కాళిదాసూ కృత్రిమమేధా

*

కొచ్చెర్లకోట బాపారావు

వాగర్థావివ సంపృక్తౌ వాగర్థ: ప్రతిపత్తయే
జగత: 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 వార్ఫు (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 భాషొకటే 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 వార్ఫు 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 వార్ఫు 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, బాషలనీ అనుసరించి (భాషకి సాపేక్షంగా) ప్రత్యేక స్వరూపాలని సంతరించుకుంటాయని సిద్ధాంతీకరించాడు వార్ఫు.

వార్ఫు 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 వార్ఫు 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.

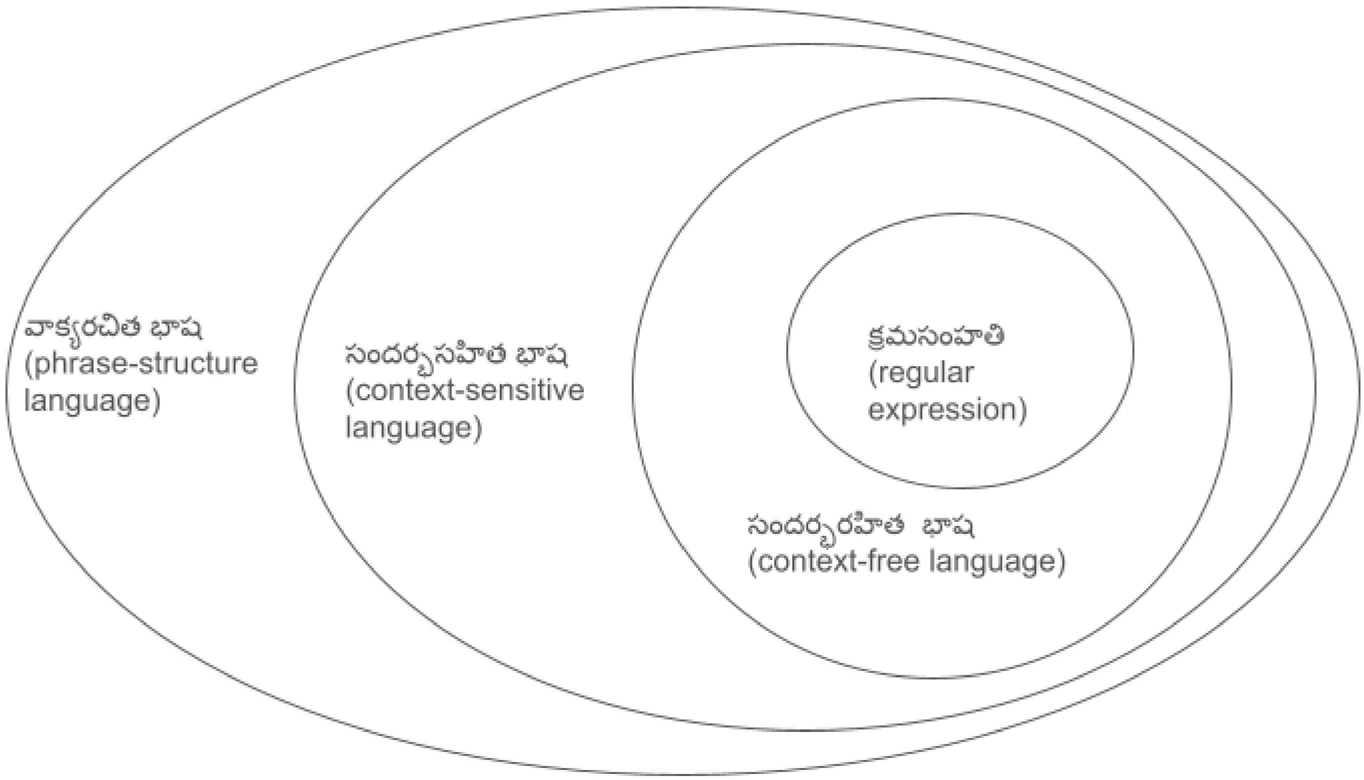
తాత్విక వాదన అవడంవల్ల, ఇక్కడ మనం “ఇది” అని ఒకానొక మూలభాషకేసి వేలుపెట్టి చూపించగలగడం ప్రధానం కాదు. మూలభాషా సిద్ధాంతం సరైనదే అని వాదించే వరస ఈ క్రింది విధంగా ఉంటుంది:

- “భాష” అంటే ఆ భాషలో సాధువులైన వాక్యాల సర్వస్వం.
- ఆ విధమైన ఒక్కో వాక్య సర్వస్వాన్నీ, ఆ భాషకి ప్రత్యేకమైన ఉత్పాదక వ్యాకరణపు (Generative Grammar) నియమాలని ప్రయోగించి ఆ భాషేతర వ్యాక్యాలు రాకుండా 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 విడిపికి 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 సిస్టములనడుమా 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 ప్రశ్నార్థక వాక్యంగా గుర్తిస్తుంది. "ఏం" అనేది వ్యాకరణరీత్యా ప్రశ్నార్థకం 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 తప్పిన పక్షంలో సరైన సమాధానం అడిగి తెలుసుకుని, ఆ సమాధానానికి తగు సంఖ్యాబలాన్ని జోడించి వాక్యకోశంలో చేర్చుకుంటుంది.

ఈ ప్రకారం ఛామ్‌స్కీ 1950ల్లో ఆరంభించి సిద్ధాంతార్థం కల్పించిన ఉత్పాదక వ్యాకరణం అనే సాధనం నేటి ఉక్రమేలకి 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 పదార్థం, 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.