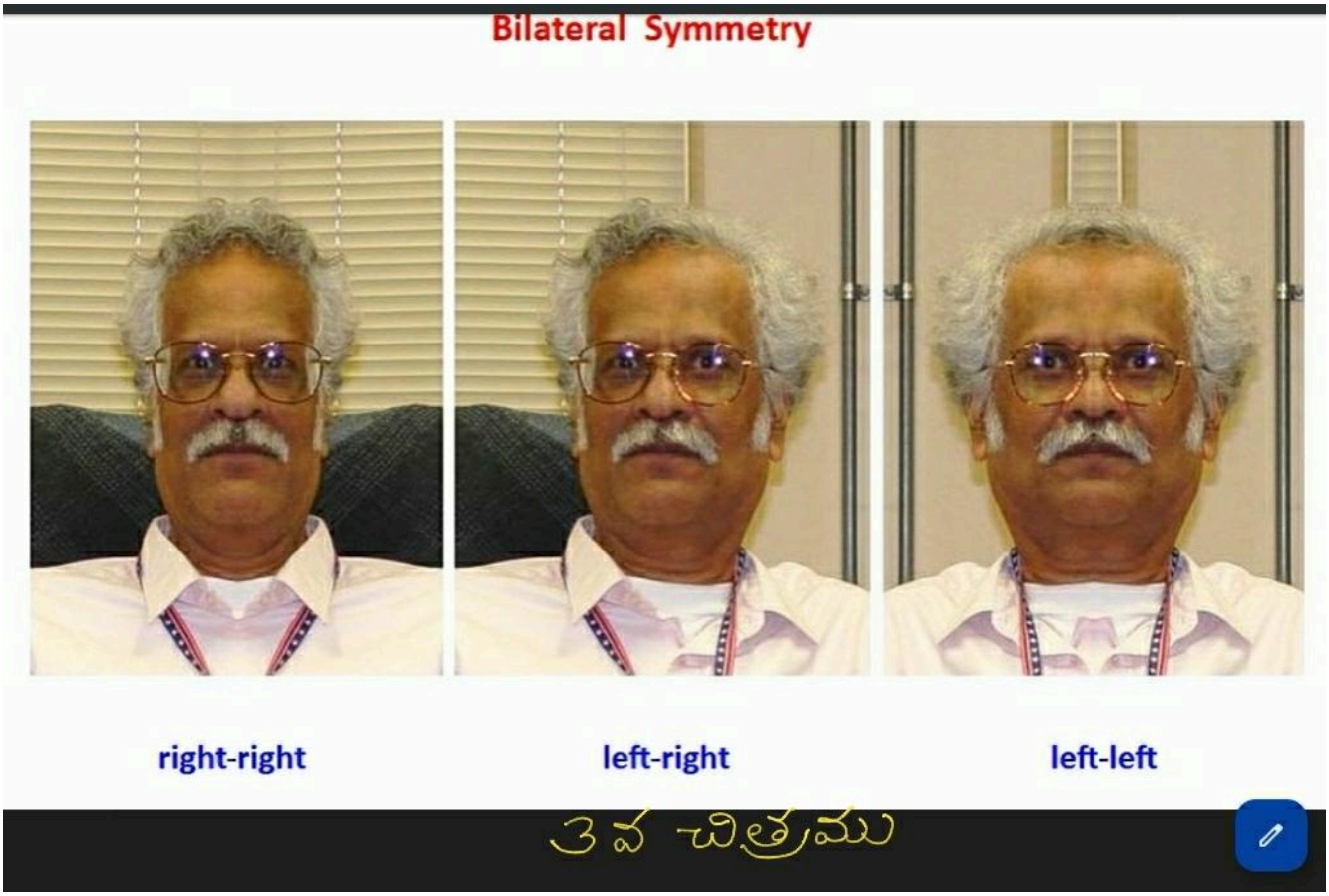
ప్రత్యేక సాపేక్ష సిద్ధాంతములో (special theory of relativity) జరుగుతున్న లేక కదలుతున్న చట్రములలో (frames of reference) భౌతిక సిద్ధాంతములు మారవు. ఇక్కడ కాంతివేగము మారకుండా ఉంటుంది. ఇది కూడ సౌష్ఠవమే.

మంచు పడుతుంటే అందముగా ఉంటుంది. కాని ఈ మంచు కణములు అన్నియు స్ఫటిక రూపాలే, అవి అన్నియు షడ్భుజ సౌష్ఠవముతో ఉంటాయి. విల్సన్ బెంట్లీ (Wilson Bentley) ఈ మంచు స్ఫటికాల 5000 ఛాయాచిత్రాలను శ్రమకోర్చి వంద ఏండ్లకుముందు తను నిర్మించిన cameraతో తీసినాడు. వీటిని నేడు కూడ Smithsoniam Museumలో దర్శించ వీలగును. ఆసక్తిగలవారు ఈ websiteను దర్శించండి: https://snowflakebentley.com/

తీయని తేనె అంటే అందఱు ఇష్టపడుతారు. తమ భాషనే తీయతేనియ అంటారు. కాని ఆతేనెపట్టులను చూస్తే అవి షడ్భుజాకారములోని గదులతో నిండి ఉంటాయి (చిత్రము 2 ఎడమవైపు). ఇలా సౌష్ఠవమునకు ఎన్నియో ఉదాహరణములను చెప్పవచ్చును. పోతన చక్రి గుఱించి చెప్పినట్లు మనము సౌష్ఠవమును గుఱించి ఇలా చెప్పవచ్చును:

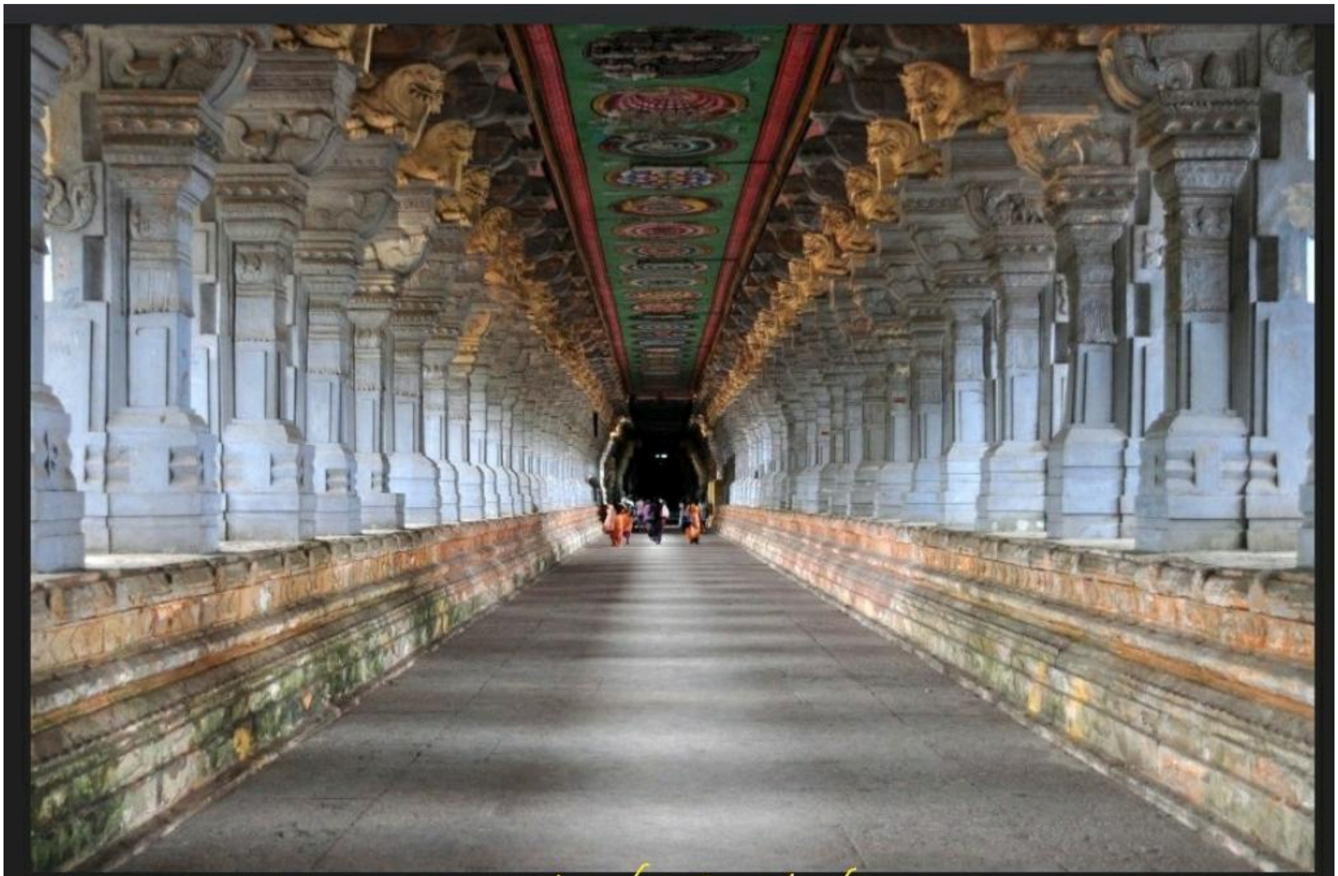
కం. ఇందు గల దందు లేదని
సందేహము వలదు నిజము సౌష్ఠవము సదా
యెందెందు వెదకి చూచిన
నందందే గలదు గాదె యవనిం గనఁగా

ద్విపార్శ్విక సాదృశ్యము: A thing of beauty is a joy forever! (Opening line of Endymion written by John Keats – 1818). దీనినే మనము తెలుగులో అందమె ఆనందము అని చెప్పవచ్చును. ఈ అందము అనే భావన వ్యక్తిగతమైనది. ఒక్కొక్కరికి ఒక్కొక్కటి అందముగా నుండవచ్చును. కాని సౌష్ఠవముతో నిండిన వస్తువు అందమునకు ప్రతిబింబమే. సౌష్ఠవభరితమైన వస్తువులో కొన్ని ఆకృతులు పదేపదే మనకు దర్శనమిస్తాయి. ఈ ఆకృతుల అమరికలు నిక్కచ్చిగా నుండవచ్చును లేకపోతే ఇంచుమించుగా నుండవచ్చును. ఉదాహరణముగా ఎన్నియో జంతువులలో (పులి, సింహము, కుక్క), మనుష్యులలో కుడి ఎడమలకు దర్పణ సాదృశ్యము గలదు. క్రింద 3వ చిత్రములో దీనిని గమనించండి. దీనిని ద్విపార్శ్విక సాదృశ్యము (bilateral symmetry) అంటారు. ఈచిత్రములో మధ్య భాగములో ఉండేది అసలైన ఛాయారూపము. బొమ్మ కుడి భాగములతో (అనగా మనకు కనబడే ఎడమవైపు) ఒక చిత్రమును కల్పిస్తే అది ఈచిత్రములోని ఎడమవైపు చిత్రమువలె ఉంటుంది. అదే విధముగా బొమ్మ ఎడమభాగములతో (మనకు కనబడే కుడి భాగములతో) ఒక చిత్రమును కల్పిస్తే అది చిత్రములోని కుడివైపు చిత్రమువలె ఉంటుంది. ఏచిత్రమును ఇస్తే కూడ మనిషిని పోల్చుకోగలము. దానికి కారణము ఆకృతిలోని కుడి ఎడమల అమరికలు దాదాపు ఒకే విధముగా ఉండడము వలన.



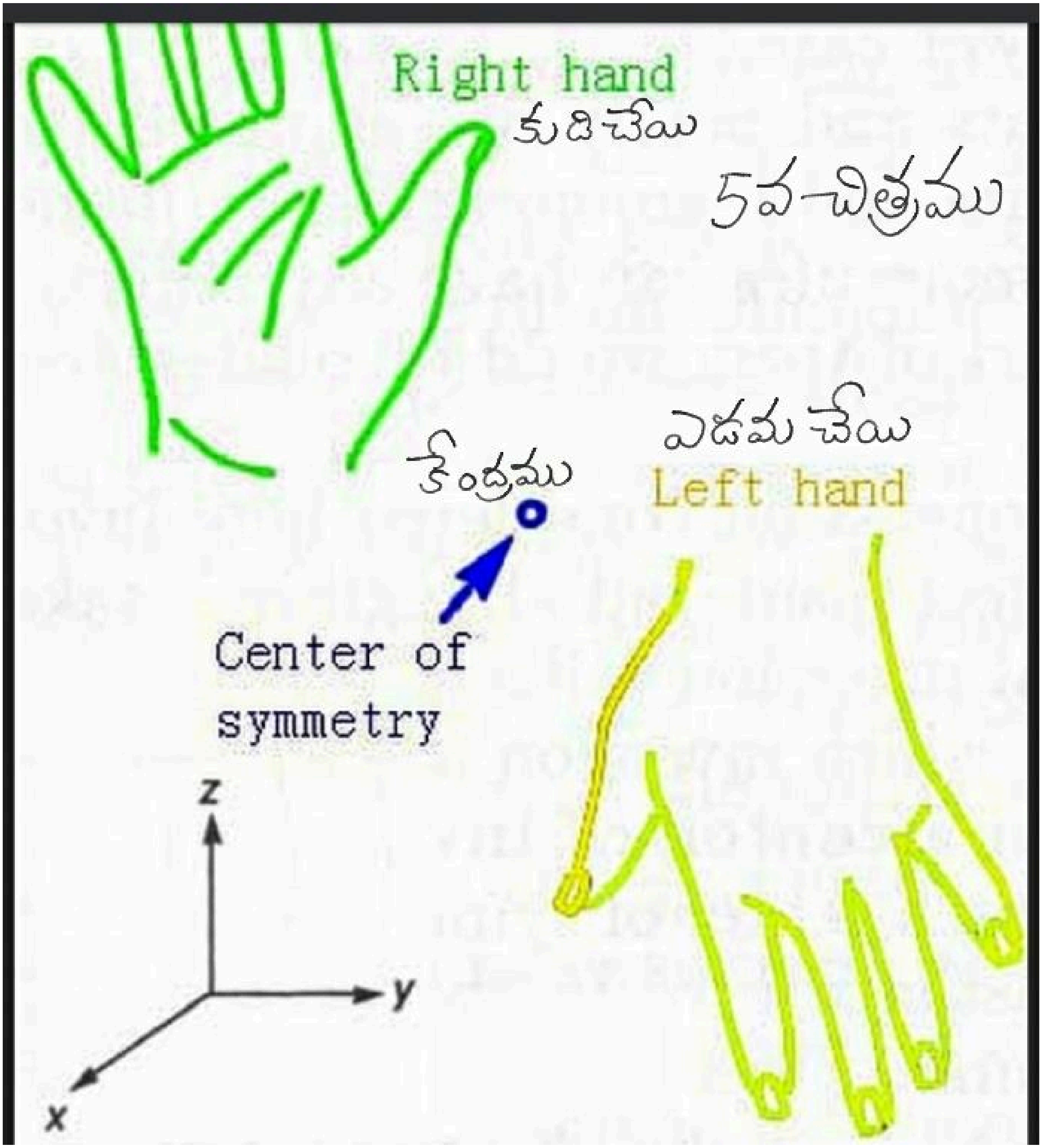
ఈ పరిచయ వ్యాసములో మనము నిత్య జీవితములో మన ఇంటిలో, మన చుట్టు ఉండే నైసర్గిక ప్రకృతిలో చూచే దృశ్యములలో కనబడే కొన్నింటిని ఉదాహరణములుగా ఇస్తున్నాను. జ్యామితీయమైన సౌష్ఠవమును (geometric symmetry) గుఱించి మాత్రమే ఇక్కడ చర్చిస్తాను నేను. ఈసౌష్ఠవము రెండు విధములు, అవి: చలనశీల సౌష్ఠవము (dynamic symmetry) మఱియు స్థిరమైన సౌష్ఠవము (static symmetry). ఎక్కడెక్కడ పెఱుగుదల, వృద్ధి ఉంటుందో, అక్కడ చలనశీల సౌష్ఠవము మనకు గోచరమవుతుంది, ఉదా. పూల రేకుల అమరిక, సముద్రములోని పెద్ద అలలు, వాతావరణములో తుఫానుల సర్పిలములు, సీతాఫలము ఉపరితలములో కనిపించే నల్లని ఉబుకులు, ఇత్యాదులు. ఈ పెఱుగుదలకు ఫిబొనాచ్చి లేక విరహాంక-హేమచంద్ర సంఖ్యలకు [0,1,1,2,3,5,8,13,21,34,55,89, … $N_{(n+3)} = N_{(n+2)} + N_{(n+1)}$] ఒక అవినాభావ సంబంధము ఉన్నది. దీనిని మఱెప్పుడైనా చర్చిద్దాము.

స్థలాంతర పరివర్తనము: స్థిరమైన లేక అచలమైన అనగా కదలిక లేని సౌష్ఠవము జ్యామితితో (geometry) సంబంధించినది. సౌష్ఠవము పూర్తిగా స్థలాంతర పరివర్తనకు సంబంధించినది అయినప్పుడు, దానిని translational symmetry అంటారు. ఇందులో ఒక నియమితమైన దూరము లేక ఎడము (spacial distance) ఉంటుంది. ఉదాహరణముగా ఒక దేవాలయములోని స్తంభములను తీసికొంటే, అవి పది అడుగుల దూరములో మళ్లీ మళ్లీ కనబడ వచ్చును. దీనిని చిత్రము 4లో చూడ వీలగును. ఇది రామేశ్వరమునందలి ఒక ప్రాకారము.



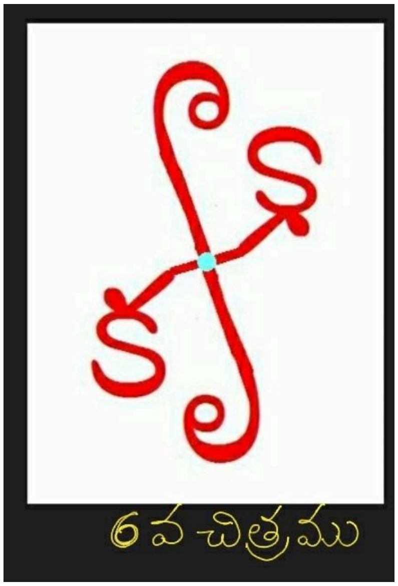
4వ చిత్రము

విలోమత: విలోమత (inversion) ఒక బిందువు ద్వారా జరుగుతుంది. ఈబిందువును విలోమ కేంద్రము (inversion center) అంటారు. బిందువుకు పరిమాణము శూన్యము (zero dimension). ఇది ఎలా సాధ్యము అనే విషయము చిత్రము 5లో గమనించండి. ఒక చేయి విలోమ కేంద్రము ద్వారా మఱియొక చేయి రూపము దాల్చడము ఇక్కడ గమనించండి.



భ్రమణము: భ్రమణమునకు (rotation) ఒక అక్షము (axis) ఉండాలి. భ్రమణపు పరిమాణము ఒకటి (one dimensional). వస్తువు ఉండే ఉపరితలమునకు (plane) ఈ అక్షము లంబముగా (perpendicular to the plane) ఉండ వచ్చును లేక ఈ అక్షము ఆఉపరితలములోనే (in the plane) ఉండవచ్చును. ఈఅక్షమును ఒక కోణము ద్వారా తిప్పాలి. ఆకోణపు విలువ 360 డిగ్రీలను విభజించాలి. అనగా ఈ భ్రమణ కోణము (angle of rotation) 180, 120, 90, 72, 60, 51.43, 45, 40, ఇత్యాదులు. ఉదాహరణముగా చిత్రము 6లో కృ అక్షరము 180 డిగ్రీల భ్రమణముతో తిప్పబడినది. అక్షము కృ అక్షరముల ఉపరితలమునకు లంబముగా ఉంటుంది. చిత్రము 7లో పూల రేకుల అమరికలు చూపబడినవి. పై వరుసలో భ్రమణ కోణపు విలువలు వరుసగా ఎడమనుండి 180, 120, 90

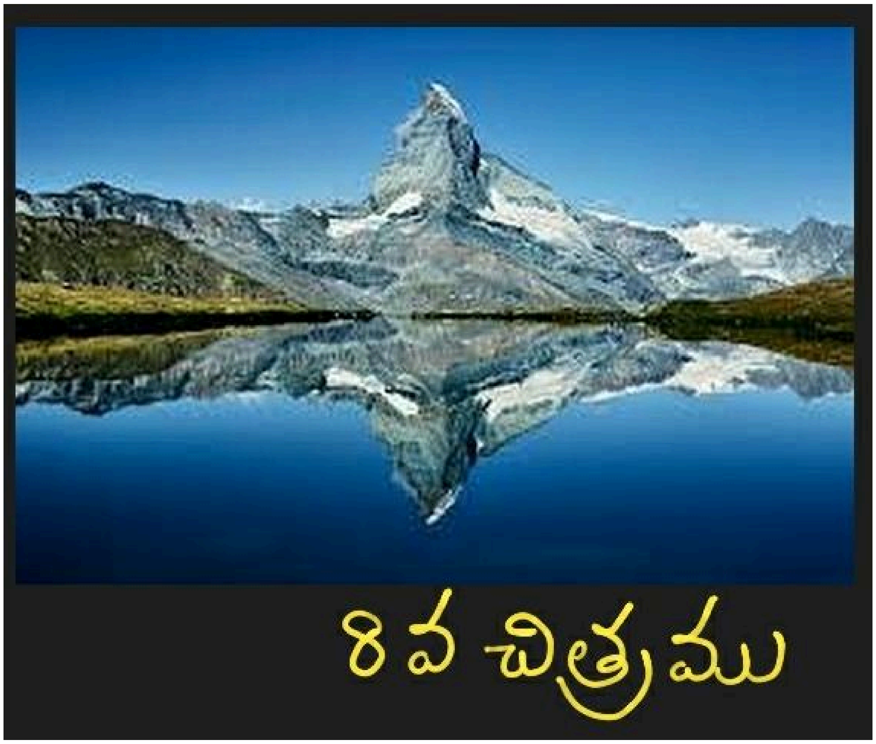
డిగ్రీలు. క్రింది వరుసలో అవి 72, 72 (బెండకాయ), 60 డిగ్రీలు. వీటి అన్నిటికి భ్రమణాక్షము (axis of rotation) ఉపరితలమునకు లంబముగా ఉంటుంది.



6వ చిత్రము

7వ చిత్రము

దర్పణ సాదృశ్యము: ఇందులో ఒక వస్తువునకు బింబ ప్రతిబింబములు ఉంటాయి. ఈ అద్దపు పరిమాణము రెండు (two dimensional). ఈ అద్దము లంబముగా (vertical) లేక అడ్డముగా (horizontal) ఉండవచ్చును. వస్తువులోనే కూడ ఈ అద్దము ఉండవచ్చును. ఇక్కడ ఒక ముఖ్యమైన విషయమును గుర్తులో ఉంచుకోవాలి. మనము ఉపయోగించే అద్దములలోని చిత్రములు నిజమైనవి (real images) కావు. అవి ఊహాజనకము (imaginary). కాని దర్పణ సాదృశ్యము ద్వారా జనించినవి వస్తువువలెనే నిజమైనవి. చిత్రము 8లో ఒక కొండ దాని ప్రతిబింబము నీటిలో. మూడవ చిత్రములోని బింబప్రతిబింబములు నిజమైనవి. ఇది ఎనిమిదవ చిత్రమునందలి కొండ, దాని ప్రతిబింబమువంటిది కాదు.

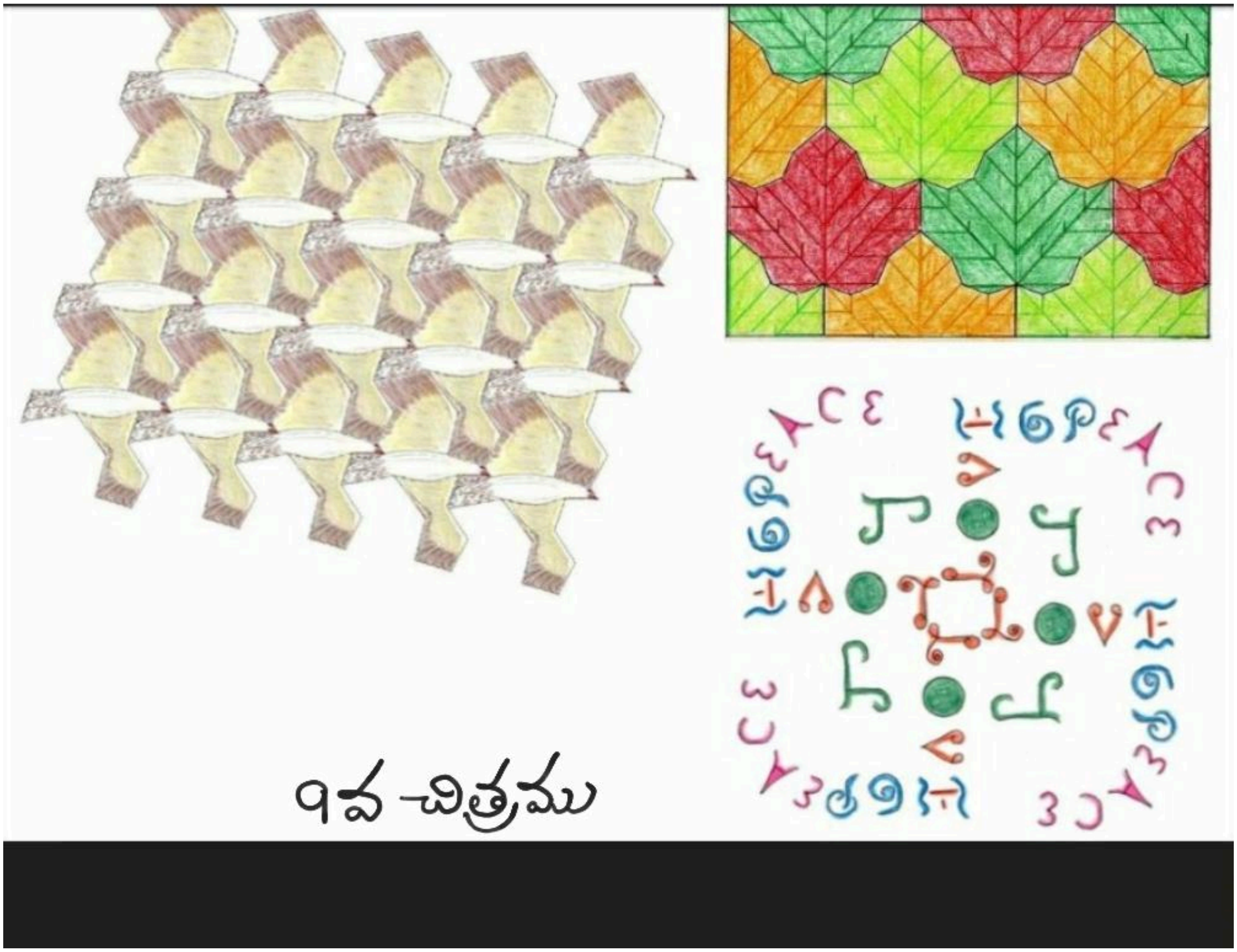


8 వ చిత్రము

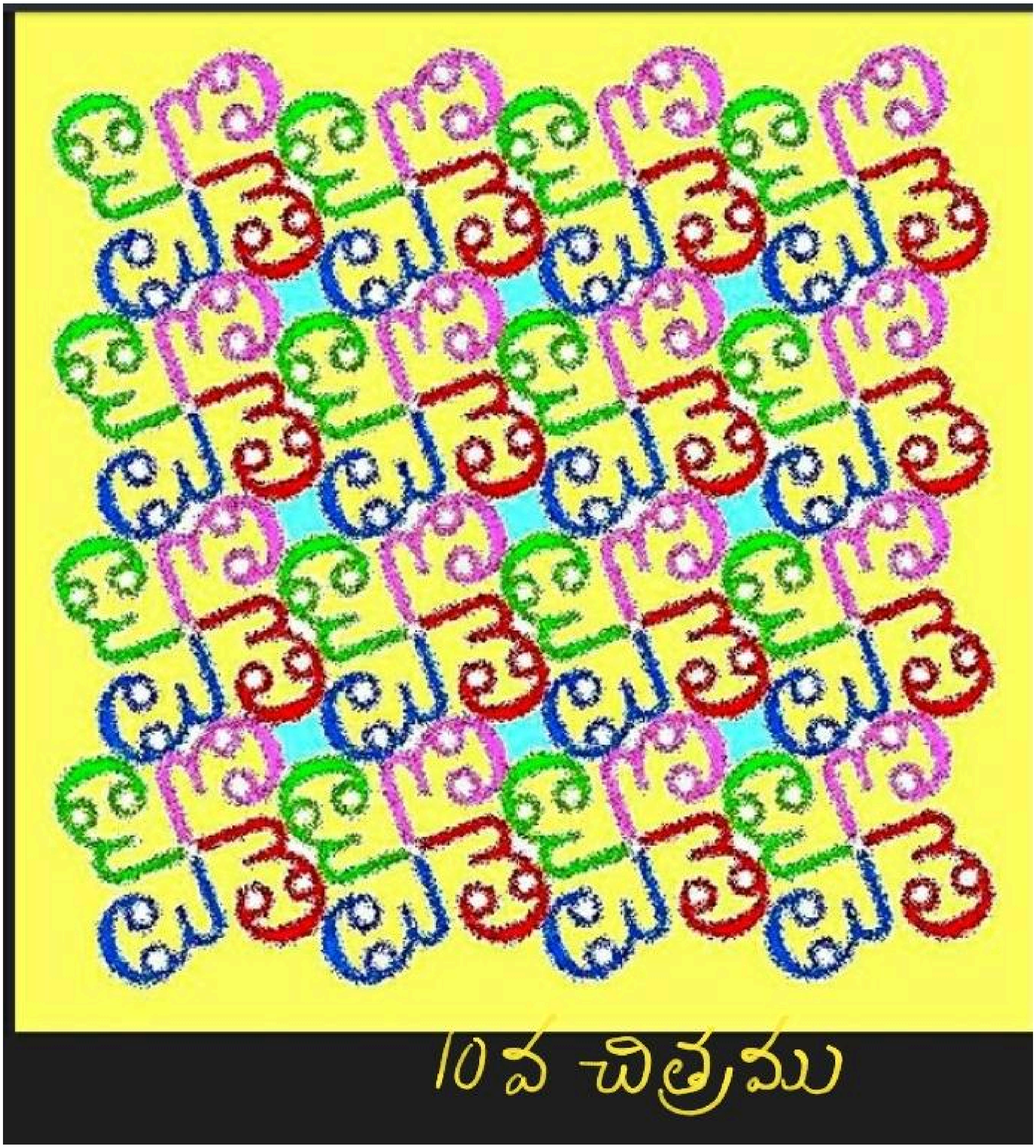
కుడి ఎడమల మార్పు: విలోమ (inversion), దర్పణ (mirror) సాదృశ్యములలో వస్తువులకు బింబ ప్రతిబింబములు ఉంటాయి. అనగా అవి కుడి ఎడమల మార్పు చెందుతుంది. కాని భ్రమణ సాదృశ్యములో (rotation) అది మారదు.

Translation సౌష్ఠవమును భ్రమణ, దర్పణ సాదృశ్యములతో కలిపినప్పుడు మనకు మరచుట్టు (screw), జారుబాటు (glide) లభిస్తాయి. వీటిని గుఱించి తఱువాత తెలిసికొందాము.

క్రింద మనము దైనందినము ఇంట బయట ఎదుర్కొనే కొన్ని సౌష్ఠవ చిత్రములను మీకు పరిచయము చేస్తాను.అవి చిత్రము 2B, చిత్రము 9, చిత్రము 10 వాటిలోని సౌష్ఠవమును మీరు గుర్తించండి. జవాబును తఱువాతి వ్యాసములో తెలియజేస్తాను.



9వ చిత్రము



10వ చిత్రము

***

వార్తలు

కాన్సరు - విచికిత్స

కాన్సర్ ఉంది అని ఆలస్యంగా తెలిసిరావడం , వ్యాధి తీవ్రమై ఏ చికిత్సకు లొంగక పోవడం - చివరికి మరణానికి దారితీయడం - కుటుంబ సభ్యులకు అంతులేని శోకంతో కథ ముగియడం మనందరికి తెలిసిన విషయమే. కానీ, కారుచీకటిలో ఆశాకిరణంలా, విజ్ఞాన శాస్త్రంలో కొత్త ఆవిష్కరణ వల్ల - వ్యాధి బయటపడటానికి మూడు సంవత్సరాలు ముందే, కాన్సర్ ఆనవాలు పట్టవచ్చునని పరిశోధకులు తెలియజేస్తున్నారు. కణితి (tumor) కణాలు, రక్తంలోకి DNA శకలాలను వెదజల్లుతాయని తెలుసు కానీ, వ్యాధి వ్యాప్తి చెందడానికి ముందే వీటిని గుర్తించే యత్నం - గడ్డివామిలో సూది వెదకడం లాంటిదే- చాలా కష్టంతో కూడుకున్న పని.

ఈ బృహత్ ప్రయత్నంలో భాగంగా , *Johns Hopkins University* శాస్త్రవేత్తలు[3] ఒక సమూహం రక్తం నమూనాలను సేకరించిన ఆరు నెలల తర్వాత - అందులో 26 మందికి కాన్సర్ ఉన్నది అన్న విషయం నిర్ధారణ చేశారు. అంతే కాకుండా, వారిలో ఒక ఎనిమిది మంది రక్తంలో కాన్సర్ జన్యు సంతకాన్ని ఖచ్చితంగా గుర్తించ గలిగారు. దీనికన్నా ఇంకా ముందుగా కాన్సర్ ఆనవాలు కనుక్కోగలమా అన్న పరిశోధనలో భాగంగా, మూడేళ్ళ నాటి రక్త నమూనాలను పరీక్షించారు. Genome Sequencing - మొత్తం జన్యు క్రమం ఉపయోగించి DNA నిర్మాణంలో విడి అక్షరాలను కనుగొని - తద్వారా కాన్సర్ DNA ను పసిగట్టగలిగారు.

వ్యాధి నిర్ధారణకు మూడు సంవత్సరాలు ముందే కాన్సర్ ను ప్రాథమిక స్థాయిలోనే గుర్తించడం వల్ల - సత్వరమే మెరుగైన చికిత్సా పద్ధతులను అవలంబించి కాన్సర్ వ్యాధిని రూపు మాపవచ్చు. మరిన్ని పరిశోధనలు చేపట్టి - కాన్సర్ ను బాగా ముందే గుర్తించి సులభంగా నయం చేసే మెరుగైన పద్ధతులు కనుగొనే క్రమంలో నిస్సందేహంగా ఇది ఒక మైలురాయి అని చెప్పవచ్చు.

(తమ్మినేని యదుకుల భూషణ్. సైన్సు న్యూస్ నుంచి సంగ్రహితం)

[3] యూ షాన్ వాంగ్ (*Yuxuan Wang, an oncologist and cancer researcher at Johns Hopkins University School of Medicine.)* బృందం.

పాఠకులకు విజ్ఞప్తి

తెలుగులో సైన్సా? తెలుగులో ఇంజినీరింగా ? తెలుగులో వైద్య శాస్త్రమా ? ఈ ప్రశ్నలపై చర్చ అవసరం. మీ అభిప్రాయాలను రెండు వందల పదాలకు మించకుండా వ్యాసం రాసి పంపగలరని మా విజ్ఞప్తి. మీ వ్యాసం వ్రాతప్రతిని స్కాన్ చేసినా పంపినా ఫరవాలేదు. ఆ పక్షంలో కొంచెం తొందరగా నవంబరు 30 లోగా పంపండి. మీరే టైపు చేసి పంపేటట్లయితే డిసెంబర్ 10 లోగా పంపండి.

రచయితలకు విజ్ఞప్తి

వైజ్ఞానిక సాహిత్యంలో అనువాదకులుగా లేదా గ్రంథ రచయితలుగా మీరు అనుభవజ్ఞులు కావచ్చు, లేదా ఔత్సాహికులు కావచ్చు. మీ వ్యాస రచనలను మాకు పంపించండి. వ్యాసానికి అంశం సైన్సు, ఇంజినీరింగు, వైద్యానికి సంబంధించినదై ఉండాలి. మీ అందరి నుంచి స్పందనకై మేము ఎదురు చూస్తాం.

విజ్ఞాన భారతి తదుపరి సంచిక విడుదల తేదీ జనవరి 2, 2026
వ్యాసములు పంపవలసిన గడువు తేదీ డిసెంబర్ 10, 2025

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

***