మొదటి సంపుటము | **సెప్టెంబర్ 2026** | **ఆరవ సంచిక**

రెండు నెలలకొకసారి ప్రచురించబడును. | సంపాదకుడు: పరిగి మదన్ మోహన్

విషయ సూచిక

సంపాదకీయము		...	2
తాప విద్యుత్ కేంద్రం లో నీటి వ్యవస్థ	శ్రీ అంగర గోపాల కృష్ణా రావు	...	3
నల్ల మందు కథ: వైజ్ఞానిక శాస్త్ర అభివృద్ధి	శ్రీ ఆరి సీతారామయ్య	...	7
క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము	శ్రీ చివుకుల అచ్యుత దేవ రాయలు	...	17
కణాలా ? తరంగాలా ? - రెండవ భాగం	శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి	...	20

విజ్ఞాన భారతి ప్రచురణలు. ఫ్రెడరిక్. మేరీల్యాండ్. అమెరికా.

సంపాదకీయం

విజ్ఞాన భారతి ఆరవ సంచికకు స్వాగతం.

గత జూన్ నెలలో 22వ తేదీన హైదరాబాద్ త్యాగరాజు గాన సభలో విజ్ఞాన భారతి మొదటి సమావేశం జరిగింది. రచయితలు శ్రీయుతులు అంగర గోపాలకృష్ణ గారు శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి గారు, ఇంకా మిత్రులు, ఔత్సాహికులు పాల్గొన్నారు. ప్రసంగాల రూపంలో కొంత చర్చా రూపంలో కొంతగాను సాగింది ఈ కార్యక్రమం. తెలుగులో వైజ్ఞానిక సాహిత్యం వెలువరించాలనే దిశలో సాగుతున్న ఈ ఉద్యమం గురించి రచయితలూ, కొందరు ప్రేక్షకులు సైతం తమ తమ అభిప్రాయాలను వెలిబుచ్చారు. ఒకరు మాత్రం ఇటువంటి ప్రయత్నం ఈ కాలంలో ఇంకా అవసరమా అనే ప్రాథమిక అభ్యంతరం కూడా లేవదీశారు. ఈ అభ్యంతరం కొత్తేమీ కాదు. అయితే మనకు తెలిసిందే కదా కొండ దాటితేనే కానీ మైదానం రాదు.

ఈ సందర్భంగా బాలారిష్టం రూపంలో ఒక సమస్య కూడా ఎదురయ్యింది. అది పేరుకు సంబంధించినది. విజ్ఞాన భారతి అనే సంస్థ ఒకటి భారతదేశంలో ఇదివరకే ఉన్నదనీ, అందుచేత ఈ పేరు వల్ల జనత పొరబడే అవకాశం ఉన్నదనీ, ఆ సంస్థ తాలూకు ప్రతినిధి ఒకరు వాట్సాపు ద్వారా నాకు తెలియజేశారు. అందుచేత ఆపద్ధర్మంగా ఆ సమావేశంలో వేదిక వెనక ప్రదర్శించిన ప్లెక్సీలో అమెరికా విజ్ఞాన భారతి అని రాయించాం.

ఈ విషయం సమావేశంలో ప్రస్తావనకు తెచ్చినప్పుడు రెండు ప్రత్యామ్నాయ పదాలను సూచించారు అంగర వారు విజ్ఞాన జ్యోతి అని, చాగంటి కృష్ణ కుమారి గారు విశ్వవిజ్ఞానభారతి అని సూచించారు. తరువాత గాడేపల్లి సుబ్రహ్మణ్యం గారు విజ్ఞాన భారతీయం అని, కొచ్చెర్లకోట బాపారావు గారు విజ్ఞాన తరంగిణి అని సూచించారు. మరికొన్ని నాకు తట్టిన పేర్లు: విజ్ఞాన వాహిని, విజ్ఞాన స్రవంతి. ఈ విషయమై ఏదో ఒక నిర్ణయం చేయవలసిన అవసరం ఉన్నది. మీ సూచనలను ఈమెయిల్ ద్వారా తెలియజేయవలసిందిగా పాఠకులను కూడా కోరుతున్నాము.

ఇక పోతే, శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి గారు పత్రికను సాధారణ స్థాయి నుంచి పరిశోధనా స్థాయికి పెంచాలని అభిప్రాయపడ్డారు. అది తప్పక స్వీకరణీయమే అయితే విజ్ఞాన భారతి ఇంకా తొలి అడుగుల దశలోనే ఉన్నందున ఆ స్థాయిని చేరుకోవడానికి కొంత వ్యవధి పడుతుంది.

***

తెలుగులో నాలుగేళ్ళ ఇంజినీరింగు కోర్సు ఎలా ఉండబోతోంది, దాని రూపురేఖల విశ్లేషణ ప్రణాళికలపై పని సాగుతోంది. దానిలో అంతర్భాగంగా ఇంజనీరింగు పరిభాష దాని ఆధారంగా పాఠ్య గ్రంథాల తయారీ, ప్రచురణ వంటి విషయాలపై ఆలోచనలు సాగుతున్నాయి రాబోయే సంవత్సరంలో ఇది రూపు సంతరించుకొని ప్రజా బాహుళ్యంలోకి రాగలవని ఆశిస్తున్నాం.

***

తాప విద్యుత్కేంద్రం లో నీటి వ్యవస్థ

*

శ్రీ అంగర గోపాలకృష్ణారావు

నీటి సేకరణ

తాప విద్యుత్ కేంద్రానికి నీరు పుష్కలంగా అవసరము. అందుచేత నీరు సమృద్ధిగా దొరికే చోటే విద్యుత్ కేంద్రాలు ఏర్పాటు చేస్తారు. నీటిని నదిలో నుంచి కానీ కాలువలో నుంచి కానీ పెద్ద పెద్ద చెరువులలో నుంచి కానీ సేకరిస్తారు. ఇలా సేకరించిన నీటిని తాప విద్యుత్ కేంద్రంలో ఒక పెద్ద జలాశయంలో (రిజర్వాయర్) నిలవ చేస్తారు. దీనినే ముడి నీరు (raw water) అంటారు.

నీటి శుద్ధి - క్లారిఫైడ్ నీటి తయారీ

ఇది సామాన్యంగా దుమ్ము, ధూళి మొదలైన మలినాలు కలిగి అపరిశుభ్రంగా (టర్బిడ్)గా ఉంటుంది. కాబట్టి దీనిని శుద్ధి చేయవలసి వస్తుంది. ముడి నీటి జలాశయానికి ఒక పరిశుభ్రం చేసే పరికరాన్ని (క్లారిఫైయర్) ఏర్పాటు చేస్తారు. ఈ క్లారిఫైయర్ అనేది ఒక వలయాకారంలో ఉండే పెద్ద కాంక్రీటు ట్యాంకు. ఈ ట్యాంకులోకి జలాశయంలో నిలవ చేసిన నీటిని పంపిస్తారు. ముడినీరు ఇలా నిలవ ఉన్నందున పైన తేలే మలినములు కొన్ని కిందికి దిగిపోయి అడుగంటుతాయి. ఇలా మలినాలు అడుగంటిన నీటి ట్యాంకులోకి పటిక (ఆలం) ద్రావణాన్ని పంపు చేస్తారు. ఈ ద్రావణము వల్ల ఇంకా సూక్ష్మమైన మలినాలను ఇది నిర్మూలిస్తుంది. ఈ మలినాలన్నీ కూడా ఆ ట్యాంకు అడుగు భాగానికి ఒక బురదలాగా (మడ్డి లేదా స్లడ్జు) చేరుతాయి. అప్పుడప్పుడు దాన్ని తీసి శుభ్రం చేసేస్తూ ఉంటారు. ఈ వలయాకారపు ట్యాంకులో స్టరర్ అని చెప్పి నీటిని కలియబెట్టే ఒక గరిటె లాంటి పరికరం ఉంటుంది. ఇది ఆ వలయాకారపు ట్యాంకులో చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ గరిటెకి అడుగున ఒక కవ్వం లాగా పెద్దపెద్ద చాటలతో ఉండే చక్రం ఉంటుంది. అది నీటిని కలియబెడుతూ గుండ్రముగా ట్యాంకు చుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటుంది. దానివల్ల ఆ పటిక ద్రావణం అంతా కూడా బాగా కలిసిపోయి ఆ నీటిలో ఉన్న మట్టి మశాణం మలినాల్ని తీసేయడానికి సహాయపడుతుంది. ఇలా శుద్ధి చేయబడిన నీటిని ఒక క్లారిఫైయర్ ట్యాంకు లో నిల్వ చేస్తారు. ఈ ట్యాంకు నుంచి పంపుల ద్వారా నీటిని విద్యుత్కేంద్రంలో వివిధ పనులకి ఉపయోగిస్తారు.

బాయిలరుకు నీటి శుద్ధి - డీ మినరలైజింగ్

ముందుగా బాయిలర్ కి కావలసిన నీరు ఎట్లా శుద్ధి చేస్తారో తెలుసుకుందాము. ఇక్కడ డీ మినరలైజింగ్ (డీ.యం) ప్లాంట్ అనే ఒక వ్యవస్థ ఉంటుంది. అందులో తేలియాడే మలినాలే కాకుండా నీటిలో కరిగి ఉన్న లవణాలను కూడా తీసేస్తారు. ఎందుకంటే ఈ లవణాలే దళసరి పొర ఏర్పాటు అవ్వడానికి కారణం అవుతాయి. ముందుగా ఈ నీటిని శాండ్ ఫిల్టర్స్ లోకి పంపిస్తారు. అంటే ఇసుక వడబోత పరికరం అన్నమాట. అందులో ఇంకా మిగిలి ఉన్న సూక్ష్మమైన మలినాలన్నీ కూడా శుభ్రమైపోతాయి. తర్వాత ఈ నీటిని యాక్టివేటెడ్ కార్బన్ ఫిల్టర్స్ అనే వడపోత

ట్యాంకు గుండా పంపుతారు. ఇది నీటిలో ఉండే క్లోరినును తీసేస్తుంది. తరువాత ఈ నీటిలో కరిగి ఉన్నటువంటి లవణాలని తీయడానికి కేటయాన్, యానయాన్ అనే ట్యాంకులను ఉపయోగిస్తారు. ఈ నీటి లోపల కరిగి ఉన్న లవణాలు పాజిటివ్ అయాన్లు నెగటివ్ అయాన్లు అని రెండు లక్షణాలు కలిగి ఉంటాయి. మెగ్నీషియం లవణాలు క్యాల్షియం లవణాలు మొదలైనటువంటి పదార్థాలు నీరు మరిగినప్పుడు బాయిలర్ ట్యూబులో పొర ఏర్పాటు అవడానికి కారణం అవుతాయి. ఇందులో మెగ్నీషియం క్యాల్షియం సోడియం మొదలగు లవణాలు సహజంగా రుణ విద్యుత్తుతో చార్జి చేయబడి ఉంటాయి. (నెగెటివ్ లీ ఛార్జ్ డు మెటాలిక్ రాడికల్స్). వీటినే కేటయాన్లు అంటారు. వీటితో కలిసి ఉన్నటువంటి క్లోరైడ్లు, కార్బోనేట్లు మొదలగు మిశ్రమాలు సహజంగా ధన విద్యుత్తుతో చార్జి చేయబడి ఉంటాయి, అంటే పాజిటివ్ అయాన్లు అన్న మాట. వీటిని తీయడానికి ఇక్కడ రెండు పెద్ద ట్యాంకులు ఉంటాయి. ఒకదానిలో కేటయాన్ల నిర్మూలన చేసే రెజిన్ అనే పదార్థం ఉంటుంది. ఇంకొక దాంట్లో యానయాన్ల నిర్మూలన చేసే రెజిన్ ఉంటుంది. ఈ నీరు కేటయాన్ ట్యాంకు లోకి పంపిస్తే ముందుగా మెగ్నీషియం క్యాల్షియం మొదలగు ఋణ విద్యుత్ మూలకాలు (క్యాటయానులు) నిర్మూలించబడతాయి.

డీగాసిఫయ్యింగ్

తరువాత దీనిలో ఉన్నటువంటి వాయువులు అంటే బొగ్గుపులుసు వాయువు (కార్బన్డయాక్సైడ్) మొదలగునటువంటి వాయువులను తీసేయడానికి డి గ్యాసిఫయ్యర్ అని ఒక పరికరం ఉపయోగిస్తారు. ఇలా డీగ్యాసిఫై చేసిన నీటిని ఒక పెద్ద ట్యాంకులోకి పంపించి ఆ నీటిని యానయాన్ ట్యాంకులోకి పంపు చేస్తారు. ఇందులో కార్బోనేట్లు , సల్ఫేట్లు , క్లోరైడ్లు మొదలగు పాజిటివ్ అయాన్లు అన్నీ కూడా నిర్మూలించబడతాయి. ఈ రెండిటి తర్వాత ఇలా శుద్ధి చేయబడిన నీటిని మళ్ళీ ఇంకొక మిక్సెడ్ బెడ్ లోకి పంపిస్తారు. ఈ మిక్సెడ్ బెడ్ లో క్యాటయాన్, యానయాన్ రెజిన్ లు రెండూ ఉంటాయి. ఈ రెండు కలిపి ఇంకా ఎక్కువగా శుద్ధి చేసిన ఆ నీటిని డిఎం నీరు అంటారు. డిఎం అంటే డి మినరలైజింగ్, అంటే అందులో ఉండే మినరల్స్ అన్నిటిని తీసేసాము అని అర్థం. ఈ డి ఎం వాటర్ ని పెద్దపెద్ద ట్యాంకులలో నిలువచేసి ఉంచుకుని కావలసినప్పుడు బాయిలర్ లోకి వాడుకుంటారు.

బేరింగుల తాపము తీర్చుట

ఇప్పుడు బేరింగ్ కూలింగ్ వాటర్ గురించి తెలుసుకుందాం. టర్బైన్ కి పెద్ద పెద్ద బేరింగ్స్ ఉంటాయి. వాటిని ఆయిల్ పంపించి ఆయిల్ తో కూల్ చేస్తారు. ఆయిల్ ల్యూబ్రికేషన్ కింద మరియు కూలింగ్ కి కూడా పనికొస్తుంది. ఈ వేడెక్కిన ఆయిల్ ని కూల్ చేయడానికి అంటే చల్లబరచడానికి ఆయిల్ కూలర్స్ ని ఉపయోగిస్తారు. ఈ టర్బైన్ ఆయిల్ కూలర్స్ టర్బైన్ ఆయిల్ ట్యాంకు లోనే ఉంటాయి. వాటిలోకి క్లారిఫైడ్ వాటర్ పంపించి ఆ క్లారిఫైడ్ వాటర్ మళ్ళీ రీసైకిల్ చేస్తూ ఉంటారు ఇంకా కొన్ని మిషనరీలకి, అంటే ఇంకా కొన్ని సహాయక యంత్రాలు, ఐడి ఫ్యాన్స్, ఎఫ్ డి ఫాన్స్, పిఏ ఫ్యాన్స్, బాయిలర్ ఫీడ్ పంపులు మొదలగు పెద్దపెద్ద యంత్రాలన్నిటికీ కూడా బేరింగ్ లు కూల్ చేయడానికి ఆయిల్ వాడుతారు. వీటికి విడివిడిగా చిన్న చిన్న కూలర్ లు ఉంటాయి. ఈ కూలర్లను హీట్ ఎక్స్ చేంజర్లు అని కూడా వ్యవహరిస్తారు. అందులోకి కూడా ఈ కూలింగ్ వాటర్ ని పంపుతారు. దీని తర్వాత విద్యుత్ శక్తి ఉత్పాదన చేసే యంత్రం అంటే జనరేటర్ లో హైడ్రోజన్ కూలింగ్ చేస్తూ ఉంటుంది. ఈ హైడ్రోజన్ ని మళ్ళీ చల్లపరచడానికి పెద్ద పెద్ద హైడ్రోజన్ కూలర్స్ అని చెప్పి ఆ జనరేటర్ కేసింగ్ లోనే ఉంటాయి. సాధారణంగా పెద్ద పెద్ద జనరేటర్లకి నాలుగు కూలర్లు ఏర్పాటు చేస్తారు. వీటిలో కూడా ఈ క్లారిఫైడ్ వాటర్ ని పంపించి హైడ్రోజన్ ని చల్ల

బరుస్తారు. ఇలా వేడెక్కిన బేరింగ్ కూలింగ్ వాటర్ ని కూలింగ్ టవర్ ట్యాంక్ లోకి పంపిస్తారు. ఎందుకంటే కూలింగ్ టవర్ ట్యాంకులో ఉండే నీళ్ళని ఆ కూలింగ్ టవర్ల పై భాగాన ఏర్పాటు చేసిన నాజిల్స్ లోనుంచి స్ప్రే చేసినప్పుడు సహజంగా వీచే గాలి వలన చల్లబడతాయి. ఇలా వివిధ యంత్రాల నుండి వచ్చే వేడి నీటిని చల్ల బరచి తిరిగి వాడుకుంటారు.

కొన్నిచోట్ల జనరేటర్ కండక్టర్లను నీటితో చల్లబరుస్తారు. (విజయవాడ విద్యుత్కేంద్రం మొదటి స్టేజి రష్యన్ జనరేటర్లు). దీనికి డీయ్యం వాటర్ ని వాడుతారు. క్లారిఫైడ్ వాటర్ పనికిరాదు. వేడెక్కిన యీ డి ఎం నీటిని చల్లపరచడానికి మళ్లీ డిఎం వాటర్ కూలర్ లే ఉంటాయి. ఈ కూలర్లలో వేడెక్కిన డిఎం నీటిని చల్లబరచడానికి వేరే డీయం వాటర్ టు క్లారిఫైడ్ వాటర్ కూలర్స్ ఏర్పాటు చేస్తారు.

ఆవిరి తాపము తీర్చుట

ఇంక తర్వాత ఎక్కువ నీరు అవసరం అయేది కండెన్సరులో. ఈ కండెన్సరు అనేది టర్బైను ఆఖరి భాగం అన్నమాట. అందులోకి పనిచేసిన ఆవిరి అంతా ఆ కండెన్సరులో పడి కిందకి దిగిపోతుంది. ఆ కిందికి దిగిన అవిరిని నీటితో చల్లబరిచినప్పుడు అది స్వచ్ఛమైన నీరులాగ తయారవుతుంది. ఈ నీటిని మళ్ళీ బాయిలరులో వాడుకుంటారు. ఆవిరిని చల్లబరచడానికి వాడిన నీరు వేడెక్కి ఉంటుంది. ఈ వేడి నీటిని కూలింగ్ టవర్ లో కూల్ చేస్తారు. అంటే చల్ల బరుస్తారు. ఇలా చల్లబరిచిన నీరుని మళ్లీ క్లారిఫైడ్ ట్యాంకులకు పంపించేసి పైన చెప్పిన ప్రయోజనాలకి వాడుకుంటారు. నీరు సమృద్ధిగా లభించే చోట అంటే నదీ తీరాలు కానీ సముద్రం దగ్గర కానీ తాపవిద్యుత్ కేంద్రం నిర్మించి ఉంటే ఈ నీరుని కూలింగ్ టవర్ లో చల్లపరచాల్సిన అవసరం లేదు ఆ వేడినీటిని నదిలోకి గానీ సముద్రం లోకి గానీ వదిలేస్తారు. ఎందుకంటే నీరు బాగా సమృద్ధిగా ఉంది కాబట్టి అది వాడుకుంటూ ఉంటారు.

ఇదే కాకుండా తాగునీటి అవసరాలకు ఈ క్లారిఫైడ్ నీటిని ఇసుక వడపోత ట్యాంకులు (శాండ్ ఫిల్టర్స్) ద్వారా వడపోసి వాటికి కావలసినటువంటి క్లోరిను మొదలైన రసాయనాలు కలిపి దాన్ని తాగునీటి కింద ఉపయోగిస్తారు.

ఇవే కాకుండా వివిధ ఉపయోగాలకు ఈ క్లారిఫైడ్ వాటర్ ని ఉపయోగిస్తారు. పవర్ హౌస్ ని శుభ్రం చేయడానికి, స్నానాల గదులకు, వాష్ బేసిన్ లకు వేరే మామూలు ముడి నీరు ఉపయోగిస్తారు. దానికి క్లారిఫైడ్ నీరు అవసరం లేదు.

ఇంక, బాయిలర్ లో బొగ్గు మండడం వలన ఏర్పడిన బూడిద విసర్జన కొరకు చాలా నీరు అవసరం అవుతుంది. బూడిదను ఈ నీటితో కలిపితే బూడిద బురద గా ఏర్పడుతుంది. ఈ బూడిద బురద (యాష్ స్లర్రీ) ని దూరంగా బూడిద చెరువులలోకి పంపు చేస్తారు.

ఇది సంక్షిప్తంగా తాప విద్యుత్కేంద్రం లో నీటి వ్యవస్థ పని చేయు తీరు.

***

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.

***

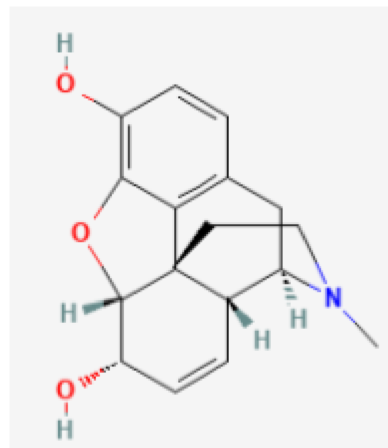
నల్ల మందు కథ: వైజ్ఞానిక శాస్త్ర అభివృద్ధి

(రెండవ భాగం)

శ్రీ ఆరి సీతారామయ్య

మోర్ఫిన్ ఆవిష్కరణ

యుద్ధభూములూ, నౌకాశ్రయాలకూ దూరంగా, మరో మార్పు నిశ్శబ్దంగా జరిగింది. యూరప్‌లో శాస్త్రవేత్తలు ఓపియంను ఒక వ్యాపార వస్తువుగా కాకుండా, రసాయన పదార్థంగా పరిశీలించడం ప్రారంభించారు. వారు ఒక కొత్త ప్రశ్న వేసుకున్నారు: ఓపియంలో అసలు ప్రభావాన్ని కలిగించేది ఏమిటి? దాన్ని వేరు చేసి, కొలిచి, నియంత్రించగలమా?



మోర్ఫిన్

ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం కనుగొన్నవాడు ఫ్రీడ్రిక్ జెర్ట్యూర్నర్ (Friedrich Sertürner). 1804లో జెర్ట్యూనర్ ఓపియం మీద ప్రయోగాలు చేసి, అందులోని ఒక శక్తివంతమైన రసాయనాన్ని వేరుచేశాడు. గ్రీకు పురాణాల్లో కలల దేవుడి పేరు మోర్ఫేయుస్ (Μορφεύς). ఈ పదార్థానికి అతను “మోర్ఫిన్” అని పేరు పెట్టాడు. గ్రీక్ పురాణాల్లో నిద్ర దేవుడిని మార్ఫియస్ అంటారు. అందుకే నిద్రావస్థను కలిగించే మందుకు మోర్ఫిన్ అని పేరుపెట్టాడు జెర్ట్యూర్నర్.

ఓపియంకు ఉన్న ప్రధాన లక్షణాలన్నీ మోర్ఫిన్ లో ఉన్నాయి: నొప్పినీ, దగ్గునూ తగ్గించడం, మల బద్ధకం కలిగించడం, ఎక్కువ మోతాదులో తీసుకున్నప్పుడు గాలి పీల్చడాన్ని కష్టతరం చెయ్యడం.

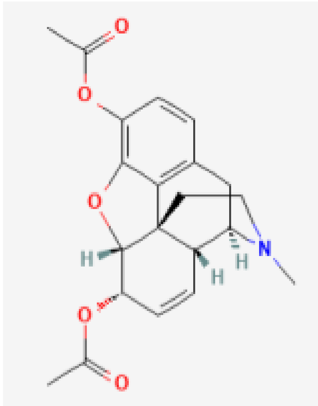
వైద్యంలో మోర్ఫిన్ వల్ల నొప్పి నియంత్రణ మరింత సమర్థవంతం అయ్యింది, వైద్య చికిత్సలు మెరుగయ్యాయి, శస్త్రచికిత్సల్లో ఉపయోగం పెరిగింది. అయితే, మోర్ఫిన్ ప్రభావం మరింత శక్తివంతంగా ఉండటం వలన, దాని మీద ఒక వ్యక్తి ఆధారపడే ప్రమాదం కూడా పెరిగింది.

మోర్ఫిన్ వినియోగం: అనూహ్య పరిణామాలు

నొప్పి తగ్గించడానికి తీసుకున్న మందు, తర్వాత అవసరం లేకపోయినా కొనసాగించాల్సిన పరిస్థితి ఏర్పడింది. శరీరం దానికి అలవాటు పడుతూ, అదే ప్రభావాన్ని పొందడానికి ఎక్కువ మోతాదు అవసరమవుతోంది. ఈ ప్రక్రియను తరువాత **“సహనశక్తి” (tolerance)** గా అర్థం చేసుకున్నారు. అయితే, ఆ కాలంలో ఇది పూర్తిగా అర్థం కాలేదు. వైద్యులు రోగుల బాధను తగ్గించడమే ప్రధాన లక్ష్యంగా చూశారు. కానీ క్రమంగా, ఈ వినియోగం వ్యసనంగా

మారే ప్రమాదం స్పష్టమయింది. ఈ సమస్యకు పరిష్కారం కోసం శాస్త్రవేత్తలు మోర్ఫిన్‌ను మరింత మెరుగుపరచడానికి ప్రయత్నించారు.

1874లో, ఇంగ్లాండ్ రసాయన శాస్త్రవేత్త ఏల్డర్ రైట్ (Alder Wright) మోర్ఫిన్ మీద ప్రయోగాలు చేసి, దానిని రసాయనికంగా మార్చి **డై ఎసిటైల్ మోర్ఫిన్** అనే ఒక కొత్త పదార్థాన్ని తయారు చేశాడు. కానీ అది వెంటనే పెద్దగా వాడుకలోకి రాలేదు. కొన్ని సంవత్సరాల తరువాత, జర్మన్ ఔషధ సంస్థ బేయర్ (Bayer) దాన్ని తిరిగి పరిశీలించి, 1898లో "**హెరోయిన్**" (Heroin) అనే పేరుతో మార్కెట్లోకి తీసుకొచ్చింది. మందు ప్రభావం బలంగా ఉంటుందని చెప్పడానికి, గ్రీకుల భాషలో బలంగా ఉండటాన్ని ἥρως (hḗrōs, ఎరోస్) అంటారు కాబట్టి, ఈ మందుకు ఆ పేరు పెట్టారు.



హెరయిన్

హైపోడెర్మిక్ సూది, హెరోయిన్, వ్యసనం విస్తరణ

మోర్ఫిన్ వినియోగం పెరుగుతున్న సమయంలో, మరో ముఖ్యమైన ఆవిష్కరణ వైద్యరంగాన్ని ప్రభావితం చేసింది—హైపోడెర్మిక్ సూది. ఈ సూది ద్వారా మందును నేరుగా రక్తప్రవాహంలోకి పంపడం సాధ్యమైంది. దీని వల్ల మందు వేగంగా పనిచేస్తుంది, ప్రభావం స్పష్టంగా, బలంగా ఉంటుంది. తీవ్రమైన నొప్పితో బాధపడుతున్న రోగులకు ఇది ఒక గొప్ప ఉపశమనం. అయితే, ఈ వేగవంతమైన ప్రభావం ఒక కొత్త సమస్యకు దారి తీసింది. మందు మెదడుకు త్వరగా చేరినప్పుడు, అది కలిగించే అనుభూతి కూడా తీవ్రంగా ఉంటుంది. ఈ అనుభూతి మళ్ళీ మళ్ళీ దానిని ఉపయోగించాలనే కోరికను పెంచుతుంది.

యుద్ధకాలంలో, ముఖ్యంగా అమెరికాలో, అంతర్గతంగా జరిగిన యుద్ధ సమయంలో, మోర్ఫిన్ ఇంజెక్షన్లు విస్తృతంగా ఉపయోగించబడ్డాయి. తర్వాత చాలా మంది సైనికులు దానిపై ఆధారపడినట్లు గమనించబడింది.

ఇదే సమయంలో, హెరోయిన్ వినియోగం కూడా ప్రారంభమైంది. ఇది మెదడులోకి మోర్ఫిన్ కంటే వేగంగా ప్రవేశిస్తుంది. దానికంటే వేగంగా, తీవ్రంగా ప్రభావం చూపుతుంది. ప్రారంభంలో, హెరోయిన్ ను నొప్పి నివారణకు, దగ్గు చికిత్సకు, మోర్ఫిన్ వ్యసనానికి ప్రత్యామ్నాయంగా ఉపయోగించారు. కానీ, త్వరలోనే ఇది మోర్ఫిన్ కంటే ఎక్కువ వ్యసనపరమైనదని స్పష్టమైంది. ఒక సమస్యకు పరిష్కారం కోసం చేసిన శాస్త్రీయ ప్రయత్నం, మరింత పెద్ద సమస్యకు దారి తీసింది.

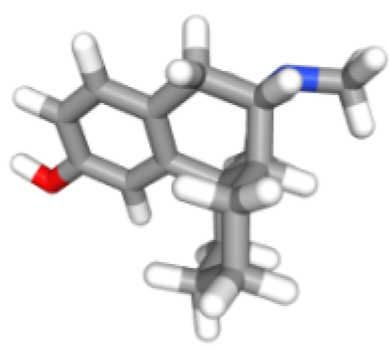
వ్యసనం: అలవాటు నుండి జీవశాస్త్రం వరకు

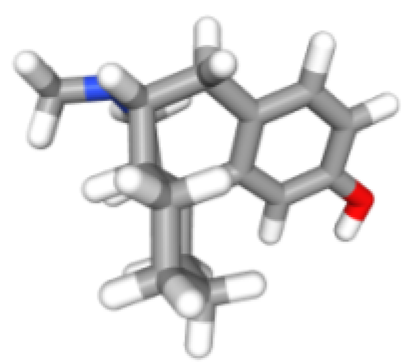
20వ శతాబ్దం ప్రారంభానికి, ఒక విషయం స్పష్టమైంది—ఓపియం, మోర్ఫిన్, హెరోయిన్ వంటి పదార్థాలు కేవలం అలవాటు మాత్రమే కాదు, ఒక గాఢంగా ఆధారపడే స్థితిని కలిగిస్తాయి. మొదట్లో, వ్యసనాన్ని ఒక వ్యక్తిగత బలహీనతగా భావించారు. కానీ క్రమంగా, దానికి శరీరంలో జరిగే మార్పులతో సంబంధం ఉన్నదని అర్థమయ్యింది.

ఒక వ్యక్తి చాలా కాలం ఓపియాయిడ్ (ఓపియం లాంటి) మందులను వాడినప్పుడు అదే ప్రభావం కోసం ఎక్కువ మోతాదు అవసరం అవుతుంది. మందు వాడకం ఆపితే శరీరం ప్రతికూలంగా స్పందిస్తుంది. దీనికి ఆంగ్లంలో withdrawal symptoms (మందును ఆపివేసిన లక్షణాలు) అని పేరు. ఈ లక్షణాలకు కారణం శరీరం ఈ పదార్థాలకు అనుకూలంగా మారటం. శాస్త్రవేత్తలు దీని గురించి ఆలోచించారు. ఈ మందులు శరీరంలో ఎక్కడ, ఎలా పనిచేస్తాయి? ఈ విషయాలమీద జరిగిన పరిశోధనల ద్వారా మన శరీరంలో మోర్ఫిన్ ను గుర్తించే గ్రాహకాలు ఉన్నాయని నిరూపించబడింది. ఈ విషయం గురించి మాట్లాడుకోవాలంటే కథనం కుంటుబడినా, మరింత వివరంగా మాట్లాడుకోవాలి.

ఇంతవరకూ మోర్ఫిన్, దాన్నుంచి తయారయిన హెరోయిన్ ల గురించి మాట్లాడుకున్నాం. కానీ మార్ఫిన్ మాత్రమే కాదు, ఓపియం నుంచి ఇతర పదార్థాలను కూడా వేరు చేశారు శాస్త్రజ్ఞులు. ఈ పదార్థాల్లో కొన్ని మందులుగా పనిచేస్తే, మరి కొన్ని ప్రయోగాల కోసం అవసరమైన సాధనాలుగా పనిచేశాయి. ఇవి చివరకు ఓపియాయిడ్ గ్రాహకాలను (opiate receptors) కనుగొనడానికి దారి తీశాయి, ఇంకా మరెన్నో అభివృద్ధులకు కారణమయ్యాయి. ఆధునిక ఔషధ శాస్త్రానికి (modern pharmacology) పునాది పడింది ఓపియం నుంచి వేరు చేసిన పదార్థాలమీద జరిగిన పరిశోధనలతోనే.

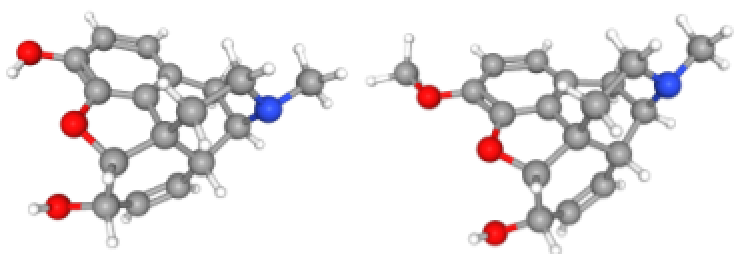
1940లలో మార్ఫిన్ లాంటి పదార్థాన్ని ప్రయోగశాలలో తయారుచెయ్యాలని హాఫ్ మన్ లా రోష్ కంపెనీ సేంద్రియ రసాయన శాస్త్రజ్ఞులు (organic chemists) లియో స్టెర్న్బాక్, నేతన్ ఎడ్డీ ప్రయత్నించారు. అయితే వారు తయారుచేసిన పదార్థంలో రెండు రసాయనాలు ఉన్నాయి - లేవర్ఫనోల్ (Levorphanol), డెక్స్ట్రార్ఫాన్ (Dextrorphan). రసాయన లక్షణాలు రెండిటికీ ఒకటే. పరమాణువుల్లో (atoms) ఎలాంటి తేడా లేదు. కానీ వాటి త్రిమితీయ (3D) ఆకృతి మాత్రం వేరు. అవి కుడి చెయ్యీ, ఎడం చెయ్యీ లాంటివి. నొప్పి మీద వాటి ప్రభావాన్ని పరిశీలిస్తే, Levorphanol కు మార్ఫిన్ అంతటి నొప్పి తగ్గించే శక్తి ఉంది గాని, Dextrorphan కు నొప్పి మీద ఎలాంటి ప్రభావం కనబడలేదు. అంటే జీవసంబంధమైన ప్రభావాలు (biological effects) పూర్తిగా


డెక్స్ట్రార్ఫాన్


లేవర్ఫనాల్

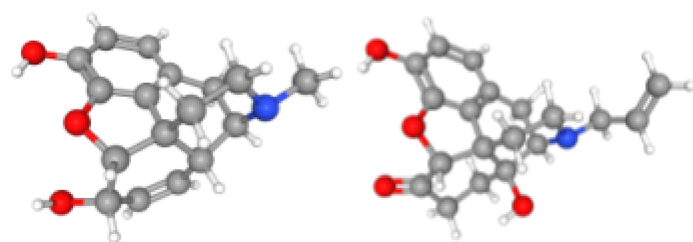
వేరుగా ఉన్నాయి. ఈ ఫలితాలు ఏం చెప్తున్నాయంటే, **మన శరీరంలో మార్ఫిన్ పనిచేసే చోటు ఏదోగాని, దానికి మందులోని కుడి ఎడమల మధ్య తేడాను గుర్తించగల శక్తి ఉంది**. [Levo అనగా ఎడమ ; Dextro అనగా కుడి]

1832లో పియెర్ జీన్ రాబికే (ఫ్రాన్స్ దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు) ఓపియం నుండి ఒక పదార్థాన్ని వేరు చేశాడు. దానికి ఆయన కోడీన్ (codeine) అని పేరుపెట్టాడు. కోడిన్ సహజంగా ఓపియంలో చాలా తక్కువ మోతాదులో (2% కంటే తక్కువ) ఉంటుంది. మోర్ఫిన్ (ఎడమ వైపు బొమ్మ) తో పోలిస్తే నొప్పి తగ్గించే శక్తి చాలా తక్కువ, పదిశాతం మాత్రమే. ఈ బొమ్మల్లో వాయువ్యం వైపు చూడండి - మార్ఫిన్ లో ఉన్న -O-H స్థానంలో కోడిన్ లో-O-CH_3 ఉంది. ఆ చిన్న మార్పుతో దాని ప్రభావం తగ్గిపోయిందంటే, **మన శరీరంలో మార్ఫిన్ పనిచేసే చోటుకు మందులోని చిన్న**



మోర్ఫిన్ కోడిన్

మార్పులను గుర్తించగల శక్తి ఉంది. [వాయువ్య దిశ = పశ్చిమోత్తర దిశ]



మోర్ఫిన్. నాలొక్సోన్

చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులు మోర్ఫిన్ లో చిన్న చిన్న మార్పులు చేస్తే అది ఇంకా ఎక్కువ ప్రభావం చూపిస్తుందని భావించారు. 1960లో జపాను లో సాంక్యో (Sankyo) కంపెనీలో జరిగిన పరిశోధనల ఫలితంగా **నలొక్సోన్** తయారయింది. మార్ఫిన్ తో పోలిస్తే, ఈ నలొక్సోన్ లో మూడు చిన్న మార్పులు ఉన్నాయి. ఒకటి, బొమ్మలో నైరుతి వైపున్న -O-H, =O గా మారింది. రెండోది, కుడి వైపున్న, నత్రజని (బులుగు రంగు) మీద మార్ఫిన్ లో –CH_3 ఉంటే, నలొక్సోన్ లో –CH_2-CH=CH_2 ఉంది. మూడోది, ఒక ఆమ్లజని పరమాణువు (కింది భాగంలో ఎరుపు) చేరింది.

అయితే ఆశ్చర్యకరమైన విషయం ఏంటంటే, నలొక్సోన్ కి నొప్పి తగ్గించే ప్రభావం కొంచెం కూడా లేదు. పైగా మోర్ఫిన్ వంటి మందు ఇచ్చిన తర్వాత నలొక్సోన్ ఇస్తే, నొప్పి తగ్గించే ప్రభావం తగ్గిపోయింది, ఈ తగ్గిపోవడం మోతాదు మీద ఆధారపడి ఉంది. ఎంత ఎక్కువ ఇస్తే, మార్ఫిన్ ప్రభావం అంతగా తగ్గిపోయింది. దానితో బాటు నిద్రమత్తు తగ్గింది, మందుకు అలవాటు పడిన వారిలో withdrawal లక్షణాలు కనిపించాయి. ఇది గమనించిన వైద్యులు నలొక్సోన్ ను మోర్ఫిన్ ను ఎక్కువ మోతాదులో తీసుకుని ప్రమాదంలో ఉన్న వారిని కాపాడటానికి, శస్త్ర

చికిత్స తర్వాత ఊపిరి పీల్చడం ఇబ్బందిగా ఉన్న వారికి ఉపశమనం కలిగించడానికీ, కోమాలో ఉన్న వారికి కారణం ఓపియం లాంటి మందులా కాదా అని తెలుసుకోవడానికి వాడారు.[1]

మనం పైన చెప్పుకున్న పరిశోధనా ఫలితాలనూ, ముఖ్యంగా వైద్యంలో వాటి ప్రభావాలను పరిశీలిస్తే, మార్ఫిన్ లాంటి మందులను మన శరీరం గుర్తిస్తుంది, వాటిలో చిన్న మార్పులున్నా వాటిని గుర్తించగలదు అని ఖచ్చితంగా తెలుస్తుంది. అలాంటి నిర్దిష్ట స్థానాలకు మందులు అతుక్కోవడం కొత్త కాదు. వాటికి **గ్రాహకాలు** అని ఒక పేరు కూడా ఉంది. 1930-60 కాలంలో ఏసిటిల్ కోలిన్, ఎడ్రినలిన్ వంటి నరాల ప్రేరకాలకూ (neurotransmitters), ఇన్సులిన్, ఎస్ట్రోజెన్ వంటి హార్మోన్లకూ (Hormones) శరీరంలో నిర్దిష్టమైన గ్రాహకాలు ఉన్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసు కున్నారు. అలాంటి గ్రాహకం ఒకటి మార్ఫిన్ కు కూడా ఉండవచ్చు కదా? మనం పైన చెప్పుకున్న లక్షణాలు - కుడి ఎడమలను గుర్తించగలగడం, చిన్న మార్పులను గుర్తించడం, ముఖ్యంగా అదే స్థానానికి అతుక్కుని దాన్ని పనిచెయ్యనివ్వకుండా ఉండగల పదార్థాలు ఉండటం (నలోక్సోన్ లాగా), వాటికి మోతాదు మీద ఆధారపడే ఫలితం ఉండటం, ఇవన్నీ గ్రాహకాల లక్షణాలే కదా!

మరి 1970ల వరకు మోర్ఫిన్ గ్రాహకాన్ని ఎందువల్ల కనుక్కోలేదు ఎవ్వరూ? కారణం: అంతవరకూ మనకు తెలిసిన గ్రాహకాలన్నీ మన శరీరంలో ఉండే నరాల ప్రేరకాలనూ, హార్మోన్లనూ గుర్తించేవి, కానీ ఓపియాయిడ్లన్నీ- ఒక మొక్కకు సంబంధించినవి. వాటిని మన శరీరం ఎందుకు గుర్తిస్తుంది? వాటికోసం నిర్దిష్టమైన గ్రాహకాలను ఎందుకు తయారు చేస్తుంది? ఇదీ సందేహం, సంశయం. కానీ కొంతకాలం వెనుకాడినా, చివరికి గ్రాహకం వేట మొదలుపెట్టారు శాస్త్రజ్ఞులు.

మనం మొదట మార్ఫిన్ గ్రాహకాన్ని ఎలా కనుక్కున్నారో తెలుసుకుందాం. తర్వాత ఈ మొక్కనుంచి వచ్చిన పదార్థానికి శరీరంలో గ్రాహకం ఎందుకు వుందో పరిశీలిద్దాం.

మనకు ఇంతవరకు తెలిసిన విషయాల ఆధారంగా, ఒక నిర్దిష్టమైన గ్రాహకాన్ని కనిపెట్టాలంటే మనం ఏం చెయ్యాలో ఆలోచించండి. మొదట అది మోర్ఫిన్ ని గుర్తించగలగాలి, అంటే మోర్ఫిన్ దానికి అతుక్కోవాలి. దానికి కుడి, ఎడమల మధ్య తేడా తెలియాలి. అంటే ఎటువైపుది పని చేస్తుందో దానికి అతుక్కోవాలి, రెండో దానికి అతుక్కో కూడదు. ఇక మోర్ఫిన్ ను అడ్డుకునేవి ఈ అతుకులాటకు వ్యతిరేకంగా పనిచెయ్యాలి, అంటే మార్ఫిన్ ను అది అతుక్కునే చోటునుండి వేరు చెయ్యగలిగి ఉండాలి. పైగా అక్కడ అవి స్వయంగా అతుక్కోగలిగి ఉండాలి. ఇదీ పరీక్షించవలసిన ప్రణాళిక. అయితే ఈ పట్టుకోవడం, విడవటం, వీటిని గుర్తించేదెలా?

1970లలో ఒక శక్తివంతమైన సాధనం అందుబాటులోకి వచ్చింది—రేడియోధార్మిక (radio active) గుర్తు (labelling). పదార్థాలను స్వల్పంగా మార్చి, వాటిని రేడియోధార్మికంగా (radioactive) చేశారు. ముఖ్యంగా $[^3H]$-డైహైడ్రో మోర్ఫిన్, $^3H]$-లెవోర్ఫనాల్ , $^3H]$-నలోక్సోన్ వంటి పదార్థాలను వాడారు. ఇవి రేడియోధార్మిక గుర్తు లేని సాధారణ పదార్థాల లాగానే పనిచేస్తాయి, కానీ **వీటి ఉనికిని రేడియోధార్మికత ద్వారా గుర్తించవచ్చు.** ఈ మూడు పదార్థాల్లో, $[^3H]$-డైహైడ్రో మోర్ఫిన్ గురించి మనం ఇంతకు ముందు మాట్లాడుకోలేదు. మోర్ఫిన్ ను

[1] గ్రాహకాల గుర్తింపులో, మోర్ఫిన్ overdose తీసుకున్న వారిని కాపాడటంలో నాలోక్సోన్ ప్రధాన పాత్ర వహించింది.

రేడియోధార్మికంగా చెయ్యడానికి రెండు [^{3}H] లు కలుపుతారు. దానివల్ల మార్ఫిన్ ప్రభావంలో పెద్ద మార్పు ఉండదు, కానీ తయారైన పదార్థం (డైహైడ్రో మార్ఫిన్) రేడియో ధార్మికం కాబట్టి ప్రయోగాల్లో చాలా ఉపయోగపడుతుంది.

ఇప్పుడు ప్రయోగం ఇలా సాగింది: మొదట జంతువుల (ఎలుకల, గినియా పందుల) మెదడును తీసుకున్నారు. దాన్ని నీళ్లలో మెత్తగా నూరి (homogenize చేసి) టెస్ట్ ట్యూబ్ లో ఉంచారు. ఆ తర్వాత అందులో రేడియోధార్మిక మార్ఫిన్‌ను కలిపారు. కొంతసేపటి తరువాత, కణ పొరలను (cell membranes) వేరు చేసి శుభ్రంగా కడిగారు.

ఇప్పుడు ఒక కీలక ప్రశ్న: కడిగిన తర్వాత కూడా రేడియోధార్మికత మిగిలి ఉందా? ఉంటే—అది యాదృచ్ఛికంగా ఉందా, లేక మార్ఫిన్ ను గుర్తించే నిర్దిష్టమైన చోటుకు అతుక్కుందా? మొదట, ఈ అతుక్కున్న పదార్థాన్ని సంబంధం లేని ద్రావణంతో కలిపి, కడిగారు. కణ పొరలలో రేడియోధార్మికత ఇంకా ఉంది. అంటే అది బలంగా బంధించబడింది.

తర్వాత, రేడియోధార్మికం కాని మార్ఫిన్‌తో కడిగారు. ఇప్పుడు రేడియోధార్మికత తగ్గింది. ఎందుకంటే రెండు పదార్థాలు ఒకే స్థలానికి పోటీ పడ్డాయి.

చివరిగా, నలోక్సోన్‌ను ఉపయోగించారు. ఫలితం స్పష్టంగా ఉంది: నలోక్సోన్ మోతాదు పెరిగే కొద్దీ, రేడియోధార్మిక మార్ఫిన్ పూర్తిగా తొలగిపోయింది. ఇది ఒక కీలక నిర్ధారణ: నలోక్సోన్ అదే స్థలానికి అతుక్కుంటుంది, మార్ఫిన్‌ను అక్కడి నుంచి తొలగిస్తుంది. అంటే—**ఆ స్థలం నిజంగానే ఒక నిర్దిష్టమైన గ్రాహకం**.

గ్రాహకపు ఆవిష్కరణ

ఈ ప్రయోగాల ద్వారా, ఎలుకల మెదడులో మార్ఫిన్ గ్రాహకాలు ఉన్నాయని స్పష్టంగా తెలిసింది. తర్వాత ఇదే పరీక్షలను మానవ మెదడు కణజాలంమీద కూడా చేశారు. ఫలితాలు అదే విధంగా వచ్చాయి. అంతేకాదు—ఈ గ్రాహకాలు కేవలం మెదడులో మాత్రమే కాకుండా, వెన్నుపాము, పేగులు, ఊపిరితిత్తులు వంటి ఇతర అవయవాల్లో కూడా ఉన్నాయని తెలిసింది. ఇది మార్ఫిన్ ప్రభావాలను పూర్తిగా అర్థం చేసుకునే దిశగా ఒక పెద్ద అడుగు. నొప్పి తగ్గడం, మలబద్ధకం, శ్వాస మందగించడం—ఇవి అన్నీ గ్రాహకాలతో సంబంధం ఉన్నట్లు కనిపించాయి.

మార్ఫిన్ గ్రాహకాలు ఉన్నాయని నిర్ధారించిన తర్వాత, శాస్త్రవేత్తల ముందున్న ప్రశ్న: మన శరీరంలో ఈ గ్రాహకాలు ఎందుకు ఉన్నాయి? వాటి కోసం ఓపియం వంటి బయటి పదార్థాలు అవసరమా? లేక మన శరీరమే మార్ఫిన్ లాంటి పదార్థాలను తయారు చేస్తుందా? ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం కనుగొనే ప్రయత్నం 1970లలో ఒక గొప్ప శాస్త్రీయ విప్లవానికి దారి తీసింది.

వెతుకులాట ప్రారంభం

మార్ఫిన్ గ్రాహకాలు ఉంటే, వాటికి సహజంగా అతుక్కునే పదార్థాలు కూడా శరీరంలో ఉండాలి. అంటే—శరీరం తనకు తానే "సందేశవాహకాలు (messengers, transmitters) తయారు చేస్తుండాలి. కానీ

వాటిని ఎలా గుర్తించడం? శాస్త్రవేత్తలు మోర్ఫిన్ లాంటి పదార్థాల వేటలో మెదడు కణజాలాన్ని పరిశీలించడం ప్రారంభించారు. స్కాట్లాండ్‌లోని ఆబర్డీన్ విశ్వవిద్యాలయంలో Hans Kosterlitz, John Hughes చేసిన పరిశోధనలు ఈ దిశలో కీలకమైనవి. వారు పందుల, ఎద్దుల మెదడు కణజాలం నుండి సారం తీసి, గినియా పంది ప్రేగుల మీద (guinea pig ileum) పరీక్షలు చేశారు. ఆశ్చర్యకరంగా, ఈ మెదడు సారం మోర్ఫిన్ లాంటి ప్రభావాలను చూపింది! ఇది ఒక ముఖ్యమైన సంకేతం. **మెదడులో సహజంగా ఓపియం లాంటి పదార్థాలు ఉండాలి**!

తరువాతి పరిశోధనల ద్వారా, ఈ పదార్థాలు చిన్న ప్రోటీన్ ముక్కలుగా (peptides) గుర్తించబడ్డాయి. వీటిని సమిష్టిగా **Endorphins** అని పిలిచారు— "Endogenous morphine" అనే భావం నుంచి వచ్చిన పదమే ఇది—అంటే "శరీరంలో ఉత్పత్తి అయ్యే మోర్ఫిన్ లాంటి పదార్థాలు." వీటిలో మొదటగా గుర్తించబడినవి **ఎన్కెఫలిన్లు (enkephalins)**. ఇక్కడ ఒక ముఖ్యమైన తేడా ఉంది - **ఎన్కెఫలిన్లు** మెదడులోని నర వ్యవస్థలో స్థానికంగా పనిచేస్తాయి. ఎండోర్ఫిన్లు హార్మోన్ల రూపంలో విస్తృత ప్రభావం చూపుతాయి.

నిర్ధారణ

ఈ పదార్థాలు నిజంగా ఓపియాయిడ్ వ్యవస్థలో పనిచేస్తాయా అని నిర్ధారించడానికి, శాస్త్రవేత్తలు మరో పద్ధతిని ఉపయోగించారు. వారు ఓపియాయిడ్ గ్రాహకాలను అడ్డుకునే Naloxone, Naltrexone లను ఉపయోగించారు— ఇవి రిసెప్టర్లను ఆక్రమిస్తాయి కానీ వాటిని పనిచెయ్యనివ్వవు.[2]. ఇదివరకు చూసిన ప్రయోగాల్లో ఇవి మార్ఫిన్ ప్రభావాన్ని ఎలా అడ్డుకున్నాయో, ఇప్పుడు ఎండోర్ఫిన్ల ప్రభావాన్ని కూడా అలాగే తగ్గించాయి. **ఎండోర్ఫిన్లు మన శరీరం తయారు చేసే** మోర్ఫిన్ వంటి పదార్థాలు అని ఇప్పుడు బలమైన ఆధారం దొరికింది. అంటే మోర్ఫిన్, హెరాయిన్, ఎండోర్ఫిన్లు అన్నీ ఒకే పద్ధతిగా పనిచేస్తాయి.

ఎన్కెఫలిన్లు నరాల వ్యవస్థలో ముఖ్యమైన ప్రభావాలు చూపుతాయి: నొప్పిని, ఒత్తిడిని. తగ్గిస్తాయి, ఆనందం లేదా ఉపశమనం కలిగిస్తాయి. తీవ్రమైన వ్యాయామం, గాయాలు, భావోద్వేగ అనుభవాలు వీటిని తగు స్థాయిలో విడుదల చేస్తాయి. అంటే, మన శరీరమే అవసరమైనప్పుడు తనకు తానే నొప్పి నివారణ ప్రక్రియను మొదలుబెడుతుంది.

ఇప్పటివరకు మనం అనుకున్నది ఏమిటంటే—మోర్ఫిన్ వంటి మందులు శరీరం మీద ఒక బాహ్య ప్రభావం చూపుతున్నాయి. కానీ ఇప్పుడు తెలిసింది ఏమిటంటే, ఈ మందులు ఇప్పటికే శరీరంలో ఉన్న ఒక సహజ వ్యవస్థను అనుకరిస్తున్నాయి. అవి గ్రాహకాలకు అతుక్కొని, శరీరపు సహజ సంకేతాలను మిమిక్రీ చేస్తున్నాయి. అంటే, మోర్ఫిన్ పూర్తిగా ఒక బాహ్య పదార్థం కాదు—అది మన శరీరం ఉపయోగించే భాషనే మాట్లాడుతోంది.

[2] గ్రాహకాలు మామూలుగా కణాల పొరల్లో ఉంటాయి. సందేశం మోసుకు వచ్చిన పదార్థం దానికి అతుక్కోగానే, గ్రాహకంలో చిన్న చిన్న మార్పులు వచ్చి అది ఉత్తేజితం అవుతుంది. అప్పుడు అది కణం లోపల రసాయన మార్పులు జరిగే ప్రక్రియను ఆరంభిస్తుంది. గ్రాహక నిరోధకాలు గ్రాహకానికి అతుక్కుంటాయి, కానీ దాన్ని ఉత్తేజ పరచవు, కణంలో రసాయన ప్రక్రియలను ప్రేరేపించవు.

వ్యసనం మీద కొత్త అవగాహన

గ్రాహకాల గుర్తింపు, ఎండోర్ఫిన్ల ఆవిష్కరణ తర్వాత, ఓపియం లాంటి మందులను అధికంగా వాడితే (drug abuse) శరీరం ఎలా స్పందిస్తుందో వివరంగా తెలుసుకున్నారు శాస్త్రజ్ఞులు. ఈ స్పందనను Tolerance అని పిలిచారు. మనం దీన్ని అలవాటుపడటం అందాం. అలవాటుపడ్డ శరీరంలో మందుకు మొదటిసారి వాడినప్పుడు ఉన్నంత స్పందన ఉండదు. నిజానికి చాలా తక్కువ ఉంటుంది. పూర్వపు స్పందన కోసం అధిక మోతాదులో మందు వాడాల్సి వస్తుంది. దీనికి చాలా కారణాలు ఉన్నాయి. మందు వాడకం పెరిగేకొద్దీ, మన కణాలు గ్రాహకాలను రసాయన క్రియల ద్వారా కొద్దిగా మార్చుతాయి. ఇలా మారిన గ్రాహకం ఇదివరకటిలాగా ఓపియంకు స్పందించలేదు. ఈ మారిన గ్రాహకాన్ని కణంలోని ప్రొటీన్లు గుర్తించి దానికి అతుక్కుంటాయి. అలా అతుక్కున్న గ్రాహక స్పందనశక్తి చాలా తగ్గిపోతుంది. మందు వాడుక ఇంకా అధికంగా కొనసాగుతూ ఉంటే, శరీర కణాలు ఓపియం గ్రాహకాలను పొర మీదనుండి తీసివేసి కణం లోపలికి తీసుకు వచ్చి వాటిని ధ్వంసం చేస్తాయి. కణం పొర మీద గ్రాహకాల సంఖ్య తగ్గే కొద్దీ మందుకు స్పందించే శక్తి సహజంగానే తగ్గిపోతుంది.

మనం ఇంతవరకూ ఓపియం నొప్పిని తగ్గిస్తుందని చెప్పుకున్నాం కానీ, నొప్పి సంకేతం మెదడుకు ఎలా చేరుతుందో, దాన్ని మోర్ఫిన్, అలాంటి ఇతర మందులు ఎలా తగ్గిస్తాయో మాట్లాడుకోలేదు.

దెబ్బ తగిలిన చోట, లేక వాపు గానీ, గాయం కానీ ఉన్న చోట, శరీరం కొన్ని ప్రత్యేకమైన పదార్థాలను విడుదల చేస్తుంది. ఉదాహరణకు ప్రోస్టాగ్లాండిన్, బ్రాడీకైనిన్, హిస్టమిన్. వీటి ప్రభావం వల్ల అక్కడి నొప్పి నరాలు ప్రేరేపితం అవుతాయి. ఈ నరాలు వెన్నుపాములో గ్లూటమేట్, సబ్ స్టెన్స్ P లాంటి సంకేత పదార్థాలను విడుదల చేస్తాయి. వాటి ప్రభావం వల్ల వెన్నుపాములోని ఇతర నరాలు నొప్పి సంకేతాన్ని మెదడుకు పంపిస్తాయి. అప్పుడు మెదడుకు నొప్పి ఎక్కడ ఉందో, ఎంత తీవ్రంగా ఉందో, అది మెల్లగా వచ్చిన నొప్పో లేక అకస్మాత్తుగా వచ్చిన నొప్పో తెలుస్తుంది.

మోర్ఫిన్ లాంటి మందు తీసుకున్నప్పుడు, అది వెన్నుపాములోనూ, మెదడులోనూ ఉన్న ఓపియాయిడ్ గ్రాహకాలకు చేరుతుంది. వాటి ప్రభావం వల్ల నరాలు గ్లూటమేట్, సబ్ స్టెన్స్ P లాంటి నొప్పి సంకేత పదార్థాలను విడుదల చేయడం తగ్గుతుంది. అందువల్ల నొప్పి ఉంది అనే విషయం కొంత తెలిసినా, బాధ అనుభూతి, నొప్పి మీద దృష్టి తగ్గిపోతాయి. ఉపశమనం కలుగుతుంది. ఇదీ క్లుప్తంగా మోర్ఫిన్ పనిచేసే పద్ధతి.

మనం ఇంతవరకూ తెలుసుకున్నది నల్ల మందు కథే కాదు. ఇది మన శరీరం తన నొప్పిని ఎలా నియంత్రించుకుంటుందో తెలిపే కథ.

ఈ అవగాహనతో కొత్త ప్రశ్నలు పుట్టాయి. ఈ వ్యవస్థను సురక్షితంగా ఎలా ఉపయోగించాలి? వ్యసనాన్ని ఎలా నియంత్రించాలి? నొప్పిని తగ్గించే కొత్త మార్గాలు ఏవి? ఈ ప్రశ్నల జవాబుల కోసం పరిశోధనలు ఇంకా కొనసాగుతున్నాయి.

ఆధునిక ఓపియాయిడ్లు

20వ శతాబ్దం మధ్యకాలం నాటికి, ఓపియాయిడ్ మందుల మీద శాస్త్రీయ అవగాహన బాగా పెరిగింది. అయినప్పటికీ, నొప్పి చికిత్స అవసరం అలాగే కొనసాగింది. ఈ అవసరాన్ని తీర్చడానికి, కొత్త రకాల ఓపియాయిడ్ మందులు అభివృద్ధి చేయబడ్డాయి.

వాటిలో కొన్ని ఓపియం లోని థీబెయిన్ నుంచి తయారుచేసినవి (ఉదా: Oxycodone, ఆక్సీకొడోన్; Hydrocodone, హైడ్రోకోడోన్), మరి కొన్ని పూర్తిగా ప్రయోగశాలల్లో తయారుచేయబడినవి (ఉదా: Fentanyl ఫెంటనిల్). ఈ మందులు అన్నీ ఒకే గ్రాహకాల మీద పనిచేస్తాయి, కానీ వాటి శక్తి, వ్యవధి, ప్రభావం వేరుగా ఉంటాయి. ఉదాహరణకు, ఫెంటనిల్ చాలా శక్తివంతమైనది, అది తక్కువ మోతాదులోనే తీవ్రమైన ప్రభావం చూపగలదు.

అదే సమయంలో వైద్యంలో ఒక ముఖ్యమైన మార్పు వచ్చింది. నొప్పిని ఒక ముఖ్యమైన వైద్య సమస్యగా గుర్తించడం ప్రారంభమైంది. దీని వల్ల వైద్యులు నొప్పిని మరింత చురుకుగా చికిత్స చేయడం ప్రారంభించారు, ఓపియాయిడ్ మందుల వినియోగం పెరిగింది. కొత్త రకాల మందులు కూడా వచ్చాయి: దీర్ఘకాల ప్రభావం కలిగిన మాత్రలు, చర్మంమీద పెట్టే అతుకులు (patches), నియంత్రిత విడుదల (controlled-release) వ్యవస్థలు. వీటి ఆవిష్కరణ రోగులకు సుదీర్ఘ ఉపశమనం కలిగించాలనే లక్ష్యంతోనే మొదలయింది.

కానీ 20వ శతాబ్దం చివరి భాగం నుండి 21వ శతాబ్దం ప్రారంభం వరకు, ఓపియాయిడ్ మందుల విస్తృత వినియోగం అనూహ్యమైన పరిణామాలకు దారి తీసింది. నొప్పిని సమర్థవంతంగా చికిత్స చేయాలనే వైద్య ప్రయత్నం, క్రమంగా ఒక ప్రజా ఆరోగ్య సంక్షోభంగా మారింది. చాలా మంది రోగులు నిజమైన వైద్య అవసరాల కోసం ఓపియాయిడ్ మందులు తీసుకున్నారు. కానీ కాలక్రమేణా, వారిలో కొందరు ఈ మందులపై ఆధారపడడం ప్రారంభించారు. వారిలో సహనశక్తి పెరగడంతో, అదే ప్రభావం కోసం ఎక్కువ మోతాదు అవసరం అయ్యింది. ఈ విధంగా, చికిత్సగా ప్రారంభమైనది, మరొక సమస్యగా మారింది. కొన్ని దేశాలలో—ప్రత్యేకంగా అమెరికాలో ఓపియాయిడ్ కు సంబంధించిన మరణాలు గణనీయంగా పెరిగాయి.

తర్వాత, డాక్టర్లు రాసే మందులపై నియంత్రణలు కఠినతరం చేయబడినప్పుడు, కొంతమంది వ్యక్తులు హెరోయిన్ వంటి అక్రమ పదార్థాలకు మారారు. ఇటీవల కాలంలో ఫెంటనిల్ వంటి కృత్రిమ ఓపియాయిడ్ల వినియోగం మరింత ప్రమాదకర దశను తీసుకొచ్చింది.

జీవశాస్త్రం దాటి సామాజిక బాధ్యతల దాకా

ఈ సంక్షోభాన్ని కేవలం ఔషధాల శక్తితో మాత్రమే అర్థం చేసుకోవడం వీలుకాదు. ఇది అనేక అంశాల కలయిక. కొన్ని ఔషధ సంస్థలు ఓపియాయిడ్ మందులను విస్తృతంగా ప్రోత్సహించడం ప్రారంభించాయి. ఈ మందులు దీర్ఘకాల నొప్పికి సమర్థవంతమైన పరిష్కారంగా ప్రచారం చేయబడ్డాయి. కొందరు వైద్యులు కొన్ని సందర్భాల్లో అధికంగా మందులు రాశారు. అవి సరైన పర్యవేక్షణ లేకుండా వినియోగించ బడ్డాయి. రోగులు కూడా

ఈ వ్యవస్థలో భాగమే. కొంతమంది వ్యక్తులు మందులను తప్పుగా వాడారు. లేదా వాటిపై అనుకోకుండా ఆధారపడ్డారు.

తర్వాత, నియంత్రణలు కఠినతరం చేయబడ్డాయి. ప్రిస్క్రిప్షన్ పర్యవేక్షణ, మార్గదర్శకాలు అమల్లోకి వచ్చాయి. అయితే, దీనివల్ల మరో సమస్య వచ్చింది. నిజంగా నొప్పితో బాధపడుతున్న కొందరు రోగులకు మందులు అందుబాటులో లేకపోవడం.

ఈ సమస్యను ఎదుర్కొనేందుకు అనేక చర్యలు తీసుకోబడ్డాయి. వ్యసన చికిత్సలో Methadone, Buprenorphine వంటి మందులు ఉపయోగించబడుతున్నాయి. అత్యవసర పరిస్థితుల్లో Naloxone ప్రాణాలను రక్షించే ఔషధంగా మారింది

నల్ల మందు కథ ఒక చిన్న మొక్కతో ప్రారంభమైంది. కానీ అది సామ్రాజ్యాలను ప్రభావితం చేసింది, యుద్ధాలకు దారి తీసింది, శాస్త్రాన్ని మార్చింది, సమాజాన్ని కుదిపింది. మనిషి మెదడులోని రహస్యాలను బయటపెట్టింది. చివరకు మన సమాజంలో ఉన్న అవకతవకలను వెలుగులోకి తీసుకువచ్చింది.

(సమాప్తం)

* * *

శ్రీ డా. 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).

క్వాంటమ్ సిద్ధాంతము

*

శ్రీ చివుకుల అచ్యుతదేవ రాయలు

[గత సంచికలో కాంతివేగంతో పోల్చతగిన వేగాలతో ప్రయాణించే పదార్థాల విషయంలో కలిగే మార్పులు, గురుత్వాకర్షణ గురించి తెలుసుకున్నాము. ఇప్పుడు అతి చిన్నకణాల ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు, మొ. (అణువులో ఉండే ప్రాథమిక కణాలు), మరియు ఫోటాన్ల వింత ప్రవర్తనల గురించి తెలుసుకుందాము.]

కాంతి కణాలను కలిగి ఉంటుందని న్యూటన్ చెప్పాడు. దీనిని న్యూటన్ కాంతికణ సిద్ధాంతం (Corpuscular Theory of Light) అంటారు. ఈ సిద్ధాంతం కాంతి ఋజు మార్గంలో కిరణ రూపంలో ప్రసరించడానిని (Rectilinear Propagation), పరావర్తనాన్ని (Reflection), వక్రీభవనాన్ని (Refraction) వివరించగలిగింది. కాని కాంతి వ్యతికరణాన్ని (Interference), వివర్తనము (Diffraction), ధ్రువణము (Polarization) ధర్మాలను వివరించ లేకపోయింది.

వీటన్నింటిని హైగన్స్ కాంతితరంగ సిద్ధాంతం (Wave nature of light) వివరిస్తుంది. దీని ప్రకారము కాంతి తిర్యక్ తరంగ రూపంలో ప్రయాణిస్తాయి, నీటి అలల మాదిరి. నీటి అలకు మిట్ట, పల్లములు ఉంటాయి. మిట్టలు, పల్లాలు వరుసగా కదిలి పోతుంటే అలలు (తరంగాలు) ముందుకు సాగిపోతుంటాయి. రెండు చిన్న రాళ్ళను కొద్ది ఎత్తు నుండి నిశ్చలంగా ఉన్న నీటిలో రెండింటి మధ్య కొద్ది దూరం ఉంచి పడేస్తే, ఆ రాళ్ళు నీటిని తాకిన రెండు చోట్లలో రెండు తరంగాలు పుట్టి వ్యాపించి కొద్ది సేపట్లో కలుసుకుంటాయి.

ఒక తరంగం యొక్క మిట్ట మరొక దాని మిట్టతో లేదా ఒకదాని పల్లము మరొక దాని పల్లముతో కలిసిన ఆ కలయికను **నిర్మాణాత్మక కలయిక** (constructive) అంటారు. దీనివల్ల మిట్ట ఎత్తు రెట్టింపు, పల్లము లోతు రెట్టింపు అవుతుంది. నీటి అల రెట్టింపు అవుతుంది. అలా కాకుండా ఒకదాని మిట్ట మరొక దాని పల్లముతో కలిసిన కలయికను **విధ్వంసక కలయిక** (destructive) అంటారు. దీని వలన మిట్ట పల్లాలు రద్దు అవుతాయి. అక్కడ అల ఉండదు.

జంట చీలికల ప్రయోగము (Double Slit Experiment):

ఈ ప్రయోగాన్ని భౌతికశాస్త్రంలోనే అత్యుత్తమ ప్రయోగంగా భావిస్తారు. ఇది సరళమైన సులభమైన ప్రయోగము. కాంతి తరంగ సిద్ధాంతాన్ని ఇది నిరూపిస్తుంది.

ఒక అట్టమీద రెండు చీలికలను 1 మిల్లీమీటరు దూరంగా నిర్మించాలి. ఒక్కొక్క చీలిక వెడల్పు 0.2 మి.మీ ఉండాలి. ఎత్తు సుమారు 8 మి.మీ. అటువంటి జంట చీలికల మీద కాంతి పడినప్పుడు అవతల తెరమీద రెండు వెలుగు పట్టీలు కాక, మధ్య వెలుగు పట్టీ ప్రక్కన అటు ఇటూ చీకటి పట్టీలు తరువాత మళ్ళీ అటు ఇటూ వెలుగు పట్టీలు వరుసగా కనిపిస్తాయి.

దీనికి కారణం రెండు చీలికలనుండి ఒకే విధమైన కాంతి తరంగాలు వెలువడి ప్రయాణంలో కలియడం వలన నిర్మాణాత్మకమైన, విధ్వంసకమైన కలయికల వలన వరుస వెలుగు చీకట్లతో ఒక వెడలపాటి పట్టిక ఏర్పడుతుంది. దీనికి వ్యతికరణ పట్టిక (Interference Band) అని పేరు.

ఆసక్తికరమైన విషయం ఏమిటంటే, ఎలక్ట్రాన్లు, ప్రోటాన్లు మొ. ఇటువంటి జంటచీలికల మీద పడినప్పుడు వ్యతికరణ పట్టిక ఏర్పడుతుంది. అనగా అవి తరంగాలుగా ప్రవర్తిస్తున్నాయన్న మాట. ఈ విధంగా ప్రాథమిక కణాలు కణ తరంగ ప్రవర్తనలను ప్రదర్శించే ద్వంద్వ స్వభావాన్ని కలిగి ఉంటాయి. వీటిని ద్రవ్య తరంగాలని అంటారు. ఏ చీలిక నుండి ఎన్ని కణాలు వెలువడుతున్నాయో తెలుసుకోవడానికి, తెలుసుకొనే పరికరాన్ని (Detectors) చీలికల ప్రక్కన వెనుకవైపు ఏర్పాటుచేస్తే, వ్యక్తీకరణ పట్టిక పోతుంది. రెండు నిలువు వెలుగు పట్టీలు మాత్రమే తెరమీద కనబడుతాయి. అంటే, అవి కణ స్వభావాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి. తమను ఎవరో పరిశీలిస్తున్నట్లు వాటికి ఎలా తెలుస్తుందో?

అధ్యారోపణము (Superposition):

ఒక వ్యవస్థ పలు స్థితులలో ఒకేసారి ఉనికిలో ఉండడాన్ని అధ్యారోపణము అంటారు. ఒక క్వాంటమ్ కణము, ఎలక్ట్రాను లాంటివి, ఒకేసారి కుడి భ్రమణము ఎడమ భ్రమణము కలిగి యుండటం, ఒకే సమయంలో పలు ప్రదేశాలలో ఉండటం జరుగుతుంది.

ఎప్పుడైతే ఆ కణాన్ని పరిశీలించడం జరుగుతుందో అప్పుడు ఆ కణానికి మిగతా స్థితులు పోయి అది ఒక్క స్థితిలోనికి వస్తుంది, అధ్యారోపణాన్ని పోగొట్టుకొని. పైకెగరేసిన రూపాయి బిళ్ళ బొమ్మ బొరుసులుగ మారుతూ చేతిలో పడేటప్పటికి బొమ్మలోకో బొరుసులోకో వచ్చినట్లు.

ఒక వ్యవస్థ 0 (సున్న) స్థితిలో లేదా 1 (ఒకటి) స్థితిలో లేదా ఒకేసారి 0, 1 స్థితిలో అనగా మూడు స్థితులలో ఉండవచ్చు. అప్పుడు వ్యవస్థ క్యూబిట్ (Qbit) స్థితిలో ఉందని అంటారు. 0,1 స్థితిలో ఉన్న వ్యవస్థను పరిశీలించినప్పుడు 0 స్థితిలోనికో లేదా 1 స్థితిలోనికో వస్తుంది. ఈ ఆలోచన క్వాంటమ్ కంప్యూటర్ నిర్మాణానికి నాంది పలికింది.

క్వాంటమ్ చిక్కుముడి (Quantum Entanglement):

రెండు కణాలు ఒకే క్వాంటమ్ స్థితిలో ఉన్నప్పుడు అవి చిక్కుముడిలో చిక్కుకుని ఉంటాయి. అనగా అవి అనుసంధింపబడి ఒకే విధిని పంచుకుంటాయి. అవి స్వీయ గుర్తింపును కోల్పోయి ఒకే వ్యవస్థగా ప్రవర్తిస్తాయి. వాటిమధ్య ఎంత దూరమున్నా, ఒక దానిని కొలిచిన తక్షణమే రెండవదాని కొలత తెలిసిపోతుంది. ఒకే క్వాంటమ్

స్థితిలో ఉన్న రెండు ఎలక్ట్రాన్లలో ఒకటి కుడి భ్రమణంలో ఉంటే రెండవది ఎడమవైపు భ్రమణంలో ఉన్నట్లు, రెండవ దానిని కలవకుండానే చెప్పవచ్చు.

ఒక వస్తువుపై ప్రభావం చూపడానికి దానిని ప్రభావితం చూపేది భౌతికంగా ప్రయాణించాలి. ఉదాహరణకు ఒక సిగ్నల్ (తరంగం). ఆ సిగ్నల్ వేగం కాంతి వేగం కన్నా ఎక్కువ ఉండడానికి వీలులేదు. మరి తక్షణ ప్రభావం ఎట్లా కుదురుతుంది? దీనిని క్వాంటమ్ అప్రాంతీయత (Quantum Nonlocality) అంటారు. దీనిని క్వాంటమ్ ప్రసార సాధనంగా వాడుకొనవచ్చు. సాంకేతిక పరికరాలు అవసరం లేని సందర్భంలో, యాదృచ్ఛిక సమాచారాన్ని ఎంపిక చేయడం లాంటి విషయాలలో దీనిని ఉపయోగించవచ్చు ఇది వస్తువులకు ముందుగానే కచ్చితమైన ధర్మాలుంటాయనే విషయాన్ని కాదంటున్నది.

***

శ్రీ డా. చివుకుల అచ్యుత దేవరాయలు గారు భౌతికశాస్త్రం లో M.Sc., Ph.D. (Fourier Optics). 2003 లో ప్రధాన భౌతికశాస్త్రాచార్యులుగా ప్రభుత్వ డిగ్రి కళాశాల నుంచి పదవీ విరమణ. నివాసం ప్రధానంగా న్యూజెర్సీ, అమెరికా. తదుపరి హైదరాబాద్. అభిరుచులు. సాహిత్యం, చిత్రలేఖనం.

కణాలా ? తరంగాలా?

(రెండవ భాగం)

శ్రీమతి చాగంటి కృష్ణ కుమారి

[గత సంచికలో:
అపరిమితమైన స్థితి స్థాపకత, ఊహించడానికి వీలు కానంత సాంద్రత ఈథర్ యానకానికి ఉన్నాయని, అది విశ్వమంతా వ్యాపించి ఉందని హైగెన్స్ కల్పించాడు. ఈథర్ కి అతను ఆపాదించిన ఈ ధర్మాలు చాలా చిత్రమైనవి. పరస్పర విరుద్ధమైనవి. అతని ఈ ఊహకు ఆధారం లేదు.]

విశ్వంలో నక్షత్రానికి, నక్షత్రానికి మధ్య వ్యాపించి ఉంది అని అనుకుంటున్న ఈ ఈథర్ అనే పదార్థపు ఉనికిని ఋజువు చేయాల్సిన అవసరం శాస్త్రజ్ఞులకు ఏర్పడింది. అమెరికాకు చెందిన ఆల్బర్ట్ మైకల్సన్ కు ఒక ఊహ తట్టింది.

విశ్వమంతా వ్యాపించి ఉంది అని అనుకుంటున్న ఈథర్ విశ్వంలో స్థిరంగా ఉన్నట్లయితే, భూమి సూర్యుని చుట్టూ తిరుగుతోంది కనుక, అలా తిరుగుతున్నప్పుడు ఈథర్ పదార్థం ఉండటం వల్ల కొంత నిరోధకానికి (రెసిస్టెన్స్) గురి అయ్యి తద్వారా ఒక రకమైన ప్రవాహాన్ని సూచించాలి. ఈ ప్రవాహంతో పాటు ప్రయాణించే కాంతి కిరణ వేగంతో పోల్చినప్పుడు ప్రవాహానికి ఎదురీదుతూ పోయే కాంతి కిరణ వేగంలో తగ్గుదల కనిపించాలి.

1881 లో మైకల్సన్ ‘‘ఇంటర్ఫెరో మీటర్’’అనే పరికరాన్ని రూపొందించాడు. ఈ పరికరం ఒక కాంతి కిరణాన్ని పరస్పరం లంబ దిశలుగా ప్రసరించే కిరణాలుగా చీల్చి, తరువాత ఆ చీలికలను తిరిగి కలుపుతూ, ఆ రెండు కిరణ చీలికల వేగాలలో గల తేడాను కచ్చితంగా కొలుస్తుంది. ఈథర్ యానకం గాని ఉన్నట్లయితే ఈ చీలికల వేగాలలో తేడా కనిపించాలి. కానీ ప్రయోగంలో కాంతి చీలికల వేగాలలో తేడా ఏమీ లేనట్టుగా ఫలితాలు వచ్చాయి. అందువల్ల ఈథర్ యానకం ఉందనడానికి ఋజువు దొరకలేదు.

మరి, యానకం లేకుండా ఈ విశ్వంలో కాంతి తరంగ ప్రసారం ఎలా జరుగుతోంది? ఈ చిక్కు ముడిని ఎలా విప్పాలి?

మైకల్సన్ 1887 లో ఎడ్వర్డ్ మోర్లీతో కలిసి అమెరికాలో ఒహాయో రాష్ట్రంలోని క్లీవ్ లాండ్ పట్టణంలో మరో పరీక్ష చేశాడు. ఈ సారి ఉపయోగించిన పరికరాన్ని మరింతగా మెరుగుపరిచాడు. ఎక్కడా ప్రయోగంలో దోషాలు దొర్లేందుకు అవకాశం లేకుండా జాగ్రత్తలు తీసుకొని, చాలా కచ్చితమైన కొలతలు కొలవడానికి వీలు కల్పించుకున్నారు. ఈ సారి చేసే ప్రయోగం వల్ల తప్పనిసరిగా కాంతి కిరణ చీలికల వేగాల్లో తేడా ఉంటుందని, ఈథర్ యానకం ఉందని చెప్పేందుకు తప్పనిసరిగా ఋజువు దొరుకుతుందని భావించారు.

ఈ ప్రయోగంలో ఈథర్ ఉన్నదని నిరూపించాలని ఎందుకు అనుకున్నారంటే వాళ్ళు కాంతి ఒక తరంగ రూపంలో ప్రసరిస్తుందని నమ్మారు. దానికి ఆధారం అంతకు ముందు జేమ్స్ క్లార్క్ మాక్స్వెల్ విద్యుత్ క్షేత్రాలని, అయస్కాంత క్షేత్రాలని దృశా శాస్త్రంతో (optics) ముడిపెడుతూ గణిత శాస్త్ర సమీకరణాలను ఉత్పాదించాడు. కాంతి తరంగాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని చెప్పి ఉన్నాడు. వారికి తెలిసినంత వరకూ, ఈ తరంగ ప్రసారానికి ఒక యానకం అంటే మీడియం ఉండాలి. ఈథర్ ను నీటి ప్రవాహంతో పోలిస్తే, కాంతి ఆ ప్రవాహంలో ఈదుతున్న ఒక వ్యక్తివంటిదన్నమాట.

కానీ ఈసారి కూడా కాంతి చీలికల వేగాలలో ఏమీ మార్పు కనబడలేదు. కాంతి వేగం స్థిరంగా ఉంది. వీరి ప్రయోగం కాంతి వేగం ఒక స్థిరరాశి అనే విషయాన్ని వెల్లడించింది. వీరు ఈథర్ గురించి, ఈథర్ ధర్మాల గురించి అధ్యయనం చెయ్యాలని పరిశోధన ప్రారంభించి, చివరకు ఈథర్ అనే యానకం లేదని నిరూపించారు. విజ్ఞాన శాస్త్ర చరిత్రలో ''మైకల్సన్ మోర్లీ'' ప్రయోగము విఫలమైన ప్రయోగంగా ప్రఖ్యాతి పొందింది.

మైకల్సన్ చాలా జాగ్రత్తగా నిశితంగా క్షుణ్ణంగా ప్రయోగాలు నిర్వహించే భౌతిక శాస్త్రజ్ఞునిగా బాగా పేరున్నవాడు. మైకల్సన్ రూపొందించినటువంటి చాలా దృశా శాస్త్ర పరికరాలు ఈనాటికి కూడా అనేక రంగాలలో వినియోగింపబడుతున్నాయి. మైకల్సన్ కి 1907 లో నోబుల్ బహుమానం కూడా లభించింది.

నిజానికి వైఫల్యాలు ఎప్పుడు కూడా సైన్సులో గాని, ఎక్కడైనా గాని అవి తదుపరి లభించే నూతన ఆవిష్కరణలకి పునాది రాళ్ళవుతూ ఉంటాయి.

* * *

మాక్స్ వెల్ తన ప్రతిపాదనకు ఓయర్ స్టెడ్, మైఖల్ ఫారడే ల విద్యుత్ శాస్త్ర పరిశోధనలను ఆధారంగా చేసుకొన్నాడు. ఆయన గణిత శాస్త్ర రీత్యా మొదట ఇరవై సమీకరణాలను, తర్వాత వాటిని కుదించి ఎనిమిది సమీకరణాలుగానూ ఉత్పాదించాడు. తరువాత కాలంలో గిబ్స్ వృద్ధి చేసిన వెక్టర్ ఆల్జీబ్రా సాయంతో అవి కేవలం నాలుగు సమీకరణాలుగా మరింత కుదించబడ్డాయి. ఊహించడానికి కూడా వీలుకాని పద్ధతిలో దృశా శాస్త్రాన్ని (optics) విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలతో ముడి పెట్టి కాంతి తరంగాలు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు అనీ, అవి కాంతి వేగంతో ప్రసరిస్తాయి అనీ నిరూపించాడు.

ఈయన సిద్ధాంతం ప్రకారం కాంతి తరంగాలు తిర్యక్ తరంగాలై ఈథర్ యానకానికి స్థాన భ్రంశ ప్రవాహమేర్పడడానికి అవసరమైన పారా విద్యుతికంగానే, మాక్స్వెల్ భావించాడు. అందుచేత హైగన్స్ ఆపాదించిన విచిత్ర ధర్మాలవల్ల ఉత్పన్నమైన సమస్యలన్నీ తీరిపోయాయి. మ్యాక్స్వెల్ సిద్ధాంతం అందరికీ అంగీకార యోగ్యమైంది.

ఇక కాంతి రూపంలోనే కాక, ఇతర రూపాలలో కూడా విద్యు దయస్కాంత తరంగాలను ప్రయోగశాలలో సృజించడం సాధ్య పడాలి కదా. 1887 లో హెర్ట్స్ (Hertz) ప్రయోగశాలలో విద్యుదయస్కాంత తరంగ ప్రసారాన్ని సృజించి మ్యాక్స్వెల్ ప్రతిపాదనను బుజువుచేశాడు. రేడియో తరంగాలు మొదలుకొని, పరారుణ తరంగాలు,

దృగ్గోచర కాంతికిరణాలు, ఎక్స్ కిరణాలు, గామా కిరణాలు, ఇవన్నీ కూడా ఒకే కుటుంబానికి చెందిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలేనని ఋజువైంది.

విద్యుదయస్కాంత వర్ణపటంలో కంటికి కనబడే వెలుగు ఒక స్వల్పమైన భాగము. తెల్లని కాంతిలో మిశ్రితమై ఉన్న రంగులను మాత్రమే చూసే సున్నితమైన శక్తి మానవ నేత్రాలకు ఉంది. కనుక అవే కనిపిస్తాయి. మిగిలిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు మన కంటికి కనిపించవు. అయితే పరారుణ తరంగాలను స్పర్శ తో గుర్తించగలుగుతాము. పరారుణ వికిరణాన్ని ''ఉష్ణ వికిరణం''అని కూడా అంటారు .

సూర్యుని నుండి వెలుగుతో పాటు వేడి కూడా వస్తుంది. సూర్యగ్రహణ సమయంలో వెలుతురుతో పాటు, వేడి కూడా ఆగిపోతుంది. ఒక వస్తువును వేడి చేస్తే దాని నుండి ''ఉష్ణం''వెలువడుతుంది, కాంతి వెలువడుతుంది. పదార్ధాలని వేడిచేస్తే ఉద్గారమయ్యే వికిరణాన్ని ''ఉష్ణ వికిరణం''అంటారు.

పదార్ధాన్ని వేడిచేసిన కొద్దీ అది ఎక్కువ ప్రకాశవంతమవుతూ ఉంటుంది. ఉద్గారమయ్యే వికిరణపు రంగుకుడా మారుతుంది. ఒక అనుభవజ్ఞుడైన ఉక్కు పనివాడు వేడిగా ఉన్న ఉక్కు ఉద్గారం చేసే వికిరణం రంగును బట్టి దాని ఉష్ణోగ్రతను సరిగ్గానే చెప్పగలుగుతాడు. ''క్రిమ్సన్''కలర్ లోఉంటే ఉష్ణోగ్రత 500 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ అంటాడు. పసుపు ఉంటే 800 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ ఉంటుంది అంటాడు. తెల్లని కాంతి వెలువరిస్తున్న సమయం వచ్చేసరికి ఉష్ణోగ్రత 1000 డిగ్రీల సెంటీ గ్రేడ్ అని చెబుతాడు.

అందుచేత వస్తువు ఉష్ణోగ్రతకి, అది ఉద్గారం చేసే వికిరణ అలపొడవుకు, అంటే రంగుకి, గల సంబంధాన్ని అధ్యయనం చెయ్యడానికి శాస్త్రజ్ఞులు పూనుకున్నారు. ఈ విషయంలో యోసెఫ్ స్టెఫాన్, విల్లెల్మ్ వీన్ లు రెండు సూత్రాలను విధి విడిగా ప్రతిపాదించారు. అవి నిజమని ఋజువయ్యాయి.

అప్పుడు ఆ రెండు సూత్రాలను కలిపి ఒకే సూత్రంగా రాలి, జేమ్స్ జీన్స్ లు ప్రతిపాదించారు.

వేడి వస్తువు యొక్క వికిరణ తీక్షణత ఆ వస్తువు పరమఉష్ణోగ్రత అనులోమ అనుపాతంలోనూ, అలపొడవు నాలుగవ ఘాతానికి విలోమానంగాను వుంటుందని వీరు సూత్రీకరించారు.

ఆకుపచ్చ, ఎరుపు వంటి కంటికి కనిపించే వర్ణపట భాగాలలోనూ, అంతకంటే ఎక్కువ అలపొడవు గల విద్యుదయస్కాంత అలపొడవుల అవధిలోనూ ఈ సూత్రం ప్రయోగ ఫలితాలతో ఏకీభవించింది. కానీ నీలలోహిత, అతి నీలలోహిత తరంగాలకు అంతకంటే తక్కువ అలపొడవుల విషయంలో ఈ సూత్రం విఫలం అయ్యింది.

ఈ సూత్రం ప్రకారం తక్కువ అలపొడవుల దగ్గర వికిరణ శక్తి గరిష్ఠ స్థాయి చేరుకోవాలి. ఇదే కనక నిజమైతే వికిరణపు అల పొడవు తగ్గినకొద్దీ వస్తువు నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తి అనంతమవుతూ పోతుంది. అంటే అవధి లేని పరిస్థితి (నిరవధికత) సాధ్యపడాలి. ఒక నక్షత్రం నుండి ఒక సెకను కాలంలో వస్తున్న తరంగాల సంఖ్యకు ఒక హద్దు అనేది లేకుండా పోవాలి. అంటే నక్షత్రం నుండి ఉద్గారమయ్యే శక్తి అనంతం కావాలి. ఇది అసంబద్ధం, అసంభవం.

ఈ విధంగా ఉష్ణ వికిరణ స్వభావాన్ని వివరించడంలో రాలి, జీన్స్ ఇద్దరూ విఫలమయ్యారు. ఈ వైఫల్యాన్ని భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు హ్రస్వ అలపొడవుల దగ్గర ఉపద్రవం లేదా అతి నీల లోహిత విపత్తుగా (ultraviolet catastrophe) అభివర్ణించారు. అప్పట్లో వారు దానిని ప్రత్యేక సూత్రానికి వచ్చిన విపత్తుగా మాత్రమే భావించారు. కానీ అది సాంప్రదాయ భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాలకు, భావనలకు వచ్చిన విపత్తు. ఈ విపత్తులో సాంప్రదాయిక భావనల పునాదులు కదిలిపోనారంభించాయి. ఈ విపత్తే అపురూపమైన ఆధునిక భావనలకు, క్వాంటమ్ భావనకు పునాది అయ్యింది.

(తరువాయి భాగం వచ్చే సంచికలో)

* * *

శ్రీమతి డా. కృష్ణకుమారి గారు కొత్తగూడెం సింగరేణి మహిళా కళాశాలలో రసాయన శాస్త్రాన్ని ఇంగ్లీషు, తెలుగు మాధ్యమాలలో బోధించారు. గారు ప్రముఖ రచయిత్రి, ఉపన్యాసకురాలు, పరిశోధకురాలు, అనువాదకురాలు. రసాయన శాస్త్ర పుస్తక, పదకోశాల తయారీలో, పాఠ్య పుస్తక రచనలోనూ, జనరంజక వైజ్ఞానిక రచయిత్రిగా, వ్యాఖ్యాత గా వీరికి విశేష అనుభవం ఉంది.

***

ఎప్పటిలాగే మాకు మీ అభిప్రాయాలను తెలియజేస్తారని ఆశిస్తున్నాం.

***

విజ్ఞాన భారతి తరువాయి సంచిక విడుదల తేదీ నవంబరు 1, 2026
మీ వ్యాసాలు పంపవలసిన గడువు తేదీ సెప్టెంబరు 30, 2026

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

***

అన్ని సంచికలు చదవడానికి
https://www.vbharati.com
సందర్శించండి.

ధన్యవాదాలు.

***