# భూవిజ్ఞాన శాస్త్రం

## శిలాశాస్త్రం

## ఖండాలు: I - IV

BRAOU
DR. B.R AMBEDKAR OPEN UNIVERSITY
UNIVERSITY - LIBRARY
CM0407

డా॥ బి. ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం
హైదరాబాదు
1993

CM-0407
31-3-97

## రచయితల బృందం

సంపాదకులు
ప్రొఫెసర్ ఎన్. రమణారావు

సహసంపాదకులు
డా. ఎస్.వి. రాజశేఖరరెడ్డి

రచయితలు

డా. కె.వి. సుబ్బరామయ్య
డా. ఎస్.వి. రాజశేఖర రెడ్డి

ముఖచిత్రం
రమేశ్

Dr. B R.A.O.U. LIBRARY
Acc. No. CM-0407
Date 31-3-97
Call No 551
BRAOU

డా॥ బి. ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం
హైదరాబాదు
ప్రథమ ప్రచురణ 1985
పరిష్కృత ప్రచురణ 1990

1985 డా॥ బి. ఆర్. అంబేద్కర్ విద్యాలయం, అన్ని హక్కులు విశ్వ విద్యాలయానివి. ఈ పుస్తకంలోని భాగాన్నయినా ఉపయోగించుకోదలచుకుంటే, విశ్వవిద్యాలయం అనుమతి పొందాలి.

ఈ పాఠ్యభాగాలు సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం పాఠ్యప్రణాళికలో ఒక భాగం, పాఠ్య ప్రణాళిక మొత్తం వివరాలు పుస్తకం చివరలో వున్నాయి.

ఇతర వివరాలకు : డైరెక్టర్, (అకాడమిక్) డా॥ బి. ఆర్. అంబేద్కర్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం సార్వత్రిక విశ్వ విద్యాలయం, హైదరాబాదు. (ఆం. ప్ర).

ముద్రణ: సిద్దేశ్వర్ ప్రింటర్స్, మార్కెట్ స్ట్రీట్, సికింద్రాబాద్, ఎ.పి.ఒ.యు కోసం.

# ముందుమాట

ఆంధ్రప్రదేశ్ సార్వత్రిక విశ్వవిద్యాలయం బి.ఎస్సీ రెండవ సంవత్సరంలో ప్రవేశపెట్టిన భూ విజ్ఞాన సాస్త్ర పాఠ్య ప్రణాళికను ఈ పుస్తకంలో పొందుపరచాం. మూడు సంవత్సరాల బి.ఎస్సీ డిగ్రీ కోర్సులో రెండో సంవత్సరం భూవిజ్ఞాన విషయాలకి సంబంధించి మౌలిక (Core) అంశాల్ని చర్చించాం. పాఠ్యాంశాల సౌలభ్యాన్ని దృష్టిలో ఉంచుకుని పాఠ్య విషయాల్ని ఖండాలుగా, వివిధ భాగాలుగా విభజించాం. ప్రతి ఖండంలోనూ ఒక అంశాన్ని అధ్యయనాంశంగా పొందుపరిచే ప్రయత్నం చేశాం. వీటిని అనుభవజ్ఞులైన ఉపాధ్యాయులు సులభంగా అందరికీ అర్థమయ్యే రీతిలో రాశారు. ప్రతి భాగం లక్ష్యంతో ప్రారంభమై, విషయ చర్చను చేస్తుంది. భాగం చివర ప్రశ్నలను పొందుపరిచాం. విద్యార్థుల అవగాహనా స్థాయిని తెలుసుకోడానికి ఇవి తోడ్పడతాయని ఆశిస్తున్నాం. కఠినంగా అన్పించే పారిభాషిక పదాలకు కొన్నింటికి - 'పదకోశంలో' అర్థాన్ని వివరించాం.

ఈ కోర్సు ప్రధాన ఉద్దేశం శిలాశాస్త్రాన్ని వివరించడం. మూడు ప్రధాన శిలలైన అగ్ని, అవక్షేప, రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలో కన్పించే వయనాలు, నిర్మితులు, నిర్మాణాలు, వర్గీకరణాల్ని విశదీకరించడం, ఆ శిలల ఉద్భవం, ఉనికిని వివరించడం వంటివి ఈ కోర్సులో పొందుపరిచాం.

విద్యార్థులు - శిలాశాస్త్ర భావనలు, అర్థం చేసుకోగలరనీ - అందుకు ఈ కోర్సు మెటీరియల్ తోడ్పడుతుందనీ విశ్వవిద్యాలయం ఆశిస్తోంది.

BRAOU

BRAOU

# విషయసూచిక


| భాగం పేరు | | | పేజి నం. |
| --- | --- | --- | --- |
| **ఖండం I శిలశాస్త్రం** | | | |
| భాగం - 1. | శిలల విజ్ఞాన శాస్త్రం-పరిచయం | ... | 1 |
| **ఖండం II అగ్నిశిలలు** | | | |
| భాగం - 2. | అగ్నిశిలల రూపాలు, నిర్మితులు | ... | 8 |
| భాగం - 3. | అగ్నిశిలలఖనిజాలు, వయనాలు, సూక్ష్మనిర్మితులు | ... | 22 |
| భాగం - 4. | అగ్నిశిలల వర్గీకరణ | ... | 42 |
| భాగం - 5. | అగ్నిశిలల వర్ణన | ... | 53 |
| భాగం - 6. | మాగ్మాలు | ... | 65 |
| భాగం - 7. | మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ | ... | 71 |
| భాగం - 8. | అగ్ని శిలల ఉద్భవం | ... | 80 |
| **ఖండం III అవక్షేప శిలలు** | | | |
| భాగం - 9. | అవక్షేప శిలల ఉద్భవం | ... | 90 |
| భాగం - 10. | అవక్షేప శిలల వయనాలు, నిర్మితులు | ... | 98 |
| భాగం - 11. | అవక్షేపశిలల వర్గీకరణ, వర్ణన | ... | 108 |
| **ఖండం IV రూపాంతర ప్రాప్తశిలలు** | | | |
| భాగం - 12. | రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు, రీతులు | ... | 121 |
| భాగం - 13. | రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజ, నిర్మితీయ లక్షణాలు | ... | 128 |
| భాగం - 14. | కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి | ... | 137 |
| భాగం - 15. | ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి | ... | 141 |
| భాగం - 16. | గతిశీల - ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి | ... | 148 |
| భాగం - 17. | పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి | ... | 154 |
| భాగం - 18. | మాగ్మాలు - రూపాంతర ప్రాప్తి | ... | 157 |
| భాగం - 19. | ముఖ్యమైన భారత దేశపు శిలలు | ... | 162 |


BRAOU

BRAOU

ఖండాలు: 1-4

BRAOU

BRAOU

# ఖండం - I : శిలాశాస్త్రం

## భాగం-1 : శిలల విజ్ఞానశాస్త్రం-పరిచయం

**పాఠ్యాంశాలు**

1.0 లక్ష్యాలు
1.1 శిలాశాస్త్రం
1.2 శిలలు, ఖనిజాలు
1.3 మూడు ప్రధాన శిలాసముదాయాలు
  1.3.1 అగ్నిశిలలు
  1.3.2 అవక్షేపశిలలు
  1.3.3 రూపాంతర ప్రాప్తశిలలు
1.4 ప్రధాన శిలాసముదాయాల లక్షణాలు
1.5 శిలా నిర్మాణాత్మక ఖనిజాలు
1.6 సారాంశం
1.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు
1.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
1.9 పదకోశం

## 1.0 లక్ష్యాలు

శిలాశాస్త్రం అంటే ఏమిటో తెలిపి శిలలను, ఖనిజాలను గురించి వివరించడం ఈ భాగం లక్ష్యం.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు ఈ కింది విషయాలను అవగాహన చేసుకుంటారు.

- శిలాశాస్త్రాన్ని, దాని విభాగాలను నిర్వచించగలుగుతారు
- మూడు ప్రధాన శిలాసముదాయాల ఉద్భవాన్ని వివరించగలుగుతారు
- మూడుప్రధాన శిలాసముదాయాల లక్షణాలను వర్ణించగలుగుతారు
- శిలా నిర్మాణాత్మక ఖనిజాలను నిర్వచించగలుగుతారు

## 1.1 శిలాశాస్త్రం (Petrology)

శిలల అధ్యయనానికి సంబంధించిన భూవిజ్ఞానశాస్త్రవిభాగాన్ని శిలాశాస్త్రం అంటారు. శిలలు ఖనిజ సముచ్చయాలు. భూమి శిలలతో నిర్మితమైఉంది. శిలల ఉనికి, సంఘటన, వయసు, ఉద్భవాలను గురించి, భౌమప్రక్రియలు, భౌమ చరిత్రలోను వాటికిఉన్న సంబంధాలను గురించి శిలాశాస్త్రం విశదీకరిస్తుంది. భౌమ పదార్థాల చరిత్రను విడమరచి చెప్పడం భూవిజ్ఞానశాస్త్రం ముఖ్యోద్దేశం. భౌమ పదార్థాలలో శిలలు ముఖ్యమైనవి. అందువల్ల శిలలను గురించి తెలిపే శిలాశాస్త్రం భూవిజ్ఞానశాస్త్రంలో ఒక ప్రధాన విభాగమైంది.



BRAOU

శిలలను రెండు విధాలుగా అధ్యయనం చేయవచ్చు. నిర్దిష్టమైన లక్షణాలుగల భౌతిక ప్రమాణాలు అని భావించి అధ్యయనం చేయడం ఒకటయితే భూపటల ప్రమాణాలుగా పరిగణించి భౌమ చరిత్రను వ్యాఖ్యానించడానికి పనికివచ్చే సాధనంగా భావించి అధ్యయనం చేయడం రెండవది. శిలలు భౌతిక ప్రమాణాలు అని అనుకొన్నప్పుడు వాటి రసాయన, ఖనిజ, వయన లక్షణాలను పరిశీలించడం జరుగుతుంది. అంటే ఆ పరిశీలన వర్ణనాత్మకమైనదన్నమాట. దీనిని శిలావర్ణనశాస్త్రం (Petrography) అంటారు. భౌమప్రక్రియలలో ఒక భాగంగా వాటి ఉద్భవాన్ని గురించి జరిపే అధ్యయనాన్ని శిలోద్భవ శాస్త్రం (Petrogenesis) అంటారు. అందుచేత శిలాశాస్త్రంఅనే పదానికి విస్తృతమైన అర్థం ఉంది. శిలలకు సంబంధించిన అన్ని అంశాలను ఈ శాస్త్రంలో అధ్యయనం చేయడం జరుగుతుంది. కాబట్టి శిలావర్ణనశాస్త్రం, శిలోద్భవశాస్త్రం రెండూ శిలాశాస్త్రంలోని భాగాలే. శిలల లక్షణాల వర్ణన ఆధారంగా చేసే వ్యాఖ్యానమే శిలోద్భవశాస్త్రం ముఖ్యాంగం.

అశ్మవిజ్ఞానం (Lithology) అనే పదాన్ని రాళ్ల అధ్యయనానికి వాడుతారు. ఈ పదానికి, 'శిలాశాస్త్రం' అనే పదానికీ అర్థం ఒకటే. కానీ, అశ్మవిజ్ఞానం అనే పదాన్ని ఇంజనీరింగ్, ఆర్కిటెక్చర్ మొదలైన అనువర్తిత భూవిజ్ఞానశాస్త్ర (Applied geology) విభాగాలలో రాళ్ళను గురించి జరిపే పరిశీలనకు మాత్రమే వాడుతున్నారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. శిలాశాస్త్రంలోని విభాగాలను ప్రస్తావించండి.

(i) ..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

(ii) ..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

## 1.2 శిలలు, ఖనిజాలు

శిలలు నిర్దిష్టమైన ఖనిజ సముదాయాలతో ఏర్పడి ఉంటాయి. ఇప్పటివరకు సుమారు 2000 ఖనిజాలను కనుగొన్నా, వీటిలో సమారు 50 ఖనిజాలు మాత్రమే శిలానిర్మాణాత్మక ఖనిజాలు. వీటిలోకూడా దాదాపు 30 ఖనిజాలు మాత్రమే శిలలలో తరచుగా కనిపిస్తాయి. భూపటలంలో 99.9 శాతం ఈ కొద్ది ఖనిజాలతోనే ఏర్పడిందని చెప్పవచ్చు.

ఖనిజాలు సజాతీయ పదార్థాలు. శిలలు ఖనిజాల సముచ్చయాలు కాబట్టి అవి విజాతీయంగా ఉంటాయి. కేవలం ఒక్క ఖనిజంతోనే ఏర్పడిన శిలలుకూడా ఉన్నా, అవి చాలాతక్కువ సంఖ్యలో, అరుదుగా మాత్రమే కనిపిస్తాయి.

'శిల' అనేపదం కఠినమైన ఘన పదార్థాలకు మాత్రమే వర్తిస్తుందని సామాన్యంగా అనుకొంటాం. కాని శిలాశాస్త్రంలో ఈ పదాన్ని కఠినతకు, సంసంజతకు (Cohesion) సంబంధం లేకుండా వాడతారు. ఇసకరాయి, టుఫ్, గ్రానైట్ మాదిరిగానే ఇసక, అగ్నిపర్వతధూళి సంస్తరాలుకూడా భూపటలం ప్రమాణాలే.

## 1.3 మూడు ప్రధాన శిలా సముదాయాలు

ఖనిజాలు శిలలుగారూపొందే సమయంలోఉన్న భౌమపరిసరాలను (Geological environment) అర్థం చేసుకోవడానికి అవసరమైన సూచనలను శిలలు ఇస్తాయి. కాబట్టి భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు శిలలకు ఎంతో ప్రాధాన్యాన్ని ఇస్తారు. క్షేత్రపరిశీలనలను బట్టి మనకు తెలియవచ్చే శిలోద్భవ విధానాల ఆధారంగా భూమిలోని శిలలను మూడు ప్రధాన సముదాయాలుగా విభజిస్తారు. ఇవి-అగ్నిశిలలు, అవక్షేపశిలలు, రూపాంతరప్రాప్తశిలలు.

### 1.3.1 అగ్నిశిలలు

అగ్నిశిలలు (Igneous rocks, L-ignis, fire) మాగ్మా (magma) లేదా లావా (lava) అనే ఉష్ణీయ ద్రవపదార్థం చల్లబడి ఘనీభవించడంవల్ల ఏర్పడతాయి. వీటిలో కొన్ని భూఉపరితలానికి దిగువన కొంత లోతులో మాగ్మాలు నెమ్మదిగా స్పటికీకరణం (Crystallisation) చెందడంవల్ల ఏర్పడతాయి. మిగిలినవి ఉపరితలంమీద లావాలు ఘనీభవించడంవల్ల ఏర్పడతాయి. భూమిలోపల ఏర్పడిన ఈ శిలలు వీటిపైన ఉండే ఉపరిస్థిత శిలలు క్రమక్షయంచెందడంవల్ల కొన్ని సందర్భాలలో భూఉపరితలంమీద బహిర్గతమై కనిపిస్తాయి.

### 1.3.2 అవక్షేప శిలలు

అవక్షేప శిలలు (Sedimentary rocks, L. sedimentum, setting) అవక్షేపాలు పోగుపడి కాలక్రమేణా సంహితమై (Compact) గట్టిపడడంవల్ల ఏర్పడతాయి. ఈ అవక్షేపాలు పూర్వస్థిత శిలలు శైథిల్యం (Weathering) చెందడంవల్ల ఏర్పడిన పదార్థాలతో కూడుకొని ఉంటాయి. వేరువేరు పరిమాణాలుగల శిలాఖండాలు, రసాయనికంగా మార్పు చెందని ఖనిజాలు, రసాయనచర్యవల్ల ఏర్పడిన పదార్థాలు, జీవుల అవశేషాలేకాకూండా (శిలాజాలు) వీటన్నిటి మిశ్రమాలు కూడా అవక్షేపాలలో కనిపిస్తాయి. విడివిడిగాఉన్న ఖనిజరేణువులు, శిలారేణువులు, మామూలుగా నీరు, గాలి, హిమనీనదాల (Glaciers) ద్వారా రవాణాచెంది, హోరివాణాల (Basins)లో పొరలు లేదా స్తరలు (Strata)గా నిక్షేపితమవుతాయి. ద్రావణీయమైన పదార్థాలు రసాయన చర్యల వల్లగాని, సూక్ష్మజీవుల చర్యలవల్లా నిక్షేపితమవుతాయి. ఈ ప్రక్రియలు భౌమకాలంమంతటా జరుగుతూ ఉండటంవల్ల అవక్షేపాలలోని కొన్ని రేణువులు ఎన్నోసార్లు మార్పులకు గురౌతాయి. నిక్షేపణచెందడానికి అవకాశంఉంది.

### 1.3.3 రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు

రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు(Metamorphic rocks, Gr. Meta+morphechenge of form) భూపటలం లోతుల్లో అధికఉష్ణం, పీడనం, రసాయన పరిస్థితుల ప్రభావంవల్ల ఏర్పడతాయి. పూర్వంఉన్న అగ్నిశిలలు, అవక్షేపశిలలు భూమిలోతులలోనికి కదలినప్పుడు ఈ మూడు కారకాల ప్రభావంవల్ల ఆ శిలలలోని ఖనిజాలలోను, నిర్మితుల (structures) లోను మార్పులు వస్తాయి. అంటే, పూర్వపు శిలలు భూఉపరితలంకింద కొత్తశిలలుగా రూపాంతరం చెందుతాయన్నమాట.

భూమి వేడిగాఉన్న ద్రవం ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడింది కాబట్టి, ప్రప్రథమంగా భూపటలం అంతా అగ్ని శిలలతో కూడి ఉండేదని చెప్పవచ్చు. ఈ శిలలు నీరు, గాలి, హిమాల నిరంతర చర్యలకు గురికావడంవలన అవక్షేపశిలలు ఏర్పడ్డాయి. ఈ రెండు సముదాయాల శిలలు భూమిలోతులలోనికి పోయినప్పుడు, మాగ్మాల చర్యలకు గురిఅయినప్పుడు రూాంతరప్రాప్త శిలలుగా మారతాయి. రూపాంతరప్రాప్తి అంటే ఉష్ణం, పీడనం, రసాయన కారకాల చర్యలు, అత్యధిక స్థాయిని చేరినప్పుడు శిలలుకరిగి కొత్తరకం మాగ్మా ఉత్పత్తి కావడానికి అవకాశం ఉంది. ఈ మాగ్మా



BRAOU

ఘనీభవించడంవల్ల మరొక కొత్తతరం అగ్నిశిలలు ఏర్పడతాయి. ఈ అగ్నిశిలలు పైనచెప్పిన విధంగా మార్పులకు గురికావడం జరుగుతుంది. ఈ విధంగా చక్రీయమైనరీతిలో మూడు సముదాయాల శిలలు ఒకదానినుంచి మరొకటి ఉద్భవించడాన్ని శిలోద్భవచక్రం (Petrogenetic cycle) లేదా శిలాచక్రం **(Rock cycle)** అంటారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

2. 'శిలాచక్రం' అంటే ఏమిటి?

............................................................................................................

............................................................................................................

............................................................................................................

............................................................................................................

---

## 1.4 ప్రధాన శిలాసముదాయాల లక్షణాలు

ఈ మూడు సముదాయాల శిలలను వాటి వయన లేదా నిర్మితీయ లక్షణాలు, విలక్షణమైన ఖనిజ సముదాయాల ఆధారంగా ఒక దాని నుంచి మరొక దానిని వేరుచేయవచ్చు.

అగ్నిశిలలు సాధారణంగా రాశీభూతం (massive)గా, అస్తరితంగా, శిలాజరహితంగా ఉంటాయి. తరచుగా ఇవి ఇతర శిలలలో ఉన్న భగ్నాలను (fissures) ఆక్రమించి కనిపిస్తాయి. వీటిలో అంతర్బంధనం చెంది ఉన్న ఖనిజ రేణువులు, ఒక్కొక్కప్పుడు గాజు (glass)కనిపిస్తాయి. అధిక ఉష్ణోగ్రతనుంచి శీతలీకరణ చెందిన సూచనలు వీటిలో కనిపిస్తాయి.

ఇకపోతే, అవక్షేపశిలలు ఖనిజాల లేదా శిలల ఖండాలతోను, అవపాతం చెందిన పదార్థాలతోను ఒక్కొక్కప్పుడు జీవ సంబంధమైన పదార్థాలతోను కూడుకొని ఉంటాయి. ఇవి వదులుగా, అదృఢీభూతం (Unconsolidated)గా ఉండవచ్చు లేదా పీడనం వల్ల, మేళన పదార్థంవల్ల గట్టిపడి ఉండవచ్చు. స్తరీభవనం (Stratification) వాటి ముఖ్య లక్షణం. ఒక్కొక్కప్పుడు వాటిలో శిలాజాలు ఉండవచ్చు. నిజానికి శిలాజాలు భద్రంకావడానికి అనుకూలమైనవి ఈ శిలలే.

BRAOU

రూపాంతరప్రాప్త శిలలు అధిక ఉష్ణం పీడనం ప్రభావంవల్ల ఏర్పడటంవల్ల పునస్ఫటికీకరణ (recrystallisation)కు దారితీస్తాయి. అగ్నిశిలల్లో మాదిరిగానే అంతర్బంధనం చెందిఉన్న స్ఫటికాలను చూపుతాయి. పీడనంవల్ల పొరల నిర్మితి లేదా పట్టిత నిర్మితి (banding) రూపొందుతుంది. ఈ శిలలు అగ్నిశిలల నుంచో, అవక్షేపశిలల నుంచో ఏర్పడి ఉంటాయి. ఆయాశిలల మూల (original) నిర్మితుల అవశేషాలు ఇలా ఏర్పడిన శిలలలో కనిపించవచ్చు.

ఈ మూడు సముదాయాల శిలలకు కొన్ని ముఖ్యమయిన ఉదాహరణలు

అగ్నిశిలలు : గ్రానైట్, సయనైట్, గాబ్రో, రయొలైట్, ట్రాకైట్, డోలరైట్, బసాల్ట్.

అవక్షేప శిలలు : ఇసకరాయి, సున్నపురాయి, షేల్, కంగ్లామరేట్, బ్రెక్షియా.

రూపాంతరప్రాప్త శిలలు : స్లేట్, షిస్ట్, నైస్, పాలరాయి, క్వార్ట్జైట్.

ఈ మూడు సముదాయాల శిలలలో కనిపించే లాక్షణిక ఖనిజాలను కింది పట్టికలో చూడవచ్చు.

| అగ్ని శిలలు | అవక్షేప శిలలు | రూపాంతరప్రాప్తశిలలు |
|---|---|---|
| ఆర్థోక్లేస్ | ఎక్కువగా క్వార్ట్జ్ | స్టారోలైట్ |
| మైక్రోక్లైన్ | ఎక్కువగా కేల్సైట్ | కయనైట్ |

| | | |
|---|---|---|
| ప్లేజియోక్లేస్ | ఎక్కువగా జంబాల ఖనిజాలు | ఆండలుసైట్ |
| క్వార్ట్జ్ | రసాయనిక, లేదా | సిల్లిమనైట్ |
| ల్యూసైట్ | జీవసంబంధ | కార్డియరైట్ |
| నెఫిలీన్ | అవపాతనం వల్ల | గార్నెట్ |
| అగైట్ | ఏర్పడే ఖనిజాలు | వొలాస్టొనైట్ |
| హార్న్‌బ్లెండ్ | హేలైట్ | ట్రెమొలైట్ |
| మస్కోవైట్ | జిప్సమ్ | క్లోరైట్ |
| బయొటైట్ | ఎన్‌హైడ్రైట్ | గ్రాఫైట్ |
| | గ్లాకోనైట్ | టాల్క్ మొ॥ |
| ఆలివీన్ మొ॥ | చెర్ట్ | |
| | మ కార్బొనేట్‌లు మొ॥ | |

ఎఫ్.డబ్ల్యు. క్లార్క్, హెచ్.ఎస్. వాషింగ్‌టన్‌ల అంచనాల ప్రకారం భూపటలంలో 16కి.మీ. లోతు వరకు ఉన్న శిలలలో 95శాతం అగ్ని శిలలు, 5 శాతం అవక్షేపశిలలు (షేల్ 4 శాతం, ఇసుకరాయి 7.5 శాతం, సున్నపురాయి 0.25 శాతం). రూపాంతరప్రాప్త శిలలను వాటి వాటి మూల శిలలకు సంబంధించినట్లు పరిగణించడంవల్ల వాటిని విడిగా ఇవ్వలేదు. ఈ అంచనాలనుంచి అగ్ని శిలల మొత్తం పరిమాణంతో పోల్చి అవక్షేపశిలలు, తదితర పదార్థాల మొత్తం అత్యల్పమని, భూపటలం సగటు సంఘటన అగ్ని శిలల సగటు సంఘటనకు చాలా దగ్గరగా ఉంటుందని తెలుస్తుంది.

ప్రస్తుతండున్న శిలల విశ్లేషణలకు సంబంధించిన దత్తాంశాలను విస్తృతంగా పరిశీలించి చేసిన లెక్కల ఆధారంగా 16కి. మీ. లోతు మేరకు భూపటలం సగటు సంఘటనను అంచనా వేశారు. ఆ వివరాలను కింది పట్టికలో ఇచ్చాం. ఈ పట్టికలోని మొదటి వరసలో వివిధ రసాయన మూలకాల శాతం, రెండవ వరుసలో ఆ మూలకాల ఆక్సైడ్‌ల శాతం చూడవచ్చు.

ఈ పట్టికనుంచి, మూలకాలన్నింటిలో ఆక్సిజన్ అత్యధిక పరిమాణంలో ఉంది. కేవలం 12 మూలకాలు మాత్రమే మొత్తంలో 99.5 శాతం ఉన్నాయనీ తెలుసుకోవచ్చు. భూపటలం అంతా-దాదాపుగా ఆక్సిజన్ సమ్మేళనాలు, ముఖ్యంగా అల్యూమినియమ్, సోడియమ్, పొటాషియమ్, కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్, ఐరన్ సిలికేట్‌లతో కూడిఉందని చెప్పవచ్చు. భూపటలంలోని వివిధ మూలకాల అణువుల ఘనపరిమాణమే 90 శాతానికి మించి ఉంటుంది.

| మూలకం | బరువుశాతం | ఆక్సైడ్ | బరువుశాతం |
|---|---|---|---|
| ఆక్సిజన్ | 46.71 | $SiO_2$ | 59.07 |
| సిలికాన్ | 27.69 | $Al_2O_3$ | 15.2 |
| అల్యూమినియమ్ | 8.07 | | |
| ఐరన్ | 5.05 | $Fe_2O_3$ | 3.10 |
| కాల్షియమ్ | 3.65 | $FeO$ | 3.71 |
| సోడియమ్ | 2.75 | $MgO$ | 3.45 |
| పొటాషియమ్ | 2.58 | $CaO$ | 5.10 |
| మెగ్నీషియమ్ | 2.08 | $Na_2O$ | 3.71 |
| టైటానియమ్ | 0.62 | $K_2O$ | 3.11 |
| హైడ్రొజన్ | 0.14 | $H_2O$ | 1.30 |
| ఫాస్ఫరస్ | 0.13 | $TiO_2$ | 1.03 |
| మాంగనీస్ | 0.09 | $P_2O_5$ | 0.30 |
| ఇతర మూలకాలు | 0.44 | $MnO$ | 0.11 |
| | | ఇతర ఆక్సైడులు | 0.79 |
| | 100.00 | | 100.00 |



B R A O U

## 1.5 శిలానిర్మాణాత్మక ఖనిజాలు (Rock forming minerals)

భూపటలంలో 99.9 శాతం సుమారు 30 ఖనిజాలతో ఏర్పడింది. శిలా నిర్మాణాత్మక ఖనిజాలలో ఈ 30 ఖనిజాలూ ముఖ్యమైనవి. సిలికేట్ సముదాయానికి చెందిన ఖనిజాలు అతి సాధారణంగా కన్పిస్తాయి. వీటిలోగూడా ఫెల్స్పార్‌లు అత్యధిక పరిమాణాలలో ఉంటాయి. వీటిలో ఆర్థోక్లేస్, మైక్రోక్లైయిన్, ప్లేజియోక్లేస్‌లు ముఖ్యమయినవి. వీటి తరవాత చెప్పుకోవలసిన మరొక సిలికేట్ క్వార్ట్‌జ్. ఫెల్స్పార్‌లతో సంబంధం కలిగి వాటి కన్నా తక్కువ సిలికా ఉన్న ఖనిజాలు ఫెల్స్పథాయిడ్‌లు. వీటిలో నెఫిలీన్, లూసైట్ ముఖ్యమైనవి. మైకాలలో మస్కొవైట్, బయొటైట్ ప్రధానమైనవి. బయొటైట్, తదితర ఐరన్ - మెగ్నీషియం ఖనిజాల రసాయనిక విఘటన వల్ల క్లోరైట్ ఏర్పడుతుంది.

ఐరన్-మెగ్నీషియం ఖనిజాలలో మూడు సముదాయాలు ముఖ్యమైనవి. అవి పైరాక్సీన్‌లు, ఆంఫీబోల్‌లు, ఆలివీన్‌లు. పైరాక్సీన్‌లలో సాధారణంగా కనిపించేవి హార్న్‌బ్లెండ్, ఆక్టినొలైట్, ట్రెమొలైట్. ఆలివీన్‌లలో పైరాక్సీన్లలో కంటె తక్కువ సిలికా ఉంటుంది. చెప్పుకోదగిన ఇతర సిలికేట్ ఖనిజాలు-గార్నెట్, ఎపిడోట్, ఆండలుసైట్, సిల్లిమనైట్, కార్డియరైట్, స్టారొలైట్. వీటిలో చివరి ఐదు రూపాంతరప్త శిలలలో విలక్షణంగా కనిపిస్తాయి.

ఆక్సైడ్‌లలో మాగ్నటైట్, హెమటైట్, లిమొనైట్, ఇల్మనైట్, కార్బొనేట్‌లలో కేల్సైట్, డోలమైట్, ఫాస్ఫేట్‌లలో ఎపటైట్ వంటివి చెప్పుకోదగిన ఇతర ఖనిజాలు.

## 1.6 సారాంశం

ఈ భాగంలో శిలాశాస్త్రం పరిధిని అర్థంచేసుకొన్నాం. శిలలను స్థూలంగా అగ్ని, అవక్షేప, రూపాంతరప్రాప్త శిలలుగా వర్గీకరించాం. ఈ శిలల లక్షణాలను, శిలానిర్మాణాత్మక ఖనిజాలను గురించి ప్రస్తావించాం.

## 1.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

(1) (i) శిలావర్ణనశాస్త్రం, (ii) శిలోద్భవశాస్త్రం. (2) చక్రీయమైన రీతిలో మూడు సముదాయాల శిలలు ఒకదాని నుంచి మరొకటి ఉద్భవించడం.

## 1.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.**

1. శిలా శాస్త్రం లక్ష్యాలను, పరిధిని వివరించండి.
2. "శిలలు" అంటే ఏమిటి? వాటిని ఏవిధంగా వర్గీకరిస్తారు?
3. మూడు ప్రధాన శిలాసముదాయాల భేదాత్మక లక్షణాలు ఏవి?
4. శిలలు, ఖనిజాలు, రసాయనమూలకాలు-ఈ మూడింటి ఆధారంగా భూపటల సంఘటనను తెలియజేయండి.

BRAOU

## 1.9 పదకోశం

| | |
|---|---|
| శిలా శాస్త్రం | : శిలలను గురించి తెలిపే విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగం. |
| శిలా వర్ణన శాస్త్రం | : శిలల లక్షణాలను గురించి తెలిపే విజ్ఞానశాస్త్ర విభాగం. |
| శిలోద్భవ శాస్త్రం | : శిలలు ఏర్పడే విధానాలను గురించి తెలిపే విజ్ఞాన శాస్త్ర విభాగము. |
| శిలలు | : ఖనిజ సముచ్చయాలు, భూపటల ప్రమాణాలు. |
| అశ్మ విజ్ఞానం | : రాళ్ళకు సంబంధించిన విజ్ఞానశాస్త్ర విభాగం |
| అగ్ని శిలలు | : మాగ్మా లేదా లావా అని పిలవబడే ఉష్ణీయ ద్రవ పదార్థం నుంచి ఏర్పడే శిలలు |
| అవక్షేప శిలలు | : పూర్వ స్థిత శిలలు శైథిల్యం చెందగా ఏర్పడిన పదార్థాలు. రవాణాఅయి నిక్షేపణ చెందడం వల్ల రూపొందిన శిలలు. |
| రూపాంతరప్రాప్త శిలలు | : పూర్వ స్థిత శిలలపై అధిక ఉష్ణము, పీడనము, రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువులు చర్యజరపడం వల్ల ఏర్పడే శిలలు. |

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# ఖండం - II : అగ్నిశిలలు

## భాగం-2 : అగ్నిశిలల రూపాలు, నిర్మితులు

### పాఠ్యాంశాలు


2.0 లక్ష్యాలు

2.1 అగ్నిశిలల రూపాలు

2.1.1 ఉద్గతశిలల రూపాలు

2.1.2 అంతర్గమ శిలల రూపాలు

2.2 అగ్నిశిలల నిర్మితులు

2.2.1 వివర నిర్మితి, వివరపూరక నిర్మితి

2.2.2 బ్లాక్ నిర్మితి, రోపీనిర్మితి

2.2.3 ఉపధాన లేదా దీర్ఘగోళాకార నిర్మితి

2.2.4 ప్రవాహ నిర్మితి

2.2.5 సంధానం

2.2.6 స్తంభాకార లేదా పట్టకాకార నిర్మితి

2.3 సారాంశం

2.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

2.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

2.6 పదకోశం


## 2.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగం లక్ష్యం మీకు అగ్ని శిలల రూపాలను, నిర్మితులను పరిచయం చేయడం. ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి మీరు-

- అగ్ని శిలల విభిన్న రూపాలను వర్ణించగలరు
- అగ్ని శిలల విభిన్న నిర్మితులను వివరించగలరు
- అంతర్గమశిలలను ఉద్గతశిలల నుంచి విచక్షణ చేయగలరు.

## 2.1 అగ్ని శిలలు రూపాలు

అగ్నిశిలలు వేడిగా ఉండే శిలా ద్రవపదార్థం నుంచి ఏర్పడతాయి. దీనిని మాగ్మా అంటారు. రేడియో ధార్మికత, పీడన తగ్గిపోవడం, లేదా భూపటల విరూపణ వల్ల భూపటలంలో స్థానికంగా శిలలు కరగడంవల్ల మాగ్మాలు రూపొందుతాయి.

పీడన ప్రభావం కింద ఉన్న ఇతర ద్రవాల మాదిరిగానే ద్రవరూపంలో ఉన్న మాగ్మా కూడా అత్యల్పమైన పీడన ఉన్న ప్రాంతాన్నుంచి కదలడానికి ప్రయత్నంచేస్తుంది. సాధారణంగా ఈ కదలిక పై పైవునకు ఉంటుంది. ఈవిధంగా పైకికదిలే మాగ్మాలు భగ్నాల ద్వారా లేదా అగ్ని పర్వతాల ద్వారా భూమి ఉపరితలం మీదికి చేరి లావా ప్రవాహాలుగా రూపొందుతాయి. లావాలు మాగ్మాల

ఉద్గతరూపాలు. ఉపరితలం మీద సంభవించే ప్రతి ఉద్గమనానికి (eruption) ముందు భూమి ఉపరితలం కింద అత్యధిక ప్రమాణంలో మాగ్మా చర్య జరిగి ఉండవలె. మాగ్మా భూమి ఉపరితలాన్ని చేరేముందు భూపటంలో ఉన్న శిలలలోనికి చొచ్చుకొని పోతుంది. ఇట్లాచొచ్చుకొని పోయిన మాగ్మా ఘనీభవించి అంతర్గమ శిలలను రూపొందిస్తుంది. అన్ని మాగ్మాలు ఉపరితలం చేరవలసిన అవసరంలేదు. వాటిలో కొన్ని పూర్తిగా భూపటంలోనే ఘనీభవించవచ్చు.

దీనినిబట్టి అగ్నిశిలలను రెండు వర్గాలుగా విభజించవచ్చు: 1) ఉపరితలం మీదికి ఉద్గమనం చెందిన లావా ప్రవాహాలు ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడే ఉద్గత అగ్ని (extrusive) శిలలు, 2) భూపటలంలోని శిలలలోకి చొచ్చుకొనిపోయిన మాగ్మా ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడే అంతర్గమ అగ్నిశిలలు (intrusive). అంతర్గమ శిలలు కాలక్రమేణా సంభవించే వికోషీకరణ(denudation) లేదా భౌమ చలనాలవల్ల ఉపరితలం మీద బహిర్గతం గావచ్చు. ఉద్గత అగ్ని శిలలను వాటి సూక్ష్మ రేణు పరిమాణాలు, గాజు-ఈ రెండూ సీతలీకరణ వేగంగా జరిగినట్లు సూచిస్తాయి. ఇకపోతే అంతర్గమ అగ్నిశిలల రేణువులు స్థూలంగా ఉంటాయి. ఈశిలలలో గాజుగాని, వివరనిర్మితిగాని, కనిపించవు. వీటికి విశిష్టమైన రూపాలు ఉంటాయి. ఈ రూపాలను క్షేత్రంలో సులభంగా గుర్తించవచ్చు. ఉద్గత శిలలవల్ల వాటికి అడుగున ఉన్న శిలలు మాత్రమే స్పర్శతలం వెంబడి మార్పులు చూపుతాయి, కాని అంతర్గమ శిలలవల్ల వాటికి అన్ని వైపులా ఉన్న శిలలలోను ఈ మార్పులు కనిపిస్తాయి.

ఉద్గత, అంతర్గమశిలలు చూపే లాక్షణికమైన రూపాలను, నిర్మితాలను కింద వర్ణించాం.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. ఉద్గత శిలల ముఖ్య లక్షణం
   - a) శీఘ్ర శీతలీకరణ, స్థూలరేణువులు
   - b) శీఘ్ర శీతలీరకణ, సూక్ష్మ రేణువులు
   - c) నెమ్మది శీతలీకరణ, స్థూలరేణువులు
   - d) శీఘ్ర శీతలీరకణ, స్థూల, సూక్ష్మ రేణువులు

.....................................................................................................

.....................................................................................................

.....................................................................................................

.....................................................................................................

### 2.1.1 ఉద్గత అగ్నిశిలల రూపాలు

లావాలు భూపటల శిలలలోని భగ్నాల ద్వారా (Fissure eruption) గాని, వేరు వేరు అగ్ని పర్వతాలద్వారా (Volcanic eruption)గాని భూమి ఉపరితలం మీదికి ఉద్భేదనం చెందవచ్చు. అవి నేలమీద ప్రవహించి ఫలక (tabular) రూపంలో ఘనీభవిస్తాయి. ఈ ఫలకాల విస్తీర్ణం మందాని కంటే ఎంతో అధికంగా ఉండి, అవి ప్రధాన ప్రవాహదిశలో సాగి ఉంటాయి. లావా ప్రవాహం రూపము మాగ్మా ప్రవాహశక్తి (fuidity) మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఈ ప్రవాహశక్తి మాగ్మా సంఘటన, ఉద్భేదన ఉష్ణోగ్రతల మీద ఆధారపడుతుంది. బసాల్ట్‌వంటి మౌలిక (basic) లావా చలనశక్తి అధికంగా ఉంటుంది, కాబట్టి అవి ఎక్కు వదూరం ప్రవహిస్తాయి. కాని రయొలైటువంటి అమ్లలావాలు నెమ్మదిగా ప్రవహించడంవల్ల అవి ఉద్భేదన కుహరం (oritice of eruption) చుట్టు కుప్పగా పోగవుతాయి.



BRAOU

భారతదేశంలో దక్కన్ పీఠభూమి ఘనీభవించిన లావా ప్రవాహాలకు అతి చక్కని ఉదాహరణ. భగ్నాలద్వారా పైకివచ్చిన లావా ప్రవాహాలవల్ల ఇది ఏర్పడింది. ఇక్కడ లావా పైకిరావడం ఎన్నోసార్లు జరిగింది.

అన్ని ఉద్భేదనాలలోను లావాతోబాటు శిలాఖండ పదార్థాలు, వాయువులు అత్యధిక పరిమాణాలలో పైకి చిమ్మబడతాయి. వాయువులు తప్పించుకొనిపోతాయి. శిలాఖండాలు పోగుపడతాయి. ఈశిలాఖండాలలో పెద్దపెద్దబండలు, సిండర్‌లు, లాపిని, ధూళి, టుఫ్ మొదలైనవి ఉంటాయి. ఇవన్ని పోగుపడటంవల్ల తాపవిచ్ఛిన్న నిక్షేపాలు (pyrocastic deposit) ఏర్పడతాయి. ఇవి అన్ని లావాప్రవాహాలతోకూడి ఉంటాయి.

### 2.1.2 అంతర్గమశిలల రూపాలు

అంతర్గమశిలల రూపాలు అవి చొచ్చుకొనిపోయిన శిలల భౌమ నిర్మితిమీద, ఆనిర్మితిలో వాటికున్న సంబంధంమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. మాగ్మా శిలలలోని సంస్తరణతలాలు, విదళతలాలవంటి నిర్మితియుతలాల వెంబడి చొచ్చుకొనిపోవచ్చు. దీనివల్ల ఏర్పడే రూపాలను అనుగత (concordant) రూపాలు అంటారు. మాగ్మా నిర్మితియుతలాలను అడ్డంగా ఛేదించి ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడే రూపాలను ప్రతిగత (discordant) రూపాలు అంటారు. అనుగత రూపాలు సంస్తరణతలం వెంబడి చొచ్చుకొని పోయేటప్పుడు పైనున్న శిలలను పైకి ఎత్తవలసి రావచ్చు. ఇట్లా చేసేటప్పుడు అవి సుమారుగా క్షితిజలంబ దిశలో బలాన్ని ప్రయోగిస్తాయి. ప్రతిగతరూపాలు శిలలలోఉన్న భగ్నాలను ఆక్రమిస్తాయి. అట్లా ఆక్రమించేటప్పుడు అవి సుమారుగా క్షితిజ సమాంతరదిశలో బలాలను ప్రయోగించి ఆ భగ్నాలను వెడల్పుచేస్తాయి.

అంతర్గమరూపాలను వాటి పరిమాణము, అవి ఏర్పడినలోతు ఆధారంగా గౌణ (minor) అంతర్గములుగా, ప్రధాన (major) అంతర్గములుగా వర్గీకరించవచ్చు. గౌణ అంతర్గములు తక్కువ పరిమాణంలోను, తక్కువ లోతులోను ఏర్పడిఉంటాయి. ప్రధాన అంతర్గములు చాలా పెద్దవిగాను ఎక్కువలోతులో ఏర్పడినవై ఉంటాయి.

భూమి ఉపరితలానికి అడుగున మాగ్మా ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడిన అగ్నిశిలల రూపాలకు "ప్లూటాన్" (Pluton) అనే పదాన్ని కూడా వాడతారు.

BRAOU

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

2. అనుగత, ప్రతిగత అగ్నిశిలా రూపాల మధ్య భేదాన్ని వివరించండి.

.....................................................................................................

.....................................................................................................

.....................................................................................................

.....................................................................................................

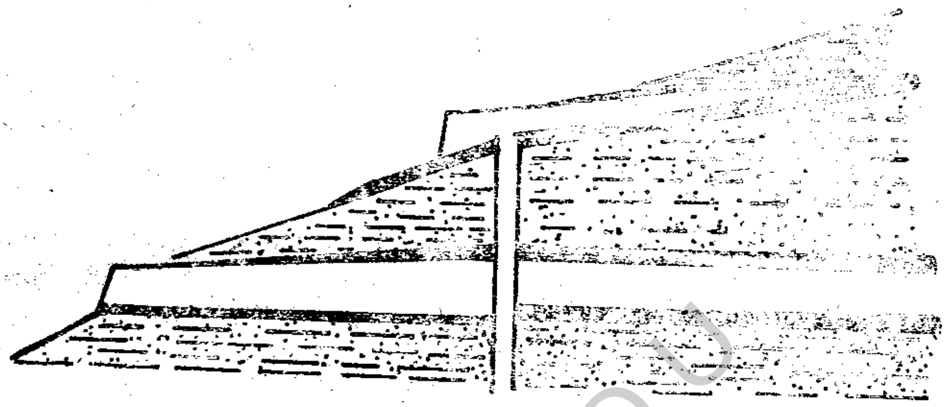
సాధారణంగా కనిపించే అంతర్గమ రూపాలను కిందపేర్కొన్నాం. వాటిని క్లుప్తంగా వర్ణించినాం.

| గౌణ అంతర్గమాలు | | ప్రధాన అంతర్గమాలు |
|---|---|---|
| **అనుగతరూపాలు** | **ప్రతిగతరూపాలు** | **బాథోలిత్** |
| సిల్ | డైక్ | స్టాక్ |
| లాకొలిత్ | రింగ్ డైక్‌లు | బాస్ |
| లోపొలిత్ | శంక్వాకార పటాలు | |
| ఫాకొలిత్ | అగ్నిపర్వత గ్రీవాలు | |

## సిల్ (Sill)

ప్రధాన విర్మితీయ తలలవెంబడి చొచ్చుకొనిపోయిన ఫలకాకార మాగ్మా స్వరూపాన్ని 'సిల్' అంటారు. దీని మందము కొన్ని సెంటీమీటర్‌ల నుంచి కొద్దివందల మీటర్‌ల వరకు ఉండవచ్చు. దీని పైతలము, కిందితలము దాదాపు సమాంతరంగా ఉంటాయి. కాని చివరలలో పల్చబడేకొద్దీ దాని రూపము చదునైన ద్వికుంభకం (flat tenticle) గా మారుతుంది. మాగ్మా చొచ్చుకొనిపోయిన తోవలో, దాని ఉష్ణోగ్రతలో ప్రవాహశక్తి, పైన ఉన్న శిలల బరువును బట్టి సిల్‌లు ఎంతమేరనైనా విస్తరించవచ్చు.

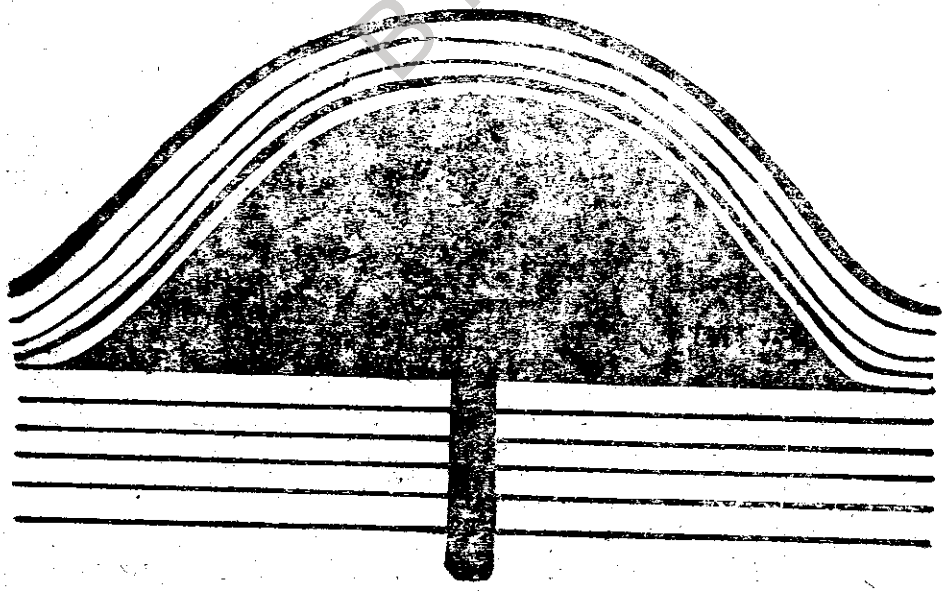
ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో కడప యుగానికి చెందిన సున్నపురాళ్లలో డోలరైట్ సిల్‌లు కనిపిస్తాయి. ఇటువంటి సిల్‌లే మనదేశంలోని గోండ్ వానాస్తరాలలో కూడా కనిపిస్తాయి. ఇంగ్లాండ్ ఉత్తర భాగంలో ఉన్న గ్రేట్‌విన్ (Great whin) సిల్ సుమారు 4000 చ.కిమీ. విస్తీర్ణముంది. దక్షిణ ఆఫ్రికాలోని కరూ ప్రాంతంలో ఉన్న సిల్ రూపపు అంతర్గమము సుమారు 5,6,3,000 చ.కిమీ మేరకు శిలలో చొచ్చుకొనిపోయినట్లు అంచనా.



పటం-1: సిల్

## లాకొలిత్ (Laccolith)

ప్రతిసిల్, పైన వర్ణించిన విధంగా బాగా చదునైన ద్వికుంభకం (flat lens) మాదిరిగా ఉంటుంది.



పటం-2: లాకొలిత్



BRAOU

కూంభాకృతి సాధారణంగా ఉండే దానికండే చాలా ఎక్కువగా ఉన్నప్పుడు ముఖ్యంగా పై వైపున, ఒక సమతల కూంభాకార రూపం ఏర్పడుతుంది. ఇటువంటి రూపాన్ని లాకోలిత్ అంటారు. దీని పైవైపు కలశాకారంతోను (dome shape), పీఠము చదునుగాను ఉంటాయి. కింది నుంచి వచ్చే మాగ్మా పరిమాణం ప్రక్కలకు విస్తరించడానికి వీలైన పరిమాణానికి మించినప్పుడు లాకోలిత్ రూపొందుతుంది. చాలా లాకోలిత్‌ల వ్యాసము కొన్ని కిలోమీటర్‌లకు మించి ఉండదు. ఉపరితల ప్లాన్‌లో అవి వృత్తాకారంగా గాని దీర్ఘ వృత్తాకారంగా గాని ఉంటాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

3. స్తరాల మధ్య అంతర్గమం చెందిన మాగ్మా పరిమాణం ప్రక్కలకు విస్తరించడానికి వీలైన పరిమాణానికి మించినప్పుడు ఏర్పడే సమతల-కుంభాకార రూపం

   (ఏ) లాకోలిత్ (బి) లోపోలిత్ (సి) కోనోలిత్.

   .............................................................................................................

   .............................................................................................................

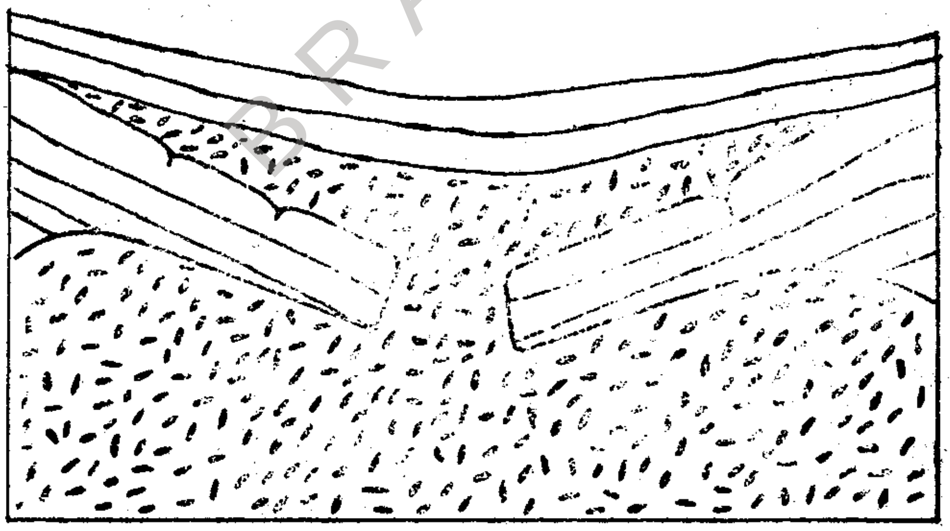
   .............................................................................................................

   .............................................................................................................

**లోపోలిత్ (Lopolith)**

లోపోలిత్ మధ్యలో బేసిన్ లేదా సాసర్ మాదిరిగా కుంగి ఒక కటకం ఆకారంలో ఉంటుంది. ఇది భౌమ చలనాలవల్ల ఏర్పడిన హరివాణాన్ని ఆక్రమించిఉండే అతి స్థూల రూపము. దీని మందము వ్యాసంలో 1/10 వంతునుంచి 1/20 వంతువరకు ఉండవచ్చు. లోపోలిత్‌లకు అమెరికాలోని మిన్నెసోటాలో ఉన్న డూలుత్ (duluth) లోపోలిత్ ఒక మంచి ఉదాహరణ. ఇది అడ్డం దాదాపు 240కి.మీ. ఉంటుంది. దీని గరిష్ఠ మందము 16కి.మీ. దక్షిణ భారతదేశంలోని సిత్తంపుండి సంకీర్ణము (Sittampundi complex) లోపోలిత్‌లకు మరొక మంచి ఉదాహరణ. దాని వ్యాసము 40 కి.మీ., మందము 2 కి.మీ.

BRAOU

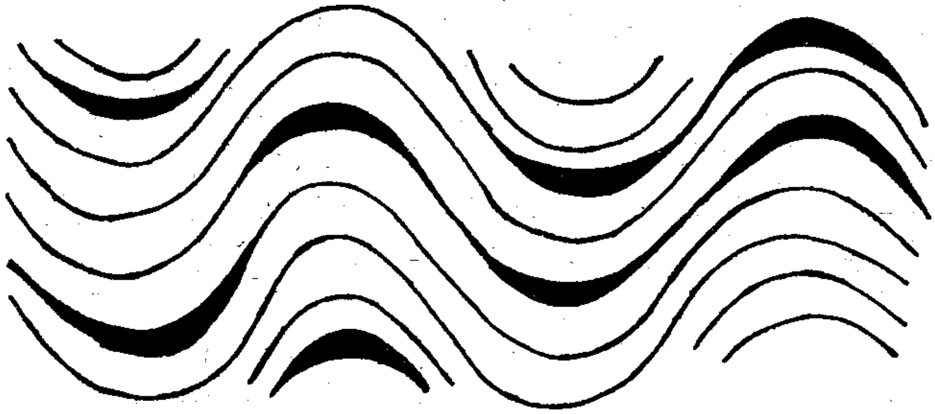


పటం-3: లోపోలిత్

**ఫాకొలిత్ (Phacolith)**

వలిచెందిన (Folded) ప్రాంతాలలో వళులు శృంగాలు (crests), దోణులు (troughts) బలహీన మండలాలుగాను, పార్శ్వాలు సంపీడనమై ఉంటాయి. వలిచెందిన శిలలలోకి మాగ్మా చొచ్చుకొని

పోయినప్పుడు అది శృంగాలను, ద్రోణులను ఆక్రమించి అర్ధచంద్రాకృతి (cresent shaped) లేదా వంపుతిరిగిన ద్వికుంభాకా కృతనిగల రూపాలుగా ఘనీభవిస్తాయి. వీటిని ఫాకొలిత్‌లు అంటారు. పరిమాణకలో లాకొలిత్‌ల మాదిరిగానే ఇవి కూడా చిన్నవే. అయితే ఫాకొలిత్‌కు, లాకొలిత్‌కు ముఖ్యమైన భేదము ఏమిటంటె శిలలు వలిచెంది ఉండడంవల్ల ఫాకొలిత్ ఏర్పడితే, లాకొలిత్‌వల్ల శిలలు వలి చెందుతాయి.



పటం-4 : ఫాకొలిత్

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

4. లోపొలిత్, లాకొలిత్ నుంచి ఈ లక్షణాల ద్వారా భిన్నంగా ఉంటుంది

   (ఏ)అత్యధికపరిమాణము (బి) రూపం

   (సి)పరిమాణము, రూపము, క్రూంగి ఉండటం

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

5. వలిచెందిన శిలలలో కనిపించే అనుగత అంతర్గత రూపము

   (ఏ) కోనొలిత్ (బి) బిస్మలిత్ (సి) ఫాకొలిత్

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

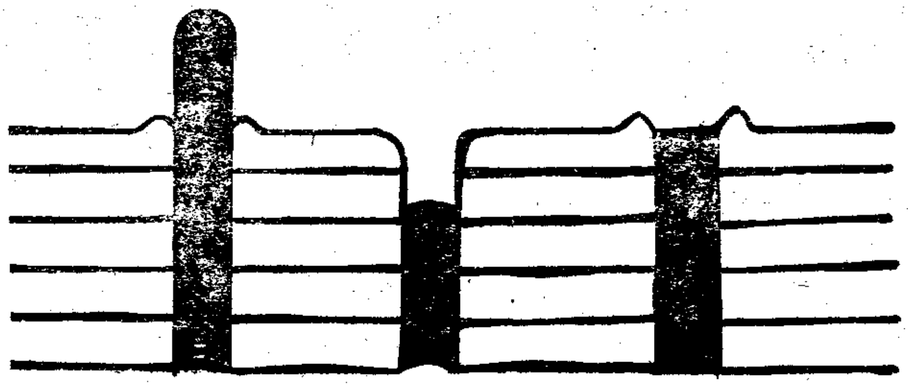
   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

## డైక్ (Dyke)

డైకు అనేది సమాంతర పార్శ్వాలశిల, ఒకసన్నని, పొడవైన గోడవంటి అగ్నిశిల రూపము. అంతర్గమానికి గురిఅయిన శిలలలోని ప్రధాన నిర్మితీయ తలాలకు అడ్డంగాఉన్న భగ్నాలను డైకులు ఆక్రమిస్తాయి. డైకుల మందము కొన్ని సెంటిమీటర్‌లనుంచి కొన్ని వందల మీటర్‌ల వరకు, వాటిపొడువు కొన్ని మీటర్‌లనుంచి కొన్ని కిలోమీటర్‌ల వరకు ఉండవచ్చు. డైక్‌లు సాధారణంగా గుంపులు (Swarms)గా లేదా వ్యవస్థలు (Systems)గా ఉంటాయి. ఒక గుంపులోని డైక్‌లు ఒకదానికొకటి

సమాంతరంగా గాని, ఒక బిందువు నుంచి అన్నిదిశలలో వికిరణంచెందిగాని ఉంటాయి.



పటం-5 : డైక్

భారతదేశంలో ఆంధ్రప్రదేశ్, మధ్యప్రదేశ్, పశ్చిమబెంగాల్, అస్సాములలో ఉన్న అంగారక్షేత్రాల (coalfields)లో డోలరైట్ డైక్‌లు తరచుగా కనిపిస్తాయి. గుజరాత్‌లోని దక్కన్ ట్రాప్‌లలో కొన్ని వికిరణ డైక్‌లు ఉన్నాయి.

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో హైదరాబాదు పరిసరాలలోను, రాయలసీమ జిల్లాలలోను డైక్‌లు ఉన్నాయి.

**రింగ్ డైక్‌లు (Ring dykes), శంక్వాకార పటాలు (Cone sheets)**

రింగ్ డైక్‌లు చాపాకృతిగల బహిర్గతాలను చూపుతాయి. ఈ బహిర్గతాలు పూర్తిగా వృద్ధి చెందినప్పుడు సంవృతమైన కంకణాకారాన్ని (closed ring shape) చూపుతాయి. నిట్రంగా ఉన్న చాపాకార భగ్నాలవెంబడి మాగ్మా పైకి వచ్చినప్పుడు రింగ్ డైక్‌లు ఏర్పడతాయి.

చాపాకృతిగల బహిర్గతాలను చూపుతూ వాలుగాఉన్న డైక్‌ల వల్ల శంక్వాకార పటాలు రూపొందుతాయి. ఈ డైక్‌లు ఒకే కేంద్రంవైపునకు 30° నుంచి 40° కోణంలో నతమై ఉంటుంది. మరొక విధంగా చెప్పవలెనంటే, మాగ్మా ఏకాక్షంగల (Coaxial) శంక్వాకార భగ్నాలను ఆక్రమించినప్పుడు ఇవి ఏర్పడతాయన్నమాట.

**అగ్నిపర్వత గ్రీవాలు (Volcanic necks)**

పురాతన అగ్నిపర్వతాల కుహరాలను (vents) మూసివేసిన అగ్నిశిలారాసులను అగ్నిపర్వత గ్రీవాలు అంటారు. ఇవి స్థూపాకారంలో ఉన్న అగ్నిపర్వతంవైపును ఆక్రమించి దానిని పాక్షికంగా నింపిఉన్న అగ్నిపర్వత శిథిల శిలాఖండాలలోకి అంతర్గమమైకూడా ఉండవచ్చు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

6. ఒకదాని కొకటి సమాంతరంగా గాని, ఒక బిందువు నుంచి అన్ని దిశలలోను వికిరణం చెంది ఉండే డైక్‌ల సముదాయం

ఏ) స్టాల్ బి) రింగ్ డైక్‌లు సి) వ్యవస్థలు డి)మౌల్డ్ స్టోన్‌లు

..........................................................................................

..........................................................................................

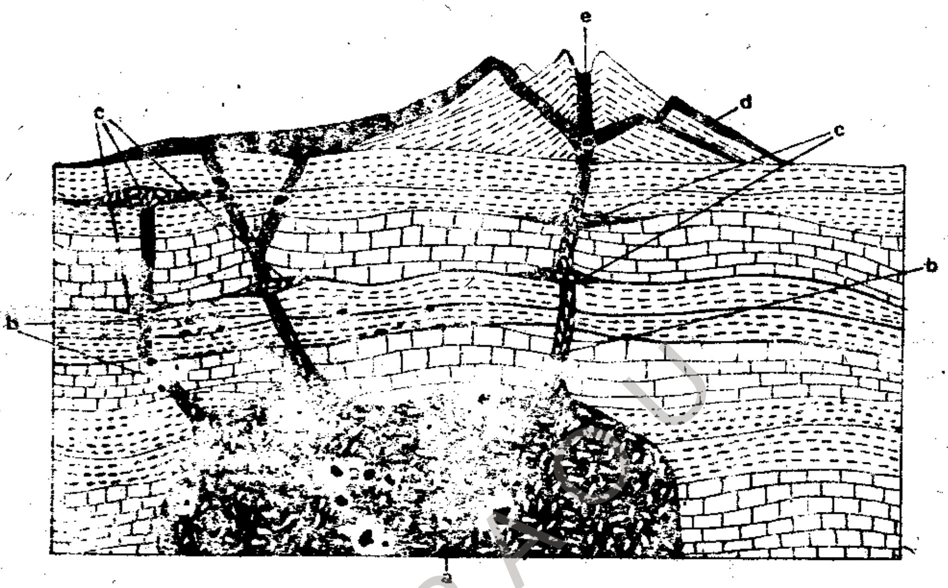
..........................................................................................



BRAOU

## బాతొలిత్ (Batholith)

నిట్రాగాఉన్న పార్శ్వాలుగల అతిస్థూలమైన అంతర్గమ రూపాన్ని బాతోలిత్ అంటారు. దీని అడుగు కనిపించదు. బహిర్గతమైనప్పుడు దీని పైభాగము మాత్రమే కనిపిస్తుంది. అందుచేత క్షేత్ర పరిశీలనలు దీని ఉపరితలానికే పరిమితమై ఉంటాయి. బాతోలిత్‌ల పుట్టుక వివాదాస్పదమైన అంశము. కొన్ని బాతోలిక్‌లు మాగ్మా సంబంధమైనవి. మరికొన్ని రుపాంతర ప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడినటువంటివి. ఇంకాకొన్ని పాక్షికంగా మాగ్మా సంబంధమైనవి. పాక్షికంగా రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల ఏర్పడినవి. ఇవి అనుగత, అంతర్గమలు ప్రతిగత అంతర్గమలు అనే విషయంకూడా వివాదస్పదమైనదే. ఇవి మాగ్మాలు పైకి కదులుతూ ప్రదేశశిలలను (countryrock) ఆక్రమించి, వాటిలో కొంతభాగాన్ని ఆత్మీకరణ (assimilation) చేసుకొని ఘనీభవించడంవల్ల ఏర్పడిన అత్యధిక పరిమాణంగల అగ్నిశిలా స్వరూపాలుగా భావించవచ్చు. ఒక్కొక్కప్పుడు వీటిలో ఆత్మీకరణ చెందినశిలల అంతర్వేశాలు (inclusions) కనిపిస్తాయి.




పటం-6: బాథొలిత్
(a) బాథొలిత్ (b) డైక్ (c) లాకొలిత్
(ఈ) లావా ప్రవాహం (ఉ) అగ్ని పర్వత గ్రీవం

బాథోలిత్‌లు ఎక్కువగా పర్వతోద్భవ మండలాల (mountain making zones)లో ఉంటాయి. పర్వతోద్భవ చలనాల తర్వాత ఇవి అంతర్గమనం అవుతాయి.

అమెరికాలోని అలాస్కా-బ్రిటిష్ కొలంబియా గ్రానైట్ బాథొలిత్ సుమారు 2000 కి.మీ. పొడవుఉంది. దీని వెడల్పు 80 కి.మీ. వరకు ఉంటుంది. భారతదేశంలో హిమాలయ ప్రాంతంలో బాథొలిత్‌లు బహిర్గతమైనాయి.

బాథొలిత్‌కున్న లక్షణాలేఉండి, పరిమాణంలో దానికన్నా చిన్నదైన క్రమరహిత రూపాన్ని స్టాక్ (stock) అంటారు. దీని బహిర్గతం సాధారణంగా 100 చ.కి.మీ. కంటె తక్కువ ఉంటుంది.

సుమారుగా వృత్తాకార బహిర్గతంగల స్టాక్‌ను బాస్ (boss) అంటారు.

స్టాక్‌లు, బాస్‌లు సాధారణంగా పెద్దపెద్ద బాథొలిత్‌ల శాఖలై (offshoots) ఉంటాయి.



Dr BRAOU LIBRARY Acc. No: CM-0407 Class No: 551

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

7. బాథొలిత్‌లు సర్వసాధారణంగా వీటికి సహస్థితంగా ఉంటాయి.

a) భూకంప మండలాలు b) పర్వతోద్భవమేఖలాలు c)అగ్నిపర్వతగ్రీవము d) రింగ్‌డైక్

............................................................................................

............................................................................................

............................................................................................

............................................................................................

### బహువిధ (Multiple), సంయుక్త (Composite) అంతర్గమాలు

ఒకొక్కప్పుడు ఒకేమాగ్మా ఒకేమార్గం ద్వారా రెండు, మూడుసార్లు చొచ్చుకొని పోవచ్చు. ఈవిధంగా ఏర్పడిన అంతర్గమాలను బహువిధ అంతర్గమాలు అంటారు.

వేరువేరు సంఘటనలుకల మాగ్మాలు ఒకే మార్గంద్వారా చొచ్చుకొని పోవడంవల్ల సంయుక్త అంతర్గమాలు ఏర్పడతాయి.

ఒకేమాగ్మా రెండు, మూడుసార్లుగా లేదా, వేరువేరు మాగ్మాలు అంతర్గమం చెందడంలో, అంతర్గమానికి, అంతర్గమానికి మధ్య కొంత కాలవ్యవధి ఉంటుంది.

కొన్ని సిల్‌లు, డైక్‌లు బహువిధ అంతర్గమాల కిందికి లేదా సంయుక్త అంతర్గముల కిందకి వస్తాయి.

## 2.2 అగ్నిశిలల నిర్మితులు

శిలలు, శిలారాశుల భౌతిక లక్షణాలను కొన్నింటిని సూచించడానికి 'వయనము' (texture) 'నిర్మితి' (structure) అనేపదాలను వాడతారు. ఏ లక్షణాలు వయనం కిందకి వస్తాయి, ఏ లక్షణాలు నిర్మితి కిందికి వస్తాయి అనే అంశంపై ఏకాభిప్రాయం లేనప్పటికీ 'వయనం' అనే పదం ఖనిజ ఘటకాల పరస్పర సంబంధాలవంటి సూక్ష్మరూప లక్షణాలను 'నిర్మితి' అనే పదం క్షేత్రంలో కన్పించే సంధానం. ప్రవాహపు పట్టీలవంటి స్థూలరూప లక్షణాలను సూచిస్తాయని సాధారణంగా భావిస్తారు. కొందరు శిలాశాస్త్రజ్ఞులు ఈ పదాలు రెంటిని సమానార్థంతో వాడతారు.

అగ్నిశిలలలో సాధారణంగా కనిపించే నిర్మాణాలను కింద వర్ణించాము.

### 2.2.1 వివరనిర్మితి, (Vesicular Structures), వివరపూర్వక నిర్మితి (Amygdaloidal Structure)

లావాలు ఉపరితలం మీదకి ఉద్గతమైనప్పుడు పీడనం తగ్గడంవల్ల వాటిలో ఉన్న వాయువులు తప్పించుకొని పోతాయి. దీనివల్ల లావాప్రవాహంలో వేరువేరు ఆకారాలు, పరిమాణాలుగల ఖాళీస్థలాలు, బుడగలు, వివరాలు ఏర్పడతాయి. ఈ వివరాలు గుండ్రంగా, దీర్ఘ వృత్తాకారంగా, స్థూపాకారంగా లేదా క్రమ రహితంగా ఉండవచ్చు. అవి పెద్దవిగా ఉండవచ్చు లేదా చిన్నవికావచ్చు. లావా ప్రవాహాలలో చాలావాటికి వివరనిర్మితి ముఖ్య లక్షణంగా ఉంటుంది. వివరాలు అనంతర ఖనిజాలలో సాధారణంగా కేల్సైట్, సిలికారూపాలు, జియొలైట్‌లతో నిండినప్పుడు వాటిని వివరపూరకాలు (amygdales) అని, ఆశిలాలు వివరపూర్వక నిర్మితిని చూపుతున్నాయని అంటారు.

BRAOU

### 2.2.2 బ్లాక్ నిర్మితి (Block Structure), రోపీ నిర్మితి (Ropy Structure)

కొన్ని లావాప్రవాహాలు ఉపరితలాలు వేరువేరు పరిమాణాలుగల క్రమరహిత, కోణీయ శిలాఖండాలతో ఏర్పడిఉంటాయి. లావా ప్రవహించేటప్పుడు దానితోపాటు ఈ ఖండాలు దొర్లు-కుంటూ పోతాయి. ఇటువంటి లావాలను బ్లాక్ లావాలు అంటారు.

అధిక చలనశక్తిగల కొన్నిలావాలు ఘనీభవించినప్పుడు వాటి ఉపరితలాలు ముడతలు పడినట్లు లేదా తాళ్ళచుట్టల మాదిరిగా ఉంటాయి. వీటి ఉపరితలాలు నునుపుగాను, మంచిమెరుపుతోను ఉంటాయి. వీటిని రోపీ లావాలు అంటారు.

బ్లాక్‌లావాలలోని వివరాలు పెద్దవిగాను, ఆకారంలో క్రమరహితంగాను ఉంటాయి. రోపీలావాలో ఇవి చిన్నవిగాను, క్రమమైన ఆకారంతోను, బ్లాక్‌లావాలోకన్న ఎక్కువ సంఖ్యలోను ఉంటాయి.

### 2.2.3 ఉపధాన (Pillow) లేదా దీర్ఘగోళాకార (Ellipsoical) నిర్మితి

కొన్ని లావాలు దాడ్లు, సంచులు లేదా కుషన్‌లను పోలిన లావా ముద్దలు పోగుపడటంవల్ల ఏర్పడిఉంటాయి. దీనిని ఉపదాన నిర్మితి అంటారు. ఈ ముద్దలకు వివర నిర్మితిని చూపే పటలాలు (crusfs) ఉంటాయి. ఈ రూపాలు సాధారణంగా సాగిపోయినట్లు ఉండి సమాంతరంగా అమరి ఉంటాయి. ఈ ముద్దలు ఒకదానితో మరొకటి చిన్ని గొట్టాల ద్వారా లేదా గ్రీవాల (necks) ద్వారా లేదా పక్కలలో సంధించబడి ఉంటాయి. లావా వేగంగా శీతలీకరణం చెందడంవల్ల, ముఖ్యంగా నీటితో స్పర్శ చెందినప్పుడు, ఈ నిర్మితి రూపొందుతుందని భావిస్తారు.

### 2.2.4 ప్రవాహ నిర్మితి (Flow Structure)

లావాలు భూమి ఉపరితలంలోనికి చేరేటప్పటికి దాదాపు విజాతీయంగా (homogeneous) తయారవుతాయి. సంఘటన, వాయుపరిమాణం,స్ఫటికీకరణ పరిమితి (degree of crystallization)లో భేదాలు చూపే పొరలు, పట్టీలు ఈ లావాలలో కనిపిస్తాయి. ప్రవాహ ప్రభావంవల్ల ఈ పొరలు లేదా పట్టీలు సమంతరంగా అమరుతాయి. ఘనీభవించిన లావాలు రంగు, వయసము, సంఘటనలో భేదాలున్న పట్టీలు లేదా చారతలో ఏర్పడినట్లు ఉంటాయి. ప్రవాహ ప్రభావంవల్ల ఏర్పడే ఇటువంటి నిర్మితిని ప్రవాహ నిర్మితి అంటారు.

B R A O U

### 2.2.5 సంధానము (Jointing)

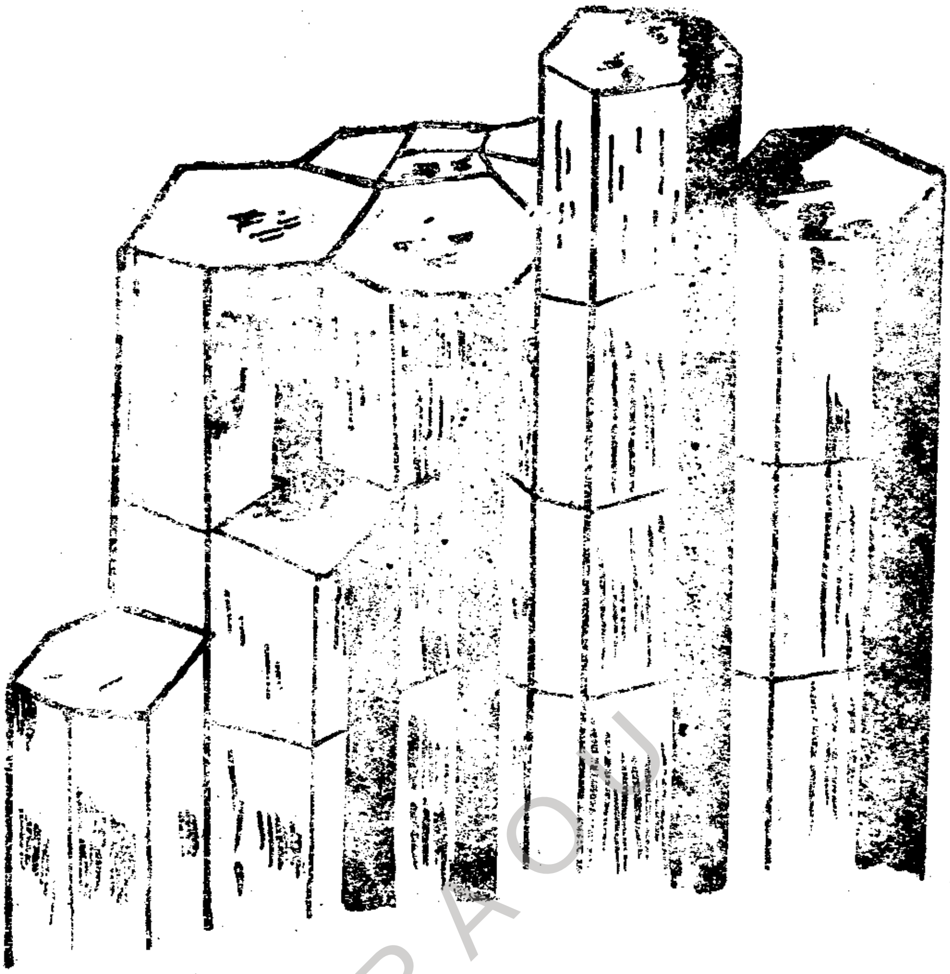
అగ్ని శిలలో కనిపించే విభాజక తలాలను (divisional planes) లేదా భాగ్మాలను సంధులు అంటారు. శీతలీకరణం మూలంగా సంభవించే అకుంచనం (contraction) వల్ల సంధులు ఏర్పడతాయి. సంధులు సాధారణంగా గణాలు (sets)గా ఉంటాయి. ఒక్కొక్క గణంలోని సంధులు ఒకదానికొకటి సమాంతరంగా ఉంటాయి. గ్రానైట్‌లలో సామాన్యంగా మూడు గణాలకు చెందిన సంధులు ఉంటాయి. వీటిలో ఒకటి క్షితిజ సమాంతరంగాను, మిగిలిన రెండూ క్షితిజ లంబంగాను, ఒకదానికొకటి లంబంగాను ఉంటాయి. ఈ మూడు గణాలలోని సంధులు సమాన దూరాలలో ఉంటే, శిలారాశి అంతా షట్‌పార్శ్వకలు (cubes)గా విభజించబడి నట్లుంటుంది.

క్షితిజ, సమాంతర సంధులు బాగా దగ్గర దగ్గరగా ఉంటే దానిని పటల నిర్మితి (sheet structure) అంటారు.

### 2.2.6 స్తంభాకార (Columnar) లేదా పట్టకాకార (Prismatic) నిర్మితి

సజాతీయంగా ఉన్న మాగ్మా ఏకరీతిలో శీతలీకరణ, ఆకుంచనం చెందడంవల్ల ఏర్పడే సంధులు-సాధారణంగా రెండు లేదా మూడు గణాలకు చెందిన క్షితిజ లంబ సంధులు-క్రమమైన జ్యామితీయ వ్యూహాలను (patterns) ఏర్పరుస్తాయి. సామాన్యంగా ఈ సంధుల మధ్య నాలుగు, ఐదు లేక ఆరు పార్శ్వాలు గల పట్టకాలు ఏర్పడి ఉంటాయి. శిలారాశిఅంతా క్షితిజ లంబ స్తంభాలతో

రూపొందినట్లు కనిపిస్తుంది. దీనిని స్తంభాకార నిర్మితి అంటారు. ఈ నిర్మితిని ప్రధానంగా బసాల్ట్ శిలలో చూడవచ్చు.



పటం - 7:

బొంబాయికి దగ్గరగా ఉన్న సాలెసెట్ (salsette) ద్వీపంలోను, హోషంగాబాద్ ప్రాంతంలోను ఉన్న దక్కన్ లావా ప్రవాహాలలో స్తంభాకార నిర్మితి కనిపిస్తుంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

8. స్తంభాకార సంధులు ప్రధానంగా ఈ శిలలలో కనిపిస్తాయి.

(a) గ్రానోడయొరైట్ (b) బసాల్ట్‌లు (c) చార్నొకైట్‌లు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................



BRAOU

## 2.3 సారాంశం

ఈ భాగంలో కింది అంశాలను వర్ణించాము.

(i) అగ్నిశిలల ఉద్గత, అతర్గమ రూపాలు

(ii) అగ్నిశిలల నిర్మితులు - వివర, వివరపూరక, బ్లాక్, రోప్, ఉపధాన, ప్రవాహ, సంధాన, స్తంభాకార నిర్మితులు.

## 2.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

1. శీఘ్రశీతలీకరణ, సూక్ష్మ రేణువులు
2. అనుగత రూపాలలో మాగ్మా విదళనతలాలను లేదా సంస్తరణ తలాలను భేదించకుండా వాటి వెంబడి అంతర్గమం చెందుతుంది. ఉదా- సిల్, లోపొలిత్ ప్రతిగత రూపాలలో మాగ్మా విదళనతలాలు, సంస్తరణతలాల వంచి నిర్మితీయ తలాలను భేదిస్తూ వాటికి అడ్డంగా అంతర్గమం చెందుతుంది. ఉదా- డైక్.
3. లాకొలిత్
4. పరిమాణము, రూపము, క్రుంగి ఉండటం
5. ఫాకొలిత్
6. వ్యవస్థలు
7. పర్వతోద్భవమేఖలాలు
8. బసాల్ట్‌లు.

B R A O U

## 2.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి:**

1. అంతర్గమ శిలలను ఉద్గత శిలలను ఏ విధంగా వేరు చేయవచ్చు?
2. అనుగత, ప్రతిగత అంతర్గమాలు అంటే ఏమిటి? ఉదాహరణలు ఇవ్వండి.
3. బాథోలిత్ అంటే ఏమిటి? ఇతర అంతర్గమరూపాలకు దీనికి భేదాలు ఏమిటి?
4. బహువిధ అంతర్గమానికి, సంయుక్త అంతర్గమానికి తేడా ఏమిటి?
5. అగ్ని శిలలో కనిపించే నిర్మితులను గురించి క్లుప్తంగా తెలియ జేయండి?

## 2.6 పదకోశం

**అంతర్గమ అగ్ని శిలలు** : భూమి ఉపరితలానికి దిగువన ఉన్న శిలలోకి మాగ్మా అంతఃక్షేపణ చెంది ఘనీభవించడంవల్ల ఏర్పడే శిలలు.

**అగ్ని పర్వత గ్రీవము** : పురాతన అగ్నిపర్వతాల కుహరాలను మూసివేసే అగ్నిశిలా పదార్థము.

**అనుగత రూపాలు** : శిలల నిర్మితీయ తలాల వెంబడి ఏర్పడిన అంతర్గమ రూపాలు.

అప్రధాన అంతర్గమాలు : తక్కువ పరిమాణం కలిగి తక్కువ లోతులలో ఏర్పడిన అంతర్గమాలు.

ఉద్గత అగ్ని శిలలు : భూమి ఉపరితలం మీదికి ఉద్భేదనం చెందిన లావా ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడే శిలలు.

ఉపధాన నిర్మితి : చిన్న చిన్న ముద్దల దొంతరగా కనిపించే లావా నిర్మితి.

డైక్ : సమాంతరంగా ఉన్న పార్శ్వాలలో అగ్నిశిలలతో ఏర్పడిన సన్నని గోడవంటి ప్రతి ప్రతిగత అంతర్గమం.

తాపజనిత నిక్షేపాలు : అగ్ని పర్వతాల ద్వారా భూమి ఉపరితలానికి ఉద్భేదనం చెంది పోగు పడిన శిలా శకల పదార్థాలు.

నిర్మితి : శిలల స్థూల రూప భౌతిక లక్షణాలు.

పట నిర్మితి : దగ్గర దగ్గరగా ఉన్న క్షితిజ సమాంతర సంధుల వల్ల రూపొందే నిర్మితి.

పట్టకాకార నిర్మితి : రెండు లేదా మూడు క్షితిజ లంబ సంధి గణాలవల్ల శిలారాశి స్తంభాలుగా విభజన చెందడంవల్ల రూపొందే నిర్మితి.

ప్రతిగత రూపాలు : శిలల నిర్మితీయ తలాలను భేదిస్తూ వాటికి అడ్డంగా ఏర్పడిన అంతర్గమ రూపాలు.

ప్రధాన అంతర్గమాలు : పెద్ద పరిమాణంలో, ఎక్కువ లోతులలో ఏర్పడిన అంతర్గమాలు.

ప్రవాహ నిర్మితి : లావాలో ప్రవాహ ప్రభావంవల్ల ఏర్పడేపట్టిలో నిర్మితి.

ప్లుటాన్ : భూమిఉపరి తలానికి దిగువన ఏర్పడిన అగ్ని శిలా స్వరూపము.

ఫాకొలిత్ : వళి చెందిన శిలలలో శృంగ, ద్రోణి భాగాలను ఆక్రమించిన, అర్ధ చంద్రాకృతిగల అనుగత అంతర్గమము.

బహువిధ అంతర్గమం : ఒకేమార్గం ద్వారా ఒకేమాగ్మా రెండు లేదా ఎక్కువ సార్లు చొచ్చుకొని పోవడం ఏర్పడే అంతర్గమం

బాథోలిత్ : నిట్రమైన వాలు గల పార్శ్వాలలో పీఠము కనిపించని అతి స్థూలమైన అగాధ స్థితఅంతర్గమ స్వరూపము.

బాస్ : దాదాపుగా వృత్తాకారపు బహిర్గతం గల స్టాక్.

బ్లాక్ నిర్మితి : గరుకైన భూమి కోణీయ ఖండాల రాశివలె కనిపించే లావాల నిర్మితి.

మాగ్మా : భూమి ఉపరితలానికి దిగువన వున్న వేడి శిలా ద్రవ పదార్థము.

రింగ్ డైకులు : నిట్రమైనవాలు, చాపాకృతి గల భగ్నాలవెంబడి ఏర్పడిన, వలయాకార బహిర్గతాన్ని చూపేడైక్‌లు.

రోపీ నిర్మితి : ముడుతలు పడిన లేదా తాళ్ళు చుట్టలవలె కనిపించే లావా ప్రవాహాలనిర్మితి.

లాకొలిత్ : కలశాకృతి గల పై భాగము, చదునైన పీఠము గల అనుగత అంతర్గమం.

లావా : ఉపరితలం మీదికి ఉద్గమమైన వేడి శిలా ద్రవపదార్థం. ఇది మాగ్మా ఉద్గత రూపము.

లోపోలిత్ : మధ్యలో బేసిన్ లేదా సాసర్ మాదిరిగా కుంగి ఉండి ద్వికుంభకాకృతి గల స్థూలమైన అనుగత అంతర్గమం.

BRAOU

సయువము : ఖనిజ రేణువుల పరస్పర సంబంధాల వంటి శిలల సూక్ష్మ రూప భౌతికలక్షణాలు.

వివర నిర్మితి : లావాలలో ఖాళీ స్థలాలు లేదా వివరాల వల్ల రూపొందే నిర్మితి.

వివరపూర్వక నిర్మితి : వివరపూరకాలు (ఎమిగ్డేల్ ల) వల్ల లావాలలో రూపొందే నిర్మితి

వివర పూరకాలు : అనంతర ఖనిజాలతో నిండి పోయిన వివరాలు.

శంక్వాకార పటాలు : ఒకే అక్షంగల శంకు రూపపు భగ్నాల వెంబడి చొచ్చుకొనిపోయి చాపాకృతి గల బహిర్గతాలను చూపే ప్రతిగత అంతర్గమాలు.

సంధానము : అగ్నిశిలలలోని విభజక తలాలు లేదా భగ్నాలు.

సంయుక్త అంతర్గమం : విభిన్న సంఘటనలు గల మాగ్మాలు ఒకే మార్గం ద్వారా చొచ్చుకొనిపోవడం వల్ల ఏర్పడే అంతర్గమం.

సిల్ : ఫలకరూపం గల అనుగత అంతర్గమం.

స్తంభాకార నిర్మితి : పట్టకాకార నిర్మితికే మరోపేరు.

స్టాక్ : బాథొలిత్ లక్షణాలు ఉండి దానికన్న చిన్న పరిమాణంగల క్రమరహితమైన అగ్ని శిలా రాశి.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-3 : అగ్నిశిలలఖనిజాలు, వయనాలు, సూక్ష్మనిర్మితులు

పాఠ్యాంశాలు


3.0 లక్ష్యాలు

3.1 అగ్నిశిలల ఖనిజ సంఘటన

3.2 వయనాలు

- 3.2.1 స్ఫటికీకరణ పరిమితి
- 3.2.2 రేణు పరిమాణం
- 3.2.3 స్ఫటిక ఆకృతులు
- 3.2.4 స్ఫటికాల పరస్పర సంబంధాలు

3.3 సూక్ష్మ నిర్మితులు

- 3.3.1 ప్రతి చర్యనిర్మితులు
- 3.3.2 జెనొలితిక్ నిర్మితి
- 3.3.3 ఆర్బిక్యులర్ నిర్మితి
- 3.3.4 స్ఫెరులిటిక్ నిర్మితి
- 3.3.5 భగ్న రూపాలు

3.4 సారాంశం

3.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

3.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

3.7 పదకోశం


BRAOU

## 3.0 లక్ష్యాలు

అగ్నిశిలలలో తరచుగా కనిపించే ఖనిజాలు, వయనాలు సూక్ష్మ నిర్మితుల గురించి చెప్పడం ఈ భాగం లక్ష్యం.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- అగ్నిశిలలలో తరచుగా కనిపించే ఖనిజాలను తెలుసుకోగలుగుతారు
- అగ్నిశిలలలోని వివిధ వయనాలను, వయన అంశాలను వర్ణించగలుగుతారు
- అగ్నిశిలలలో కనిపించే వివిధ సూక్ష్మ నిర్మితులను వర్ణించగలుగుతారు.

## 3.1 అగ్నిశిలల ఖనిజ సంఘటన

అగ్నిశిలలు మాగ్మాలు స్ఫటికీకరణం చెందడంవల్ల ఏర్పడిన ఖనిజ స్ఫటికాలు లేదా రేణువులతో కూడుకొని ఉంటాయి. మాగ్మాలు పైకి కదిలేకొద్దీ శీతలీకరణవల్ల వాటినుంచి ఖనిజాలు స్ఫటికీకరణ చెందడం మొదలుపెడతాయి. ఘనీభవ ప్రక్రియ భూమిలోపలనే పూర్తిఅయితే శిలఅంతా స్ఫటికాలతోనే ఉంటుంది. అట్లాకాక, ఈ మాగ్మాలు, అవి లోపల ఉన్నప్పుడు ఏర్పడిన స్ఫటికాలతోబాటు, భూమి

ఉపరితలం మీదకి ఉద్గమనం చిందితే, అవి కొంత వేగంగా, ఒక్కొక్కప్పుడు చాలావేగంగా శీతలీకరణం చెందుతాయి. ఇటువంటి పరిస్థితులలో స్ఫటికాలు ఏర్పడవు. మిగిలిఉన్న ద్రవమంతా అస్ఫాటికరాశిగా ఘనీభవిస్తుంది. ఇటువంటి అస్ఫాటిక అగ్నిమయ పదార్థాన్ని కాచము (గాజు) (glass) అంటారు. అందువల్ల, అగ్నిశిలలు పూర్తిగా స్ఫటికాలతోగాని, స్ఫటికాలు, గాజు రెండింటితోగాని అరుదుగా పూర్తిగా గాజుతోగాని ఏర్పడి ఉండవచ్చు.

మాగ్మాల నుంచి ఏర్పడే ఖనిజాలను తాపజనిత (pyrogenetric) ఖనిజాలు అంటారు. ఈ ఖనిజాలలో సిలికేట్‌లు ఆధిక్యత కలవి కాబట్టి వాటిని గురించి ఇక్కడ క్లుప్తంగా పరిశీలిద్దాం.

సిలికేట్‌లస్ఫటిక నిర్మితుల మీద జరిపిన పరిశోధనల నుంచి ఈ నిర్మితులకు కేంద్రంలో సిలికాన్ పరమాణువు, నాలుగు మూలలలో నాలుగు ఆక్సిజన్ పరమాణువులు ఉన్న $sio_4$ చతుఃపార్శ్వకలు మౌలిక ప్రమాణాలు అని తెలిసింది. $sio_4$ చతుఃపార్శ్వకలు వివిధ రీతులలో బంధింపబడడం వల్ల వివిధ సిలికేట్ నిర్మితులు రూపొందుతాయి. స్ఫటిక నిర్మితి ఆధారంగా సిలికేట్‌లను కింది విధంగా వర్గీకరిస్తారు.

| | |
|---|---|
| నీసోసి కేట్‌లు | – ఉదా ఆలివీన్ |
| సోరోసిలికేట్‌లు | – ఉదా ఎపిడోట్ |
| ఐనోసిలికేట్‌లు | – ఉదా ఎన్‌స్టటైట్, ఆంథోఫిల్లైట్ |
| ఫిల్లోసిలికేట్‌లు | – ఉదా మస్కోవైట్ |
| టెక్టోసిలికేట్‌లు | – ఉదా క్వార్ట్జ్, ఆర్థోక్లేస్, టాసైట్ |

ఈ సిలికేట్‌లన్నీ కలిసి ఏ ఒక్క శిలలో కనిపించవు. ఆలివీన్, ల్యూసైట్ వంటి అల్ప సిలికా (low silication) ఖనిజాలు క్వార్ట్జ్‌తో బాటు ఎప్పుడూ ఉండవు. ఈ ఖనిజాలు సిలికా తక్కువ ఉన్న సిలలలో మాత్రమే కనిపిస్తాయి. శిలలలో చాలాభాగం బహు ఖనిజ శిలలే అయినప్పటికీ, మూడు లేదా రెండు ఖనిజాలు ఉన్న శిలలు, కేవలం ఒక్క ఖనిజం ఉన్న శిలలు కూడా ఉన్నాయి.

---

## మీ అవగాహనమ పరీక్షించుకోండి

---

1. తాపజనిత ఖనిజాలు అంటే ఏమిటి?

....................................................................................................

....................................................................................................

....................................................................................................

....................................................................................................

అగ్నిశిలలలో సాధారణంగా కవిపించే తాపజనిత ఖవిజాలను కింద పొందుపరిచాము.

**సిలికేట్‌లు:**

**$sio_2$ ఖవిజాలు:**

క్వార్ట్జ్

ట్రైడిమైట్

**పెరాక్సిన్‌లు:**

హైపర్‌స్థీన్

బ్రోంజైట్

డయాప్సైడ్

అగైట్

ఎజిరీన్

డయులేజ్



B R A O U

**ఫెల్ స్పార్ లు:**

ఆర్థోక్లేస్
సానిడిన్
ఎనార్థోక్లేస్
మైక్రోక్లైన్
మైక్రోపెర్థైట్
ప్లేజియోక్లేజ్ లు

**యాంఫీబోల్ లు:**

హార్న్ బ్లెండ్
ఆర్ఫ్వెడ్సొనైట్
రీబెకైట్
ఇతర ఖనిజాలు
ఆలివీన్ లు
బెరిల్

**ఫెల్ స్పథాయిడ్ లు**

నెఫిలీన్
లూసైట్
సోడాలైట్
హాయ్ నైట్
నోసెలైట్
కాన్ క్రినైట్

కార్డియరైట్
గార్నెట్
స్ఫీన్
టోపాజ్
టూర్మలీన్
జిర్కాన్

**మైకాలు:**

మస్కొవైట్
బయొటైట్
ఫ్లోగొపైట్

**ఇతర ఖనిజములు**

ఎపటైట్
కాసిటరైట్
క్రోమైట్
క్రైసోబెరిల్
కొలంబైట్
కొరండమ్
ఫ్లోరైట్

గోల్డ్
హెమటైట్
మాగ్నటైట్
ఇల్మనైట్
మోనజైట్
పైరైట్
రూటైల్

పై ఖనిజాలలో చాలా తక్కువ భాగం మాత్రమే అగ్నిశిలలలో అతితరచుగా కనిపిస్తాయి. అగ్నిశిలలు సగటు ఖనిజ సంఘటనను టి.ఎఫ్. టబ్ల్యు. బార్త్ అంచనా కట్టినాడు. ఈ అంచనా క్రింది విధంగా ఉంది.

| ఖనిజము | అగ్నిశిలలలో శాతము |
|---|---|
| సిలికేట్ లు | |
| క్వార్ట్జ్ | 12.4 |
| ఆల్కలీ ఫెల్ స్పార్ (ఆర్థోక్లేస్, ఆల్బైట్) | 31.0 |
| ప్లేజియోక్లేస్ | 29.2 |
| పైరాక్సీన్ | 12.0 |
| హార్న్ బ్లెండ్ | 1.7 |
| బయోటైట్ | 3.8 |
| మాస్కొవైట్ | 1.4 |



BRAOU

| | |
|---|---|
| ఆలివిన్ | 2.6 |
| నెఫిలేన్ | 0.3 |
| స్ఫీన్ | 0.3 |
| క్లోరైట్, సర్పెంటిన్ | 0.6 |
| ఇతర ఖనిజాలు | |
| మాగ్నటైట్, హెమటైట్ ఇల్మనైట్ | 4.1 |
| ఎపటైట్ | 0.6 |
| | 100.0 |

పై పట్టిక నుంచి కేవలం 12 సిలికేట్ ఖనిజాలు అగ్ని శిలల సగటు ఖనిజ సంఘటనలో 95.3 శాతంమేరకు ఉంటాయని స్పష్టమవుతుంది. వీటిలో క్లోరైట్, సర్పెంటిన్ తాపజనిత ఖనిజాలు కావు. ఐరన్-మెగ్నీషియమ్ ఖనిజాలు రసాయనికంగా మార్పుచెందడంవల్ల ఇవి ఏర్పడతాయి.

## 3.2 వయనాలు (Textures)

"వయనాలు" అనే పదము శిలలలో కనిపించే కొన్ని సూక్ష్మరూప భౌతిక లక్షణాలను సూచిస్తుంది. ఇది శిలలో ఉన్న ఖనిజ స్ఫటికాల మధ్య లేదా కొంత గాజు ఉంటే, ఆ గాజుకు స్ఫటికాలకు మధ్య ఉన్న సంబంధాలను గురించి తెలియజేస్తుంది. కొన్ని వయన సముచ్చయాలు (textural aggregates) చాలా సూక్ష్మ పరిమాణాలతో ఉంటాయి. వీటిని సూక్ష్మనిర్మితులు (micro structures) అంటారు. వయనాలను, సూక్ష్మనిర్మితులను సూక్ష్మదర్శిని కింద పల్చని భేదాలలో పరిశీలించడం సరియైన పద్ధతి. వీటి అధ్యయనం వల్ల అగ్ని శిలలు ద్రవ స్థితి నుంచి ఏర్పడటానికి కారణమైన శీతలీకరణ, ఘనీభవన ప్రక్రియలకు సంబంధించిన విలువైన సమాచారం లభిస్తుంది.

ఒక అగ్నిశిల వయనాన్ని కింద ఇచ్చిన నాలుగు అంశాలు ఆధారంగా వర్ణిస్తారు.

i) స్ఫటికీ కరణ పరిమితి

ii) రేణు పరిమాణం

iii) స్ఫటిక ఆకృతులు

iv) స్ఫటికాల, లేదా స్ఫటికాలు, గాజుల పరస్పర సంబంధాలు

కొందరు చివరి రెండు అంశాలను కలిపి స్థితి నిర్మితి (fabric) అని అంటారు. కొందరు రచయితలు 'స్థితి నిర్మితి' అనే పదాన్ని 'వయనము' 'నిర్మితి'- ఈ రెండింటి కిందకు వచ్చే భౌతిక లక్షణాలన్నింటికీ కలిపి వాడతారు. కొందరు ఈ మూడు పదాలను ఒకే అర్థంలో వాడతారు.

### మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

2. అగ్ని శిలల వయనము నాలుగు అంశాలకు సంబంధించి ఉంటుంది. ఆ అంశాలను పేర్కొనండి.

..............................................................................................

..............................................................................................

..............................................................................................

..............................................................................................



B R A O U

### 3.2.1 స్ఫటికీకరణ పరిమితి (Degree of Crystallisation or Crystallinity)

పైన చెప్పినట్లు ఒక అగ్ని శిలలో అన్నీ స్ఫటికాలే ఉండవచ్చు. లేదా పూర్తిగా గాజు ఉండవచ్చు లేదా స్ఫటికాలు, గాజు రెండూ ఉండవచ్చు. పూర్తిగా స్ఫటికాలతో కూడుకొని ఉన్న శిల అత్యధిక స్ఫటికీకరణ పరిమితిని చేరుకొన్నదన్న మాట. ఇటువంటి శిలను పూర్ణ స్ఫాటికీయ (holocrystalline) శిల అంటారు. పూర్తిగా గాజుతోఉన్న శిలను పూర్ణకాచమయ (holohyaline) శిల అంటారు. స్ఫటికాలు, గాజు రెండు ఉన్నప్పుడు ఆ శిలను అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయ (merocrystalline) శిల అంటారు.

అంతర్గమ అగ్ని శిలలు పూర్ణ స్ఫాటికీయ వయమాన్ని చూపుతాయి. భూమి ఉపరితలానికి దగ్గరగా లేదా ఉపరితలంమీద ఘనీభవించిన శిలలు అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయ వయనాన్ని చూపుతాయి. పూర్ణకాచమయ శిలలు చాలా అరుదు. ఇవి లావాలలో మాత్రమే కనిపిస్తాయి. బాగా మందంగా ఉన్న సిల్ లో ఈ మూడు వయనాలు కనిపించవచ్చు. ఆక్రమిత శిలను ఇవి తాకుతూ కొన్నిచోట్లలో (స్పర్శలు) కాచమయంగాను, మధ్యభాగంలో పూర్ణస్ఫాటికీయంగాను, ఈ రెండింటి మధ్యంస్థంగా అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయంగాను ఉంటుంది. మాగ్మా శీతలీకరణ వేగము, స్నిగ్ధత (viscosity) ఈ రెండు అంశాలు స్ఫటికీకర పరిమితిని నిర్ణయిస్తాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

3. స్ఫటికీకరణ పరిమితిని వర్ణించడానికి వాడేపదాలు పేర్కొనండి.

..................................................................................................

..................................................................................................

..................................................................................................

..................................................................................................

### 3.2.2 రేణు పరిమాణం (Grain size or Granularity)

అగ్ని శిలలలోని స్ఫటికాల పరిమాణాలు చాల విభిన్నంగా ఉంటాయి. అత్యంత రేణువుల మంచి [illegible]టైట్ లలో ఉండే క్వార్ట్జ్, ఫెల్ స్పార్ ల మాదిరిగా మీటర్ ల కొలతలుగల అతి స్థూలస్ఫటికాల వరకు వాటి పరిమాణాలలో భేదాలు కనిపించవచ్చు.

స్ఫటికాల పరిమాణాలను వర్ణించడానికి ఫెనరిక్ (pheneric), అఫనైటిక్ (aphanitic) అనే రెండు పదాలను వాడతారు. స్ఫటికాలు మామూలుగా కంటికి లేదా భూతద్దం సహాయంతో కనిపించినట్లయితే ఆ శిలను ఫెనరిక్, లేదా ఫెనరోస్ఫాటికీయ (phanera crystalline) శిల అంటారు. విడివిడి స్ఫటికాలు ఈ విధంగా కనిపించినట్లయితే, ఆశిలను ఎఫనైటిక్ శిల అంటారు. ఎఫైనైటిక్ శిలలు సూక్ష్మ స్ఫాటికీయంగా (micro crystalline) లేదా అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయంగా లేదా గూఢ స్ఫాటికీయంగా (crypto crystalline) లేదా కాచమయంగా ఉండవచ్చు.

ఫెనరిక్ శిలలను స్థూలరేణుయుత (Coarse grained), మధ్యమ రేణుయుత (Medium grained), సూక్ష్మరేణుయుత (Fine grained) శిలలుగా విభజించవచ్చు. స్థూలరేణుయుత శిలలలో స్ఫటికాల సగటువ్యాసము 5 మి.మీ.కు మించి ఉంటుంది, మధ్యమరేణుయుత శిలలలో ఇది 1మి. మీ.కు 5 మి. మీ. మధ్య, సూక్ష్మరేణుయుత శిలలలో 1మి మీ. కన్న తక్కువ ఉంటుంది.

స్ఫటికీకరణ పరిమితి మాదిరిగానే స్ఫటిక పరిమాణంకూడా మాగ్మా శీతలీకరణ వేగము స్నిగ్ధతల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. మాగ్మా శీతలీకరణ వేగము మాగ్మా స్నిగ్ధత తక్కువగా ఉంటే స్థూలస్ఫటికాలు అవి ఎక్కువగా సూక్ష్మస్ఫటికాలు ఏర్పడతాయి. ఈ రెండు అంశాలుకాక మాగ్మాలో

స్ఫటికీకరణ చెందుతున్న పదార్థపు అణు సాంద్రీకరణ (Molecular concentration) కూడా రేణు పరిమాణంపై ప్రభావం చూపుతుంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకొండి**

---

4. శిలలోని స్ఫటికాలు కంటికి లేదా భూతద్దం సహాయంతో కనిపించినట్లయితే ఆశిలను - - - - - - - - - - - - -శిల అంటారు.

.....................................................................................................................

.....................................................................................................................

### 3.2.3 స్ఫటిక ఆకృతులు (Shapes of Crystals)

ఖనిజ రేణువుల ఆకృతులను వాటి స్ఫటిక ముఖాలవృద్ధి, అంటే, వాటి స్ఫటిక రూపం ఆధారంగా వర్ణిస్తారు. స్ఫటికముబాగా వృద్ధిచెందిన ముఖాలతో ఉంటే దానిని సర్వపార్శ్వక (Euhedral) స్ఫటికము అంటారు. అట్లాకాక, స్ఫటిక ముఖాలు అసలు లేకపోతే, దానిని అపార్శ్వక (Anhedral) స్ఫటికము అంటారు. ముఖాలవృద్ధి మధ్యస్థంగా ఉంటే అటువంటి స్ఫటికాన్ని ఉపపార్శ్వక (Subhedral) స్ఫటికము అంటారు.

స్ఫటికాలరూపాలు అవి ఏర్పడినప్పుడు ఉన్న పరిసర పరిస్థితులను (Environment) సూచిస్తాయి. సర్వపార్శ్వక స్ఫటికాలు తక్కువ శీతలీకరణ వేగాన్ని తక్కువ స్నిగ్ధతను చుట్టు పక్కల ఏర్పడుతున్న స్ఫటికాల నుంచి ఎటువంటి అంతరాయము లేకపోవడాన్ని తెలియజేస్తాయి. సంక్షోభ పరిసరాలు, మాగ్మాతో ప్రతిచర్యలు, ఇతర స్ఫటికాల సమావృత మొదలైన అంశాల ప్రభావంవల్ల స్ఫటికాలు బాగా వృద్ధిచెందలేవు. ఇటువంటి పరిస్థితులలో అపార్శ్వక స్ఫటికాలు ఏర్పడుతాయి. ఇవి అప్పటివరకు ఏర్పడిన స్ఫటికాలమధ్య ఉండే క్రమరహిత స్థలాలలో ఏర్పడి, వాటిరూపాలను పొందుతాయి.

స్ఫటికాల ఆకృతులను వాటి కొలతల సాపేక్షతను బట్టికూడా వర్ణించవచ్చు. అన్ని దిశలలో దాదాపు సమానంగా వృద్ధి చెందిన వాటిని సమపరిమాణ (Equidimenstional or equant) స్ఫటికాలు అని అంటారు (ఉదా : గార్నెట్, లూసైట్, ఆగైట్) అసమ పరిమాణం (inequidimenstional or inequant) గల స్ఫటికాలలో రెండు దిశలలో మూడు దిశలలో ఎక్కువుగా వృద్ధిచెందినవాటిని ఫలక రూప (tabular) ప్లేటీ,ఫ్లేకీ స్ఫటికాలుగా వర్ణించవచ్చు (ఉదా : మైకాలు, కొన్ని ఫెల్‌స్పార్‌లు). ఒక దిశతో మిగిలిన రెండుదిశలలో కంటే ఎక్కువుగా వృద్ధిచెందిన వాటిని పట్టక రూప (prismatic) స్ఫటికాలు అంటారు. ఇవి పట్టకాలుగా దండాలు (rods)గా, సూదులు మాదిరిగా ఉంటాయి. (ఉదా : హార్న్‌బ్లెండ్, సిల్లిమనైట్, టూర్మలీన్) ముక్కలు, తునకలు, పీలికలు, సిరలు (veins) మొదలైన ఇతర రూపాలకు క్రమరహిత (irregular) ఆకృతులుగా వర్ణించవచ్చు.

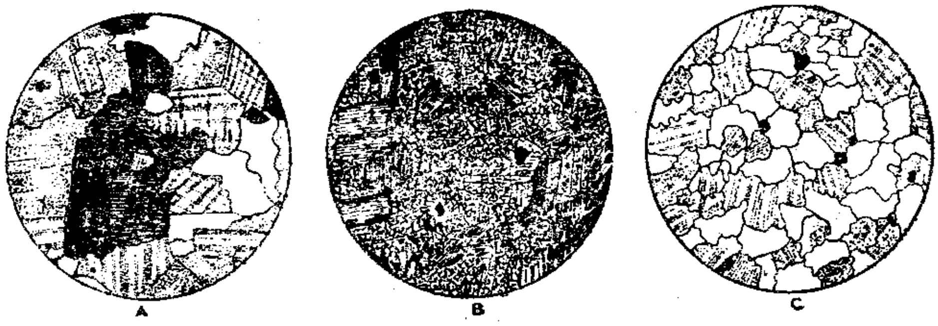
### 3.2.4 స్ఫటికాల పరస్పర సంబంధాలు (Mutual Relations of Crystals)

ఒక శిలలో స్ఫటికాలు, లేదా స్ఫటికాలు, గాజు వీటి అమరిక వల్ల మొత్తం మీద రూపొందిన వ్యూహము ఆ శిల వయనంలో ఒక ముఖ్య అంశము. ఈ అమరిక క్రమమైన పద్ధతిలో ఉండకపోవచ్చు. రేణువులు ఒక దానితో మరొకటి ఏ విధంగా కూర్చబడి ఉన్నాయి అనేదే గమనించవలసిన విషయము. శిలలలో కనిపించే ఈ వ్యూహాలను వర్ణించడానికి ఎన్నో రకాల పదాలను వాడతారు.

**సమరేణుయుత వయనాలు** (equigranular textures): స్ఫటికాలు, లేదా రేణువులు అన్నీ సుమారుగా ఒకే పరిమాణంతో (size) ఉంటే వాటిని సమరేణుయుత వయనాలు అంటారు. ఈ వయనాలలో మూడు రకాలు ఉన్నాయి. స్ఫటికాలలో అధికభాగం సర్వపార్శ్వక స్ఫటికాలు అయితే అటువంటి సమరేణుయుత వయనాన్ని సర్వపార్శ్వక రూప (panidiomorphic) వయనము అంటారు. (ఉదా: లాంప్రొఫైర్), స్ఫటికాలలో (ఎక్కువభాగం ఉప పార్శ్వకాలైతే, ఆ వయనము ఉపపార్శ్వక

BRAOU

రూప (hypidiomorphic) వయనము ( ఉదా: గ్రానైట్), స్ఫటికాలలో ఎక్కువ భాగం అపార్శ్వకరూప (allotriomorphic) వయనము అంటారు. ఉదా: ఎప్లైట్.




A:సర్వ పార్శ్వకరూప వయనము;B: ఉపపార్శ్వకరూప వయనము;C: అపార్శ్వక రూప వయనము.

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

5. పూర్ణస్ఫాటికీయ వయనము - - - - - - - - - - - - - - - శిలల ముఖ్య లక్షణము.

.................................................................................................................

.................................................................................................................

6. స్ఫటికాలలో ఎక్కువభాగం సర్వపార్శ్వకాలు అయితే ఆవయనాన్ని - - - - - - - - - - - వయనం అంటారు.
ఉదా:- - - - - - - - - - - - - - - -

.................................................................................................................

.................................................................................................................

BRAOU

**అసమ రేణుయుత (Ineduigr nular)వయనాలు:** రేణువుల పరిమాణాలలో భేదాలు అత్యధికంగా, ప్రస్ఫుటంగా ఉన్నట్లయితే ఆ అగ్నిశిలలు అసమరేణుయుత వయనాన్ని చూపుతున్నాయని అంటారు. ఈ భేదాలు నమూనాలోను, సూక్ష్మదర్శిని కిందకూడా కనిపిస్తాయి. రేణుపరిమాణాలు అతిసూక్ష్మం నుంచి అతిస్థూలం వరకు ఒక శ్రేణీకృత రీతిలో ఉంటే ఆ వయనాన్ని సీరియేట్ (seriate) వయనము అంటారు. అయితే శిలలో సాధారణంగా రెండు పరిమాణాలు మాత్రమే స్పష్టంగా ఉండి మధ్యస్థ పరిమాణం ఉన్న రేణువులు చాలా తక్కువగా ఉండటమో, అసలు లేక పోవడమో జరుగుతుంది. అసమ రేణుయుత వయనాలలో పోర్ఫిరిటిక్ (porphyritic), పాయ్‌కిలిటిక్ (poikillitic) వయనాలు ముఖ్యమైనవి.

పోర్ఫిరిటిక్ వయనంలో ఒక ఖనిజానికి లేదా ఎక్కువ ఖనిజాలకు చెందిన సాధరణంగా క్రమమైన ఆకృతిగల స్థూలస్ఫటికాలు, వీటిని ఫీనోక్రిస్ట్‌లు (phenocrysts) అంటారు. సూక్ష్మరేణుయుతమైన, లేదా సూక్ష్మస్ఫాటికీయమైన, లేదా అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయమైన లేదా గాజుతో కూడుకొని ఉన్న ఆధార ద్రవ్యరాశి (groundmass) లో ఇమిడి ఉంటాయి.

ఫీనోక్రిస్టులు గుంపులు గుంపులుగా ఉంటే, ఆ వయనాన్ని గ్లోమెరోపోర్ఫిరిటిక్ (glomeroporphyritic) వయనము అంటారు. పోర్ఫిరిటిక్ వయనము మామూలుగా కంటికి కనిపించే విధంగా ఉన్నట్లయితే, దానిని స్థూల పోర్ఫిరిటిక్ (megaporphyritic) వయనము అని స్థూల రేణువులను స్థూల రూప

పటం-9 : పోర్ఫిరిటిక్ వయనము

ఫీనోక్రిస్టులు (megaphenocrysts) అని అంటారు. అట్లా కాక, వయనము సూక్ష్మదర్శిని కింద మాత్రమే కనిపించినట్టయితే, దానిని సూక్ష్మరూప పార్ఫైరిటిక్ (microporphyritic) వయనము అనీ, స్థూల రేణువులను సూక్ష్మరూప ఫీనోక్రిస్టులు (microphenocrysts) అనీ అంటారు.

---

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

7. స్థూలస్ఫటికాలు ఆధార ద్రవ్యరాశితో ఆవృతమై ఉంటే ఆ వయనాన్ని - - - - - - - - - - - - - - - అంటారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

స్ఫటికీకరణ రెండు దశలలో జరగడం వల్ల పార్ఫైరిటిక్ వయనము ఏర్పడుతుంది. ఈ దశలతో అంతర్గమనం, లేదా ఉద్గమనం వల్ల మాగ్మా ఘనీభవన విధానంలో మార్పులు ఉంటాయి. బాగాలోతులో, శీతలీకరణ నెమ్మదిగా జరుగుతున్నప్పుడు, మాగ్మా బాగా వేడిగాను, ద్రవంగాను ఉన్నపరిస్థితిలో ఫీనోక్రిస్టులు ఏర్పడతాయి. ఇది స్ఫటికీకరణలో ఒక తొలిదశ. మాగ్మా ఎక్కువ లోతు నుంచి

తక్కువలోతునకు రావడం వల్లగాని లేదా ఉపరితలంమీదకి ఉద్గమనం చెందడం వల్లగాని శీతలీకరణ వేగంగా జరగడం మూలంగా సూక్ష్మరేణువులతోను, ఒక్కొక్కప్పుడు గాజుతోను ఏర్పడిఉన్నా ఆధార ద్రవ్యరాశి రూపొంది ఉంటుంది. ఇది రెండవదశ. ఉద్గత శిలలు, డైక్‌లు, తదితర గౌణ అంతర్గములు పార్ఫిరిటిక్ వయనాన్ని చూపడానికి కారణం ఇదే. కొన్ని గ్రానైట్‌లు కూడా పార్ఫిరిటిక్ వయనాన్ని చూపుతాయి. ఇక్కడ రేణు పరిమాణాలలోని భేదాలకు ఆయూఖనిజాల అణు సాంద్రీకరణాలలోని భేదాలే కారణం అని చెబుతారు.

పాయ్‌కిలిటిక్ వయనంలో స్థూలస్ఫటికాలలో సూక్ష్మస్ఫటికాలు దిగ్విన్యస్తం చెందకుండా ఇమిడి ఉంటాయి. ఒక విధంగా ఈ వయనం పార్ఫిరిటిక్ వయనాన్ని విపర్యయాము (converse) అని చెప్పవచ్చు. అంతర్వేశాలు తగినంత సంఖ్యతో ఉండి ఒక నిర్దిష్టమైన వ్యూహం కనిపించవలె. కొందరు రచయితలు స్థూల స్ఫటికానికి ఆయ్‌కోక్రిస్టు (oikocryst), దానిలో ఇమిడి వున్న సూక్ష్మస్ఫటికాలను చాడాక్రిస్టు (chadacryst) అనే పదాలను వాడతారు.

పటం-10: పాయ్‌కిలిటిక్ వయనము

ఈ వయనం ఏర్పడే విధానాన్ని గురించి చెప్పవలెనంటే, సూక్ష్మస్ఫటికాలు లోపల ఉన్నాయి కాబట్టి అవి ముందుగాను, వాటిని ఇముడ్చుకొని ఉన్న స్థూల స్ఫటికాలు తరవాత స్ఫటికీకరణ చెంది ఉండవలె. అంటే శీతలీకరణ చివరివరకు నెమ్మదిగానే జరిగిఉండవలె. రేణువుల పరిమాణంలో ఉన్న తేడాలను

వాటి ఖనిజాల అణుసాంద్రీకరణలోని భేదాల ఆధారంగా వివరించవలసి ఉంటుంది. సూక్ష్మస్ఫటికాలుగా ఉన్న ఖనిజాలు తక్కువ అణు సాంద్రీకరణలో ఉండి ముందుగా స్ఫటికీకరణ చెందినాయి; స్థూల స్ఫటికాలు చాలా ఎక్కువ అణుసాంద్రీకరణ శిలలో ఉండి చివరి దశలో స్ఫటికీకరణ చెంది ఉంటాయి. అంటే చివరివరకు శీతలీకరణ నెమ్మదిగానే జరిగి ఉంటుందన్నమాట.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

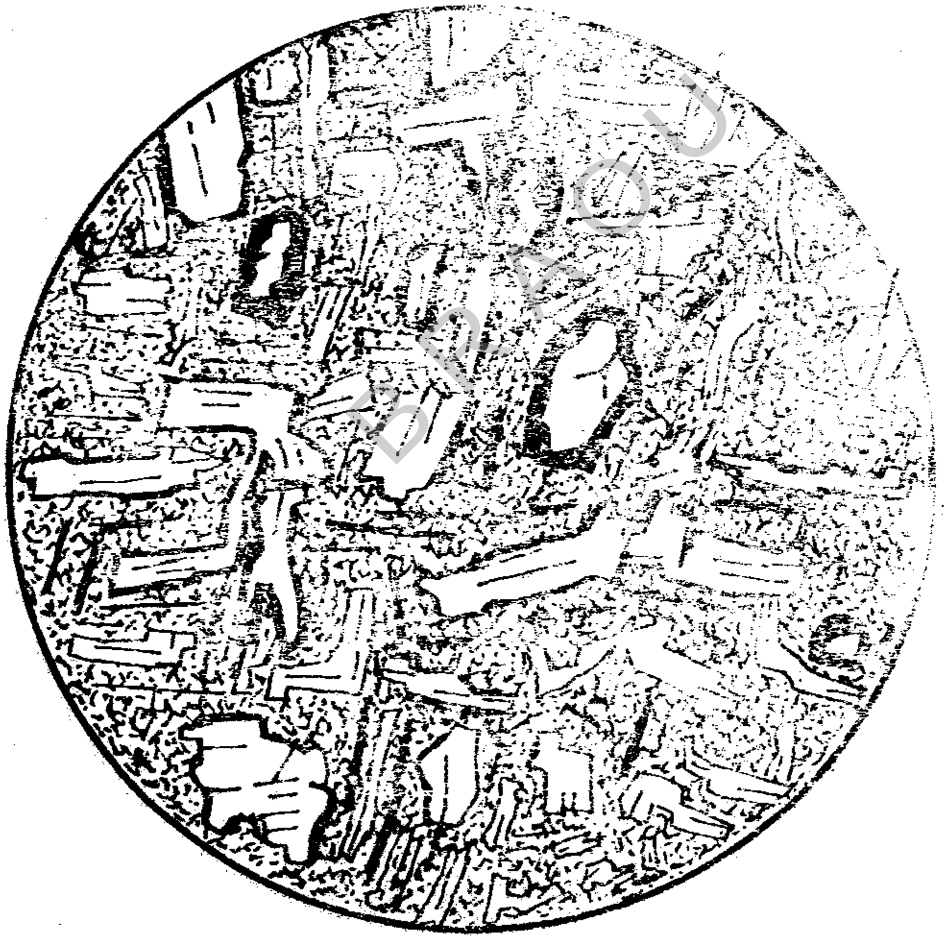
8. పాయ్‌కిలిటిక్ వయనము - - - - - - - - - - - - - - వయనానికి విపర్యయంగా ఉంటుంది.

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

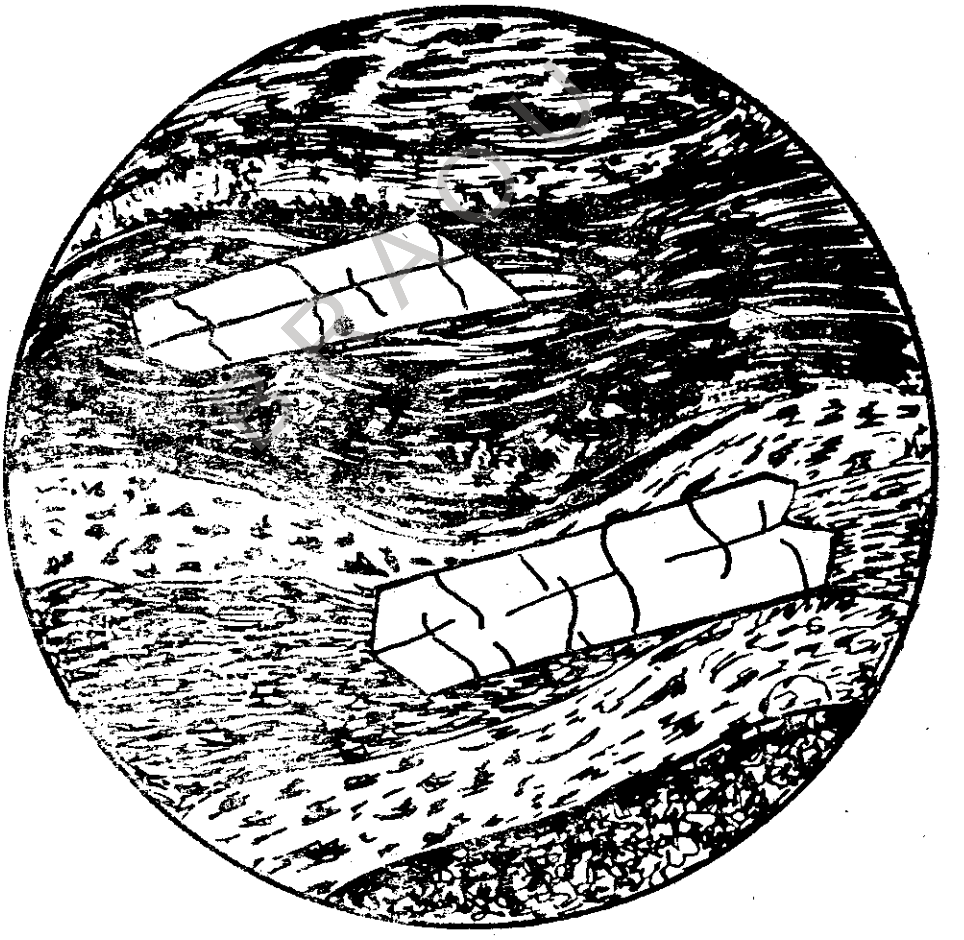
ఆఫిటిక్ (ophitic) వయనము అనేది ఒక ప్రత్యేకరకపు పోయ్‌కిలిటిక్ వయనము. దీనిలో అగైట్ ఫలకాలలో చిన్న చిన్న ప్లేజియోక్లేస్ ఫలకాలు ఎక్కువ సంఖ్యలో అంతర్వేశాలుగా ఉంటాయి.



ఈ వయనము డోలరైట్ శిలల ముఖ్యలక్షణము. ప్లేజియోక్లేస్‌రేణువులు పైరాక్సీన్ రేణువులు పరిమాణంలోనే ఉండి పాక్షికంగా మాత్రమే ఇమిడిఉంటే, ఆవయనాన్ని సబ్ ఆఫిటిక్ (subophitic) వయనము అంటారు.

బసాల్ట్‌లలో సాధారణంగా కనిపించే మరోరెండు అసమ రేణుయుత వయనాలను ఇక్కడ ప్రస్తావించవలసి ఉంది. అవి అంతర రేణుస్ఫటిక (intergranular), అంతరరేణుకాచ (interfertal) వయనాలు. బసాల్ట్ శిలలలోని వయనాలు చాల వరకు ప్లేజియో క్లేస్ ఫలకాల అమరికను బట్టి ఉంటాయి. త్రిభుజాకార, బహుభుజాకార స్థలాలు మధ్య ఏర్పడేటట్లు ఈ ఫలకాలు అడ్డదిడ్డంగా అమరి ఉంటాయి. ఈ మధ్య స్థలాలు ఆగైట్, ఆలివీన్ ఐరన్ ఆక్సైడ్‌రేణువులతో నిండివుంటే ఆ వయనాన్ని అంతరరేణు వయనము అంటారు. ఈ మధ్య స్థలాలు గాజు, గూఢస్ఫటికీయ పదార్థాలు, లేదా క్లోరైట్, సర్పెంటీన్ సంబంధమైన సూక్ష్మ రేణువులతో నిండి ఉంటే ఆ వయనాన్ని అంతరరేణు కాచవయనము అంటారు.

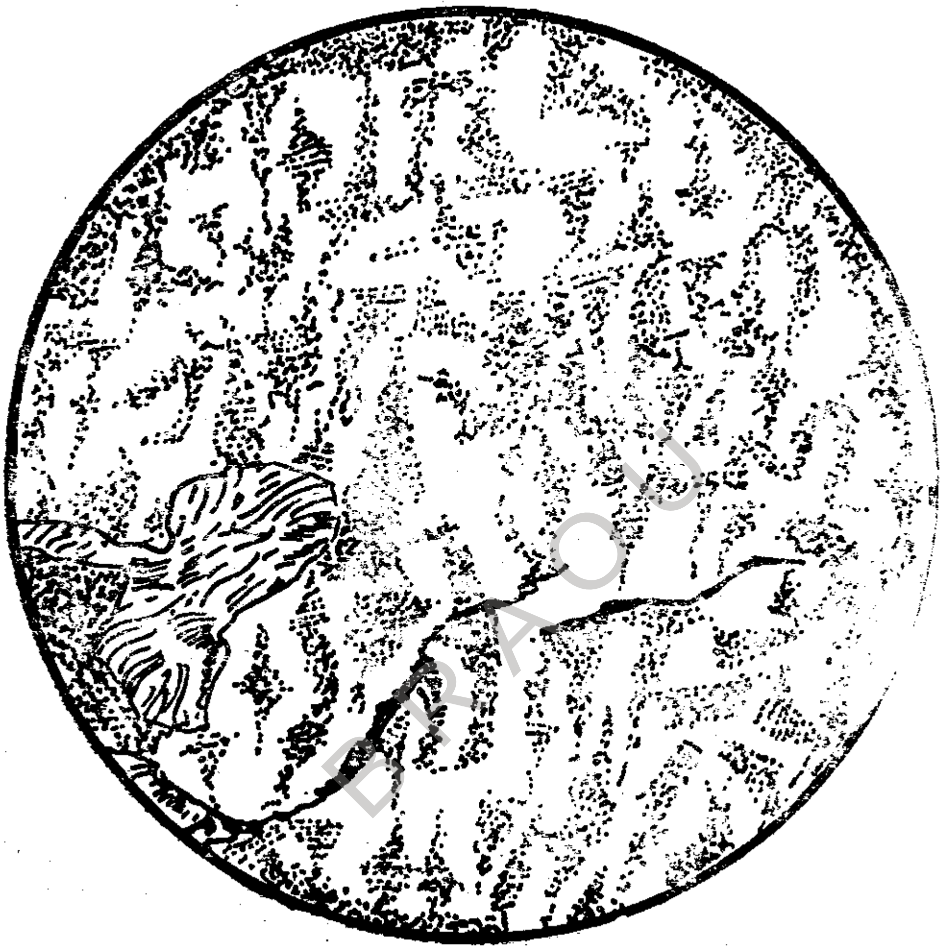
నిర్దేశక (Directive) వయనాలు: స్ఫటికీకరణ చెందుతున్న మాగ్మాలో ప్రవాహ ప్రభావం వల్ల ఈ వయనాలు రూపొందుతాయి. మాగ్మా ప్రవహిస్తున్నప్పుడు దానిలోని స్ఫటికాలు మాగ్మా ప్రవాహ దిశలలో సమాంతర రేఖలుగా లేదా పట్టీలుగా అమరుతాయి. మాగ్మా బాగా స్నిగ్ధంగా ఉంటే ప్రవాహ రేఖలు కుంచితమై (contorted) ఉండవచ్చు. ట్రాకైట్ అండిసైట్ వంటి లావాలలో ఫెల్‌స్పార్‌లు అధికంగా ఉంటాయి. వీటి ఫలకాలు ప్రవాహ ప్రభావంవల్ల సమాంతరంగా ఉన్న పరుసలలో అమరి ఉంటాయి. దీనిని ట్రాకిటిక్ (trachytic) వయనము అంటారు.



పటం-12: ట్రాకిటిక్ వయనము

**అంతర్వృద్ధి (Intergrowth) వయనాలు:** రెండు ఖనిజాల అంతర్వృద్ధివల్ల ఈ వయనాలు రూపొందుతాయి. తక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న ఖనిజము అధిక పరిమాణంలో ఉన్న ఖనిజములో ఒకే ప్రకాశదిగ్విన్యాసం (opitical orientation) గల విడివిడి పీలికలు (patches) గా ఇమిడి ఉంటుంది. అంతర్వృద్ధి వయనాలు రెండు ఘటకాలు ( constituents) ఒకేసారి స్ఫటికీకరణ చెందడంవల్ల లేదా ద్రవ పృథక్కరణ ( exsolution) వల్ల ఏర్పడతాయి.

క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ ఖనిజాలమధ్య అంతర్వృద్ధి చాలాతరచుగా కనిపిస్తుంది. ఫెల్‌స్పార్ రకము ఆర్థోక్లేస్, మైక్రోక్లైన్ లేదా సోడిక్ ప్లేజియోక్లేస్ కావచ్చు.



**పటం-13: గ్రాఫిక్ వయనము**

ఈ అంతర్వృద్ధిని గ్రాఫిక్ (graphic) వయనాలు అంటారు. ఈ వయనాలలో ఎన్నోచిన్న క్వార్ట్జ్ రేణువులు పెద్దఫెల్‌స్పార్ రేణువులలో అమరిఉంటాయి. ఈ ఫెల్‌స్పార్ సాధారణంగా ఆర్థోక్లేస్ రకం అయిఉంటుంది. ఈ అమరిక పురాతన లిపినిపోలి ఉంటుంది. కాబట్టి దానికి ఆ పేరు పెట్టినారు. ఈవయనం పెగ్మటైట్‌లలో ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది. ఈ వయనం సూక్ష్మపరిమాణంలో ఉన్నప్పుడు దానిని సూక్ష్మగ్రాఫిక్ (micro graphic) వయనమని, శిలాపదార్థాన్ని సూక్ష్మపెగ్మటైట్ (micro pegmatite) అని అంటారు. క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌ల అంతర్వృద్ధి క్రమరహితంగా ఉంటే

దానిని గ్రానోఫైరిక్ (granophyric) వయనము అంటారు. ఆర్థోక్లేస్ (లేదా మైక్రోక్లైయిన్) ఆల్బైట్‌ల అంతర్వృద్ధిని పెర్థైయిట్ (perthite) అని, అది సూక్ష్మపరిమాణంలో ఉంటే మైక్రోపెర్థైయిట్ (microperthite) అని అంటారు. ప్లేజియోక్లేస్, సన్నని పోగులమాదిరిగా ఉన్న క్వార్ట్‌జ్ అంతర్వృద్ధి చెందడంవల్ల ఏర్పడే వయువాన్ని మిర్మెకైట్ ( myrmekite) అంటారు. దీనిలోఉన్న ప్లేజియోక్లేస్ సాధారణంగా ఆర్థోక్లేస్‌ని పునఃస్థాపనచేసి (replace) ఉంటుంది.

విషమాక్షవ్యవస్థలకు చెందిన పైరాక్సీన్‌లమధ్య, క్వార్ట్జ్, టూర్మలిన్‌లమధ్య, నెఫిలీన్, ఫెల్‌స్పార్‌లమధ్య, మాగ్నటైట్, ఫెల్‌స్పార్‌లమధ్యకూడా అంతర్వృద్ధిని గమనించినారు.

## 3.3 సూక్ష్మనిర్మితులు (Microstructures)

ఇంతకుముందు చెప్పినట్లు, సూక్ష్మదర్శినికింద మాత్రమే అధ్యయనం చేయడానికి వీలైన వయనసమచ్చయాలను సూక్ష్మనిర్మితులు అంటారు. సాధారణంగా కనిపించే సూక్ష్మ నిర్మితులను కింద వర్ణించాము.

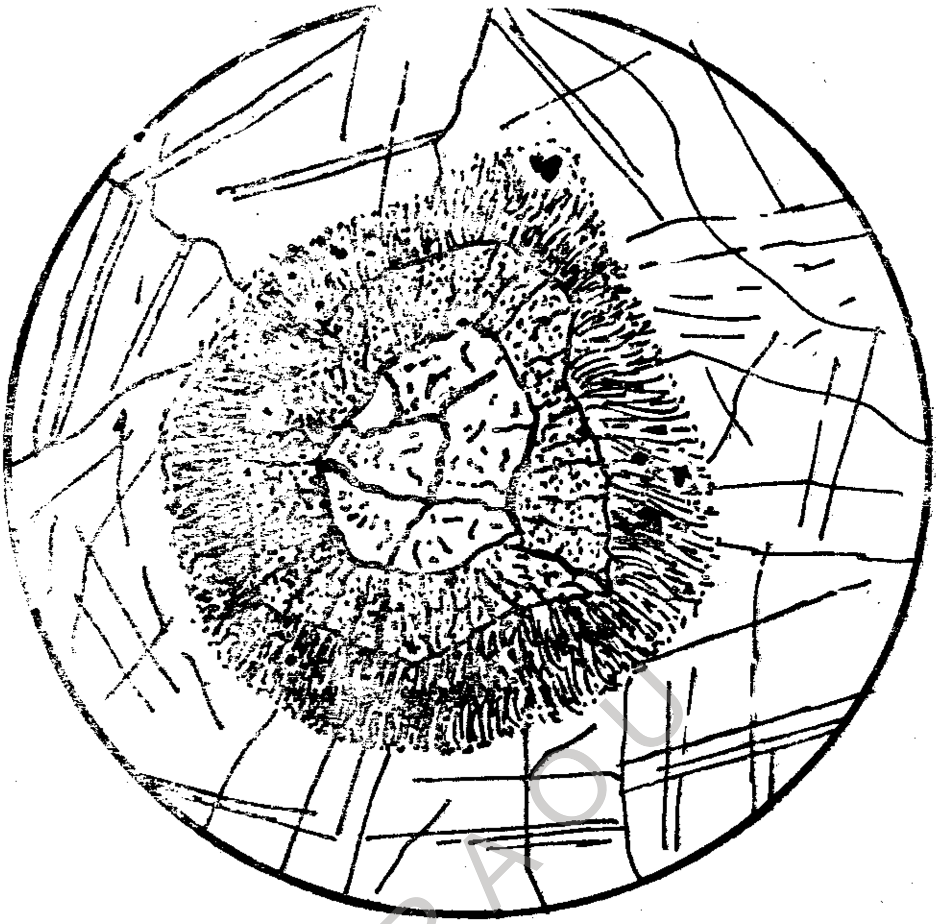
### 3.3.1 ప్రతిచర్య (reaction) నిర్మితులు

మాగ్మాలో ముందుగా ఏర్పడిన ఖనిజాలకు, వాటిచుట్టూఉన్న మాగ్మాను మధ్య తరచుగా ప్రతిచర్యజరుగుతూ ఉంటుందని ముందురాబోయే భాగంలో తెలుసుకొంటారు. ఈ ప్రతిచర్యవల్ల ముందుగా ఏర్పడిన ఖనిజం పూర్తిగా అంతర్థానంచెందడం, దానిస్థానంలో మరొక కొత్త ఖనిజం రావడం జరగవచ్చు. కాని ప్రతిచర్య సంపూర్ణంగా జరగనప్పుడు ప్రతిచర్యకు గురుఅయిన స్ఫటికాల చుట్టూ ప్రతిచర్య ఉత్పాదితాలు (products) ఉంటాయి. మాగ్మాలోకి బయటనుంచి ఒక ఖనిజం గాని శిలాఖండం గాని [దీనిని జైనోక్రిస్టు, (xenocryst) అంటారు.] చేరినప్పుడు గూడా ఈ ప్రతిచర్య జరగవచ్చు. ఖనిజం చుట్టూఉన్న ప్రతిచర్య ఉత్పాదితాల మండలాన్ని ప్రతిచర్య వలయము (reactionrim) అంటారు. ప్రతిచర్య వలయాలు ప్రాథమికమైన (primary) మాగ్మాసంబంధ ప్రతిచర్యవల్ల రూపొందితే వాటిని కరోనా (corona) అనీ, అట్లాకాక అవి అంతర (secodary) మాగ్మాసంబంధ ప్రతిచర్యలు లేదా రూపాంతర ప్రాప్తిలో సంభవించే ప్రతిచర్యలవంటి వాటివల్ల రూపొందించేవాటిని కెలిఫిటిక్ హద్దులు (kelyphitic borders) అంటారు. ఘనద్రావణ (solid solutions) ధర్మముచూపే స్ఫటికాలతో కనిపించే ఏకకేంద్రక వలయాలను లేదా మండలాలను మండలీకరణ (zoning) అంటారు.

కరోనాలలో సాధారణంగా మూడుగా ఏర్పడిన ఖనిజం తరచుగా కేంద్రకం (nucleus) గా ఉంటుంది. దీనిచుట్టూ ఒకటి లేదా ఇంకాఎక్కువ ప్రతిచర్య ఖనిజాల వలయాలు ఉంటాయి. కేంద్రంలో ఆలివీన్, దానిచుట్టూ పైరాక్సీన్ వలయాలు, దానిచుట్టూ హార్న్‌బ్లెండ్ వలయాలు తరచుగా బేసిక్ అగ్నిశిలలలో కనిపిస్తాయి. ఈవలయాలు రేణుమయంగా గాని, తంతుమయంగా గాని ఉండవచ్చు.

కొన్ని ఆర్థోక్లేస్ స్ఫటికాలచుట్టూ క్వార్ట్జ్, ప్లేజీయోక్లేస్‌ల అంతర్వృద్ధి కనిపిస్తుంది. దీనిని మిర్మెకైట్ (myrmekite) అంటారు. ఇది ఆర్థోక్లేస్‌ను ప్లేజీయోక్లేస్ పునఃస్థాపన చేయడంవల్ల సంభవిస్తుందని భావిస్తారు. ఈ ప్రతిచర్య మూలంగా విడుదల అయిన సిలికా క్వార్ట్జ్‌గా రూపొందుతుంది.

పొటాష్ బయోటైట్ ఏర్పడటానికి తోడ్పడుతుంది. అందువల్లనే తరచుగా మిర్మెకైట్‌తోబాటు కొరత బయోటైట్ కనిపిస్తుంది.



పటం-14 : ప్రతిచర్యవలయాలు

### 3.3.2 జెనొలితిక్ (Xenolithic) నిర్మితి

మాగ్మా పైకి కదిలేటప్పుడు వాటిలో శిలాఖండాలు పడతాయి. వీటిని జెనొలిత్‌లు (xenoliths, Gr strange or foreign rocks) లేదా ఎన్‌క్లేవ్‌లు (enclaves, or inclusion) అంటారు. ఇవి వివిధ పరిమాణాలలో ఎన్నోమీటర్‌ల పొడవునుంచి సూక్ష్మ పరిమాణంవరకు ఉండవచ్చు. ఈ అంతర్వేశాలు ఏశిలకైనా చెందవచ్చు, మాగ్మాలో పూర్తిగా లేదా పాక్షికంగా కలిగిఉండవచ్చు. రసాయన సంఘటనలో, వీటికి, వీటిచుట్టూ వున్న మాగ్మాకుగల భేదాలు ఆధారంగా ఈ జెనొలిత్‌లను బహిర్గతాలలో తేలికగా గుర్తించవచ్చు. జెనొలిత్‌కు, మాగ్మాకుమధ్య ప్రతిచర్య జరుగుతుంది, కాబట్టి దాని ఆవరణరేఖలు (outlines) స్పష్టంగా ఉండవు. ప్రతిచర్యవల్ల మార్పుచెందిన ఖనిజాలు మాగ్మాఅంతట విస్తరించి ఉంటాయి.

గ్రానైట్ సంబంధశిలలలో కనిపించే అనిర్దిష్టమైన నల్లనిచారలను ష్లీరెన్ (schlieren) అంటారు. ఇవి బయటనుంచి పడి పూర్తిగా మిశ్రితం కాకపోవడంవల్ల జెనొలిత్‌లు ఏర్పడవచ్చు లేదా మాగ్మాలో వేర్పాటు (segregation) జరిగి చివరిదశలో మాగ్మా చలనం పొందడంవల్ల ఏర్పడవచ్చు.

జెనొలిత్‌లను సజాత (cognate) జెనొలిత్‌లు, యాదృచ్ఛిక (accidental) జెనొలిత్‌గా విభజిస్తారు. చుట్టూఉన్న శిలలలో ఉద్భవసంబంధం (genetic relation) కలిగి మాగ్మా స్ఫటికీకరణ ముందు దశలో ఏర్పడినవి సజాతజెనొలిత్‌లు. మాగ్మా అంతర్గమనంవల్ల గాని, ఉద్గమనంవల్ల గాని ప్రదేశ శిలలఖండాలు దానిలోపడి, ఘనీభవించిన మాగ్మాలో అంతర్వేశాలుగాఉన్నవి యాదృచ్ఛిక జెనొలిత్‌లు. ఇవి అగ్ని, అవక్షేప లేదా రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో ఏవైనాకావచ్చు.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

9. చుట్టూఉన్న శిలతో ఉద్భవసంబంధం కలిగి సాధారణంగా మాగ్మా స్ఫటికీకరణలోని ముందు దశలో ఏర్పడిన జెనొలిత్‌లను - - - - - - - - - - - - - - - అంటారు.

.......................................................................................................................

.......................................................................................................................

.......................................................................................................................

.......................................................................................................................

### 3.3.3 ఆర్బిక్యూలర్ (Orbicular) నిర్మితి

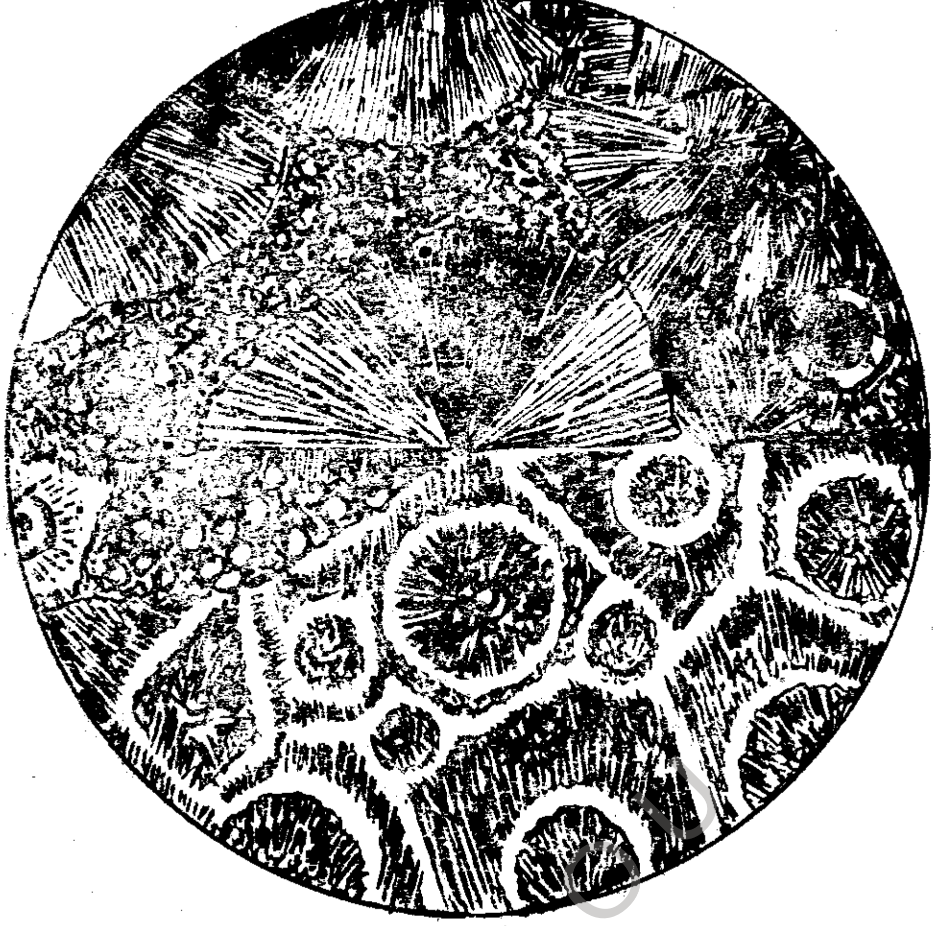
భూపటలంలో బాగాలోతున ఏర్పడిన కొన్ని అగ్నిశిలలలో బంతులవంటి స్వరూపాలు కనిపిస్తాయి. వీటిలో విభిన్న రసాయన సంఘటనలు, వయనాలు ఉన్న ఏకకేంద్రీయ కర్పరాలు ( concentric shells) ఉంటాయి. ఇవిఒక జెనొలిత్‌చుట్టూ ఏర్పడిఉండవచ్చు, లేదా ఉండకపోవచ్చు. ఈ నిర్మితులవంటి స్వరూపాలను ఆర్బికిల్‌లు (orbicles) అని, ఇవిఉన్న శిల ఆర్బికులర్ నిర్మితి చూపుతున్నదని అంటారు. ఈ ఆర్బికుల్‌లు ఏవిధంగా ఏర్పడేది ఖచ్చితంగా తెలియనప్పటికీ, వీటిలో చాలా భాగం యాదృచ్ఛిక జెనొలిత్‌లతో జరిగే ప్రతి చర్యలవల్ల ఏర్పడవచ్చునని భావిస్తారు.

BRAOU

### 3.3.4 స్ఫెరులిటిక్ (Spherulitic) నిర్మితి

కొన్ని అగ్నిపర్వత (volconic) శిలలో గోళాకృతిగల స్వరూపాలు కనిపిస్తాయి. ఈ గోళాలు ఒకేకేంద్రం వైపునకు వికరణమవుతున్న తంతురూప స్ఫటికాలతో నిర్మితమై ఉంటాయి. వీటిని స్ఫెరు-లైట్‌లు (sphrulites) అంటారు. వీటివల్ల స్ఫెరులిటిక్ నిర్మితి రూపొందుతుంది ఇవి పూర్తిగోళాలుగా ఉండవచ్చు లేదా గోళంలో భాగాలుకావచ్చు. వీటి పరిమాణం కూడా విభిన్నంగా ఉంటుంది. ఇవి సాధా-రణంగా చిన్నవిగా, భూతద్దం లేదా సూక్ష్మ దర్శిని కింద కనిపించే పరిమాణంలో ఉంటాయి. అయితే 3 మీటర్‌లకు మించిన వ్యాసంగల అతి స్థూల రూపాలను అమెరికాలోని కొలరాడో ప్రాంతంలోఉన్న రయొలైట్‌లలో గమనించినారు.

స్ఫెరులైటులు చలనం ఆగిపోయి వేగంగా శీతలీకరణ చెందుతున్న లావాలో వేగంగా వృద్ధిపొందిన రూపాలు. ఈ పరిస్థితులు తంతుమయ స్ఫటికాలవృద్ధికి, వాటివికిరణ అమరికకు దోహదంచేస్తాయి.



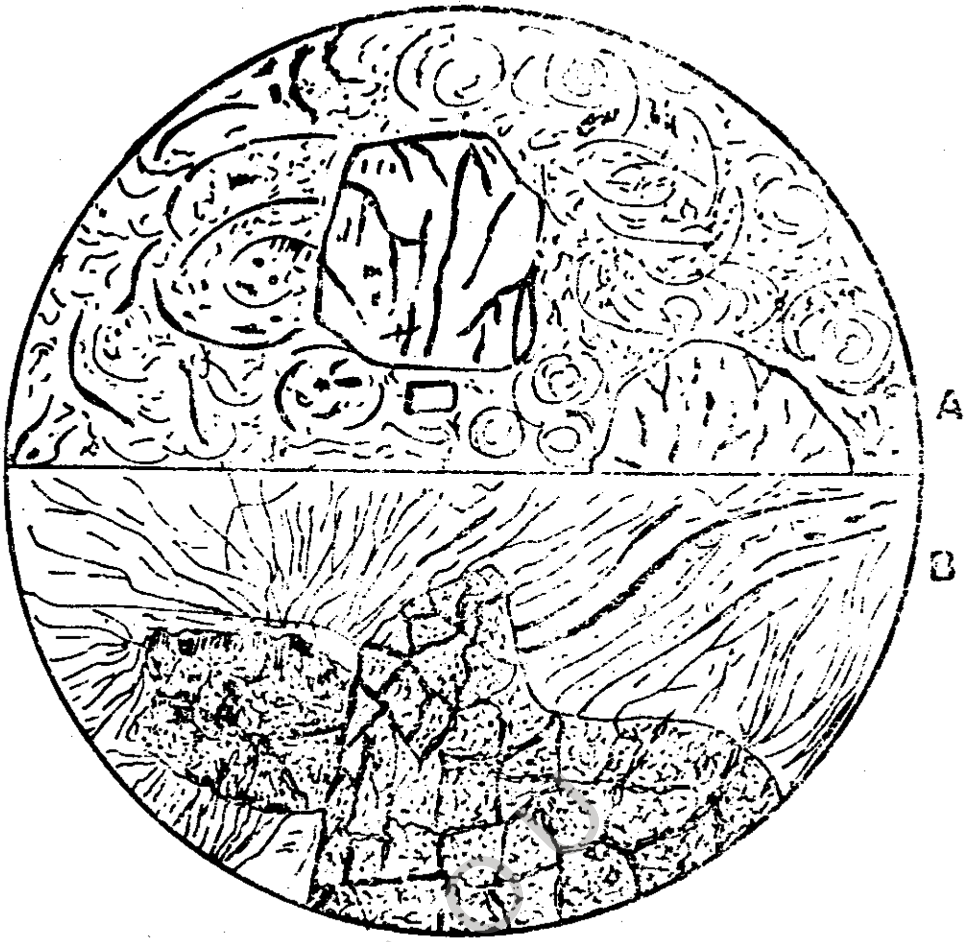
పటం-15 : స్ఫెరులిటిక్ నిర్మితి

BRAOU

### 3.3.5 భగ్న రూపాలు (Fracture Forms)

కొన్ని కాచమయ శిలలలో చిన్నవి, వక్రరూప లేదా ఏక కేంద్రీయ భగ్న రేఖలు కనిపిస్తాయి. శీతలీకరణ చెందుతున్న గాజు అకుంచనం చెందడంవల్ల ఇవి ఏర్పడతాయి. ఇవి బాగా వృద్ధిచెంది, శిల అంతా, ఉల్లిపాయలో ఉండే పొరవంటి పొరలు ఉన్న చిన్న గోళాలతో ఏర్పడినట్లు కనిపిస్తుంది. ఈ చిన్న గాజు గోళాలు ముత్యాల మాదిరిగా ఉంటాయి. కాబట్టి, ఈ రూపాన్ని పెర్లైటిక్ నిర్మితి (perlitic structure) అంటారు.

కొన్నిసార్లు గాబ్రో లేదా నోరైట్ శిలలలో రసాయనిక మార్పుచెందిన ఆలివీన్ స్ఫటికాల చుట్టూ ఉన్న ఖనిజ శేణువులలో క్రమరహితమైన వికిరణ భగ్నాలు కనిపిస్తాయి. ఆలివీన్ సర్పెంటైన్‌గా మార్పు చెందినప్పుడు ఘనపరిమాణం పెరుగుదల వల్ల రూపొందే ప్రతి బలాల మూలంగా చుట్టూ ఉన్న ఖనిజాలలో పగుళ్ళు వస్తాయి.




పటం-16 : భగ్నరూపాలు
A: పెరిలైటిక్ నిర్మితి B: వ్యాకోచభగ్నాలు

BPAOU

## 3.4 సారాంశం

ఈ భాగంలో మనం ఏమి నేర్చుకొన్నాము? మనం అగ్నిశిలలలో తరచుగా కనిపించే ఖనిజాలు, వయనాలు, సూక్ష్మనిర్మితులను గురించి ఉదాహరణలతో అధ్యయనం చేశాము. వివిధ వయనాలు, నిర్మితులు రూపొందడానికి కారణమైన అంశాలను గురుంచి వివరింగా తెలుసుకొన్నాము.

## 3.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

1. మాగ్మాలనుంచి ఏర్పడే ఖనిజాలను తాపజనిత ఖనిజాలు అంటారు.

2. అ) స్ఫటికీకరణ పరిమితి, ఆ) రేణుపరిమాణం, ఇ) స్ఫటిక ఆకృతులు, ఈ) స్ఫటికాలు, గాజుల పరస్పర సంబంధాలు.

3. పూర్ణస్ఫాటికీయ (అన్నీ స్ఫటికాలే); అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయ (కొన్ని స్ఫటికాలు, కొంతగాజు); పూర్ణరాచమయ (అంతాగాజే).

4. ఫెనరిక్ లేదా ఫెనరోస్ఫాటికీయ.
5. పాతాళ శిలలు.
6. సర్వపార్శ్వకరూప, లాంప్రొఫైల్.
7. పోర్ఫిరిటిక్ వయనం.
8. పోర్ఫిరిటిక్.
9. సజాత జెనొలిత్‌లు.

## 3.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. 'తాపజనిజత ఖనిజాలు' అంటేఏమిటి?
2. అగ్నిశిలలు సగటు ఖనిజసంఘటనను తెలియజేయండి.
3. అగ్నిశిలలకు సంబంధించి, 'వయనము' అనేపదాన్ని వివరించండి.
4. అగ్నిశిలలలోని స్ఫటికీకరణ పరిమితి, రేణు పరిమాణము, స్ఫటికాల ఆకృతులను వర్ణించడానికి వాడే పదాలను తెలియజేయండి.

II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి.

1. పోర్ఫిరిటిక్, పాయికిలిటిక్ వయనాలలోని భేదాలను తెలియజేయండి.
2. సాధారణంగా కనిపించే అంతర్వృద్ధి వయనాలను వర్ణించండి.
3. 'సూక్ష్మనిర్మితి' అంటేఏమిటి.
4. ప్రతిచర్య వలయాలు ఏవిధంగా ఏర్పడతాయో వివరించండి.
5. 'జెనొలిత్‌లు' అంటే ఏమిటి?
6. క్రింది పదాలను వివరించండి
   i) సమరేణుయుత వయనాలు;
   ii) నిర్దేశక వయనాలు;
   iii) స్ఫెరులిటిక్ నిర్మితి;

## 3.7 పదకోశం

| | | |
|---|---|---|
| **అంతరరేణు కాచ వయనం** | : | బసాల్ట్ శిలలలోని ప్లేజియోక్లేస్ ఫలకాల మధ్య స్థలాలను కాచమయ గూఢస్ఫాటికీయ లేదా సూక్ష్మరేణుయుత పదార్థం నింపడంవల్ల రూపొందే వయనం. |
| **అంతరరేణు స్ఫటిక వయనం** | : | బసాల్టు శిలలలోని ప్లేజియో క్లేస్ ఫలకాల మధ్య స్థలాలను ఆగైట్ మొదలైన ఖనిజాల రేణువులు నింపడంవల్ల రూపొందే వయనం. |
| **అంతర్వృద్ధి వయనం** | : | రెండు ఖనిజాల అంతర్వృద్ధివల్ల రూపొందే వయనం. |
| **అపార్శ్వక రూపం** | : | స్ఫటిక ముఖాలులేని రూపము. |



B R A O U

**అపార్శ్వకరూప వయనం** : అపార్శ్వక స్ఫటికాలతో కూడుకొనివున్న సమరేణుయుత వయనము

**అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయశిల** : కొంతభాగం స్ఫటికాలు, కొంతభాగం గాజు ఉన్నశిల.

**అసమరేణుయుత వయనం** : రేణువుల పరిమాణాలలో విశిష్టమైన భేదాలు ఉన్న వయనం.

**అఫిటిక్ వయనం** : ఆగైట్ ఫలకాలలో ప్లెజియోక్లేస్ ఫలకాలు అంతర్వేశాలుగా ఉన్న ఒక ప్రత్యేక రీతి పాయ్‌కిలిటిక్ వయనం.

**ఆర్బిక్యూలర్ నిర్మితి** : గుండ్రని సెగ్రిగేషన్‌లవల్ల రూపొందే నిర్మితి.

**ఉపపార్శ్వకరూపం** : స్ఫటికముఖాలు పాక్షికంగా వృద్ధిచెందిన రూపం.

**ఉపపార్శ్వక రూప వయనం** : ఉపపార్శ్వక స్ఫటికాలతో కూడుకొని ఉన్న సమరేణుయుత వయనం.

**ఎఫనైటిక్** : రేణువులు మామూలుగా కంటికిగాని, భూతద్దంలోకాని కనిపించనంత సూక్ష్మమైనవి.

**కాచము** : అస్ఫాటిక అగ్నిశిలా పదార్థము.

**కెలిఫిటిక్ హద్దులు** : మాగ్మా సంబంధమైన అనంతర ప్రతిచర్యలవల్లగాని రూపాంతర ప్రతిచర్యలవల్ల గాని ఏర్పడిన ప్రతిచర్య వలయాలు.

**కొరోనా** : ప్రాథమిక మాగ్మా ప్రతిచర్యవల్ల రూపొందే ప్రతిచర్య వలయాలు.

**గాజు** : కాచము

**గ్రానోఫైరిక్ వయనం** : క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ క్రమరహితమైన అంతర్వృద్ధి.

**జెనొలిత్‌లు** : అగ్నిశిలాస్వరూపాలలో కనిపించే బాహ్యశిలాశకలాలు.

**గ్రాఫిక్ వయనం** : క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌ల క్రమమైన అంతర్వృద్ధి

**ట్రాకిటిక్ వయనం** : ఫెల్‌స్పార్ ఫలకాలు సమాంతరంగా వరసలలో అమరడంవల్ల రూపొందే నిర్దేశక వయనం. ట్రాకిటిక్ లావాల ముఖ్యలక్షణము.

**జాపజనిత ఖనిజాలు** : మాగ్మాలలో ప్రవాహాలవల్ల రూపొందే వయనం

**పాయ్‌కిలిటిక్ వయనం** : ఒక అసమరేణుయుత వయనము. దీనిలో ఒక ఖనిజం యొక్క స్థూలస్ఫటికాలలో వేరొక ఖనిజం యొక్క సూక్ష్మ స్ఫటికాలు దిగ్విన్యాసం లేకుండా అమరి వుంటాయి.

**పార్ఫిరిటిక్ వయనం** : ఒక అసమ రేణుయుత వయనము. దీనిలో సూక్ష్మరేణుయుత, గూఢ స్ఫాటికీయ, అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయ లేదా కాచమయ ఆధార ద్రవ్యరాశిలో స్థూలస్ఫటికాలు ఇమిడి ఉంటాయి.

**పూర్ణ కాచమయ శిల** : పూర్తిగా గాజుతో కూడుకొని ఉన్న శిల.

**పూర్ణస్ఫాటికీయ శిల** : పూర్తిగా స్ఫటికాలతో కూడుకొని ఉన్న శిల.

**పెర్థయిట్** : ఆర్థొక్లేస్ లేదా మైక్రోక్లేయిన్, ఆల్బైట్‌ల అంతర్వృద్ధి.

**పెర్లిటిక్ నిర్మితి** : గాజులో వక్రంగా ఉన్నా, ఏక కేంద్రక భగ్నాలవల్ల రూపొందే నిర్మితి.

**ప్రతిచర్య వలయాలు** : ఒక ఖనిజం చుట్టూ ఉన్నా ప్రతిచర్య ఉత్పాదితాల మండలాలు.



B R A O U

| | | |
|---|---|---|
| ఫినోక్రిస్టులు | : | పార్ఫిరిటిక్ వయనంలో ఉండే స్థూల స్ఫటికాలు. |
| ఫేనరిక్ | : | రేణువులు మామూలుగా కంటికి లేదా భూతద్దంతో కనిపించే పరిమాణంలో ఉన్నవి. |
| మండలీకరణ | : | ఘనద్రావణ ధర్మంగల ఖనిజాలలో కనిపించే ఏక కేంద్రక ప్రతి చర్యావలయం. |
| మధ్యమ రేణుయుత వయనం | : | స్ఫటికాల సగటు వ్యాసము 1మి. మీ - 5మి. మీ మధ్య ఉన్న వయనం. |
| మిర్మెకైట్ | : | ప్లేజియోక్లేజ్, పోగులరూపంలో ఉన్న క్వార్ట్జ్‌ల అంతర్వృద్ధి. |
| యాదృచ్ఛిక జెనోలిత్‌లు | : | చుట్టూఉన్న శిలలలో ఉద్భవ సంబంధంలేని జెనోలిత్‌లు. |
| రేణు పరిమాణం | : | రేణువుల కొలతలు. |
| ష్లీరెన్ | : | గ్రానిటిక్ శిలలలో కనిపించే అస్పష్టమైన అనిర్దుష్టమైన ముదురు రంగు చారలు. |
| సజాత జెనోలిత్‌లు | : | చుట్టూఉన్న శిలలతో ఉద్భవ సంబంధంగల జెనోలిత్‌లు. |
| సమరేణుయుత వయనం | : | రేణువులన్ని దాదాపు ఒకే కొలతలతోఉన్న వయనం. |
| సర్వపార్శ్వకరూపం | : | స్ఫటికముఖాలు పూర్తిగా వృద్ధి చెందిన రూపము. |
| సర్వపార్శ్వకరూప వయనం | : | సర్వపార్శ్వక స్ఫటికాలతో కూడుకొని ఉన్న వయనం. |
| సూక్ష్మనిర్మితి | : | సూక్ష్మపరిమాణంగల వయన సముచ్చయము. |
| సూక్ష్మ రేణుయుత వయనాలు | : | స్ఫటికాల సగటు వ్యాసార్థము 1మి.మీ. కన్న తక్కువ ఉన్న వయనం. |
| స్థితినిర్మితి | : | స్ఫటిక ఆకృతులు, స్ఫటికాల పరస్పర సంబంధాలు-ఈ రెండింటి కలియకవల్ల రూపొందేవయనాలు. |
| స్ఫటికీకరణపరిమితి | : | స్ఫటికీకరణ ఎంతమేరకు జరిగినది అనే అంశము. |
| స్ఫెరులిటిక్ నిర్మితి | : | స్ఫెరులైట్‌వల్ల రూపొందే నిర్మితి. |
| స్ఫెరులైట్ | : | వికిరణ అమరికతోఉన్న తంతుమయ స్ఫటికాలతో ఏర్పడిన గోళస్వరూపాలు. |

\- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-4 : అగ్నిశిలల వర్గీకరణ

## పాఠ్యాంశాలు

4.0 లక్ష్యాలు

4.1 పరిచయం

4.2 వర్గీకరణ

4.2.1 రసాయనిక, పాక్షికంగా రసాయనిక వర్గీకరణలు

4.2.2 ఖనిజాధార వర్గీకరణలు

4.2.3 భౌమ ఉనికి, వయనాలు ఆధారంగా ఉన్న వర్గీకరణలు

4.2.4 ఇతర వర్గీకరణలు

4.3 సారాంశం

**4.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు**

4.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

4.6 పదకోశం

## 4.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో ప్రధానంగా అగ్నిశిలల వర్గీరకణలకు సంబంధించిన అంశాలను మీకు అందించాము.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- అగ్నిశిలలవర్గీకరణకు ఆధారాలను వివరించగలుగుతారు.
- వివిధ వర్గీకరణలను వర్ణించగలుగుతారు.
- అగ్ని శిలలను వర్గీకరించగలుగుతారు.

BRAOU

## 4.1 పరిచయం

భూపటలంలోని శిలలలో 95 శాతం అగ్నిశిలలేనన్న విషయాన్ని తెల్సుకున్నాం. వీటి రసాయన, ఖనిజ, వయన లక్షణాలలో ఎంతో వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. అందువల్ల వీటిని వర్గీకరించడం చాలా సునిశితమైన పని. అన్ని సందర్భాలలో పనికి వచ్చేదిగాను అందరికీ సమ్మత మయ్యేదిగాను ఉన్న వర్గీకరణ ఏదీలేదు. శిలా శాస్త్రజ్ఞులు 1866 నుంచి వివిధ వర్గీకరణలను సూచించినారు. వీటితో ఒక్కొక్కదానికి ఒక్కొక్క అంశం ఆధారంగా ఉంది. ప్రతిదానిలోను కొన్ని ప్రశంసనీయమైన అంశాలు, కొన్నిలోపాలు కూడా ఉన్నాయి. ఏ ఒక్కదానిలోనూ అన్నీ వర్గీకరణలలోని ప్రయోజనాలు కలిపిలేవు.

## 4.2 వర్గీకరణ

ఫెర్డనర్డ్ జిర్కెల్, హెచ్. రోజెన్‌బుష్, ఆల్ఫ్రెడ్ హార్కర్, ఎఫ్, హెచ్. హాచ్, పాల్‌న్గ్లీ, ఆల్బర్ట్ జొహాన్‌సన్, ఎస్.జె. షాండ్, జె.పి. ఇడ్డింగ్స్, నలుగురు అమెరికా దేశపు శిలా శాస్త్రజ్ఞులు డబ్ల్యు. క్రాస్, జె. ఇడ్డింగ్స్, ఎల్. వి. పిర్‌సన్, హెచ్. ఎస్. వాషింగ్‌టన్‌లు అగ్ని శిలల వర్గీకరణలను ప్రతిపాదించినారు. వీటికి ప్రధానంగా మూడు ఆధారాలు ఉన్నాయి.

అవి

i). రసాయన సంఘటన

ii). ఖనిజ సముదాయము

iii). భౌమ ఉనికి, వయనము

కొన్ని ముఖ్యమైన వర్గీకరణలను గురుంచి క్లుప్తంగా కింద వివరిస్తున్నాం.

### 4.2.1 రసాయనిక, పాక్షికంగా రసాయనిక వర్గీకరణాలు

రసాయన వర్గీకరణాలు శిలల రసాయన సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. రసాయనిక దత్తాంశాలు (data) ఆధారంగా శిలా శ్రేణులను పోల్చడంలోను, ప్రధానమైన మాగ్మారీతులను గురించి చర్చించడంలోను ఈ వర్గీకరణలకు చాల ప్రాధాన్యం ఉంది. అయితే శిలల రసాయన విశ్లేషణలు ఆ శిలలలోని ఖనిజాలను గురించి, వయనాలను గురించి ఏమీ తెలియజేయవు. అంటే రసాయన వర్గీకరణలు మాగ్మా స్ఫటికీకరణ పరిస్థితులను గణనలోనికి తీసుకోవన్నమాట. ఒకేరీతి రసాయన సంఘటన గల మాగ్మాలు శీతలీకరణ పరిస్థితులలోని భేదాలవల్ల ఖనిజ సంఘటన వయనాలలో భేదాలున్న శిలలను రూపొందించవచ్చునని తెలుసుకొన్నారు. అంతేకాక, శిలలను శీఘ్రనిర్ధారణలో వర్గీకరణలో, శిలలను పోల్చడంలో ఈ వర్గీకరణలు అంతగా ఉపయోగపడవు.

రసాయన విశ్లేషణ ద్వారా నిర్ధారణ చేసిన శిలల రసాయన సంఘటనలను ఆక్సైడ్‌ల శాతాలలో తెలుపుతారు. వీటిలో సిలికా అతి ముఖ్యమైనది. దీనిని అగ్నిశిలల వర్గీకరణలో ఒక ఆధారంగా ఉపయోగిస్తారు. మొట్టమొదటిగా సూచించిన వర్గీకరణలలో ఇది ఒకటి, ఇంకా వాడుకలో ఉన్నదికూడా. దీని ఆధారంగా అగ్ని శిలలను సిలికా 66 శాతంకంటే ఎక్కువ ఉన్న వాటిని ఆమ్ల (acid) లేదా సిలిసిక్ (silicic) శిలలుగా, 52 నుంచి 66 శాతం వరకు ఉన్న వాటిని మాధ్యమిక (intermediate) శిలలుగా, 45 నుంచి 52 శాతం వరకు ఉన్న వాటిని మౌలిక (basic) లేదా మాఫిక్ (mafic) శిలలుగా, 45 శాతానికి తక్కువ ఉన్న వాటిని అతి మౌలిక (ultrabasic) లేదా అతి మాఫిక్ (ultramafic) శిలలుగా వర్గీకరించినారు. ఈ పదాలను ఫ్రాన్జ్ జె. లోవిసన్-లెస్సింగ్ 1897లో ప్రతిపాదించినాడు. ఇవి ఇంకావాడుకలో ఉన్నాయి. ఇక్కడ "'ఆమ్ల', 'మౌలిక' " అనే పదాలను రసాయన శాస్త్రంలో వాడినట్లు హైడ్రోజన్ ఆయాన్‌ల సాంద్రీకరణను సూచిస్తూ వాడలేదు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. సిలికా శాతం ఆధారంగా అగ్నిశిలలను ———— గా విభజించారు. వివరంగా తెలియజేయండి.

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

ఒక మాగ్మానుంచి ఏర్పడే ఖనిజ సముదాయంపై, ఆమాగ్మాలో ఉన్న సిలికా పరిమాణానికి ఉన్న ప్రభావాన్ని ఎస్. జె. షాండ్ తని వర్గీకరణలో ప్రముఖంగా చూపినాడు. ఈతని వర్గీకరణ సంతృప్తతా సూత్రం (saturation principle) పై ఆధారపడి ఉంది. అగ్నిశిలలలో మాగ్మా నుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛ సిలికా (free silica) తో బాటు ఉండగలిగిన ఖనిజాలను సంతృప్త (saturated) ఖనిజాలు అంటారు. ఇవి అధిక సిలికా ( high sillication) ఖనిజాలు. ఫెల్‌స్పార్‌లు, పైరాక్సిన్‌లు, ఆంఫిబోల్‌లు, మైకాలు, మాగ్నటైట్, ఇల్మనైట్, టోర్మలీన్, స్ఫీన్, జిర్కాన్, ఎపటైట్, టోపాజ్ ఖనిజాలను షాండ్ ఈ వర్గంలో చేర్చినాడు. మాగ్మా నుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛ సిలికాతోబాటు చాలా అరుదుగా కనిపించే ఖనిజాలను అసంతృప్త (unsaturated) ఖనిజాలు అంటారు. ఇవి అల్పసిలికా ( low

silication) ఖనిజాలు. ఫెల్స్ థాయిడ్‌లు, ఎనాల్సైట్, ఆలివీన్, కొరండమ్, కేల్సైట్, స్పినెల్ ఈ వర్గానికి చెందుతాయి. అగ్ని శిలలలో ఈ వర్గాలకు చెందిన ఖనిజాల ఉనికి ఆధారంగా, ఆ శిలలను కింది విధంగా వర్గీకరించినారు.

1. అతిసంతృప్త (oversaturated) శిలలు-వీటిలో సంతృప్తఖనిజాలు, మాగ్మా నుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛ సిలికా ఉంటాయి.
2. సంతృప్త (saturated) శిలలు-వీటిలో సంతృప్త ఖనిజాలు మాత్రమే ఉంటాయి.
3. అసంతృప్త (undersaturated) శిలలు - వీటిలో అసంతృప్త ఖనిజాలు ఉంటాయి.

అగ్ని శిలలలో సిలికా తరవాత ముఖ్యమైన ఆక్సైడ్ అల్యూమినా $Al_2o_3$ కి $Na_2o$, $K_2O$ CaO లకు ఉన్న సంబంధం ఆధారంగా షాండ్ పై వర్గాలను పునర్విభజించినాడు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

2. సంతృప్త సూత్రం ఆధారంగా చేసిన వర్గీకరణను ప్రతిపాదించిన వ్యక్తి - - - - - - - - - - -. ఈ వర్గీకరణ ప్రకారం అగ్నిశిలలను (i)- - - - - - - - - - - - (ii)- - - - - - - - - (iii)- - - - - - - - - - -వర్గాలుగా చేశారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

BRAOU

రసాయన సంఘటన మీద ఆధారపడిన మరొక ప్రముఖమైన వర్గీకరణను క్రాస్, ఇడ్డింగ్స్, పిర్‌సన్, వాషింగ్‌టన్‌లు 1903లో ప్రతిపాదించినారు. దీనిని క్లుప్తంగా సి.ఐ.పి.డబ్ల్యు (C.I.P.W.) వర్గీకరణ అంటారు. దీనిలో మొట్ట మొదటి శిలల రసాయన సంఘటనలను మాగ్మాలనుంచి ఖనిజాల స్ఫటికీకరణకు సంబంధించి రూపొందించిన సూత్రాలు ఆధారంగా ఒక ప్రామాణిక ఖనిజ సముదాయంగా గణనచేస్తారు. ఈ ఖనిజ సముదాయాన్ని నార్‌మ్ (norm) అంటారు. దీనిని సాలిక్ (*salic*)*, ఫెమిక్ (*femic*)* అనే రెండు వర్గాలకు చెందిన ముఖ్యమైన ఖనిజాలను కింద చూడవచ్చు.

| సాలిక్ ఖనిజాలు | ఫెమిక్ ఖనిజాలు |
|---|---|
| క్వార్ట్‌జ్ | డయాప్సైడ్ |
| ఆర్థోక్లేస్ | హైపర్‌స్థీన్ |
| ఆల్బైట్ | ఆలివీన్ |
| ఎనార్థయిట్ | ఎక్మైట్ |
| లుసైట్ | మాగ్నటైట్ |
| నెఫిలీన్ | ఇల్మనైట్ |
| కొరండమ్ | హెమటైట్ |
| జిర్కాన్ | ఎపటైట్ |

సాలిక్, ఫెమిక్ ఖనిజాల సాపేక్ష అనుపాతాలు ఆధారంగా, లేదా రెండు మూడు ఖనిజాల అనుపాతాలు ఆధారంగా శిలలను వర్గాలు, క్రమాలు మొదలైన వాటిగా విభజించినారు. పూర్తి వర్గీకరణ చాలా విస్తృతమైనది కావడంవల్ల ఇక్కడ ఇవ్వడానికి వీలుకాదు.

---

**Salic* అనే పదాన్ని Siliceous, Aluminious ల నుంచి 'Femic' అనే పదాన్ని Ferric లేదా Ferrous, Magnesian ల నుంచి ఆయా అంశాల ఆధిక్యతను సూచించడానికి రూపొందించినారు.

3. సి.ఐ.పి.డబ్ల్యు. వర్గీకరణలో ప్రామాణిక ఖనిజాలను లేదా నార్మ్‌ను - - - - - - - - - - - అనే రెండు వర్గాలుగా చేశారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

### 4.2.2 ఖనిజాధార వర్గీకరణలు

శిలలోఉన్నఖనిజాల గుణాత్మక, పరిమాణాత్మక అంశాలపైన ఆధారపడి రూపొందించిన వర్గీకరణలను శిలాశాస్త్రజ్ఞులు ఎక్కువగా వాడుతారు. అగ్నిశిలల వర్గీకరణకు ఖనిజసంఘటన అతిమౌలికమైన ఆధారం; ఎందుకంటే శిలలు ఏప్రమాణాలలో (ఖనిజాలలో) ఉన్నాయో వాటిని ఉపయోగిస్తారు కాబట్టి అంతేకాక, ఖనిజాలను సులభంగా, శీఘ్రంగా నిర్ధారణచేయవచ్చు. ఖనిజాలలోని వైవిధ్యాలకు, వాటి పరిమాణాలకు చాలా ప్రాధాన్యం ఉంది. అవి మాగ్మా సుమారుసంఘటనను, శీతలీకరణ విధానాన్ని తెలియజేస్తాయి. అయితే, ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు ఒకే మాగ్మా భిన్నపరిస్థితులలో, పూర్తిగా భిన్నమైన ఖనిజ సముదాయాలను ఇవ్వవచ్చు.

ఈ వర్గీకరణలను ముఖ్యంగా రోజెన్‌బుష్, జిర్కెల్, షాండ్, జొహాన్, గ్రాట్‌లు ప్రతిపాదించినారు.

అగ్నిశిలలోఉండే ఖనిజాలను అవశ్యక (essential), అనుబంధ (accessory), అనంతర (secondary) ఖనిజాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. మొదటి రెండు వర్గాలకు చెందిన ఖనిజాలు మాగ్మానుంచి ఏర్పడినటువంటివి కాబట్టి వాటిని ప్రాథమిక (primary) ఖనిజాలు అంటారు. అనంతర ఖనిజాలు శైథిల్యం లేదా రూపాంతర ప్రాప్తివల్లగాని, సంచరించే ద్రావణాలవల్లగాని ఏర్పడినటువంటివి. శిలల వర్గీకరణలో మూల ఖనిజాలైన ప్రాథమిక ఖనిజాలను మాత్రమే గణనలోకి తీసుకొంటారు.

శిలకు అభిలాక్షణికంగాఉండి, దానిని గుర్తించడానికి అవసరమైన ఖనిజాలను, అవశ్యక ఖనిజాలు అంటారు. ఇవి సాధారణంగా శిలతో అధిక పరిమాణంలో ఉంటాయి. ఒక ఆవశ్యక ఖనిజము తగ్గిపోవడంవల్ల లేదా అధిపూర్తిగా లేకపోవడంవల్ల శిల మరొక రకానికి చెందినదిగా వుంది. తక్కువ పరిమాణంలో ఉండి, శిలారకాన్ని నిర్ధారణచేయడంలో ప్రాముఖ్యంలేని ఖనిజాలను అనుబంధ ఖనిజాలు అంటారు. తగినంత పరిమాణంలో ఉండి శిలారకంపేరులో చేర్చదగిన స్థాయి కలిగిన (బయోటైట్-గ్రానైట్, ఆలివీన్-గాబ్రో మొ|| లో మాదిరిగా) అనుబంధ ఖనిజాలను అభిలాక్షణిక (characteristic) లేదా ప్రధాన అనుబంధ (major) ఖనిజాలు అంటారు. అత్యల్ప ప్రమాణాలలో ఉన్నవాటిని అప్రధాన (minor) అనుబంధ ఖనిజాలు అంటారు. మాగ్నటైట్, ఎపటైట్, ఇల్మనైట్, జిర్కాన్ ఈ కోవకు చెందినవి.

అగ్ని శిలలలోని ప్రాథమిక ఖనిజాలను మరొక విధంగా కూడా కిందచూపినట్లు 'ఫెల్సిక్ మాఫిక్' ఖనిజాలుగా వర్గీకరిస్తారు.

| ఫెల్సిక్ * ఖనిజాలు | మాఫిక్ * ఖనిజాలు |
|---|---|
| క్వార్ట్జ్ | మైకాలు |
| ఫైల్‌స్పార్‌లు | పైరాక్సీన్‌లు |
| ఫెల్‌స్పథాయిడ్‌లు | అంఫీబోల్‌లు |
| | ఆలివీన్‌లు |
| | ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు |
| | ఎపటైట్ మొదలైనవి |

*'*Felsic*' అనే పదాన్ని Felspar, Felspathoid, silica ల నుంచి, 'Mafic' అనే పదాన్ని Ferro-mapresion నుంచి రూపొందించినారు.



BRAOU

పై పట్టిక నుంచి ఫెల్సిక్ సముదాయంలోని ఖనిజాలు లేత రంగు తక్కువ విశిష్ట గురుత్వము కలిగి స్ఫటికీకరణ చివరి దశలలో ఏర్పడినవై ఉంటాయని, మాఫిక్ ఖనిజాలు ముదురు రంగు అధిక విశిష్ట గురుత్వం కలిగి, స్ఫటికీకరణ తొలి దశలలో ఏర్పడినవై ఉంటాయని తెలుస్తుంది. అందువల్ల, ఫెల్సిక్ ఖనిజాలు అధికంగా ఉన్న శిలలు లేతరంగు తక్కువ సాంద్రత తోను మాఫిక్ ఖనిజాలు అధికంగాఉన్న శిలలు ముదురు రంగు, ఎక్కువ సాంద్రత తోను ఉంటాయి. శిలల 'లేత, ముదురు' రంగులను సూచించడానికి లూకోక్రాటిక్ (leucocratic), మెలనోక్రటిక్ (melanocratic) అనే పదాలను బ్రోగర్ (Brogger) వాడినాడు.

జోహాన్ సెన్, షాండ్ తమ వర్గీకరణలలో వర్ణసూచిక (colour index)ను వాడినారు. శిలలో ఉన్న లేత, ముదురు రంగు ఖనిజాల శాతాలను వర్ణ సూచిక తెలియజేస్తుంది. జోహన్ సెన్ ప్రతిపాదించిన వర్గీకరణలో ముదురు ఖనిజాల ఘనపరిమాణ శాతం ఆధారంగా శిలలను నాలుగు తరగతులుగా విభజించినాడు. మొదటి తరగతిలో ముదురు రంగు ఖనిజాలు 5 శాతము వరకు, రెండవ తరగతిలో 50 శాతం వరకు మూడవ తరగతిలో, 95 శాతంవరకు, నాలగవ తరగతిలో 95 శాతానికి మించి ఉంటాయి. షాండ్ శిలలను నాలుగు తరగతులుగా చేసినాడు, అవి

1. లూకోక్రాటిక్ శిలలు-మాఫిక్ ఖనిజాలు 30 శాతం వరకు,
2. మెసోక్రాటిక్ (mesocratic) శిలలు-మాఫిక్ ఖనిజాలు 30-60 శాతాల మధ్య
3. మెలనొక్రాటిక్ శిలలు-మాఫిక్ ఖనిజాలు 60-90 శాతాల మధ్య
4. హైపర్ మెలనిక్ (hypermelanic)శిలలు-మాఫిక్ ఖనిజాలు 90 శాతానికి మించి

ఎల్లిస్ (Ellis) వర్ణసూచిక పరిమితులు 10, 40, 70 ఉన్నా నాలుగు వర్గాలను ప్రతిపాదించినాడు. వర్ణసూచిక 10 శాతంకన్నా తక్కువ ఉన్న శిలలు హోలోఫెల్సిక్ ( holofelsic) వర్గానికి , 10-40 శాతాలకు మధ్య ఉన్న శిలను ఫెల్సిక్ వర్గానికి, 40-70 శాతాలకు మధ్య ఉన్నవి మాఫెల్సిక్ (mafelsic) వర్గానికి, 70 శాతానికి మించి ఉన్నవి మాఫిక్ (mafic) వర్గానికి చెందుతాయి.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

4. 'లూ కోక్రాటిక్, మెలనోక్రాటిక్' అనే పదాలు అగ్నిశిలల - - - - - - - - - - -తెలియజేస్తాయి.

........................................................................................................

........................................................................................................

........................................................................................................

### 4.2.3 భౌమ ఉనికి, వయునాలు ఆధారంగా ఉన్న వర్గీకరణలు

మాగ్మా స్ఫటికీకరణ చెందుతున్న సమయంలో ఉన్న భౌతిక పరిస్థితులను గురించి శిల వయునం నుంచి కొంతవరకు తెలుసుకోవచ్చు. వయనము మాగ్మానిర్గత శీతలీకరణ వేగం ఖనిజాల స్ఫటికీకరణ క్రమం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. భౌమ ఉనికి (geological occurrence) అనే పదము మాగ్మా శీతలీకరణ చెందిన సమయంలోని భౌతిక పరిసరాలను, అంటే అది బాగా లోతులో శీతలీ కరణ చెందిందా లేదా తక్కువ లోతులోగాని, ఉపరితలం మీదగాని శీతలీకరణ చెందిందా అనే విషయాన్ని గురుంచి తెలియజేస్తుంది. ఈ అంశము ప్రభావం శీతలీకరణ వేగం మీద, అందుచేత వయనం మీద కనిపిస్తుంది. అంటే శిల యువనానికి, దాని భౌమ ఉనికికి చాలా దగ్గర సంబంధం ఉంటుందన్నమాట.

అగ్ని శిలల ఉనికి ప్రధానంగా రెండు రీతులుగా ఉంటుంది. ఒకటి పాతాళ (plutonic) ఉనికి, రెండు అగ్నిపర్వత (volcanic) ఉనికి. పాతాళ పరిస్థితులలో మాగ్మాలు చాలా లోతులో తక్కువ



BRAOU

వేగంతో, అధిక పీడన క్రింద, బాష్పశీల ఘటకాలను కోల్పోకుండా శీతలీకరణ చెందుతాయి. అందుచేత పాతాళ శిలలు పూర్ణస్ఫాటికీయంగాను, స్థూలరేణుయుతంగాను ఉంటాయి. అగ్ని పర్వత పరిస్థితులలో ఘనీభవనం ఎక్కువ వేగంగాను, తక్కువ పీడన కింద జరుగుతుంది. బాష్పశీల ఘటకాలు తప్పించుకొని పోతాయి. ఈ కారణంగా అగ్ని పర్వత శిలలు సూక్ష్మ రేణుయుతంగాను, అసంపూర్ణ స్ఫాటికీయంగా లేదా గాజులో కూడివుంటాయి. ఈ శిలలలో వివర నిర్మితి, ప్రవాహపు పట్టీలు, తదితర లక్షణాలు కనిపిస్తాయి.

1877, 1907 సంవత్సరాల మధ్యకాలములో రోజెన్ బుష్ అగ్నిశిలలను ఉద్వేదిత (effusive) శిలలు, డైక్ శిలలు, అగాధస్థిత (deep seated) శిలలు అనే మూడు వర్గాలుగా విభజించినాడు. మొదటి వర్గపు శిలలు అగ్నిపర్వత శిలలకు, చివరి వర్గపు శిలలు పాతాళ శిలకు తుల్యమైనవి. ఉపరితలానికి దగ్గర లేదా తక్కువలోతులో ఏర్పడే చిన్న అంతర్గమ శిలలు డైక్‌లు, సిల్‌ల వంటివి, రెండవ వర్గం కిందికి శిలాస్వరూపాలకు సంబంధించి ఉంటాయి. కాబట్టి కొంతమంది శిలా శాస్త్రజ్ఞులు భూమి ఉపరితలానికి చాలా దిగువన ఏర్పడిన వాటిని పాతాళ శిలలుగాను, ఉపరితలానికి దగ్గరిగా లేదా ఉపరితలంపైన ఏర్పడిన వాటిని అగ్నిపర్వత శిలలుగాను పరిగణిస్తారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

5. పాతాళ స్థితిలో స్ఫటికీకరణ ఈ పరిస్థితులలో జరుగుతుంది

అ) శీతలీకరణ వేగం అధికము, అధిక పీడన

ఆ) శీతలీకరణ వేగం తక్కువ, అల్పపీడన

ఇ) శీతలీకరణ వేగం తక్కువ, అధికపీడన

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

### 4.2.4 ఇతర వర్గీకరణలు

కొందరు శిలా శాస్త్రజ్ఞులు తమ వర్గీకరణలలో సహస్థితి (association) అంశాన్ని కూడా వాడినారు. శిలలలోని స్థిరమైన, క్రమానుగతమైన (serial) రసాయన, ఖనిజ లక్షణాలు, భౌగోళిక విస్తరణ దృష్ట్యా శిలల సహస్థితి, విరూపకారక (tectonic) ప్రక్రియలతో శిలలకున్న సంబంధము ఆధారంగా కూడా శిలలను వర్గీకరించినారు. అయితే ఈ అంశాలకు ఎక్కువ మంది ప్రాధాన్యం ఇవ్వలేదు.

'The Principles of Petrology' అనే తన గ్రంథంలో జి. డబ్ల్యు. టైరల్ (G.W. Tyrrell) పట్టికలో చూపిన వర్గీకరణను ఇచ్చినాడు. దీనిలో ఖనిజ సముదాయము, బౌమ ఉనికి ముఖ్యాంశాలు. రసాయన సంఘటనను కూడా కొంతమేరకు సూచించినాడు. శిలా రకాల శీఘ్ర నిర్ధారణకు ఈ వర్గీకరణ ఎంతో ఉపయోగిస్తుంది కాబట్టి భూ విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులకు, విద్యార్థులకు ఇది చాల సహాయపడుతుంది.



BRAOU

ఈ వర్గీకరణలోని ముఖ్యాంశాలను ఇక్కడ క్లుప్తంగా చెప్పవలె. అగ్ని శిలల సగటు సంఘటనలో ఫెల్సిక్ ఖనిజాలు సుమారు 75 శాతం వరకు ఉండి వాటి అవశ్యక ఖనిజాలుగా పరిగణింపబడడంవల్ల ఈ వర్గీకరణలో నిలువుగా ఇచ్చిన వర్గాలలో ప్రధానమైనవి. పెల్సిక్ ఖనిజ సముదాయాల-క్వార్ట్జ్, ఫెల్స్పార్, ఫెల్స్పథాయిడ్‌ల-మధ్య ఉన్న సంబంధాలపై ఆధారపడి ఉన్నాయి. పెల్స్పథాయిడ్-లతోబాటు క్వార్ట్జ్ ఉండదుకాబట్టి, క్వార్ట్జ్, క్వార్ట్జ్ +పెల్స్పార్‌లు, కేవలం పెల్స్పార్‌లు, ఫ్ల్స్పార్‌లు + పెల్స్థథాయిడ్‌లు, కేవలం పెల్స్పథాయిడ్‌లు అధికంగా ఉన్న శిలలకోసం ఐదువర్గాలు దీనిలో ఉన్నాయి. పెల్సిక్ ఖనిజాలు దాదాపుగా లేకుండా మాఫిక్ ఖనిజాలు అధికంగా ఉన్నా శిలలకోసం మరొక వర్గాన్ని చేర్చినాడు. ఈ అరు వర్గాలకు అతి సంతృప్త, సంతృప్త, అసంతృప్త తరగతుల కిందికి విభజించినాడు. ఈ ఏర్పాటు సిలికా శాతంమీద ఆధారపడిన వర్గీకరణకు గుడా దగ్గరగా ఉంటుంది. పాతాళ, ఉపపాతాళ, అగ్నిపర్వత సముదాయాలను సూచించడానికి పట్టికలో అడ్డంగా మూడువర్గాలు ఉన్నాయి. పాతాళ సముదాయాన్ని ఫెల్సిక్ ఖనిజాలు ఎక్కువగా ఉన్నాయా, మాఫిక్ ఖనిజాలు ఎక్కువుగా ఉన్నాయా, రెండూ దాదాపు సమానంగా ఉన్నాయా అనే అంశాన్ని పునర్విభజించినాడు. ఈ పట్టికగలో ముఖ్యమైన శిలారకాలను వాటికి తగిన స్థానాలలో చూపడం జరిగింది.

ఈ వర్గీకరణలో ఉపయోగించిన ఖనిజసంఘటన ఆధారము పాతాళ శిలలకు మాత్రమే వర్తిస్తుందని గుర్తుపెట్టుకోవలె. ఈ పట్టికలో అగ్నిపర్వతశిలలను వాటితో స్ఫటికీకరణ చెందిఉన్న ఖనిజాలు ఆధారంగా మాత్రమే ఆయాస్థానాలలో చూపడంజరిగింది. ఈ శిలలలో సామాన్యంగా కొంత గూఢస్ఫాటికీయ లేదా కాచమయ పదార్థం ఉంటుంది కాబట్టి, పట్టికలో వీటికి ఎగువన చూపిన పాతాళ శిలలకు ఇవి తుల్యంకాకపోవచ్చు. ఉదాహరణకు అండిసైట్ శిలయొక్క ప్రామాణిక ఖనిజసంఘటను గణనచేస్తే దానిలో సిలికా 15 శాతం అధికంగా ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. ఈ సిలికా కాచమయంగా లేదా గూఢస్ఫాటికీయంగాఉన్న ఆధార ద్రవ్యరాశిలో గుప్తంగా ఉండి ఉండవలె. సగటు అండిసైట్ మాగ్మా పూర్తిగా స్ఫటికీకరణ చెందితే దాని ఖనిజ సంఘటన పట్టికలోచూపినవిధంగా డయొఒరైట్‌కుకాక, క్వార్ట్జ్-డయొరైట్ లేదా గ్రానొడయొరైట్‌కు దాదాపుగా తుల్యంగా ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది.

ఉపపాతాళ శిలలలోని కొన్నిరకాలశిలల ఖనిజసంఘటన పరిధి చాలా అధికంగా ఉంటుంది. ఉదాహరణకు, అప్లైయిట్‌ల, పోర్ఫరీల ఖనిజసంఘటనల పరిధిచాలా విస్తృతమైంది. వీటిలో ఏరకం-శిలఖనిజ సంఘటననైనా, అది పాతాళశిల సంఘటనకు దగ్గరగా ఉందో అశిలపేరును పూర్వపదం (prefix) గా వాడి సూచిస్తారు. ఉదాహరణకు, గ్రానైట్‌పోర్ఫరీ, సయనైట్ ఎప్లైయిట్.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

6. టెర్రల్ పట్టిక రూప వర్గీకరణలోని ప్రధాన ఆధారాలను పేర్కొనండి.

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................



BRAOU

# అగ్ని శిలల వర్గీకరణ పట్టిక

| | అతిసంతృప్త శిలలు | | | సంతృప్త శిలలు | | | అసంతృప్త శిలలు | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | క్వార్ట్జ్ + ఫెల్‌స్పార్‌లు | | | ఫెల్‌స్పార్‌లు | | | | | |
| | క్వార్ట్జ్ | ఆర్థోక్లేస్ అధికం | ప్లేజియోక్లేస్ అధికం | ఆల్కలీ ఫెల్‌స్పార్ (or, ab) అధికం | సోడా-లైమ్ ప్లేజియోక్లేస్ అధికం | లైమ్-సోడా ప్లేజియోక్లేస్ అధికం | ఫెల్‌స్పార్‌లు + ఫెల్స్‌స్పథాయిడ్‌లు | ఫెల్‌స్పాథాయిడ్‌లు | మాఫిక్ ఖనిజాలు అధికం |
| పాతాళశిలలు (ఫెల్సిక్, మాఫెల్సిక్, మాఫిక్) | క్వార్ట్జ్ సిరలు | గ్రానైట్ | గ్రానోడయొరైట్ | సయనైట్ | డయొరైట్ | ఎనార్థోసైట్ గాబ్రో | నెఫిలీన్ సయనైట్ | | డ్యూనైట్ పెరిడోటైట్ పిక్రైట్ |
| ఉపపాతాళశిలలు | | గ్రానోఫైర్ ఫెల్సైట్ | పిచ్‌స్టోన్ | ఎప్లెయిట్స్ పోర్ఫిరీలు లాంప్రోఫైరులు | | డోలరైట్ టాకిలైట్ | | | |
| అగ్నిపర్వత శిలలు | | రయొలైట్ ఆబ్సిడియన్ | డేసైట్ పిచ్‌స్టోన్ | ట్రాకైట్ | ఆండిసైట్ | బసాల్ట్ టాకిలైట్ | ఫోనోలైట్ | నెఫిలీన్-బసాల్ట్ లూసైట్-బసాల్టు | ఆలివీన్ అధిక బసాల్టులు |
| సగటు సిలికా శాతము | 90 | 72 | 66 | 59 | 57 | 48 | 54.5 | 43 | 41 |

BRAOU

## 4.3 సారాంశం

ఈ భాగంలో అగ్నిశిలల వర్గీకరణ గురించి క్లుప్తంగా చర్చించాము. రసాయనిక, పాక్షికంగా రసాయనిక, ఖనిజధార వర్గీకరణలను, భౌమ ఉనికి, వయనాలు ఆధారంగా చేసిన వర్గీకరణలు, ఇతర వర్గీకరణలను వివరంగా తెలియ జేసాము. ఈ వర్గీకరణల సహాయంతో వివిధ అగ్ని శిలలను గుర్తించి, వాటి ఉద్భవ పరిస్థితులను గురించి తెలుసుకోవచ్చు.

## 4.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

1. సిలికా శాతం ఆధారంగా అగ్నిశిలలను (అ) ఆమ్ల (సిలికా శాతం 66 కంటే ఎక్కువ), (ఆ) మాధ్యమిక (సిలికా శాతం 52-66 మధ్య), (ఇ) మౌలిక (సిలికాశాతం 45-52 మధ్య), (ఈ) అతిమౌలిక (సిలికా శాతం 45 కన్న తక్కువ) వర్గాలుగా విభజించారు.

2. ఎస్.జె.షాండ్; (అ) అతి సంతృప్త (ఆ) సంతృప్త (ఇ) అసంతృప్త.

3. (అ) సాలిక్, (ఆ) ఫెమిక్.

4. వర్ణసూచిక, ల్యూకోక్రాటిక్ శిలలు (లేతరంగు; ముఫిక్ ఖనిజాలు 30% కన్న తక్కువ); మెలనోక్రాటిక్ శిలలు (ముదురు రంగు, మాఫిక్ ఖనిజాలు 60%-90% మధ్య).

5. శీతలీకరణ వేగం ఎక్కువ, అధికపీడన

6. టిర్రల్ పట్టిక రూప వర్గీకరణలోని ప్రధాన ఆధారాలు (అ) ఖనిజసంఘటన, (ఆ) భౌమ ఉనికి.

BRAOU

## 4.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి:**

1. అగ్నిశిలల వర్గీకరణకు ఆధారాలు ఏవి? వాటి ప్రయోజనాలను, వాటిలోని లోపాలను తెలియజేయండి.

2. సంతృప్త సూత్ర ఆధారంగా అగ్నిశిలలను ఏవిధంగా వర్గీకరిస్తారో, వివరించండి.

3. 'అవశ్యక, అనుబంధ ఖనిజాలు', 'ఫెల్సిక్, మాఫిక్ ఖనిజాలు' అంటే ఏమిటి? అగ్ని శిలల వర్గీకరణలో ఇవి ఎట్లా ఉపయోగపడతాయి.

4. టిర్రల్‌సూచించిన పట్టిక రూప వర్గీకరణను వివరించండి.

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి:**

1. సి.ఐ.పి.డబ్ల్యు వర్గీకరణ గురించి క్లుప్తంగా తెలియజేయండి.

2. భౌమ ఉనికి ఆధారంగా అగ్నిశిలలను ఏవిధంగా వర్గీకరిస్తారు?

## 4.6 పదకోశం

అగ్నిపర్వత శిలలు : భూమి ఉపరితలం మీద ఏర్పడిన అగ్నిశిలలు.

అతిమాఫిక్ అగ్నిశిలలు : సిలికా 45 శాతం కన్న తక్కువున్న అగ్నిశిలలు.

అతిమౌలిక అగ్నిశిలలు : అతిమాఫిక్ అగద్నిశిలలకు మరొక పదము.

అతిసంతృప్త అగ్నిశిలలు : సంతృప్తఖనిజాలు, మాగ్మానుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛ సిలికా ఉన్న అగ్ని శిలలు.

అనంతర ఖనిజాలు : శైథిల్యము, రూపాంతర ప్రాప్తి, సంచరించే ద్రావణాల వల్ల ఏర్పడే ఖనిజాలు.

అనుబంధ ఖనిజాలు : అగ్నిశిలలలో స్వల్ప పరిమాణంలో ఉండే ఖనిజాలు.

అసంతృప్త అగ్నిశిలలు : అసంతృప్త ఖనిజాలున్న అగ్నిశిలలు.

అసంతృప్త ఖనిజాలు : మాగ్మా నుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛసిలికాతోబాటు చాలా అరుదుగాఉండే తాపజనిత ఖనిజాలు.

ఆమ్లఅగ్నిశిలలు : సిలికా 66 శాతంకన్న ఎక్కువ ఉన్న అగ్నిశిలలు.

ఆవశ్యక ఖనిజాలు : అగ్నిశిలలలో అధిక పరిమాణంలో ఉండి ఆశిలకు అభిలాక్షణికమైన ఖనిజాలు.

ఉద్భేదిత శిలలు : అగ్నిపర్వత శిలలకు మరొక పేరు.

ఉపపాతాళ శిలలు : తక్కువలోతులో లేదా భూమి ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఏర్పడిన అగ్నిశిలలు.

నార్మ్ : సి. ఐ. పి. డబ్ల్యు. వర్గీకరణలోవాడే ప్రమాణఖనిజ సముదాయము.

పాతాళ శిలలు : అగాధస్థిత పరిస్థితులలో ఏర్పడిన అగ్నిశిలలు.

ప్రాథమిక ఖనిజాలు : అగ్ని శిలల మూలఖనిజాలు.

ఫెమిక్ ఖనిజాలు : ఐరన్, మెగ్నీషియమ్ అధికంగా ఉన్న ఖనిజాలు.

ఫెల్సిక్ శిలలు : వర్ణసూచిక 10-40 మధ్య ఉన్న అగ్నిశిలలు.

మాధ్యమిక అగ్నిశిలలు : సిలికా 52-66 శాతాలమధ్యున్న అగ్నిశిలలు.

మాఫిక్ ఖనిజాలు : ఫెర్రోమెగ్నీషియమం ఖనిజాలు

మాఫిక్ అగ్నిశిలలు : సిలికా 45-52 శాతాల మధ్యున్న అగ్నిశిలలు

మాఫిక్ శిలలు : వర్ణసూచిక 70 కన్న ఎక్కువున్న అగ్నిశిలలు

మాఫెల్సిక్ శిలలు : వర్ణసూచిక 40-70 మధ్య ఉన్న అగ్నిశిలలు.

ముదురురంగు శిలలు : ముదురురంగు ఖనిజాలుఉన్న శిలలు. మాఫిక్ ఖనిజాలు 60-90 శాతంవరకు ఉన్న శిలలు

BRAOU

| | | |
|---|---|---|
| మెసోక్రాటిక్ శిలలు | : | మాఫిక్ ఖనిజాలు 30-60 శాతాల మధ్యున్న అగ్నిశిలలు |
| మౌలిక అగ్నిశిలలు | : | మాఫిక్ అగ్ని శిలలకు మరొక పదము |
| లేతరంగు శిలలు | : | లేతరంగు ఖనిజాలున్న శిలలు, మాఫిక్ ఖనిజాలు 30 శాతంకన్న తక్కువున్న శిలలు. |
| వర్ణసూచిక | : | ఒక అగ్నిశిలలో ఉన్న ముదురు రంగు ఖనిజాల శాతము. |
| సంతృప్త అగ్నిశిలలు | : | సంతృప్త ఖనిజాలు మాత్రమే ఉన్న అగ్నిశిలలు. |
| సంతృప్త ఖనిజాలు | : | మాగ్మా నుంచి ఏర్పడిన స్వేచ్ఛసిలికాతోబాటు ఉండగల తావజనిత ఖనిజాలు. |
| సాలిక్ ఖనిజాలు | : | సిలికాన్, అల్యూమినియమ్ అధికంగా ఉన్న ఖనిజాలు. |
| సి. ఐ. పి. డబ్ల్యు. వర్గీకరణ | : | క్రాస్, ఇడ్డింగ్స్, పిర్‌సన్, వాషింగ్‌టన్‌లు సూచించిన అగ్నిశిలల రసాయనిక వర్గీకరణ. |
| హైపర్ మెలనిక్ శిలలు | : | మాఫిక్ ఖనిజాలు 90 శాతంకన్న ఎక్కువున్న అగ్ని శిలలు. |
| హోలోల్యూకోక్రాటిక్ / హోలోఫైల్సిక్ శిలలు | : | వర్ణసూచిక 10 కన్న తక్కువ ఉన్న శిలలు. |

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-5 : అగ్నిశిలల వర్ణన

## పాఠ్యాంశాలు


5.0 లక్ష్యాలు

5.1 పరిచయం

5.2 పాతాళ శిలలు

5.2.1 గ్రానైట్, గ్రానొడయొరైట్, డయొరైట్

5.2.2 సయనైట్, నెఫిలిన్ సయనైట్, వాటికి సంబంధించిన ఆల్కలైన్ శిలలు

5.2.3 గాబ్రో, ఎనార్థొసైట్, పైరాగ్జినైట్, పెరిడొటైట్, డ్యూనైట్

5.3 డైక్‌శిలలు (ఉపపాతాళ శిలలు)

5.3.1 ఎప్లైట్, పెగ్మటైట్, డోలరైట్, లాంప్రొఫైర్

5.4 అగ్ని పర్వత శిలలు

5.4.1 రయొలైట్, డేసైట్

5.4.2 ట్రాకైట్, ఫోనొలైట్

5.4.3 ఆండిసైట్, బసాల్ట్

5.5 సారాంశం

5.6 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

5.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

5.8 పదకోశం


## 5.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో పాతాళ, ఉపపాతాళ, అగ్నిపర్వత అగ్నిశిలలో ముఖ్యమైన శిలారీతులను వర్ణించాము.

ఈ భాగాన్ని పూర్తి చేసేసరికి, మీరు:

- వివిధ అగ్ని శిలలను వర్ణించగలుగుతారు;
- అగ్ని శిలలోని ఆవశ్యక ఖనిజాలను చెప్పగలుగుతారు

## 5.1 పరిచయం

అగ్నిశిలలలో ఎన్నోరకాలను గమనించినారు. వీటిలో కొన్ని మాత్రమే తరచుగా కనిపిస్తూ, భూపటలంలో అధిక పరిమాణాలలో ఉంటాయి. మిగిలిన వాటిలో ఎక్కువభాగం తరచుగా కనిపించే శిలలతో పోల్చినూస్తే, వాటి ఖనిజ సంఘటనలోనూ, వయన లక్షణాలలోనూ స్వల్పమైన మార్పులను మాత్రమే చూపుతాయి. కొన్ని శిలలు చాలా అరుదుగా కనిపిస్తాయి. శిలల వర్ణనాత్మక లక్షణాలను శాస్త్ర పరంగా అధ్యయనంచేసే నిపుణులు మాత్రమే ఈ శిలలకు ప్రాధాన్యాన్నిస్తారు.

తరచుగా కనిపించేవీ, ప్రామాణికమైనవీ అయిన కొన్ని అగ్నిశిలలను ఈ పాఠంలో వర్ణించాము. సంఘటనలోను, వయనంలోను కొన్ని పోలికలున్న అగ్నిశిలలు ప్రకృతిసిద్ధమైన సహస్థితిని ( natural

BRAOU

association) చూపుతాయి. బహుశా ఇటువంటి శిలలకు ఉద్భవ సంబంధం ( genetic relationship) ఉండవచ్చు. ఈ అంశాన్ని సూచించడానికే అటువంటి శిలలను ఒక సముదాయంగా ఇక్కడ వర్ణించడం జరిగింది.

## 5.2 పాతాళ శిలలు

### 5.2.1 గ్రానైట్ (granite), గ్రానోడయొరైట్ ( granodiorite), డయొరైట్ (diorite)

ఈ మూడు రకాల శిలల ముఖ్య లక్షణము క్వార్ట్జ్, ఆర్థోక్లేస్, ప్లేజియోక్లేస్, ఇంకా ఎన్నో అనుబంధ ఖనిజాలు వీటిలో ఉండడం. వీటిలోని ఫెల్సిక్ ఖనిజాల పరిమాణాలలో క్రమానుగతమైన మార్పులు కనిపిస్తాయి.

గ్రానైట్ క్వార్ట్జ్ (10 నుంచి 40 శాతంవరకు), ఫెల్‌స్పార్ అధికంగా ఉంటాయి. సాధారణంగా పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్, సోడిక్ ప్లేజియోక్లేస్ రెండూ ఉంటాయి. అయితే ఈ రెండింటిలో పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్ అధికంగా ఉంటుంది. గ్రానైట్‌నుంచి గ్రానోడయొరైట్, డయొరైట్‌లకు క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌ల మొత్తాలు తగ్గుతుంటే, సోడిక్ ప్లేజియోక్లేస్ పరిమాణం పెరుగుతూ ఉంటుంది. గ్రానోడయొరైట్‌లో క్వార్ట్జ్ గ్రానైట్‌లోమాదిరిగా అధికంగా ఉన్నప్పటికీ, గ్రానైట్‌లో కంటే తక్కువ ఉంటుంది. సోడిక్ ప్లేజియోక్లేస్ పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్ కంటే అధికంగా ఉంటుంది. ఈ రెండు ఫెల్‌స్పార్‌లు దాదాపు సమానంగా ఉంటే ఆశిలలు **ఎడమెల్లైట్** (adamellite) అంటారు. ఆర్థోక్లేస్ కంటే ప్లేజియోక్లేస్ అత్యధికంగా ఉన్న గ్రానోడయొరైటులను **టోనలైటులు** (tonalites) అంటారు. టోనలైట్‌లోని క్వార్ట్జ్, ఆర్థోక్లేస్ క్రమంగా తగ్గిపోతూ, చివరకు అసలు లేకుండా పోతే, అంటే ప్లేజియోక్లేస్ ప్రధాన ఖనిజమైనప్పుడు శిల **డయొరైట్** (diorite) అవుతుంది. క్వార్ట్జ్ అనుబంధ ఖనిజంగా ఉంటే దానిని క్వార్ట్జ్- డయొరైట్ అంటారు. గ్రానైట్ నుంచి డయొరైట్‌కు ప్లేజియోక్లేస్‌లో సోడిక్ పాలుతగ్గి, కాల్సిక్‌పాలు పెరుగుతుందనే విషయాన్ని గమనించాలి. గ్రానైట్‌లోని ప్లేజియోక్లేస్ సాధారణంగా ఆల్బైట్ లేదా ఒలిగోక్లేస్‌రకం అయితే, గ్రానోడయొరైట్‌లో లైమ్ ఒలిగోక్లేస్ లేదా ఆండిసీన్, డయొరైట్‌లో సాధారణంగా ఆండిసీన్ రకం ఉంటాయి.

ఇక అనుబంధ ఖనిజాలలో బయొటైట్ హార్న్‌బ్లెండ్ ముఖ్యమైనవి. బయొటైట్, ఈ శ్రేణిలో గ్రానైట్ వైపున, హార్న్‌బ్లెండ్ డయొరైట్ వైపున ఉంటాయి. పైరాక్సీన్‌లు అరుదుగా కనిపిస్తాయి. మాగ్నటైట్, ఎపటైట్ జిర్కాన్, ఇల్మనైట్ మొదలైనవి అప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలు. మాఫిక్‌ఖనిజాల మొత్తం గ్రానైట్‌నుంచి డయొరైట్‌కు క్రమంగా పెరుగుతుంది.

ఈ శిలలు చాలావరకు స్థూలరేణు యుతంగానూ, ఉపపార్శ్వక రూప వయనంతోనూ ఉంటాయి. కొన్ని గ్రనైట్‌లలో గ్రాఫిక్‌వయనము పోర్ఫిరిటిక్ వయనము కనిపిస్తాయి.

గ్రానైట్, గ్రానోడయొరైట్, టోనలైట్, డయొరైట్‌లు ప్రకృతిసిద్ధమైన సహస్థితితో క్రమక్షయంచెందిన ముడత పర్వత శ్రేణులలోని బాథోలిత్‌లలోనూ, ఖండాంతర షీల్డ్ ( Continental Shield) ప్రాంతాలలోనూ అత్యధికంగా కనిపిస్తాయి. ఇవి స్టాక్‌లు, బాస్‌లుగా లేదా లాకొలిత్‌లు, రాగ్‌డైక్‌లవంటి అప్రధాన అంతర్గమాలుగా కూడా ఉండవచ్చు. గ్రానైట్, గ్రానోడయొరైట్‌లు బాథొలిత్‌ల ప్రధాన భాగాలుగా ఉంటే, క్వార్ట్జ్ డయొరైట్, డయొరైట్‌లు వాటి అంచులఫేషీస్ (Marginal facies)గా ఉంటాయి.

పాతాళశిల లన్నించటిలోకి గ్రానైట్‌లు అత్యధిక పరిమాణంతో ఉన్నాయి. కాబట్టి ఈ శ్రేణిశిలలలో గ్రానైట్‌లకు అద్వితీయమైన స్థానం ఉంది. గ్రానైట్‌లలో పైన చెప్పిన ఆవశ్యక ఖనిజాలేకాక, వాటి రసాయన సంఘటనబట్టి లాక్షణికమైన ఇతర ఖనిజాలు ఎన్నో ఉండవచ్చు. మైకాలతో బయొటైట్, మస్కొవైట్, లీథియమ్ మైకా తరచుగా గ్రానైట్‌లలో ఉంటాయి. తరచుగా కనిపించే ఆంఫీబోల్ ఖనజం హార్న్‌బ్లెండ్, రీబెకైట్ వంటి సోడిక్ ఆంఫీబోల్‌లు ఆల్కలిక్ గ్రానైట్‌లలో ఉండవచ్చు. మామూలు గ్రానైట్‌లలో పైరాక్సీన్ అరుదు. కాని కొన్ని పొటాషిక్ గ్రానైట్‌లలో

BRAOU

ఎన్‌స్టటైట్, హైపర్‌స్థీన్ ఉంటాయి. ఇవన్నీ ప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉంటాయి. ఇవికాక ఇంకా ఎన్నో ఖనిజాలు అప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలుగా కనిపిస్తాయి. ఇవి జిర్కాన్, స్ఫీన్, ఎపటైట్, టూర్మలీన్, మాగ్నటైట్, ఎపిడోట్, జాయ్‌సైట్, ఒక్కొక్కప్పుడు అల్‌మన్‌డైన్.

గ్రానైట్‌లలోని రకాలకు వాటిలోని అభిలాక్షణిక లేదా ప్రధాన అనుబంధ ఖనిజం ఆధారంగా పేరుపెడతారు. ఉదా: మస్కోవైట్-గ్రానైట్, హార్న్‌బ్లెండ్- గ్రానైట్ మొదలైనవి. కొన్ని గ్రానైట్‌లకు అవి చూపే ప్రముఖ వయనం ఆధారంగా పేరుపెడతారు. ఉదా: గ్రాఫిక్ గ్రానైట్, పార్ఫైరిటిక్ గ్రానైట్ మొదలైనవి.

అత్యధిక పరిమాణంలో ఉండడం, వయన, నిర్మితీయ లక్షణాలలోను, ఉనికి విధానాలలోను భేదాలు చూపడం కారణంగా గ్రానైట్‌ల ఉద్భవాన్ని గురించి విస్తృతంగా చర్చలు జరిగినాయి. కొందరు శిలా శాస్త్రజ్ఞులు గ్రానైట్‌లు మాగ్మాలు స్ఫటికీకరణ చెందడంవల్ల ఏర్పడినాయని భావిస్తే, మరికొందరు పూర్వస్థిత శిలలు రసాయన ప్రతిస్థాపన (Metasomatism) ప్రక్రియల ద్వారా పునఃస్ఫటికీకరణ చెంది రూపాంతరం చెందడంవల్ల ఏర్పడినాయని అభిప్రాయపడినారు. చివర చెప్పిన ప్రక్రియల అన్నింటినీ కలిపి గ్రానైటీకరణ (granitization) అంటారు. ఘనరూప శిలలు మాగ్మాదశలోకి పోకుండా, గ్రానిటిక్ సంఘటన, వయనము చూపే శిలలుగా మార్పు చెందడానికి దోహదం చేసే ప్రక్రియలన్నీ గ్రానైటీకరణ కిందికి వస్తాయి.

గ్రానైట్‌లు పైన చెప్పిన రెండు విధాలలోనూ ఏర్పడటానికి వీలుందని చెప్పటానికి ఆధారాలు ఉన్నాయి. సరాసరి మాగ్మాల నుంచి ఏర్పడిన వాటిని అసలు 'గ్రానైట్‌లు' అనీ, గ్రానైటీకరణ వల్ల ఏర్పడిన వాటిని 'గ్రానిటిక్ శిలలు' అనీ అనవచ్చునని వాల్‌స్ట్రామ్ (Walshstrom) సూచించినాడు.

భారతదేశంలో గ్రానైట్‌ల గ్రానిటిక్ శిలలు కర్నాటక, రాజస్థాన్, తమిళనాడు, ఆంధ్రప్రదేశ్, ఒరిస్సా, పశ్చిమబెంగాల్, అస్సామ్, హిమాలయ ప్రాంతాలలో విరివిగా ఉన్నాయి. రాజస్థాన్‌లోని మౌంట్‌అబూ ఒక గ్రానైట్ బాథోలిత్‌వల్ల ఏర్పడింది. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో ఈ శిలలు ప్రధానంగా హైదరాబాదు చుట్టుపక్కలా, ఖమ్మం, గుంటూరు, నెల్లూరు, ప్రకాశంజిల్లాలలో ఉన్నాయి.

గ్రానొడయొరైట్‌లు, డయొరైట్‌లు, బీహార్, కర్నాటకలలోని గ్రానైట్ రాశుల అంచుల ఫేషీస్‌గా కనిపిస్తాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. ఈ క్రింది శిలలలోని ఆవశ్యక ఖనిజాలు ఏవి?
   (అ) గ్రానైట్————
   (ఆ) గ్రానొడయొరైట్————
   (ఇ) డయొరైట్————

.....................................................................................................................

.....................................................................................................................

.....................................................................................................................

2. గ్రానైట్ నుంచి యొరైట్‌కు మాఫిక్ ఖనిజాల పరిమాణం

   (అ) పెరుగుతుంది (ఆ) తగ్గుతుంది (ఇ) స్థిరంగా ఉంటుంది.

.....................................................................................................................

.....................................................................................................................



BRAOU

## 5.2.2 సయునైట్ (Syenite), నెఫిలీన్-సయునైట్, వాటికి సంబంధించిన అల్కాలైన్ శిలలు

అల్కాలీ ఫెల్‌స్పార్ అత్యధికంగా ఉండడం ఈ శిలల ముఖ్య లక్షణం. సయునైట్‌లో అల్కాలీ ఫెల్‌స్పార్ అవశ్యక ఖనిజము. ఫెల్‌స్పార్ ఆర్థోక్లేస్, మైక్రోక్లైన్ లేదా పెర్తైట్ కావచ్చు. ప్లేజియోక్లేస్, క్వార్ట్జ్ కొద్దిమొత్తాలలో ఉండవచ్చు. ఒకటి లేదా ఇంకా ఎక్కువ మాఫిక్ ఖనిజాలు హార్న్‌బ్లెండ్, బయోటైట్ లేదా ఆగైట్- ప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉంటాయి. అల్కాలిక్ ఫెల్‌స్పార్, ప్లేజియోక్లేస్ దాదాపు సమాన పరిమాణాలలో ఉన్న సయునైట్‌ను మోంజోనైట్ (Monzonite) అంటారు.

మాగ్మా ఉన్న సిలికాలో ఫెల్‌స్పార్‌ను రూపొందించడానికి అవసరమైన దానికంటె ఎక్కువ మొత్తాలలో సోడియం లేదా పొటాషియమ్ లేదా ఈ రెండూ ఉన్న శిలలను అల్కాలిక్ లేదా అల్కాలైన్ శిలలు అంటారు. ఇటువంటి శిలలలో నెఫిలీన్, సోడాలైట్, ఎనాల్సైట్, లేదా లూసైట్ వంటి ఫెల్‌స్పథాయిడ్ ఖనిజాలు ఉంటాయి. అల్కాలీ ఫెల్‌స్పార్, సాధారణంగా ఆల్బైట్, దీనితోబాటు పైన చెప్పిన ఖనిజాలలో ఒకటి, సాధారణంగా నెఫిలీన్, అధిక పరిమాణంలో ఉండడం ఈ శిలల ముఖ్య లక్షణం. అల్కాలైన్ శిలలకు మంచి ఉదాహరణ నెఫిలీన్- సయునైట్‌లు. మాఫిక్ ఖనిజాలు ప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉంటాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి బయోటైట్, సోడాపైరాక్సీన్‌లు, సోడా ఆంఫిబోల్‌లు. ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు, కొరండమ్, జిర్కాన్, ఎపటైట్, స్ఫీన్ అప్రధాన అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉంటాయి.

గ్రానైట్, సయునైట్, నెఫిలీన్- సయునైట్‌లను ఒక శ్రేణిగా పరిగణించవచ్చు. గ్రానైట్ నుంచి సయునైట్‌కు, దాని నుంచి నెఫిలీన్- సయునైట్‌కు సిలికా పరిమాణం తగ్గుతుంది. గ్రానైట్‌లో క్వార్ట్జ్ ఆవశ్యక ఖనిజము. సయునైట్‌లో అది అనుబంధ ఖనిజంగా ఉండవచ్చు. నెఫిలీన్- సయునైట్ అసంతృప్త శిల కాబట్టి దానిలో క్వార్ట్జ్ అసలు ఉండదు.

ఈ సమూదాయపు శిలల వయనాలలో వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. కొన్ని ఉపపార్శ్వక రూప వయనాన్ని చూపితే, మరికొన్ని అపార్శ్వక రూప వయనాన్ని చూపుతాయి. కొన్నిటిలో పార్ఫిరిటిక్ వయనం కనిపిస్తుంది. రేణువులు స్థూల పరిమాణం నుంచి మాధ్యమిక పరిమాణం వరకు ఉండవచ్చు.

ఈ సముదాయపు శిలలు పాతాళ శిలలు. ఇవి తరచుగా చిన్నస్టాక్‌లు, అగ్నిపర్వత గ్రీవాలు లేదా ప్లగ్‌లు, సిల్‌లు, డైక్‌ల వంటి చిన్న అంతర్గమాలుగా ఉంటాయి. ఇవి సాధారణంగా గ్రానిటిక్ బాథోలిత్‌కు అనుబంధంగా ఉంటాయి.

భారతదేశంలో ఈ సముదాయపు శిలలు తమిళనాడు, ఆంధ్రప్రదేశ్, ఒరిస్సా రాజస్థాన్ రాష్ట్రాలలో ఉన్నాయి. ఆంధ్ర ప్రదేశ్ ఖమ్మం జిల్లాలోని పాలవంచ ప్రాంతంలో నెఫిలీన్, జిర్కాన్, కొరండమ్, సయునైట్‌లు ఉన్నాయి.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

3. సయునైట్‌లో అల్కాలీఫెల్‌స్పార్, ప్లేజియోక్లేస్ సమాన పరిమాణాలలో ఉంటే ఆ రకాన్ని ____________ అంటారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

4. నెఫిలీన్ సయునైట్‌లో క్వార్ట్జ్ ఎందుకు ఉండదు?

.......................................................................................................

.......................................................................................................



BRAOU

### 5.2.3 గాబ్రో (gabbro), ఎనార్థోసైట్ (anorthosite), పైరాగ్జినైట్ (pyroxenite), పెరిడొటైట్ (peridotite), డ్యూనైట్ ( dunite)

ఈ శిలలు పాతాళ శిలలలో తరచుగా కనిపించే ఒక ముఖ్యమైన వర్గం కిందికి వస్తాయి.

గాబ్రోలు మాఫెల్సిక్ శిలలు. వీటిలో ప్రధానంగా కేల్సిక్ ప్లేజియోక్లేస్, (లబ్రాడొరైట్), ఆగైట్ లేదా డయులేజ్ ఉంటాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు హైపర్‌స్థీన్, ఆలివీన్ కూడా ఉండవచ్చు. బయొటైట్, హార్న్‌బ్లెండ్, ఇల్మనైట్, మాగ్నటైట్ అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉండవచ్చు.

క్లైనోపైరాగ్జీన్ కంటె హైపర్‌స్థీన్ అధికంగా ఉన్న గాబ్రోలను నోరైట్‌లు (norites) అంటారు. క్వార్ట్జ్ అనుబంధ ఖనిజంగా ఉన్నప్పుడు ఆ శిలను క్వార్ట్జ్‌గాబ్రో అంటారు. మాఫిక్ ఖనిజాలు అన్నీ తగ్గిపోవడంవల్ల గాబ్రో క్రమంగా ఎనార్థొసైట్ లోకి చేరుతుంది. ఎనార్థొసైట్ ఫెల్సిక్‌శిల. దీనిలో ఉండే ఒకేఒక ఖనిజము లబ్రాడొరైట్. అందువల్ల ఇది ఒక ఏక ఖనిజ శిల.

పైరాగ్జీన్‌తో ఏర్పడే పైరాగ్జినైట్, ఆలివీన్‌తో ఏర్పడే డ్యూనైట్ ఈ రెండూ చెప్పుకోదగ్గ మరో రెండు ఏక ఖనిజ శిలలు. పెరిడొటైట్‌లో ఆలివీన్ అధికంగా ఉంటుంది. దీనితో బాటు పైరాగ్జీన్‌లు అంఫీబోల్‌లు లేదా మైకాల వంటి ఇతర మాఫిక్ ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఈ మూడు శిలలు అతిమాఫిక్ శిలలు.

**సర్పెంటినైట్‌లు** (Serpentinites) అనే శిలలు దాదాపు పూర్తిగా సర్పెంటీన్ సముదాయపు ఖనిజాలతోనే ఏర్పడి ఉంటాయి. ఈ ఖనిజాలు అన్నీ పైరాగ్జినైట్‌లు, డ్యూనైట్‌లు, పెరిడొటైట్‌లలో ఉండే, పైరాగ్జీన్‌లు ఆలివీన్ ఖనిజాలు మాగ్మాస్ఫటికీకరణ చివరి దశలో లేదా తరవాత జరిగే ఉష్ణజలీయ (Hydrothermal) రసాయన చర్యలకు గురికావడంవల్ల ఏర్పడతాయని భావిస్తారు.

ఈ సముదాయపు శిలలు స్థూలరేణుయుతంగానూ, ఉపపార్శ్వక రూప వయనాలలోనూ ఉంటాయి. గ్రాబో, నోరైట్, ఎనార్థొసైట్ శిలలు మందంగా ఉండే సిల్‌లు, పెద్ద డైక్‌లు, పెద్దస్టాక్‌ల రూపంలో ఉంటాయి. ఇవి ఒక్కొక్కప్పుడు బాథొలిత్ పరిమాణంలో ఉండే స్థూల స్వరూపాలుగా కూడా కనిపిస్తాయి. పైరాగ్జినైట్‌లు, పెరిడొటైట్‌లు, డ్యూనైట్‌లు మందంగా ఉండే సిల్‌లలో పొలిత్‌ల అడుగు భాగాలలో ఉండి, క్రమంగా పైపైపునకు మాఫిక్ శిలలలోకి, శ్రేణీకరణ చూపుతాయి.

భారతదేశంలో గాబ్రోలు, వాటికి సంబంధించిన ఇతర శిలలు, పైన చెప్పినటువంటివి తమిళనాడు, ఒరిస్సా, పశ్చిమబెంగాల్, రాజస్థాన్, హిమాలయా ప్రాంతాలలోనూ, అండమాన్ నికోబార్ ద్వీపాలలోనూ ఉన్నాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో కృష్ణాజిల్లాలోని కొండపల్లి ప్రాంతంలో ఎనార్థొసైట్‌లను గమనించినారు.

---

**మీ అవగాహనను పరిశీలించుకోండి**

---

5. రెండు ఏక ఖనిజ శిలలను వాటి ప్రధాన ఖనిజాలను పేర్కొనండి.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................



BRAOU

## 5.3 డైక్‌శిలలు (ఉపపాతాళ శిలలు)

### 5.3.1 ఎప్లైట్ (aplite), పెగ్మటైట్ (pegmatite), డోలరైట్ (dolerite), లాంప్రొఫైర్ (Lamprophyre)

ఈ శిలల ఖనిజ సంఘటనలు విభిన్నంగా ఉన్నప్పటికీ, ఇవన్నీ దాదాపు క్షేత్రంలో ఒకేరీతి ఉనికిని చూపుతాయి. ఇవి తరచుగా గ్రానిటిక్ ప్లుటాన్‌లను లేదా ఇతర శిలా విన్యాసాలను (rock formations) భేదిస్తూ డైక్‌లుగా లేదా సిరలుగా ఉంటాయి.

ఎప్లైట్‌లు లేతరంగు శిలలు. వీటిలో క్వార్ట్జ్, ఆల్కలీఫెల్‌స్పార్, అప్పుడప్పుడు కొద్ది మొత్తాలలో మస్కొవైట్, ఫ్లోరైట్ టూర్మలీన్, టోపాజ్ మొదలైన ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఇవి సూక్ష్మరేణువులతో ఉండి అపార్శ్వక రూపవయనాన్ని చూపుతాయి. ఇవి పాతాళ స్వరూపాలలో సిరలుగా, డైక్‌లుగా కనిపిస్తాయి.

పెగ్మటైట్‌ల రేణుపరిమాణంలో సంఘటనలో, ఉనికిలో ఎంతో వైవిధ్యముంటుంది. వీటిలో కొన్ని, ఎప్లైట్‌ల మాదిరిగా సూక్ష్మరేణువులతో ఉంటాయి. కాని ఎక్కువ భాగం అతిస్థూలమైన రేణువులతో ఉంటాయి. వీటిలోని కొన్ని స్ఫటికాలు కొన్ని మీటర్‌ల పొడవు ఉంటాయి. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ శిలలు అంతర్వృద్ధి నిర్మితులను ప్రస్ఫుటంగా చూపుతాయి. పెగ్మటైట్‌లు కొన్ని వందల మీటర్‌ల పొడవు, వెడల్పు ఉన్న సిరలుగా, డైక్‌లుగా కనిపిస్తాయి. ఇవి సాధారణంగా పాతాళ శిలా స్వరూపాల నుంచి బయటకు ఉంటాయి. ఈ శిలారాశులను వీటికీ ఖనిజ సంఘటనలో కొంత పోలిక ఉంటుంది. పెగ్మటైట్‌లు చాలా వరకు గ్రానైట్‌లకు సయనైట్‌లకు, అరుదుగా ఇతర పాతాళ శిలలకు సంబంధించి ఉంటాయి.

గ్రానైట్ పెగ్మటైట్‌లలో ప్రధానంగా ఆల్కలీ ఫెల్‌స్పార్, క్వార్ట్జ్ ఉంటాయి. ఇవికాక ఇంకా ఎన్నో ఇతర ఖనిజాలు కూడా తగినమొత్తాలలో ఉండవచ్చు. ఖనిజ సంఘటన ఆధారంగా పెగ్మటైట్‌లను కింది విధంగా విభజిస్తారు.

1. **సరళ పెగ్మటైట్‌లు (Simple Pegmatites):** వీటిలో ఖనిజ సంఘటన సామాన్యంగా ఉంటుంది. వీటిలో ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్ ఆల్కలీ ఫెల్‌స్పార్‌లు, మైకాలు (మస్కొవైట్, బయొటైట్) ఉంటాయి. కొన్ని అరుదైన ఖనిజాలు అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉండవచ్చు లేదా అసలు ఉండకపోవచ్చు.

2. **సంక్లిష్ట పెగ్మటైట్‌లు (Complex Pegmatites):** వీటిలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లు, మైకాలతోబాటు ఎన్నో అరుదైన ఖనిజాలు చెప్పుకోదగినంత అధిక పరిమాణంలో ఉంటాయి. ఈ అరుదైన ఖనిజాలలో చెప్పవలసినవి: టూర్మలీన్, టోపాజ్, కొరండమ్, ఎపటైట్, గార్నెట్, ఫ్లోరైట్, లిథియమ్ మైకాలు, బెరిల్, స్పొడ్యుమీన్, క్రయొలైట్, కొలంబైట్, టాంటలైట్, ఆర్సెనొపైరైట్, యురానినైట్, వీటిలో ఆర్థిక ప్రాముఖ్యం ఉన్న ఖనిజాలు అధిక పరిమాణాలలో ఉన్నప్పుడు పెగ్మటైట్‌లు విలువైన ఖనిజ నిక్షేపాల కిందికి వస్తాయి.

ఎప్లైట్‌లు, పెగ్మటైట్‌లు ఈ రెండు రకాల శిలలు అవి ఏ పాతాళ శిలలకు అనుబంధంగా ఉన్నాయో ఆ శిలల అవశిష్టమాగ్మా దశ (residual magmatic stage)లో వృద్ధి చెంది ఉంటాయి. ఎప్లైట్‌ల సమరేఖ, సూక్ష్మరేఖ లక్షణాలు వాటికి మూలమైన మాగ్మా అవశిష్టాలలో బాష్పశీల పదార్థాలు తక్కువ మొత్తాలలో, ఉన్నట్లు పెగ్మటైట్‌ల వయన లక్షణాలు బాష్పశీల పదార్థాలు ఎక్కువ మొత్తాలలో ఉన్నట్లు తెలియజేస్తాయి.

**డోలరైట్**: దీనిని అమెరికాలో **డయబేస్** (diabase) అంటారు. గాబ్రో మాగ్మాయొక్క ఉప పాతాళ రూపం. దీనిలో లబ్రాడొరైట్, ఆగైట్, ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు ఉంటాయి. ఇది సూక్ష్మ లేదా మాధ్యమ రేఖాయుతంగా ఉంటుంది. ఆఫిటిక్ వయనము దీని ముఖ్య లక్షణం. ఆలివీన్‌గాని, హైపర్‌స్థీన్‌గాని ఉంటే దానిని ఆలివీన్- డోలరైట్ లేదా హైపర్‌స్థీన్ డొలరైట్ అంటారు. అనుబంధ



BRAOU

ఖనిజంగా క్వార్ట్జ్ ఉంటే, అప్పుడు దానిని క్వార్ట్జ్- డోలరైట్ అంటారు. గ్రేట్‌బ్రిటన్‌లో రసాయన మార్పుచెందిన డోలరైట్‌ను డయబేస్ అంటారు. డోలరైట్‌లు తరచుగా తక్కువ లోతులో అంతర్గమ డైక్‌లుగా, సిల్‌లుగా కనిపిస్తాయి. ఇటువంటి అంతర్గములలో డోలరైట్‌లే ఎక్కువ.

'లాంప్రొఫైర్' అనే పదాన్ని ముదురురంగుగల హోలోఫెల్సిక్ లేదా మాఫెల్సిక్ డైక్ శిలల సముదాయానికి వాడతారు. వీటిలో సర్వ పార్శ్వక స్ఫటికాలు ఉంటాయి. అందువల్ల అవి సర్వ పార్శ్వక రూపవయనము లేదా పార్ఫైరిటిక్ వయనము చూపుతాయి. ముదురురంగు ఖనిజాలు ఫీనోక్రిస్టలుగాను, ఆధార ద్రవ్యరాశిలోను కూడా ఉంటాయి. కాని లేతరంగు ఖనిజాలు ఆధార ద్రవ్యరాశిలో మాత్రమే ఉంటాయి. లాంప్రొఫైర్‌లలోని అవశ్యక ఖనిజాలు బయొటైట్, హార్న్‌బ్లెండ్ లేదా పైరాక్సీన్ లేదా ఈ మూడింటి మిశ్రమాలు, ఫెల్‌స్పార్‌లు లేదా ఫెల్‌స్పథాయిడ్‌లు లాంప్రొఫైర్‌లకు వాటిలో ఉన్న ఖనిజాలను బట్టి వేరువేరు పేర్లు పెట్టినారు. ఎపటైట్, ఐరన్ అక్సైడ్‌లు, క్వార్ట్జ్ తరచుగా అనుబంధ ఖనిజాలుగా ఉంటాయి. ఈ శిలల సంఘటన సయనైట్ సంఘటన నుంచి గాబ్రో సంఘటన వరకు ఉండవచ్చు. వీటిలో ఆల్కలీలు, ముఖ్యంగా పొటాషియమ్, ఎక్కువ మొత్తాలలో ఉంటాయి. అవి గ్రానైట్ లేదా గ్రానోడయొరైట్ అంతర్గమాలకు అనుబంధంగా ఉండే డైక్‌ల సముదాయాలుగా కనిపించవచ్చు లేదా ఆలివీన్ బసాల్ట్ లావాలకు అనుబంధంగా అప్రధాన అంతర్గమాలుగా ఉండవచ్చు.

భారతదేశంలో చాలాచోట్ల ఎప్లైట్, పెగ్మటైట్, డోలరైట్, లాంప్రొఫైర్‌ల డైకీలు, సిరలు కనిపిస్తాయి.

బీహార్, రాజస్తాన్, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లలో గ్రానైట్ రాశులలో ఎప్లైట్ సిరలు కనిపిస్తాయి.

సేకరణ యోగ్యమైన మైకానిక్షేపాలున్న పెగ్మటైట్‌లు బీహార్ (కొడర్మామైకా మేఖల)లోను, ఆంధ్రప్రదేశ్ (నెల్లూరుమైకా మేఖల)లోను, రాజస్థాన్ (భిల్వారా మైకా మేఖల)లోను ఉన్నాయి. చాలా గ్రానైట్ రాశులకు అనుబంధంగా అప్రధానమైన పెగ్మటైట్ సిరలు కనిపిస్తాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో విశాఖపట్టణం, కృష్ణా, పశ్చిమ గోదావరి ఖమ్మం జిల్లాలలో కూడా పెగ్మటైట్‌లు ఉన్నాయి.

డోలరైట్ డైక్‌లు చాలా తరచుగా కనిపిస్తాయి. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో కడప హరివాణం (Cuddapah basin) లోని శిలా వినాయాసాలలో డోలరైట్ డైక్‌లు, సిల్‌లు, హైదరాబాదు చుట్టు పక్కల కనిపించే గ్రానైట్‌లు, గ్రానిటిక్ శిలలలో డోలరైట్ డైక్‌లు ఉన్నాయి. కర్నాటక, మధ్యప్రదేశ్, బీహార్, రాజస్థాన్, అస్సాంలలోని గ్రానిటిక్ శిలలలో కూడా డోలరైట్ డైక్‌లు కనిపిస్తాయి. వివిధ రాష్ట్రాలలో ఉన్న అంగారక్షేత్రాల (Coalfields)లో డోలరైట్ సిల్‌లు, డైక్‌లు తరచుగా కనిపిస్తాయి.

లాంప్రొఫైర్‌లు పశ్చిమ బెంగాల్‌లోని అంగార క్షేత్రాలలోను, రాజస్థాన్, తమిళనాడు, కర్నాటకలలోను, ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో కర్నూలు జిల్లాలోని చెలమ ప్రాంతాలలోను ఉన్నాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

6. డోలరైట్ చూపే అభిలాక్షణిక వయనం- - - - - - - - - - - - -.

........................................................................

........................................................................

## 5.4 అగ్నిపర్వత శిలలు

### 5.4.1 రయొలైట్ (rhyolite), డేసైట్ (dacite)

రయొలైట్ గ్రానైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వతశిల. గ్రానైట్‌లో ఉండే ఖనిజాలే దీనిలో ఉంటాయి. ఇది సాధారణంగా సూక్ష్మరేణుయుతంగాను, ఒక్కొక్కప్పుడు పార్ఫైరిటిక్ వయనంలోను ఉంటుంది. క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌ల ఫీనోక్రిస్టలు అధిక పరిమాణంలో ఉన్న గూఢ స్ఫటికీయ లేదా

BRAOU

కాచమయ ఆధార ద్రవ్యరాశిలో ఇమిడి ఉంటాయి. ఆధార ద్రవ్యరాశిలో తరచుగా ప్రవాహపట్టిలో నిమ్మదికనిపిస్తుంది. రయొలైట్ యొక్క పూర్ణకాచమయరూపము **అబ్సిడియన్** (obsidian) ఇది నలుపురంగులో ఉంటుంది. కాచద్యుతిని చూపుతుంది. రెజిన్ ద్యుతినిగాని, పిచ్‌వంటి ద్యుతినిగాని చూపే కాచమయ రూపాలను **పిచ్‌స్టోన్** ( pitchstone) అంటారు.

ఆర్థోక్లేస్ కంటే ప్లేజియోక్లేస్ బాగా ఎక్కువగా ఉన్న రయొలైట్‌లను **డేసైట్‌లు** అంటారు. రసాయన సంఘటనలో ఇవి గ్రానోడయొరైట్, టోనలైట్, క్వార్ట్‌జ్-డయొరైట్‌లకు దగ్గరగా ఉంటాయి. డేసైట్‌లు సంఘటనలోను, వయనంలోను మరొక అగ్నిపర్వతశిల అయిన **అండిసైట్**‌కు దగ్గరగా ఉండవచ్చు. కాని దీనిలో అండిసైట్‌లో కంటె క్వార్ట్‌జ్ చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. రయొలైట్‌కు, డేసైట్‌కు మధ్యస్థంగా ఉండే శిలను **రయోడేసైట్** (rhyodacite) అంటారు.

భారతదేశంలో రయొలైట్‌లు రాజస్థాన్, కాశ్మీర్‌లలోను, మహారాష్ట్ర, గుజరాత్‌ల లోని దక్కన్ ట్రాప్‌లలో అంగవిభాజిత (differentiated) రూపాలుగాను కనిపిస్తాయి. దక్కన్ ట్రాప్‌లలో కాచమయ శిలలు కూడా ఉన్నాయి. డేసైట్‌లు కాశ్మీర్‌లో కనిపిస్తాయి.

### 5.4.2 ట్రాకైట్ (trachyte), ఫోనొలైట్ (phonolite)

ట్రాకైట్ సయనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వత శిల. **ఫోనొలైట్** నెఫిలీన్-సయనైట్ లేదా ల్యూసైట్- సయనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వత శిల. ఇవి సూక్ష్మ రేణుయుతంగాను, పార్ఫిరిటిక్ వయనంతోను ఉండవచ్చు. ట్రాకైట్‌లలో ఆర్థోక్లేస్ (సానిడిన్) లేదా ఇతర ఆల్కలీఫెల్‌స్పార్‌లు ప్రవాహ దిశలో అమరిన ఆల్కలీ ఫెల్‌స్పార్ ఫలకాల (trachytle texture)తో కూడి ఉన్న ఆధార ద్రవ్యరాశిలో ఫీనోక్రిస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. ట్రాకైట్‌లకు వాటిలో ఉండే ప్రధానమైన మాఫిక్ ఖనిజం ఆధారంగా పేర్లు పెడతారు. ఉదా: బయొటైట్-ట్రాకైట్, ఆగైట్- ట్రాకైట్ మొదలైనవి. ట్రాకి అండిసైట్ (trachyandesite) మోంజోనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వత శిల.

భారత దేశంలో ట్రాకైట్‌లు కాశ్మీర్‌లో ఉన్నాయి. దక్కన్‌లావాలలో అంగవిభాజిత రూపాలుగా కూడా కనిపిస్తాయి. ఫోనొలైట్ శిలలు స్వల్ప పరిమాణంలో రాజస్థాన్‌లో ఉన్నట్లు తెలుస్తున్నది.

### 5.4.3 అండిసైట్ (andesite), బసాల్ట్ (basalt)

అండిసైట్‌లు, బసాల్ట్‌లు చాలా ముఖ్యమైన శిలలు. అగ్నిపర్వత శిలలన్నింటిలోకి అత్యధిక పరిమాణంలో ఉండే శిలలు బసాల్ట్‌లు. వీటితరువాత అండిసైట్‌లు వస్తాయి.

BRAOU

అండిసైట్‌లో ఫెల్సిక్ ఖనిజాలు అధికంగా ఉంటాయి. ప్లేజియోక్లేస్ (ఆండిసీన్) ప్రధాన ఖనిజం. కొద్దిమొత్తంలో ఆల్కలీఫెల్‌స్పార్ ఉండవచ్చు. క్వార్ట్‌జ్ సాధారణంగా కనిపించదు. కాని ఇది గూఢస్ఫాటికీయంగా లేదా కాచమయంగా ఉండే ఆధార ద్రవ్యరాశిలో ఉండవచ్చు. బయొటైట్, హార్న్‌బ్లెండ్, ఆగైట్, ఎన్‌స్టటైట్, లేదా హైపర్‌స్థీన్ తరచుగా కనిపించే మాఫిక్ ఖనిజాలు. వీటిని బట్టి అండిసైట్‌లోని రకాలకు బయొటైట్ అండిసైట్ మొదలైన పేర్లుపెడతారు. అండిసైట్‌లు సాధారణంగా పార్ఫిరిటిక్ వయనం చూపుతాయి. ఫెల్‌స్పార్‌లు, మాఫిక్ ఖనిజాలు ఫీనోక్రిస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. ఆధార ద్రవ్యరాశి ట్రాకిటిక్ వయనాన్ని చూపవచ్చు. అండిసైట్ సంఘటనగల కాచమయ శిలలను **విట్రో-అండిసైట్‌లు** (Vitro-andesites) లేదా **హయాలో- అండిసైట్‌లు** (hyalo-andesites) అంటారు.

**బసాల్ట్‌లు** గాబ్రోలు, డోలరైట్‌లకు తుల్యమైనవి అగ్నిపర్వత శిలలు. వీటిలో ఫెల్సిక్, మాఫిక్ ఖనిజాలు దాదాపు సమానమొత్తాలలో ఉంటాయి. ఇవి కాల్సిక్ ప్లేజియోక్లేస్ ప్రధాన ఖనిజంగాను, దానితో పాటు ఎన్నో మాఫిక్ ఖనిజాలు ఉండే లావాలు. మాఫిక్ ఖనిజాలలో ఆగైట్, ఆలివీన్, ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు ముఖ్యమైనవి. హార్న్‌బ్లెండ్, బయొటైట్, హైపర్‌స్థీన్ ప్రత్యేకమైన పరిస్థితులలో మాత్రమే ఉంటాయి. అసంతృప్త రకాలలో ల్యూసైట్, నెఫిలీన్ ఉండవచ్చు. సాధారణంగా బసాల్ట్‌లను రెండు వర్గాలుగా విభజిస్తారు. అవి 1. ఆలివీన్ ఉన్న బసాల్ట్‌లు వీటిని పిక్రైట్ బసాల్ట్‌లు (picrite

bassalts) అంటారు. 2. ఆలివీన్ లేని బసాల్ట్‌లు - వీటిని థూలైట్‌లు (tholeites) అంటారు. థూలిటిక్ బసాల్ట్‌లలో తరచుగా క్వార్ట్జ్ ఉంటుంది.

బసాల్ట్‌లు సూక్ష్మరేణుయుతంగా గాని పోర్ఫిరిటిక్ వయనంతో గాని ఉండవచ్చు. ఆలివీన్, ఆగైట్, లేదా ప్లేజియోక్లేస్ ఫీనోక్రిస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. ఇవి వివర నిర్మితిని, వివర పూర్వక నిర్మితిని చూపవచ్చు. వివరాలు సాధారణంగా జియొలైట్‌ల స్ఫటికాలతోగాని, సిలికా యొక్క గూఢస్ఫాటికీయ లేదా అస్ఫాటికీయ రూపాలతోగాని నిండి ఉంటాయి. బసాల్ట్ సంఘటనగల కాచమయ రూపాలను టాకిలైట్ (tachylite) అంటారు.

భారతదేశంలో ఆండిసైట్‌లు ప్రధానంగా బీహార్‌లోని రాజమహల్ ప్రాంతంలోనూ, కాశ్మీర్‌లోనూ,
ఉన్నాయి. ఇవి దక్కన్ లావాలలో అంగవిభాజిత రూపాలుగా కూడా కనిపిస్తాయి.

దక్కన్‌లావాలు బసాల్ట్ శిలలకు విశిష్టమైన ఉదాహరణ. ఇవి మహారాష్ట్ర, గుజరాత్, మధ్యప్రదేశ్, ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రాలలో సుమారు 15 లక్షల చదరపు కిలోమీటర్‌ల మేర విస్తరించి ఉన్నాయి. బసాల్ట్ శిలలు కాశ్మీర్, అస్సాం, బీహార్‌లలో కూడా కనిపిస్తాయి.

పైన వర్ణించిన పాతాళ, అగ్నిపర్వత శిలలను, వాటి రసాయన, ఖనిజ సంఘటనలలో కనిపించే పోలికల ఆధారంగా కింది విధంగా క్రోడీకరించవచ్చు.

| పాతాళ శిలలు | అగ్నిపర్వత శిలలు (దాదాపుగా తుల్యమైనవి) |
|---|---|
| గ్రానైట్ | రయొలైట్ |
| ఎడమలైట్ | రయోడేసైట్ |
| గ్రానోడయొరైట్ | డేసైట్ |
| టోనలైట్ | |
| డయొరైట్ | ఆండిసైట్ |
| సయనైట్ | ట్రాకైట్ |
| నెఫిలీన్-సయనైట్ లేదా | |
| లూసైట్-సయనైట్ | ఫోనొలైట్ |
| గాబ్రో | బసాల్ట్ |

B R A O U

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

7. క్రింది శిలలకు తుల్యమైన పాతాళ శిలలను పేర్కొనండి.

(అ) రయొలైట్

(ఆ) ట్రాకైట్

(ఇ) బసాల్ట్

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

## 5.5 సారాంశం

ఈ భాగంలో ముఖ్యమైన అగ్నిశిలల ఖనిజ సంఘటన, వయనము, ఉనికి , భారతదేశములో వాటి విస్తరణలకు సంబంధించిన వివరాలను ఇచ్చాము. విభిన్న అగ్నిశిలలను శ్రేణులుగా అమర్చాము. ఒక్కొక్క శ్రేణిలోని శిలలలో ఖనిజ సంఘటన, వయన లక్షణాలలో క్రమమైన మార్పు కనిపిస్తుంది. అంతేకాక శిలలను వాటి ఉనికి ఆధారంగా పాతాళ, ఉపపాతాళ, అగ్నిపర్వత శిలలుగా కూడా విభజించాము.

## 5.6 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి- మాదిరి సమాధానాలు

1.
   అ) క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లు
   ఆ) ప్లేజియోక్లేస్ (ఆండిసీన్), క్వార్ట్జ్
   ఇ) ప్లేజియోక్లేస్ (ఆండిసీన్)
2. పెరుగుతుంది
3. మోంజొనైట్
4. నెఫిలీన్ సయనైట్ అసంతృప్తశిల కాబట్టి దానిలో క్వార్ట్జ్ ఉండదు.
5. అ) పైరాక్సినైట్ - ఆవశ్యక ఖనిజం పైరాక్సీన్
   ఆ) డ్యూనైట్ - ఆవశ్యక ఖనిజం ఆలివీన్
6. ఆఫిటిక్ వయనము
7. అ) గ్రానైట్
   ఆ) సయనైట్
   ఇ) గాబ్రో

## 5.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి:**

1. క్రింద ఇచ్చిన శిలల వర్ణనాత్మక లక్షణాలను ఆవశ్యక ఖనిజాలు, అనుబంధ ఖనిజాలు, వయనాలు అనే శీర్షికల కింద వివరంగా తెలియ చేయండి. వాటి ఉనికి విధానాలను గురించి కూడా తెలియ జేయండి.

   గ్రానైట్, గ్రానొడయొరైట్, డయొరైట్, సయనైట్, గాబ్రో, పెరిడొటైట్ ఎక్లొైట్, డోలరైట్, లాంప్రొఫైర్ రయొలైట్, డేసైట్, ట్రాకైట్, ఆండిసైట్ బసాల్ట్.
2. పెగ్మటైట్‌లు అంటే ఏమిటి? శిలాశాస్త్రరీత్యా వాటికున్న ప్రాముఖ్యం ఏమిటి?

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.**

1. కింద ఇచ్చిన అగ్నిశిలారకాల ఖనిజ లక్షణాలను గురించి తెలియజేయండి. ఎడమలైట్, టొనలైట్, మోంజొనైట్, నెఫిలీన్- సయనైట్, నోరైట్, సర్పెంటినైట్, రయోడేసైట్, ఫోనోలైట్, ట్రాకి ఆండిసైట్.
2. 'గ్రానైటీకరణ' అంటే ఏమిటి?
3. కింది వాటిని గురించి క్లుప్తంగా వ్రాయండి



BRAOU

i) ఏక ఖనిజ శిలలు;
ii) అగ్ని పర్వత కాచాలు

4. భారతదేశంలో ఈ కింది శిలారకాల విస్తరణను గురించి క్లుప్తంగా తెలియజేయండి. గ్రానైట్, గాబ్రో, పెగ్మటైట్, డోలరైట్ బసాల్ట్.

## 5.8 పదకోశం

అబ్సిడియన్ : రయొలైట్ శిలయొక్క పూర్ణకాచమయ రూపం; కాచద్యుతి చూపుతుంది.

అండిసైట్ : ప్లేజియొక్లేస్ (అండిసీన్) అధికంగా ఉన్న ఫెల్సిక్ లావా. సంఘటనలో డయొరైట్ లేదా క్వార్ట్జ్- డయొరైట్‌కు తుల్యంగా ఉంటుంది.

ఆల్కాలిక్ లేదా ఆల్కాలైన్ శిలలు : మాగ్మాలో ఉన్న సిలికాతో ఫెల్‌స్పార్‌ను రూపొందించటానికి కావలసిన సోడియం లేదా పొటాషియం లేదా రెండు కలిసి ఉండవలసినదానికంటె ఎక్కువ పరిమాణంలో ఉన్న అగ్ని శిలలు.

ఎడమెలైట్ : పోటాష్ ఫెల్‌స్పార్, సోడిక్ ప్లేజియోక్లేస్ సమాన పరిమాణాలలో ఉన్న అగ్నిశిలలు.

ఎనార్థొసైట్ : లబ్రాడొరైట్ మాత్రమే ఉండే ఏక ఖనిజ శిల.

ఎప్లైట్ : క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ ఉన్న లేత రంగుగల సూక్ష్మరేణుయుత శిల పాతాళ శిలా రాశులలో సిరలుగా, డైక్‌లుగా ఉంటుంది.

ఏక ఖనిజశిల : కేవలం ఒక ఖనిజం మాత్రమే ఉన్న శిలలు.

గాబ్రో : ప్రధానంగా కాల్సిక్‌ప్లేజియోక్లేస్, ఆగైట్ ఉన్న మాఫెల్సిక్ పాతాళ అగ్నిశిల.

గ్రానిటిక్ శిలలు : గ్రానైటీకరణ వల్ల ఏర్పడిన శిలలు.

గ్రానైట్ : క్వార్ట్జ్ పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్, కొన్నిసార్లు ప్లేజియోక్లేజ్ కూడా అవశ్యక ఖనిజాలుగా ఉన్న పాతాళ అగ్నిశిల. పాతాళ శిలలన్నిటిలో అత్యధిక పరిమాణంలో ఉన్నశిల.

గ్రానైటీకరణ : ఘనరూపశిలలు, మాగ్మా దశద్వారా పోకుండా, గ్రానిటిక్ సంఘటన, వయనం గల శిలలుగా మార్పు చెందడానికి కారణ భూతమైన ప్రక్రియలు.

గ్రానొడయొరైట్ : గ్రానైట్ వంటి శిలే కాని దీనిలో గ్రానైట్‌లో కంటె తక్కువ క్వార్ట్జ్ తక్కువ పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్, ఎక్కువ సోడిక్ ప్లేజియోక్లేజ్ ఉంటాయి.

టాకిలైట్ : బసాల్టిక్ సంఘటనగల కాచమయశిల.

టొనలైట్ : ఆర్థోక్లేస్ కన్నా ప్లేజియోక్లేస్ చాలా ఎక్కువ ఉన్న గ్రానొడయొరైట్ రకం.

ట్రాకిఅండిసైట్ : మోంజొనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వత శిల.

ట్రాకైట్ : సయనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్నిపర్వతశిల.

డయబేస్ : అమెరికాలో డోలరైట్, గ్రేట్‌బ్రిటన్‌లో రసాయనమార్పు చెందిన డొలరైట్.



BRAOU

డయొరైట్ : ఆండిసీన్ ప్లేజియోక్లేస్ అవశ్యక ఖనిజంగా ఉన్న పాతాళ అగ్నిశిల.

డేసైట్ : ఆర్థోక్లేస్ కన్న ప్లేజియోక్లేస్ అధికంగా ఉన్న రయొలైట్, సంఘటనలో గ్రానొడయొరైట్‌కు తుల్యమైనది.

డోలరైట్ : గాబ్రో మాగ్మా యొక్క ఉప పాతాళ రూపము.

డ్యూనైట్ : ఆలివీన్ మాత్రమే ఉన్న ఏక ఖనిజశిల.

థూలైట్ : ఆలివీన్ లేని బసాల్ట్.

నోరైట్ : క్లైనోపైరాక్సీన్ కంటె హైపర్‌స్థీన్ అధికంగా ఉన్న గాబ్రో.

పిక్రైట్ బసా : ఆలివీన్ ఉన్న బసాల్ట్.

పిచ్‌స్టోన్ : రెజిన్ లేదా పిచ్‌ద్యుతి చూపే కాచమయ రయొలైట్.

పెగ్మటైట్ : పాతాళ అగ్నిశిలారాశులకు బయట సిరలుగా, డైక్‌లుగా ఉండే అతి స్థూలరేణుయుతశిల. క్వార్ట్జ్, ఆల్కాలీ ఫెల్‌స్పార్‌లు, మైకాలు ప్రధాన ఖనిజాలు (సరళ పెగ్మటైట్‌లు). ఒక్కొక్కప్పుడు ఇంకా ఎన్నో అరుదైన ఖనిజాలు కూడా ఉండవచ్చు (సంక్లిష్ట పెగ్మటైట్‌లు).

పెరిడొటైట్ : ఆలివీన్ ప్రధాన ఖనిజముగా ఉండి, దానికితోడు పైరాక్సీన్, ఆంఫిబోల్ లేదా మైకా ఉన్న అగ్నిశిల.

పైరాక్సినైట్ : పైరాక్సీన్ మాత్రమే ఉన్న ఏక ఖనిజ శిల.

ఫోనొలైట్ : నెఫిలీన్- సయనైట్ లేదా లూసైట్- సయనైట్‌కు తుల్యమైన అగ్ని పర్వతశిల.

బసాల్ట్ : గ్రాబ్రో, డోలరైట్‌లకు తుల్యమైన అగ్నిపర్వతశిల. అగ్నిపర్వత శిలలన్నింటిలోకి అధిక పరిమాణంలో ఉన్న శిల.

మోంజొనైట్ : ఆల్కాలీఫెల్‌స్పార్‌లకు సమాన పరిమాణంలో ప్లేజియోక్లేస్ ఉన్న సయనైట్ రకం.

రయొలైట్ : గ్రానైట్‌కు తుల్యమైన అగ్ని పర్వతశిల.

రయొడేసైట్ : రయొలైట్‌కు, డేసైట్‌కు మధ్యస్థంగా ఉండే అగ్నిపర్వతశిల. ఎడమెలైట్‌కు తుల్యమైన శిల

లాంప్రొఫైర్ : ముదురు రంగుతో, చాలా సర్వ పార్శ్వక స్ఫటికాలు ఉండి, సర్వ పార్శ్వక రూప వయనము లేదా పాన్‌ఇడియోమార్ఫిక్ వయనము చూపే ఈ పోర్ఫిరిటిక్ లేదా మాఫిక్ డైక్‌శిల

విట్రో అండిసైట్ : అండిసైట్ సంఘటన గల కాచమయ శిల.

సర్పెంటినైట్ : మాగ్మా సంబంధమైన ఉష్ణజలీయ చర్యలవల్ల మాగ్మా చివరిదశలో లేదా అతరవాత దశలో ఏర్పడిన సర్పెంటీన్ సముదాయపు ఖనిజాలతో ఏర్పడిన శిల.

హయలో అండిసైట్ : విట్రో అండిసైట్‌కు మరొక పేరు.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-6 : మాగ్మాలు

పాఠ్యాంశాలు

6.0 లక్ష్యాలు
6.1 పరిచయం-మాగ్మాలు
6.2 మాగ్మాల రసాయన సంఘటన
6.3 మాగ్మాల భౌతిక - రసాయన స్వభావం
6.4 మాగ్మాల ఉష్ణోగ్రత
6.5 ఆది మాగ్మాలు
6.5.1 ఆది మాగ్మాల రసాయన సంఘటన
6.6 ఆది మాగ్మాల ఉద్భవం
6.7 సారాంశం
6.8 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు
6.9 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
6.10 పదకోశం

## 6.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో మాగ్మాల రసాయన సంఘటన, వాటి భౌతిక-రసాయన స్వభావము, ఉష్ణోగ్రత, ఆది మాగ్మాలను గురించి వర్ణించి, మాగ్మాల ఉద్భవాన్ని వివరించడంమూ ముఖ్య లక్ష్యం.

ఈ భాగం పూర్తి చేసేసరికి, మీరు:

- 'మాగ్మా' అనే పదాన్ని నిర్వచించగలుగుతారు;
- మాగ్మాల రసాయన సంఘటనను వర్ణించగలుగుతారు;
- మాగ్మాల భౌతిక-రసాయన స్థితిని, ఉష్ణోగ్రతలను గురించి చెప్పగలుగుతారు;
- ఆదిమాగ్మాలను వర్ణించగలుగుతారు;
- మాగ్మాల ఉద్భవాన్ని గురించి వివరించగలుగుతారు.

BRAOU

## 6.1 పరిచయం - మాగ్మాలు

శిలాశాస్త్రజ్ఞులందరికీ సమ్మతమయ్యే విధంగా 'మాగ్మా' (magma) అనే పదాన్ని నిర్వచించడం చాలా కష్టం. సూక్ష్మంగా చెప్పవలెనంటే, మాగ్మా అనేది వేడిగా ఉండే ఒక ద్రవీభూత శిలా పదార్థం. ఇది అగ్నిశిలలకు మూలపదార్థం. అయితే మాగ్మాకు ఇంకా ఎన్నో లక్షణాలు ఉన్నాయి. అగ్ని పర్వతాల ద్వారా ఉపరితలం మీదికి వచ్చిన మాగ్మాలను లావాలు (lavas) అంటారు. ఈ లావాల పరిశీలనల వల్ల మాగ్మాల భౌతిక, రసాయన స్వభావాలకు సంబంధించిన సమాచారం ఎంతో లభిస్తుంది. ఎఫ్.ఎఫ్. గ్రౌట్ (F.F. Grout) ఇచ్చిన నిర్వచనం మాగ్మాల ప్రకృతిని గురించి సంపూర్ణంగా తెలుపుతుంది.

"మాగ్మా అనేది ప్రకృతి సిద్ధమైన ఒక ప్రవాహి (Fluid). దీని ఉష్ణోగ్రత సాధారణంగా చాలా ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఇది వివిధ సిలికేట్‌ల ద్రావణము. సిలికేట్‌లతో బాటు కొన్ని ఆక్సైడ్‌లు,

సల్ఫైడ్‌లు, నీరు కూడా దీనిలో ఉంటాయి. ఇవన్నీ పీడన వల్ల ద్రావణ స్థితిలో ఉంటాయి. నీరు ఉండటంవల్ల దీని స్నిగ్ధత తగ్గుతుంది. అయితే ఇది ప్రవహించగలగడానికి ఉష్ణం ముఖ్య కారణం. వృద్ధి చెందుతున్న స్ఫటికాలతోగాని కరిగిపోతున్న స్ఫటికాలతోగాని కూడి ఉన్న ప్రవాహిని కూడా మాగ్మాగానే పరిగణించాలి. అయితే ఈ స్ఫటికాలవల్ల దానికి దృఢత్వం (rigidity) వచ్చి ఉండకూడదు."

## 6.2 మాగ్మాల రసాయన సంఘటన

మాగ్మాలను ప్రత్యక్షంగా పరిశీలించడం సాధ్యంకాదు కాబట్టి వాటి భౌతిక రసాయన స్వభావాల గురించి మాగ్మాల ఉపరితల రూపాలైన లావాలను ఈ మాగ్మాలు, లావాల నుంచి ఘనీభవన ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడిన శిలలను అధ్యయనం చేసి తెలుసుకోవలసి ఉంటుంది. అయితే మాగ్మాలలో ప్రముఖ భాగమైన బాష్పశీల ఘటకాలు భూమిలోపల మాగ్మాలు ఘనీభవించేటప్పుడు లేదా ఉపరితలం మీదకి అవి ఉద్గతమైనప్పుడు చాలా వరకు తప్పించుకొనిపోతాయి. కాబట్టి రసాయన విశ్లేషణల ద్వారా సంపాదించిన అగ్నిశిలల రసాయన సంఘటన మాగ్మాల రసాయన సంఘటనను పూర్తిగా సూచించదు.

మనకు తెలిసిన రసాయన మూలకాలు దాదాపుగా అన్నీ అగ్నిశిలలలో కనిపిస్తాయి. వీటిలో కేవలం తొమ్మిదిమూలకాలు- ఆక్సిజన్, సిలికాన్, అల్యూమినియం, ఐరన్, కాల్షియం, సోడియం, పొటాషియం, మెగ్నీషియమ్, టైటానియం, అగ్నిశిలల స్థూల సంఘటనలో దాదాపు 99.25 శాతం మేరకు ఉంటాయి. ఇతర మూలకాలన్నీ కలిసి మిగిలిన 0.75 శాతం మాత్రమే ఉంటాయి.

దాదాపు 5000 విశ్లేషణలు ఆధారంగా క్లార్క్, వాషింగ్‌టన్ అగ్నిశిలల సగటు సంఘటనను గణనచేసినారు. వివిధ మూలకాల బరువు శాతాలను, ఆయా మూలకాల ఆక్సైడ్‌ల బరువు శాతాలను కింది పట్టికలోని మొదటి, రెండవ వరసలలో ఇచ్చినాము. మాగ్మాల సగటు రసాయన సంఘటన దీనికి దగ్గరగా ఉంటుందని అనుకోవచ్చు.

BRAOU

### మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

1. 'మాగ్మా' అనే పదాన్ని నిర్వచించండి.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

.......................................................................................................

| మూలకము | బరువుశాతము | ఆక్సైడ్ | బరువుశాతము |
|---|---|---|---|
| ఆక్సిజన్ | 46.590 | $SiO_2$ | 59.120 |
| సిలికాన్ | 27.720 | $Al_2O_3$ | 15.340 |
| అల్యూమినియం | 8.130 | $Fe_2O_3$ | 3.080 |
| ఐరన్ | 5.010 | FeO | 3.800 |
| కాల్షియం | 3.630 | MgO | 3.490 |
| సోడియం | 2.850 | —— | —— |
| పొటాషియం | 2.600 | CaO | 5.080 |
| మెగ్నీషియం | 2.090 | $Na_2O$ | 3.840 |
| టైటానియం | 0.630 | $K_2O$ | 3.130 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ఫాస్ఫరస్ | 0.130 | $H_2O$ | 1.150 |
| హైడ్రోజన్ | 0.130 | $CO_2$ | 0.102 |
| మాంగనీస్ | 0.100 | $TiO_2$ | 1.050 |
| సల్ఫర్ | 0.052 | $ZrO_2$ | 0.039 |
| బేరియం | 0.050 | $P_2O_5$ | 0.299 |
| క్లోరిన్ | 0.048 | Cl | 0.048 |
| క్రోమియం | 0.037 | F | 0.030 |
| కార్బన్ | 0.032 | S | 0.052 |
| ఫ్లోరిన్ | 0.030 | $(Ce,Y)_2O_3$ | 0.020 |
| జిర్కోనియం | 0.026 | $Cr_2O_3$ | 0.055 |
| నికెల్ | 0.002 | $V_2O_3$ | 0.026 |
| స్ట్రాన్షియం | 0.019 | MnO | 0.124 |
| వెనేడియం | 0.017 | NiO | 0.025 |
| సీరియం, ఇట్రియం | 0.015 | BaO | 0.055 |
| కాపర్ | 0.010 | SrO | 0.022 |
| ఇతర మూలకాలు | 0.034 | మిగిలినవి | 0.023 |
| | 100.000 | | 100.000 |

## 6.3 మాగ్మాల భౌతిక - రసాయన స్వభావం

భౌతిక - రసాయన స్థితి దృష్ట్యా మాగ్మాలను బహ్వాంశ వ్యవస్థలు (multi component systems) గా పరిగణించవచ్చు. ఇటువంటి వ్యవస్థలో ఒక ద్రవ ప్రావస్థ (phase), వివిధ ఖనిజాల స్ఫటికాలతో కూడుకొని ఉన్న ఎన్నో ఘనప్రావస్థలు ఉంటాయి. వీటితో బాటు ఒక వాయుప్రావస్థ కూడా ఉండవచ్చు. ద్రవ ప్రావస్థను వివిధ అంశాల (components) ద్రావణంగా పరిగణించవచ్చు. అగ్ని శిలలలో సిలికేట్‌లు అత్యధిక పరిమాణంలో ఉంటాయి. కాబట్టి ఈ ద్రవంలో అధిక భాగం సిలికేట్ సంఘటన గల పదార్థంతో ఏర్పడి ఉండాలి. ఈ ద్రవంలో ఉన్న వివిధ సిలికేట్‌ల భౌతిక నిర్మాణం (constitution) గురించి మనకు నిర్దిష్టంగా తెలియదు. సిలికేట్ ఖనిజాలలో కనిపించే $(Sio_4)$, $(Alo_4)$ సముదాయాలతో కూడిన సంసంజక నిర్మితులు (coherent structures) ఈ ద్రవంలో కూడా ఉండవచ్చు. ఈ సముదాయాలతో పాటు $Na^+, Ca^+, K^+, Mg^+, Fe^+$) మొదలైన స్వేచ్ఛ కాటయాన్‌లు కూడా ఉంటాయి. $(Sio_4)$, $(Alo_4)$ సముదాయాలు గిన రీతులలో బంధితం కావడంవల్ల $(Sio_2)$, $(AlSio_4)$, $(AlSio_2O_6), (AlSi_3o_8)$ మొదలైన సంయుక్త సముదాయాలు రూపొందవచ్చు. ఈ సంయుక్త సముదాయాలు తగిన కాటయన్‌లతో సంధింపబడడం వల్ల వివిధ సిలికేట్‌లు ఏర్పడతాయి. సంయుక్త సముదాయాలు ఏర్పడటానికి కావలసిన ప్రతిచర్యలన్నీ మాగ్మా సంఘటన, ఉష్ణోగ్రతల మీద ఆధారపడి ఉంటాయి.

## 6.4 మాగ్మాల ఉష్ణోగ్రత

లావాప్రవాహాల ఉష్ణోగ్రతలను కొలవడం సాధ్యమేకాని, మాగ్మాల ఉష్ణోగ్రతలను ప్రత్యక్షంగా కొలవడం వీలుకాదు. మాగ్మాలనుంచి ఏర్పడే ఖనిజాల లేదా శిలల ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రతల ఆధారంగా మాగ్మాల ఉష్ణోగ్రతలను అంచనా కట్టవలసి ఉంటుంది. మాగ్మాలు పీడనం అధికంగా ఉన్న లోతైన ప్రాంతాలలో ఘనీభవిస్తాయి. కాబట్టి, ఖనిజాలు వాటివాటి యదార్థ ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతల కన్న చాలా



BRAOU

తక్కువ ఉష్ణోగ్రతలవద్ద స్ఫటికీకరణ చెందుతాయి. అదేవిధంగా అధికపీడన కింద ఖనిజాలు వాటి యధార్థ ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రతలకన్న చాలా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ద్రవీభవిస్తాయి. అందువల్ల బాగాలోతులో ఏర్పడిన ఖనిజాల ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతలను, ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రతలను ప్రయోగాల ద్వారా నిర్ధారణ చేయడం కష్టం.

లావా ప్రవాహాల ఉష్ణోగ్రత 900°c-11100°c ల మధ్య ఉంటుందని అంచనా. ఎక్కువ మొత్తాలలో వాయు పదార్థాలున్న లావాల ఉష్ణోగ్రత ఇంకా ఎక్కువగా ఉంటుంది. హవాయిలో ఇటువంటి లావాల ఉష్ణోగ్రతలు 1150°c-1350°cల మధ్య ఉన్నట్లు గుర్తించారు.

అయితే, లోతులలో ఉండే అధిక పీడన ప్రభావంవల్ల మాగ్మాలు లావాల ఉష్ణోగ్రతలకన్న చాలా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్దనే ద్రవస్థితిలో ఉండవచ్చు. పాతాళ శిలలలో ఉండే కొన్ని ఖనిజాలపై జరిపిన పరిశోధనల ఆధారంగా శిలా శాస్త్రజ్ఞులు భూపటలంలోని మాగ్మాల ఉష్ణోగ్రతలు 700°c-1100°cల మధ్య ఉండవచ్చునని భావిస్తున్నారు.

## 6.5 ఆది మాగ్మాలు

'అగ్ని శిలలు' అనే పదానికిచ్చిన నిర్వచనాన్ని బట్టి ఈ శిలలు అన్నీ మాగ్మాలు ఘనీభవించడం వల్ల ఏర్పడినాయని తెలుస్తుంది. అగ్ని శిలలలో రసాయన సంఘటనలో వైవిధ్యం చూపే రకాలు ఎన్నో ఉన్నాయి. ప్రతి అగ్ని శిలకు ఒక మాగ్మా ఉన్నట్లు ఊహించడానికి అవకాశం ఉంది. ఇన్ని రకాల మాగ్మాలు ఉండటం అసంభవం అని శిలా శాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు. క్షేత్రంలోను, ప్రయోగశాలలోను జరిపిన పరిశోధనల నుంచి అన్ని రకాల అగ్ని శిలలూ పరిమితమైన సంఖ్యలో ఉన్న మాగ్మాల నుంచి ఏర్పడటానికి వీలుందని తెలుస్తున్నది. ఇవి రెండు కావచ్చు లేదా ఒకటే కావచ్చు. ఈ మాగ్మాలను ఆది మాగ్మాలు (Primary Magmas) అంటారు. ఆది మాగ్మా అనేది ఒక శిలోద్భవ చక్రము యొక్క ప్రారంభంలో ఉన్న అమలినమైన (uncontaminated), విస్తృతమైన మాగ్మారాశి అని వాల్‌స్ట్రామ్ అభిప్రాయపడ్డాడు. రసాయన సంఘటనలలో ఎన్నో వైవిధ్యాలు ఉన్నప్పటికీ, దాదాపు అన్ని రకాల అగ్నిశిలలూ ఈ ఆది మాగ్మాల నుంచి అంగ విభజన (differentiation), ఆత్మరక్షణ (assimilation) అనే రెండు ప్రక్రియల ద్వారా ఏ విధంగా ఉద్భవించడానికి వీలున్నదో శిలాశాస్త్రజ్ఞులు వివరించినారు. ఈ ప్రక్రియలను గురించి తరవాత 10వ భాగంలో తెలుసుకొంటారు.

అంగ విభజన, ఆత్మీకరణ ప్రక్రియలవల్ల ఆది మాగ్మాలు తగు విధంగా మార్పుచెందడం మూలంగా ఎన్నో ద్వితీయ మాగ్మాలు ఏర్పడవచ్చు. వీటిని ఉత్పన్న (derivative) మాగ్మాలు అంటారు.

శిలా శాస్త్రజ్ఞులు రెండు ఆది మాగ్మాలు ఉన్నాయని సాధారణంగా భావిస్తారు. ఈ భావన భూపటలంలో వివిధ రకాల అగ్ని శిలల పరిమాణం, ఉనికి మీద ఆధారపడి ఉంది. అత్యధిక పరిమాణం గల బాథొలిత్‌లు, గ్రానైట్‌లు, గ్రానోడయొరైట్‌లు, వంటి సంఘటన గల ఇతర అగ్ని శిలలతోను, కొన్ని వందలవేల చదరపు కిలోమీటర్‌ల విస్తీర్ణంగల సువిశాలమైన పీఠభూములు బసాల్ట్‌శిలలతోను కూడుకొని ఉన్నట్లు అందరికీ తెలుసు. ఉత్తర అమెరికాలో ఈ రెండు వర్గాల శిలలు ఆవరించి ఉన్న ప్రాంతాలకు సంబంధించి డాలీ (Daly) సేకరించిన దత్తాంశాలు కూడా ఈ శిలల ప్రాముఖ్యాన్ని, విస్తృతిని తెలియజేస్తున్నాయి. ఈ పరిశీలనలు, ఇటువంటి ఇతర పరిశోధనల ఆధారంగా రెండు ఆది మాగ్మాలు - గ్రానిటిక్, బసాల్టిక్ మాగ్మాలు, అన్ని రకాల అగ్నిశిలలకు మూలాలు అని శిలా శాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు.

1851 లో బున్సెన్ (Bunsen) రెండు ఆది మాగ్మాలు - ఆమ్ల, మౌలిక మాగ్మాలు - ఉన్నట్లు ఊహించి ఈ రెండు మాగ్మాలు వివిధ అనుపాతాలలో మిశ్రితం కావడం వల్ల వివిధ రకాల అగ్నిశిలలు రూపొందడానికి వీలుందని అభిప్రాయపడ్డాడు. హోమ్స్( Holmes), హార్‌వుడ్(Harwood), ఇంగ్లాండ్‌కు ఉత్తరంగా ఉన్న థూలిటిక్ డైక్‌లపై పరిశోధనలు జరిపిన మీదట బున్సెన్ అభిప్రాయంతో ఏకీభవించినారు.



DRAOU

వివిధ రసాయన సంఘటనలు గల ఎన్నో ఆది మాగ్మాలు ఉండవచ్చునని బడ్డింగ్‌టన్ (Buddington) వాదించినాడు. ఈతని అభిప్రాయం ఉల్కలపైన స్తరితరూప అగ్నిశిలల పైన జరిపిన పరిశోధనల మీద ఆధారపడింది.

భూభౌతిక పరిశీలనల నుంచి భూపటలంలో గ్రానిటిక్, బసాల్టిక్ పొరలు ఉన్నట్లు తెలియవచ్చింది. ఈ పొరలు స్థానికంగా కరిగి గ్రానిటిక్, బసాల్టిక్ మాగ్మాలను రూపొందించవచ్చునని కొందరు భావిస్తున్నారు.

కొందరు శిలా శాస్త్రజ్ఞులు ఆది మాగ్మాలు రెండు కాదని, బసాల్ట్ సంఘటన గల మాగ్మా ఒక్కటే అని, ఈ ఒక్క ఆది మాగ్మానుంచే అగ్నిశిలలలో ఎక్కువ భాగం ఏర్పడటానికివీలుందని నమ్ముతారు. బవెన్ (Bowen), ఆయన అనుచరులు సిలికేట్ ద్రవాల మీద ప్రయోగాలు జరిపి, బసాల్ట్ సంఘటనగల మాగ్మానుంచి దాదాపు అన్ని రకాల అగ్ని శిలలు ఏర్పడవచ్చునని నిరూపించినారు.

ప్రస్తుతం, శిలా శాస్త్రజ్ఞులలో చాలా మంది రెండు ఆది మాగ్మాలు ఉన్నట్లు నమ్ముతున్నారు. ఒక్క బసాల్ట్ మాగ్మానుంచే అన్ని రకాల అగ్ని శిలలు ఏర్పడటానికి సిద్ధాంతరీత్యా వీలున్నప్పటికీ, గ్రానైట్ శిలల అత్యధిక పరిమాణం దృష్ట్యా వాటికి మూలంగా వేరే ఒక మాగ్మా ఉన్నట్లు భావించ వలసి ఉంది.

### 6.5.1 ఆది మాగ్మాల రసాయన సంఘటన

ఈ రెండు మాగ్మాల సుమారు సంఘటనలను గ్రానోడయొరైట్, పీఠభూమి బసాల్ట్‌ల సగటు సంఘటనల నుంచి తెలుసుకోవచ్చు. వివరాలను కింద ఇచ్చాం.

BRAOU

| ఆక్సైడ్‌లు | గ్రానోడయొరైట్ | పీఠభూమి బసాల్ట్ |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 65.01 | 48.80 |
| $Al_2O_3$ | 15.94 | 13.80 |
| $Fe_2O_3$ | 1.74 | 3.59 |
| $FeO$ | 2.65 | 9.78 |
| $MgO$ | 1.91 | 6.70 |
| $CaO$ | 4.42 | 9.38 |
| $Na_2O$ | 3.70 | 2.59 |
| $K_2O$ | 2.75 | 0.69 |
| $H_2O$ | 1.03 | 1.80 |
| $TiO_2$ | 0.57 | 2.19 |
| $MnO$ | 0.07 | 0.17 |
| $P_2 05$ | 0.20 | 0.33 |
| | 100.00 | 100.00 |

పై పట్టిక నుంచి గ్రానోడయొరైట్ సంఘటనకు దగ్గరగా ఉండే గ్రానిటిక్ లేదా ఆమ్ల మాగ్మాతో పోల్చి చూస్తే, $SiO_2, Al_2O_3, Na_2O, K_2O$లు అధిక పరిమాణాలలోను, $FeO, Fe_2O_3, MgO, CaO, TiO_2$లు తక్కువ పరిమాణాలలోను ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే గ్రానిటిక్ మాగ్మాలో సిలికా, అల్యూమినా ఆల్కలీలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. కాని బసాల్టిక్ మాగ్మాలో ఇవి తక్కువగా ఉంటాయి, ఐరన్, మెగ్నీషియమ్, కాల్షియమ్, టైటానియమ్‌ల ఆక్సైడ్‌లు ఎక్కువగా ఉంటాయి.

## 6.6 ఆది మాగ్మాల ఉద్భవం

ఆది మాగ్మాల ఉద్భవాన్ని గురించి రెండు భిన్నమైన అభిప్రాయాలున్నాయి. భూమి మొదట్లో ద్రవస్థితిలో ఉండేదని, అది క్రమేణా శీతలీకరణ చెంది ఘనీభవించడం వల్ల ఘనస్వరూపంగా రూపొందిందని అందరూ నమ్ముతారు. ఈ మూలద్రవంలో ఘనీభవించని కొన్ని భాగాలే ఆది మాగ్మాలు అని ఒక అభిప్రాయం. రేడియో ధార్మిక శక్తి, ఒరిపిడి (friction), పీడన విడుదల, శిలలు వేడిగా ఉన్న భూమి అంతర్భాగంలోకి మారడం, వేడి ద్రవాలు, వాయువుల పైకి కదలడం మొదలైన కారణాల వల్ల శిలలు స్థానికంగా ద్రవీభవించడం మూలంగా ఆది మాగ్మాలు ఏర్పడవచ్చునేది రెండవ అభిప్రాయం.

## 6.7 సారాంశం

ఈ భాగం లో మాగ్మాల రసాయన సంఘటన, భౌతిక - రసాయన స్థితి, ఉష్ణోగ్రత గురించి ఆది మాగ్మాలు, వాటి ఉద్భవంగురించి వర్ణించాము.

మాగ్మా అనేది చాలా వేడిగా ఉన్న ద్రవీభూత శిలా పదార్థము. అగ్నిశిలలకు మూలము ఈ మాగ్మాయే. మాగ్మా అధికమైన లోతులలో ఉద్భవించే ద్రవ పదార్థము. దీనిలో ద్రవ, ఘన, వాయు ప్రావస్థలు మూడు ఉంటాయి. ఆది మాగ్మాల నుంచి అంగ విభజన, ఆత్మీకరణ ప్రక్రియల ద్వారా వివిధ రకాల శిలలు రూపొందుతాయి.

## 6.8 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. భూమి అంతర్భాగంలో ఉండే ద్రవీభూత శిలా పదార్థాన్ని మాగ్మా అంటారు. ఇది అగ్ని శిలలకు మూలము.

## 6.9 మాదిరి పరీక్ష ప్రశ్నలు

**I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. 'మాగ్మా' అంటే ఏమిటి? దాని భౌతిక, రసాయన లక్షణాలను తెలియజేయండి.
2. ఆది మాగ్మాల రసాయన స్వభావం గురించి తెలియజేయండి.

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. 'ఆది మాగ్మాలు, ఉత్పన్న మాగ్మాలు' అనే పదాలను వివరించండి.
2. ఆది మాగ్మాల ఉద్భవాన్ని గురించి వ్యాఖ్యానించండి.

## 6.10 పదకోశం

ఆది మాగ్మా : ఒక శిలోద్భవ చక్రం ప్రారంభంలో ఉన్న అమలినమైన, విస్తృతమైన మాగ్మా రాశి. ఒక ఆది మాగ్మానుంచి ఎన్నో రకాల అగ్నిశిలలు ఉద్భవించవచ్చు.

ఉత్పన్న మాగ్మాలు : ఆది మాగ్మాలు అంగవిభజన, అత్మీకరణ ప్రక్రియలకు గురి అయినప్పుడు వీటినుంచి ఏర్పడే ద్వితీయ లేదా ఉప మాగ్మాలు.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య



BRAOU

# భాగం-7 : మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ

## పాఠ్యాంశాలు


7.0 లక్ష్యాలు

7.1 మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ

7.1.1 ఏకాంశమాగ్మా స్ఫటికీకరణ

7.1.2 ఘన ద్రావణ ధర్మంలేని ద్వి-అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ

7.1.3 ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్వి-అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ

7.2 సారాంశం

7.3 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

7.4 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

7.5 పదకోశం


## 7.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో ఏకాంశ, ద్వి-అంశ మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియలను, ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్వి-అంశమాగ్మా స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియను వివరించాము.

ఈ భాగం పూర్తి చేసిన తర్వాత, మీరు:

- ఏకాంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని వర్ణించగలుగుతారు.
- ద్వి-అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని వర్ణించగలుగుతారు.
- ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్వి-అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని వర్ణించగలుగుతారు.

BRAOU

## 7.1 మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ

స్ఫటికీకరణ చెందడంవల్ల లేదా స్ఫటికీకరణ లేకుండా ఘనీభవించడం ( కాచం లేదా గాజు ఏర్పడడం) వల్ల మాగ్మాలు అగ్ని శిలలుగా రూపొందుతాయి. ఈ ప్రక్రియ జరిగేటప్పుడు మాగ్మాలలోని బాష్పశీల ఘటకాలు చాలా భగం తప్పించుకొనిపోతాయి. స్ఫటిక పదార్థానికి, కాచమయ పదార్థానికి ముఖ్యమైన భేదం ఏమిటంటే స్ఫటికంలో అణువులు లేదా పరమాణు సముదాయాలు ఒక నిర్దిష్టమైన పద్ధతిలో చక్కగా అమరి ఉంటాయి. కాని కాచంలో అవి గుర్తించడానికి వీలైన అమరిక ఏదీ లేకుండా క్రమరహితమైన రీతిలో పోగుపడి ఉంటాయి. గాజు అస్ఫాటిక ఘనపదార్థం. గాజు సాంద్రత దానికి తుల్యమైన స్పటిక పదార్థం సాంద్రత కన్నా తక్కువగా ఉంటుంది. దీనికి కారణం ప్రమాణ ఘన పరిమాణం గల గాజులో అదే ఘనపరిమాణం గల గాజుతో అదే ఘనపరిమాణంగల స్ఫటిక పదార్థంలో కన్న తక్కువ అణువులు ఉండడమే. స్ఫటికంలో అణువులు క్రమ రీతిలో దగ్గర దగ్గరగా అమరిఉంటాయి కాబట్టి ఎక్కువ సంఖ్యలో ఉంటాయి.

మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ గురించి మనకు తెలిసిన విషయాలు కేవలం ప్రయోగశాలలో నియంత్రిత (controlled) పరిస్థితులలో వివిధ సిలికేట్ వ్యవస్థలలోని పాత స్థల సంబంధాలపై చేసిన పరిశీలనలమీద

ఆధారపడినవే. మాగ్మాలలో ఎక్కువ భాగం బాహ్యాంశాలు కలవే. మూడు, నాలుగు లేదా ఐదు ప్రధాన ఘటకాలు, వాటికి తోడుగా ఎన్నో అప్రధాన ఘటకాలు మాగ్మాలలో ఉంటాయి. కేవలం రెండు లేదా ఒక ప్రధాన అంశం ఉన్నా మాగ్మాలు కూడా ఉన్నాయి. కాని ఇవి చాలా అరుదు. రెండు సరళమైన మాగ్మాల ఏకాంశ మాగ్మా, ద్వి అంశ మాగ్మాల స్ఫటికీకరణకు సంబంధించిన ప్రయోగాత్మక పరిశీలనను గురించి కింద చర్చించాము.

### 7.1.1 ఏకాంశ మాగ్మా (Unicomponent Magma)

ఒకే ఒక ఘటకం ఉన్న మాగ్మాను ఏకాంశ మాగ్మా అంటారు. దానినుంచి ఏర్పడిన శిలను ఏక ఖనిజ శిల అంటారు. డ్యూనైట్, పెరాగ్జినైట్, ఎనార్థొసైట్ ఇటువంటి శిలలకు ఉదాహరణలు. వీటిలో వరసగా ఆలివీన్, పైరాగ్జిన్, ప్లేజియోక్లేస్ (లబ్రడొరైట్) ఖనిజాలు ఉంటాయి.

ఏకాంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ అంటే ఒకే ఒక నిర్మలమైన (pure) ఖనిజం దాని సంఘటనే ఉన్న ద్రవం నుంచి స్ఫటికీకరణ చెందడమన్న మాట. ఈ సందర్భంగా ఆగైట్ ఖనిజం స్ఫటికీకరణను రెండు అంశాలు ( factors) ఆధారంగా అధ్యయయనం చేస్తారు. అవి- ఉష్ణోగ్రత, అప్రయత్న స్ఫటికీకరణశక్తి (power of spontaneous crystalisation). అప్రయత్న స్ఫటికీకరణశక్తిని ఒక ప్రమాణ ఘనపరిమాణం గల మాగ్మాలో, ప్రమాణ కాలంలో ఉత్పన్నమైన స్ఫటికాల సంఖ్యగా చెబుతారు. స్ఫటికీకరణ ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వద్ద ప్రారంభమవుతుంది. కాని ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతకు కింద 37°cల ఉష్ణోగ్రత వరకు స్ఫటికీకరణ చాలా నెమ్మదిగా జరుగుతుంది. ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతకు కింద 37°లు, 55°కు మధ్య స్ఫటికీకరణ కేంద్రాల సంఖ్య విపరీతంగా పెరిగి 55° ల వద్ద గరిష్ఠ సంఖ్యను చేరుతుంది. ఆ తరువాత ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతకు కింద 120° ల వరకు స్ఫటికాల సంఖ్య వేగంగా ఈ ఉష్ణోగ్రతవద్ద స్ఫటికీకరణ సమాప్తం కావలసి ఉంటుంది. అటు తరువాత స్ఫటికీకరణకు అవకాశం ఉండదు. ఈ విధంగా స్ఫటికీకరణ ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతవద్ద జరగడాన్ని **అతిశీతలీకరణ** ( supercooling) లేదా **అతి సంతృప్తత** (supersaturation) అంటారు. స్ఫటికాల ఉత్పత్తి నెమ్మదిగా జరిగిన ఉష్ణోగ్రత అవధిని (range) **మిత స్థాయి ప్రాంతము** (metastable region) అనీ, వేగంగా జరిగిన ఉష్ణోగ్రత అవధిని **అతి స్థాయి ప్రాంతం** ( labile region) అనీ అంటారు.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

1. అప్రయత్న స్ఫటికీకరణ శక్తి అంటే ఏమిటి?

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

.............................................................................................

2. స్ఫటికాల ఉత్పత్తి నెమ్మదిగా జరిగే ఉష్ణోగ్రతా అవధిని - - - - - - - - - - - - - అంటారు.

.............................................................................................

.............................................................................................

**అగ్ని శిలల రేణు పరిమాణము:** పైన చెప్పిన విషయాల ఆధారంగా అగ్నిశిలల రేణు పరిమాణాలలోని వైవిధ్యాలను వివరించవచ్చు. మాగ్మా నెమ్మదిగా శీతలీకరణ చెందితే అది స్ఫటికీకరణలోని మరో స్థాయి ప్రాంతంలో ఎక్కువ కాలం గడుపుతుంది. ఈ మరో స్థాయి ప్రాంతంలో తక్కువ స్ఫటికాలు ఉత్పన్నమవుతాయి. అందుచేత ఇవి పెద్దవిగా పెరగడానికి అవకాశం ఉంది. శీతలీకరణ నెమ్మదిగా



BRAOU

జరుగుతున్నందువల్ల ఒక్కొక్కప్పుడు స్ఫటికీకరణ మితస్థాయి ప్రాంతంలోనే పూర్తి కావచ్చు. ఈ కారణంగా ఉత్పన్నమైన అగ్ని శిలలో కొద్ది స్ఫటికాలే అయినా స్థూలమైనవి ఉంటాయి. అందుచేత శీతలీకరణ నెమ్మదిగా జరిగితే స్థూల రేణుయుత వయనాలు రూపొందుతాయి. అట్లాకాక, శీతలీకరణ వేగంగా జరిగితే, మాగ్మా మితస్థాయి ప్రాంతాన్ని త్వరగా దాటి అతిస్థాయి ప్రాంతంలోనికి ప్రవేశిస్తుంది. స్ఫటికీకరణలో ఎక్కువ భాగం ఈ ప్రాంతంలోనే జరుగుతుంది. ఈ ప్రాంతంలో స్ఫటికాలు ఎక్కువ సంఖ్యలో ఏర్పడతాయి, కాబట్టి అవి చిన్నవిగా ఉండి ఉత్పన్నమయ్యే శిల సూక్ష్మ రేణుయుతంగా ఉంటుంది.

శీతలీకరణ అతి వేగంగా జరిగినప్పుడు మాగ్మా స్ఫటికీకరణ దాదాపుగా అసలు జరకకుండానే మితస్థాయి, అతి స్థాయి ప్రాంతాలను దాటుతుంది. ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతకు కింద ఒక ఉష్ణోగ్రత తరవాత పైన చెప్పినట్లు ఆగైట్ విషయంలో ఇది ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతకు 120° కింద స్ఫటికీకరణ జరగడానికి అవకాశం ఉండదు, కాబట్టి మాగ్మా గాజుగా ఘనీభవిస్తుంది. అయితే గాజు ద్రవం అతి శీతలీకరణ చెందడం వల్ల ఏర్పడి ఉంటుంది. కాబట్టి, దానిలో, స్ఫటికాలలో మాదిరిగా, అణువులు లేదా పరమాణు సముదాయాలు నిర్దిష్టమైన క్రమంలో అమరి ఉండవు కాబట్టి, అది చాలా అస్థిరంగా (unstable) ఉంటుంది. గాజు శిలలు భూపటలంలోపల కూరుకొనిపోయినప్పుడు గాని, భౌమ చలనాల వల్ల సంపీడనకు చెందినప్పుడు గాని, అగ్నిమయ అంతర్గమాలవల్ల గాని ఉష్ణమూ, పీడనా, సంచరించే ద్రవాల ప్రభావాలకు గురి అయినప్పుడు నెమ్మదిగా స్ఫటిక పదార్థాలుగా రూపాంతరం చెందుతాయి. ఈ విధంగా గాజు స్ఫాటిక పదార్థంగా రూపాంతరం చెందడాన్ని వికాచనం (devitrification) అంటారు.

అగ్ని శిలల రేణు పరిమాణం కేవలం మాగ్మా శీతలీకరణ వేగం మీదనే ఆధారపడి ఉంటుందని అనుకోరాదు. అయితే ఇది ప్రధానమైన అంశం. రేణు పరిమాణంపై ప్రభావాన్ని చూపే ఇతర అంశాలు: మాగ్మాలోని ఘటకాల సంఖ్య, మాగ్మాలో ఈ ఘటకాల అణు సాంద్రీకరణ, మాగ్మా స్నిగ్ధత.

ఎక్కువ ఘటకాలున్న మాగ్మాలలో, ప్రతి ఘటకం స్ఫటికీకరణ వేగం ఇతర ఘటకాల ఉనికి కారణంగా ఎక్కువ అవుతుంది. అందువల్ల, ఇతర అంశాలు ఒకేరీతిగా ఉన్నాయనుకుంటే, ఒక బాహ్యాంశ మాగ్మానుంచి సూక్ష్మరేణుయుత శిల, ఒకటి లేదా రెండు ఘటకాలు ఉన్న మాగ్మా నుంచి స్థూల రేణుయుత శిల ఏర్పడుతాయని తెలుసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు గాబ్రో, ఎనార్థొసైట్‌లను తీసుకొంటే గాబ్రోలో ఎక్కువ ఖనిజాలుంటాయి, కాబట్టి అది సాపేక్షంగా సూక్ష్మ రేణుయుతంగాను, ఎనార్థొసైట్‌లో ఒకే ఒక ఖనిజం ఉంటుంది కాబట్టి అది స్థూల రేణుయుతంగాను ఉంటాయి.

ఇక ఘటకాల అణుసాంద్రీకరణ విషయానికివస్తే, ఇతర అంశాలు ఒకే రీతిలో వున్నాయనుకుంటే, అతి స్వల్ప పరిమాణాలలో ఉన్న ఘటకాలు, ఎపటైట్, జిర్కాన్ మొదలైన వాటి అణువుల మాదిరివి, సూక్ష్మ స్ఫటికాలను రూపొందిస్తాయి. దీనికి కారణం వాటికి కావలసిన పదార్థం తక్కువగా ఉండటమే. ఎక్కువ మొత్తాలలో ఉన్నా ఘటకాలు స్థూల స్ఫటికాలుగా వృద్ధి చెందుతాయి.

మాగ్మాలోస్ఫటికాలు వృద్ధి చెందాలంటే, అణువులు వాటి వాటి స్ఫటికీకరణ కేంద్రాల వైపునకు విస్తరణ (diffusion) చెందాలి. మాగ్మా స్నిగ్ధత అధికంగా ఉంటే అణువుల విస్తరణ బాగా జరగదు. అందువల్ల స్ఫటికాలు బాగా పెరగవు. దీని మూలంగా శిల సూక్ష్మ రేణుయుతంగా ఉంటుంది. రయొలైట్ మాగ్మాలు బసాల్ట్ మాగ్మాల కంటె ఎక్కువ స్నిగ్ధంగా ఉంటాయి, కాబట్టి రయొలైట్‌లు బసాల్ట్‌లకంటే సూక్ష్మరేణుయుతంగా ఉంటాయి.

మాగ్మాలో నీరు, ఇతర ప్రవాహాలు (fluids) ఉండటం వల్ల వాటి స్నిగ్ధత బాగా తగ్గుతుంది. అందుచేత ఇది ఎక్కువగా ఉన్న మాగ్మాలు స్థూల స్ఫటికాలను రూపొందిస్తాయి.

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

3. వికాచన ప్రక్రియ- - - - - - - - - - - - ఉష్ణోగ్రత, పీడనల ప్రభావంవల్ల సంభవిస్తుంది.

........................................................................................................

........................................................................................................

### 7.1.2 ఘన ద్రావణ ధర్మంలేని ద్వి అంశ మాగ్మా (లేదా ద్వి అంశ వ్యవస్థ) స్ఫటికీకరణ

రెండు స్వతంత్ర ఘటకాలు ఉన్న ద్వి-అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణను ఉష్ణోగ్రత సంఘటన చిత్రం ఆధారంగా వివరించవచ్చు. ఈ చిత్రంలో x-అక్షంమీద సంఘటనను y-అక్షంమీద ఉష్ణోగ్రతను సూచిస్తారు.

ఒక ద్వి అంశ మాగ్మాలో A, B అనే రెండు అంశాలు ఉన్నాయనుకొందాం. A, B లు ఏ అనుపాతం లోనైనా మిశ్రితం కావచ్చు, కాబట్టి A, B ల ద్విఅంశ మాగ్మాలు ఎన్నయినా ఉండవచ్చు. ఉదాహరణకు, 90 శాతం A, 10 శాతం B ఉన్న మాగ్మా (దీనిని $A_{9}0$ $B_{10}$ గా సూచిస్తారు), 80 శాతం A, 20 శాతం B ఉన్న మాగ్మా ($A_{80}$ $B_{20}$) మొదలైనవి. A, B లతో ఏర్పడే అన్ని ద్వి-అంశ మాగ్మాలను కింది చిత్రంలో x-అక్షం మీద సూచించినాము.

A అంశం ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత TA అనుకొందాం. అంటే పూర్తిగా A మాత్రమే ఉన్న మాగ్మా($A_{100}$ $B_{0}$) TA ఉష్ణోగ్రత (చిత్రంలో దీనిని M సూచిస్తుంది) వద్ద స్ఫటికీకరణ చెందుతుందన్న మాట. అదే విధంగా B అంశం ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత $T_B$ అంటే B అంశం మాత్రమే ఉన్న మాగ్మా $A_0$ $B_{100}$ $T_B$ వద్ద (చిత్రంలో N బిందువు) స్ఫటికీకరణ చెందుతుంది అనుకొందాం.

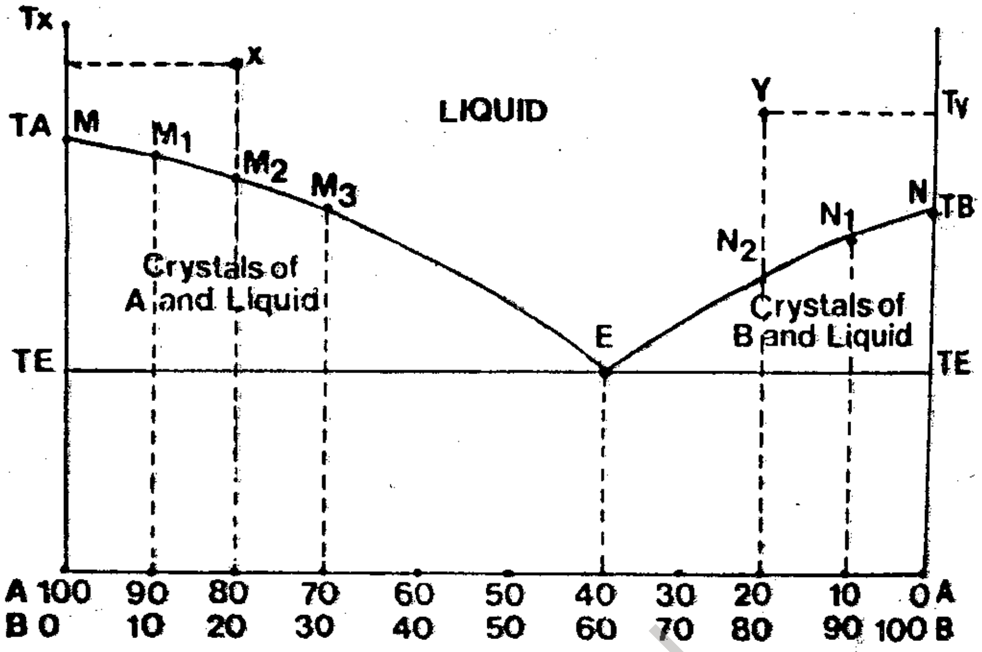
ఏదైనా ఒక ద్వి అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ గురించి చర్చించేటప్పుడు ఒక ముఖ్యమైన సూత్రాన్ని మనసులో ఉంచుకోవాలి. మాగ్మాలో ఉన్న ప్రతిఘటకం విశిష్ట ధర్మాలు ఇతర ఘటకాల ఉనికి కారణంగా కొంత మార్పుచెందుతాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనది ఘనీభవ ఉష్ణోగ్రతలో తగ్గుదల. ప్రస్తుతం చర్చిస్తున్న మాగ్మాలో A మాగ్మా ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రతలో $T_A$ అనుకొన్నాము (M బిందువు). A మాగ్మాకు 10 శాతం B ను చేర్చి $A_{90}$ $B_{10}$ మాగ్మాను రూపొందించినప్పుడు, A ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత కొంత తగ్గుతుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రతను $M_1$ బిందువు సూచిస్తుంది. 20 శాతం B ను చేర్చినప్పుడు ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత ఇంకా కొంత తగ్గుతుంది. దీనిని $M_2$ బిందువు సూచిస్తుంది. ఈ విధంగా ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతూ పోతుంది. ఇదేవిధంగా B మాగ్మాకు A మాగ్మాను చేర్చడంవల్ల B ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత కూడా తగ్గుతూ పోతుంది. వీటిని $N_1$, $N_2$, సూచిస్తాయి ఈ బిందువులను కలుపుతూ రేఖలను గీస్తే ME, NE వక్రాలు రూపొందుతాయి. ఈ రెండు వక్రాలు E వద్ద కలుస్తున్నాయి. ఈ వక్రాలు A, Bల మిశ్రమాలన్నింటి ఘనీభవ ఉష్ణోగ్రతలనూ సూచిస్తాయి. ME, NE వక్రాలను **ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రదావక్రాలు, సంతృప్తవక్రాలు లేదా లిక్విడస్** (Liquidus) లు అంటారు.

చిత్రంలోని ప్రతి బిందువూ ఒక మాగ్మా ఉష్ణోగ్రతను, సంఘటనను సూచిస్తుంది. ఉదాహరణకు 'x' బిందువు $A_{80}$ $B_{20}$ మాగ్మాను,Tx ఉష్ణోగ్రతను సూచిస్తుంది. సంఘటనలో, ఉష్ణోగ్రతలో లేదా రెండింటిలో వచ్చే మార్పు బిందువు కదలిక ద్వారా సూచితమవుతుంది. ఈ విధంగా, బిందువు క్షితిజసమాంతరంగా కదిలితే స్థిరమైన ఉష్ణోగ్రతవద్ద సంఘటనలో మార్పు ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. బిందువు క్షితిజ లంబంగా కదిలితే సంఘటన స్థిరంగా ఉన్నట్లు, ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. బిందువు క్షితిజ లంబంగా కదిలితే సంఘటన స్థిరంగా ఉన్నట్లు, ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. బిందువు వికర్ణంగా (diagonal) కదిలితే ఉష్ణోగ్రత సంఘటన రెండింటిలోను మార్పు ఉన్నట్లు తెలుస్తుంది. ఇక్కడ తెలుసుకోవలసిన మరొక విషయం ఏమిటంటే ME, NE వక్రాలకు ఎగువన ఉన్న బిందువులు సూచించే మాగ్మాలు అసంతృప్తమైనవి. ME వక్రంమీది బిందువులు



BRAOU

సూచించే మాగ్మాలు A తోను, NE వక్రం మీది బిందువులు సూచించే మాగ్మాలు B తోను సంతృప్తత చెందిఉంటాయి. E బిందువు A, B లు రెండింటితో సంతృప్తత చెంది ఉన్న మాగ్మాను సూచిస్తుంది. స్ఫటికీకరణ మొదలైనప్పుడు ఒక ఉష్ణోగ్రతవద్ద మాగ్మా ఏ ఘటకంతో సంతృప్తత చెందిఉంటుందో ఆ ఘటకం స్ఫటికాలు ముందుగా ఏర్పడతాయి.




పటం: 1

పై చిత్రం సహాయంతో Tx° ఉష్ణోగ్రత ఉన్న $A_{80}$ $B_{20}$ ద్విఅంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని అర్థం చేసుకొందాము. ఈ మగ్మాను, దాని ఉష్ణోగ్రతను చిత్రంలోని 'X' బిందువు క్షితిజ లంబంగా కిందికి $M_2$ ను చేరేవరకు కదులుతుంది. $M_2$ వద్ద మాగ్మా A తో సంతృప్తత చెంది ఉంటుంది కాబట్టి A స్ఫటికీకరణ చెందడం ప్రారంభిస్తుంది. A స్ఫటికీకరణం చెందేకొద్ది మాగ్మాలో A అంశం తగ్గుతూ, సాపేక్షంగా B అంశం పెరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ కారణంగా ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత కూడా తగ్గుతూ ఉంటుంది. కాబట్టి బందువు ME వక్రం వెంబడి E ను చేరేవరకు కిందికి కదులుతూ పోతుంది. ఈ విధంగా బిందువు వికర్ణంగా కదలడం ఉష్ణోగ్రతలోని తగ్గుదలను, సంఘటనలోని మార్పును, రెండింటినీ తెలియజేస్తుంది. E బిందువు వద్ద మాగ్మా B తో కూడా సంతృప్తత పూర్తిగా అదృశ్యమైపోయేంత వరకు కలిసి స్ఫటికీకరణ చెందుతాయి. ఇది ఉష్ణోగ్రత TE, మాగ్మా సంఘటన $A_{40}$ $B_{60}$ అయినప్పుడు జరుగుతుంది. ఇదే విధంగా Ty° ఉష్ణోగ్రత గల $A_{20}B_{80}$ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని గురించి కూడా చర్చించవచ్చు. దీనిని 'Y' బిందువు సూచిస్తుంది. ఉష్ణోగ్రత తగ్గేకొద్ది బిందువు క్షితిజ లంబంగా కిందికి కదలి NE వక్రం మీది $N_2$ బిందువును తాకుతుంది. ఈ బిందువు వద్ద మాగ్మా B తో సంతృప్తత చెంది ఉంటుంది కాబట్టి, B స్ఫటికీకరణ చెందడం ప్రారంభమస్తుంది. B స్ఫటికాలు ఏర్పడేకొద్దీ మాగ్మాలో A పాలు సాపేక్షంగా పెరుగుతుంది. ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. బిందువు NE వక్రం వెంబడి E బిందువును చేరేవరకు కిందికి కదులుతుంది. E దగ్గర మాగ్మా A తో కూడా సంతృప్తత చెంది ఉంటుంది కాబట్టి A, B లు రెండూ స్ఫటికీకరణ చెందుతాయి.

ఈ రెండు ఉదాహరణల నుంచి, ద్విఅంశ మాగ్మాస్ఫటికీకరణ మూడు దశలలో జరుగుతుందని మనకు తెలుస్తుంది. అవి - (1) స్ఫటికీకరణకు ముందు మాగ్మా శీతలీకరణ చెందడం, (2) ఒక ప్రామాణిక అనుపాతం (పైన తెప్పిన మాగ్మాలో $A_{40}$ $B_{60}$ కన్న అధికంగా ఉన్న అంశాలు.



Dr BRAOU LIBRARY Acc. No: CM-0407
Class No: 551

ఉష్ణోగ్రత తగ్గేకొద్దీ స్ఫటికీకరణ చెందడం, (3) స్థిరమైన ఉష్ణోగ్రత వద్ద రెండు అంశాలూ ఒకేసారి స్ఫటికీకరణ చెందడం.

చిత్రంలోని E బిందువును **యుటెక్టిక్** (eutectic) అంటారు. రెండు అంశాలు ఒకేసారి స్ఫటికీకరణ చెందడానికి దోహదం చేసే ప్రామాణిక అనుపాతాన్ని **యుటెక్టిక్ సంఘటన** (eutectic composition) అనీ, ఉష్ణోగ్రతను **యుటెక్టిక్ ఉష్ణోగ్రత** (eutectic temperature) అనీ అంటారు. యుటెక్టిక్ సంఘటనగల ద్విఅంశమాగ్మా ఇతర ద్విఅంశ మాగ్మాలమాదిరిగా మూడు దశలలోకాక, కేవలం రెండు దశలలోనే స్ఫటికీకరణ చెందుతుంది. ఆ రెండు దశలు : 1) స్ఫటికీకరణకు ముందు శీతలీకరణ చెందడం, 2) స్థిరమైన ఉష్ణోగ్రతవద్ద రెండు అంశాలు స్ఫటికీకరణ చెందడం.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

4. 'యుటెక్టిక్' అనే పదాన్ని నిర్వచించండి

............................................................................................................

............................................................................................................

............................................................................................................

............................................................................................................

### 7.1.3 ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్వి అంశమాగ్మా (ద్విఅంశ వ్యవస్థ) స్ఫటికీకరణ

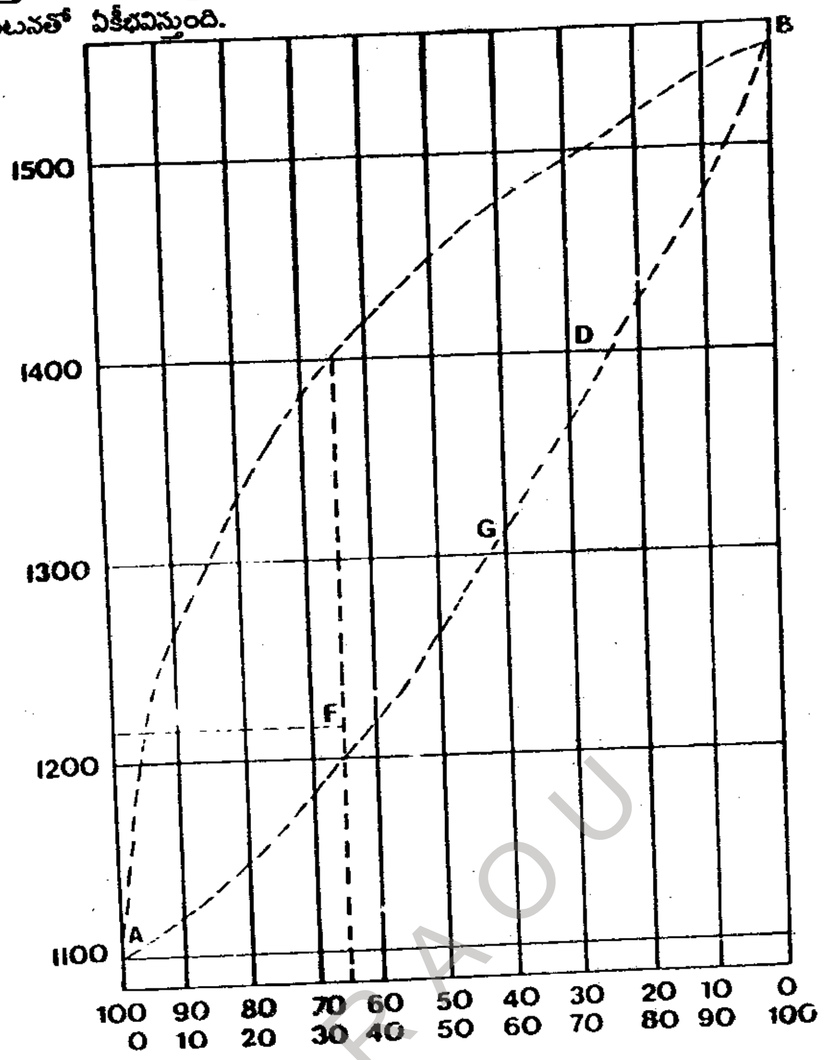
ద్వి అంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ గురించి పైన ఇచ్చిన వివరణలో మాగ్మాలోని రెండు ఘటకాలు స్వతంత్రమైనవి. ఆ ఘటకాల సంఘటనలలో ఎటువంటి మార్పూ ఉండదని ఊహించడం జరిగింది. కాని తాప జనిత ఖనిజాలలో ఎక్కువ భాగం ఈ రీతివి కావు. అవి రెండు, మూడు సమరూప (isomorphous) అంశాలతో రూపొంది ఉంటాయి. ఈ అంశాలు ఘనస్థితిలో ఒకదానిలో ఒకటి అన్ని అనుపాతాలలోను మిశ్రితమై సజాతీయమైన (homogenous) స్ఫటికాలుగా రూపొందుతాయి. ఇటువంటి స్ఫటికాలను మిశ్రిత స్ఫటికాలు (mix crystals) లేదా ఘన ద్రావణాలు (solid solutions) అంటారు. ప్లేజియోక్లేస్ ఫెల్‌స్పార్‌లు వీటికి మంచి ఉదాహరణ. వీటి స్ఫటికీకరణ విధానం రెండు స్వతంత్ర అంశలతో ఏర్పడిన మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ విధానానికి పూర్తిగా భిన్నంగా ఉంటుంది.

BRAOU

మిశ్రిత స్ఫటికాలు ఏర్పడే విధానాన్ని అర్థం చేసుకోవడానికి సమరూప అంశాలైన ఆల్బైట్, ఎనార్థైట్‌లు ఉన్నా ద్విఅంశమాగ్మానుంచి ప్లేజియోక్లేస్ ఫెల్‌స్పార్‌లు స్ఫటికీకరణ చెందడాన్ని గురించి ఇక్కడ క్లుప్తంగా చెప్పవచ్చు. వీటి స్ఫటికీకరణను ఇంతకుముందు మాదిరిగానే ఒక ఉష్ణోగ్రతలో సంఘటన చిత్రం ద్వారా సూచించవచ్చు.

మిశ్రితం కాని స్ఫటికాలలో రెండు ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వక్రాలుంటే, మిశ్రిత స్ఫటికాలలో ఒక ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వక్రం మాత్రమే ఉంటుంది. దీనిని **లిక్విడస్** (liquidus) అంటారు. దీనితోపాటు ఒక ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత వక్రం ఉంటుంది. దీనిని **సాలిడస్** (solidus) అంటారు. ఇది ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వక్రంతో ఏకీభవించదు. ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ఒక నిర్దిష్ట సంఘటనగల స్ఫటికాలు ఒక నిర్దిష్ట సంఘటనగల ద్రవంలో మాత్రమే సమతాస్థితి (equilibrium) లో ఉంటాయి. ఒక నిర్దిష్టమైన ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఒక దానితో ఒకటి సమతాస్థితిలో ఉండే స్ఫటికాలు, ద్రవం-వీటి సంఘటనలను వరుసగా సాలిడస్, లిక్విడస్‌ల నుంచి తెలుసుకోవచ్చు. ఉదాహరణకు 1400°C వద్ద ద్రవం సంఘటనను 'C' బిందువు, స్ఫటికాల సంఘటనను 'D' బిందువు సూచిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత తగ్గేకొద్దీ, తగ్గిన ఉష్ణోగ్రత వద్ద సమతాస్థితి కొనసాగడానికి వీలుగా ముందున్న స్ఫటికాలు ద్రవంతో ప్రతిచర్య జరిపి తమ సంఘటనలో తగు మార్పు పొందుతాయి. ఈ విధంగా ఉష్ణోగ్రత తగ్గేకొద్దీ స్ఫటికాల సంఘటనలో అవిచ్ఛిన్నంగా

మార్పు వస్తూ ఉంటుంది. స్ఫటికీకరణ సమాప్తం అయ్యేసరికి స్ఫటికాల సంఘటన మొదట్లో ఉన్న ద్రవం సంఘటనతో ఏకీభవిస్తుంది.




పటం: 2

శీతలీకరణ వేగంగా జరిగితే, ముందుగా ఏర్పడిన స్ఫటకాలు ఉష్ణోగ్రత తగ్గినంత వేగంగా మార్పును పొందలేవు. దీనివల్ల కేంద్రంలో మొట్టమొదట ఏర్పడిన ఖనిజం, దానిచుట్టూ తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఆయా ఉష్ణోగ్రతలకు తగిన సంఘటనలతో ఏర్పడిన ఖనిజాల మండలాలు ఉన్న నిర్మితులు రూపొందుతాయి.

వివిధ సిలికేట్‌లతో కూడిన ఎన్నో ద్విఅంశ వ్యవస్థల, త్రిఅంశ వ్యవస్థల స్ఫటికీకరణ విధానాలపై శాస్త్రజ్ఞులు పరిశోధనలు జరిపారు. వీటిని ఇక్కడ చర్చించడం వీలుకాదు. వివిధ రకాల అగ్ని శిలల ఉద్భవ విధానాలను అర్థంచేసుకోవడంలో ఈ పరిశోధనలు శిలాశాస్త్రజ్ఞులకు ఎంతో సహాయపడుతున్నాయి.

## 7.2 సారాంశం

ఈ భాగంలో ఏకాంశ, - ద్వి - అంశ మాగ్మాల, ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్వి-అంశ మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియలను వివరంగా తెలియజేశాము. ఈ ప్రక్రియల పై ప్రభావం చూపే వివిధ అంశాలను వివరించాము. అగ్నిశిల రేణు పరిమాణం ఈ స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియలపైన, ఇతర భౌతిక - రసాయన అంశాలపైన ఏ విధంగా ఆధారపడి ఉంటుందో కూడా వివరించాము.

## 7.3 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. ఒక ప్రమాణ ఘన పరిమాణంగల మాగ్మాలో ప్రమాణ కాలంలో ఉత్పన్నమయ్యే స్ఫటికాల సంఖ్య.
2. మితస్థాయి ప్రాంతం.
3. అధిక.
4. ఒక మాగ్మాలోని అన్ని అంశాలు ఒకేసారి స్ఫటికీకరణ చెందడానికి దోహదంచేసే ఆ అంశాల ప్రామాణిక అనుపాతం, ఉష్ణోగ్రతలను సూచించే బిందువు.

## 7.4 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. ఏకాంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని వివరించండి?
2. అగ్నిశిలల రేణుపరిమాణంపై మాగ్మా శీతలీకరణవేగం ప్రభావాన్ని వివరించండి. రేణుపరిమాణంపై ఇంకా ఏ అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది?
3. రెండు స్వతంత్ర ఘటకాలుగల ద్విఅంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానాన్ని గురించి తెలియజేయండి?
4. ఘన ద్రావణ ధర్మంగల ద్విఅంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానం రెండు స్వతంత్ర ఘటకాలున్న ద్విఅంశ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ విధానానికి ఏ విధంగా భిన్నంగా ఉంటుందో వివరించండి?

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. స్ఫటికానికి, గాజుకు భేదాలేమిటి?
2. కింది పదాలను వివరించండి.
   అ) వికాచనం,
   ఆ) యుటెక్‌టిక్,
   ఇ) లిక్విడస్, సాలిడస్.

B R A O U

## 7.5 పదకోశం

| | | |
|---|---|---|
| **అతిశీతలీకరణ** | : | మాగ్మా స్ఫటికీకరణ ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వద్ద కాక దాని కన్నా తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరగడం. |
| **అతిస్థాయి ప్రాంతం** | : | స్ఫటికాల ఉద్భవం వేగంగా జరిగే ఉష్ణోగ్రతా అవధి. |
| **ఏకాంశ మాగ్మా** | : | ఒక్క ఘటకం మాత్రమే ఉన్న మాగ్మా |
| **ఘన ద్రావణాలు** | : | రెండు లేదా ఇంకా ఎక్కువ సమన్వరూప ఘటకాలు ఘన స్థితిలో మిశ్రితం కావడం వల్ల ఏర్పడే ఏకజాతీయ స్ఫటికాలు. |
| **ద్వి - అంశమాగ్మా** | : | రెండు ఘటకాలు ఉన్న మాగ్మా. |
| **మితస్థాయి ప్రాంతం** | : | స్ఫటికాల ఉద్భవం నెమ్మదిగా జరిగే ఉష్ణోగ్రతా అవధి. |

మిశ్రిత స్ఫటికాలు : ఘన ద్రావణాలకు మరొక పేరు.

లిక్విడ్ : ఘనీభవన ఉష్ణోగ్రత వక్రం లేదా సంతృప్త వక్రం.

వికాచనం : గాజు స్ఫాటికీయ పదార్థంగా మార్పు చెందడం.

సాలిడస్ : ద్రవీ భవన ఉష్ణోగ్రత వక్రం.

యుటెక్‌టిక్ : ద్విఅంశ మాగ్మాలో ఉన్న రెండు ఘటకాలు ఒకేసారి స్ఫటికీకరణ చెందడానికి దోహదం చేసే ఆ ఘటకాల ప్రామాణిక అనుపాతాలు, ఉష్ణోగ్రత.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-8 : అగ్ని శిలల ఉద్భవం

పాఠ్యాంశాలు


8.0 లక్ష్యాలు

8.1 పరిచయం

8.2 ప్రతి చర్య నియమం

8.3 అగ్ని శిలలలో వైవిధ్యాలు

8.4 మాగ్మా అంగ విభజన

8.4.1 ఆంశిక స్ఫటికీకరణ

8.4.2 ద్రవ అలీనత

8.4.3 వాయు వినిమయం

8.5 ఆత్మీకరణ

8.6 సారాంశం

8.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

8.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

8.9 పదకోశం


## 8.0 లక్ష్యాలు

అగ్నిశిలల ఉద్భవానికి కారణమైన ప్రక్రియలను గురించి ఈ భాగంలో చర్చించాము.

ఈ భాగం పూర్తి అయేసరికి, మీరు:

- ప్రతి చర్య నియమం లేదా శ్రేణిని వర్ణించ గలుగుతారు,
- అగ్ని శిలలలోని వైవిధ్యాలను వివరించ గలుగుతారు,
- అంగవిభజన, ఆత్మీకరణ ప్రక్రియలను వర్ణించ గలుగుతారు.

## 8.1 పరిచయం

వివిధ రకాల అగ్ని శిలలూ, రెండు ఆది మాగ్మాల నుంచి ఉద్భవించడానికి వీలున్నదని ఇంతకు ముందు భాగంలోనే చెప్పడం జరిగింది. ఆది మాగ్మాల నుంచి విభిన్నమైన అగ్ని శిలలు ఉద్భవించడానికి కారణమైన ప్రక్రియలకు సంబంధించిన మౌలిక సూత్రాలను ఈ భాగంలో పరిశీలిద్దాం.

## 8.2 ప్రతిచర్య నియమం (Reaction Principle)

వేరు వేరు అంశాలు గల మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ విధానాలపై జరిపిన పరిశోధనల నుంచి తాపజనిత ఖనిజాలు ఏర్పడటానికి మాగ్మాలలోని రెండు మౌలికమైన ప్రతి చర్యలు కారణమని తెలుస్తున్నది.

మాగ్మాలలో యుటెక్టిక్ వ్యవస్థలలో భాగంగా ఏర్పడే ఖనిజాలు స్వతంత్రమైనవి. స్ఫటికీకరణ జరిగేటప్పుడు వాటి సంఘటనలలో ఎటువంటి మార్పు ఉండదు. కాని మిశ్రిత స్ఫటిక శ్రేణిలో

BRAOU

భాగంగా ఏర్పడే ఖనిజాలు ఉష్ణోగ్రత తగ్గే కొద్దీ మాగ్మాలో ప్రతిచర్య జరుపుతూ, తమ రసాయన సంఘటనలలో అవిచ్ఛిన్నంగా మార్పులు పొందుతూ ఉంటాయి ఇటువంటి ప్రతి చర్యలను బవెన్ **అవిచ్ఛిన్న ప్రతి చర్యలు** (Continuous reactions) అనీ, ఇటువంటి ప్రతి చర్యా సంబంధం గల ఖని-జాలను **అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి** (Continuous reaction series) అనీ అన్నాడు. దీనికి ప్లేజియోక్లేస్ ఫెల్‌స్పార్‌లు ఉదాహరణ.

మాగ్మాలలో మరొక రకం ప్రతిచర్య సంబంధం కూడా కనిపిస్తుంది. ముందుగా ఏర్పడిన ఖనిజాలు ఒక నిర్ణీతమైన ఉష్ణోగ్రతల వద్ద మాత్రమే ద్రవంతో ప్రతిచర్య జరిపి భిన్నమైన సంఘటన, స్ఫటిక నిర్మితిగల ఖనిజాలను రూపొందిస్తాయి. ఉదాహరణకు నిర్ణీతమైన ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఆలివీన్ పైరాక్సీన్‌గా, పైరాక్సీన్ ఆంఫీబోల్‌గా మారచ్చు. హఠాత్తుగా సంభవించే ఇటువంటి మార్పులను బవెన్ **విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్యలు** (discontinuous reactions) అన్నాడు. ఇటువంటి ప్రతిచర్యలవల్ల ఏర్పడే ఖనిజాలను స్ఫటికీకరణ వాటి క్రమంలో అమరిస్తే **విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి** (discontinuous reaction series) రూపొందుతుంది. ప్రతిచర్య సంబంధంగల రెండు ఖనిజాలను **ప్రతిచర్య ద్వయము** (reaction pair) అంటారు. ఈ ఖనిజాలకు నిర్దష్టమైన ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత ఉండదు. వేడి చేసినప్పుడు ఇవి కొత్త ఖనిజం + ద్రవంగా వేరవుతాయి. ఈ దృగ్విషయాన్ని **అననురూప ద్రవీభవనం** (incongruent melting) అంటారు. వేడిచేసినప్పుడు ఆర్థోక్లేస్ ఖనిజం ల్యూసైట్ + ద్రవంగా, క్లైనో ఎన్‌స్టటైట్ ఖనిజం ఆలివీన్ + ద్రవంగా విడిపోతాయి. విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్యలోని ఒక అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణిలోని ఒక ఖనిజం ఒక అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణిలోని భాగంగా ఉండవచ్చు. ఈ రెండు రకాల ప్రతిచర్య శ్రేణులు కలిసి ఒకే మాగ్మాలో ఉండవచ్చు.

అగ్ని శిలలలో తరచుగా కనిపించే తాపజనిత ఖనిజాలను బవెన్ అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణుల కింద వేరుచేసి వాటిని కింద చూపినట్లు అమర్చినాడు. దీనిని బవెన్ **ప్రతిచర్య శ్రేణులు** (Bowen's reaction series) ప్రతిచర్య నియమము లేదా **ప్రతిచర్య సంబంధము** (reaction relation) అంటారు. ఈ శ్రేణులలోని ప్రతి ఖనిజం మాగ్మా సంబంధ ద్రవంతో ప్రతిచర్య జరిపి దానికి దిగువన చూపిన ఖనిజాన్ని రూపొందిస్తుంది.

| **విచ్ఛిన్న శ్రేణి** | **అవిచ్ఛిన్న శ్రేణి** |
|---|---|
| ఆలివీన్ | కాల్సిక్ ప్లేజియోక్లేస్ |
| Mg - పైరాక్సీన్ | కాల్క్-ఆల్కలీ ప్లేజియోక్లేస్ |
| Ca - పైరాక్సీన్ | ఆల్కలీ-కాల్క్ ప్లేజియోక్లేస్ |
| ఆంఫీబోల్ | ఆల్కలీ-ప్లేజియోక్లేస్ |
| బయొటైట్ | |

పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్

మస్కోవైట్

క్వార్ట్జ్

BRAOU

ఎడమ వైపున ఇచ్చిన ఖనిజాలు విచ్ఛిన్న శ్రేణికి, కుడివైపున ఇచ్చిన ఖనిజాలు అవిచ్ఛిన్న శ్రేణికి చెందుతాయి.

ఈ శ్రేణులను పైపైవు నుంచి మొదలుపెట్టి పరిశీలిస్తే, అధిక మౌలిక మాగ్మాలలో మొదట్లో రెండు ప్రతిచర్య శ్రేణులూ– ప్లేజియోక్లేస్‌ల అవిచ్ఛిన్నశ్రేణి, ఆలివీన్-పైరాక్సీన్-, ఆంఫిబోల్‌ల విచ్ఛిన్న శ్రేణులు రెండూ ఉంటాయి. చివరి దశలో ఈ శ్రేణులు అస్పష్టమైపోయి కొంత అంతర్బంధనం

చెంది చివరికి ఒక శ్రేణిగా తరిసిపోతాయి. దీనిని రెండు శ్రేణీల అభిసరణ(convergence) ద్వారా సూచించడం జరిగింది.

ఈ రెండు శ్రేణీల అభిసరణ తరువాత వాటికి దిగువ ఇచ్చిన ఖనిజాల సంబంధం ఇతర ఖనిజాల సంబంధానికి భిన్నంగా ఉంటుంది. బయొటైట్, ఆల్కలీ ప్లేజియోక్లేస్ ఏదో ఒక ద్రవంతో ప్రతిచర్య జరిపి పోటాష్ ఫెల్స్పార్‌ను రూపొందిస్తాయని చెప్పటానికి వీలులేదు. నిజానికి చివరిలో ఏర్పడే ఈ ఖనిజాలు అంత్యదశలో మిగిలిపోయిన ద్రవం నుంచి రూపొందుతాయి. ఈ ఖనిజాలను ఇక్కడ కేవలం వాటి ఉద్భవక్రమంలో ఎమర్చడం మాత్రమే జరిగిందని అర్థం చేసుకోవాలి.

అగ్నిశిలల ఉద్భవానికి సంబంధించిన చర్చలలో బవెన్ ప్రతి చర్యానియమానికి ఎంతో ప్రాధాన్యం ఉంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి అంటే ఏమిటి?

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

2. ఒక ఖనిజాన్ని వేడిచేసినప్పుడు అది మరొక ఖనిజం + ద్రవంగా విడిపోయినప్పుడు ఆ ద్రవీభవనాన్ని .................. అంటారు.

   ..........................................................................................

   ..........................................................................................

## 8.3 అగ్ని శిలలలో వైవిధ్యాలు

క్షేత్రంలోను, ప్రయోగ శాలలలోను జరిపిన పరిశోధనలను బట్టి అగ్నిశిలల సంఘటనలో ఎంతో వైవిధ్యం ఉందని తెలుస్తున్నది. ఈ వైవిధ్యాలు పరస్పర సంబంధం కలిగి, విడివిడిగా ఉన్న అంతర్గమాలలోగాని, ఉద్గమాలలోగాని లేదా ఒకే శిలారాశిలోగాని కనిపించవచ్చు. కొన్ని అగ్నిశిలారాశులు సంఘటనలోను, వయసులోను ఏకరీతిగా ఉంటాయి. కొన్ని శిలారాశులలో విభిన్నమైన భాగాలు ముఖ్యంగా అంచులవెంబడి విస్తరించి ఉంటాయి. విభిన్నమైన ఈ భాగాలు శిలారాశుల అంచులకు సంబంధించి స్పష్టవయుతంగా, అస్పష్టవరీతిలోనూ అమరి ఉండవచ్చు.

* అగ్నిశిలలలోని ఈ వైవిధ్యాలను వివరించడం శిలా శాస్త్రజ్ఞులకు ఒక ప్రధానమైన కర్తవ్యం అయింది. ఇంతకు ముందు ఒక భాగంలో రెండు ఆది మాగ్మాలు ఉన్నట్లు ఊహించవచ్చునని, వివిధ రకాల అగ్నిశిలలను ఈ రెండు మాగ్మాల నుంచే రూపొందిచవచ్చునని తెలుసుకొన్నాము. ఒకే ఒక మాగ్మానుంచి, రెండు మాగ్మాలనుచి వివిధ శిలారకాలు ఉద్భవించడానికి, ఒకే శిలారాశిలో కనిపించే వైధ్యాలకు **అంగ విభజన** (differentiation), **ఆత్మీకరణ** (assimilation) అనే ప్రక్రియలు కారణమని శిలాశాస్త్రజ్ఞులు చెబుతారు.

## 8.4 మాగ్మా అంగ విభజన

సజాతీయంగా ఉన్న ఒక మాగ్మా విభిన్న భాగాలుగా విడిపోవడాన్ని **మాగ్మా అంగ విభజన** అంటారు. ఈ విభజన భాగాలు వేరువేరు సంఘటనలు గల శిలలుగా ఏర్పడతాయి. ఈ శిలలు అన్నీ ఒకే శిలారాశి హద్దులలో ఉండవచ్చు లేదా విడివిడి రూపాలుగానూ ఉండవచ్చును.



BRAOU

అంగ విభజన సాధారణంగా రెండు దశలలో జరుగుతుంది. మొదటి దశలో స్ఫటికాలు, ఉపమాగ్మాలు లేదా అలీనద్రవాల వంటి భిన్న భాగాలు ఏర్పడతాయి. మాగ్మాలు ఘనీభవించేటప్పుడు పనిచేసే భౌతిక-రసాయనిక ప్రక్రియలవల్ల ఈ భాగాలు ఏర్పడతాయి. రెండవ దశలో ఈ భాగాలు ఒక దానినుంచి మరొకటి విడిపోయి మాగ్మాకోష్ఠిక (magma chamber)లోని వేరువేరు చోట్ల సాంద్రీకరణ చెందుతాయి లేదా విడివిడి రాశులుగా రూపొందుతాయి.

మాగ్మా అంగ విభజన ఎన్నో రకాలుగా జరగవచ్చునని నమ్ముతారు. వీటిలో ముఖ్యమైనవి.

1) ఆంశిక స్ఫటికీకరణ

2) ద్రవ అలీనత

3) వాయు వినిమయం

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

**3.** అంగ విభజనను నిర్వచించండి.

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

### 8.4.1 ఆంశిక స్ఫటికీకరణ (Fractional Crystallisation)

మాగ్మా అంగ విభజనలోని ముఖ్యమైన ప్రక్రియ స్ఫటికీకరణ వల్ల మాగ్మా వేరువేరు భాగాలుగా విడిపోవడం. శీతలీకరణ చెందే మాగ్మాలో ద్రవం నుంచి స్ఫటికాలు వేరుకావడం విభిన్న భాగాలు రూపొందడానికి కారణమైన ప్రక్రియను **ఆంశిక స్ఫటికీకరణ లేదా స్ఫటికీకరణ అంగ విభజన** (crystallisation differentiation) అంటారు. శీతలీకరణ చెందుతున్న మాగ్మాలో స్ఫటికీకరణ ప్రారంభం కావడమే అంగ విభజనకు నాంది అని చెప్పవచ్చు. అణువుల విస్తరణ, సంవహనము (convection) కారణంగా, స్ఫటికీకరణ స్థానికంగా మాత్రమే జరగవచ్చు. మాగ్మాలలో స్ఫటికీకరణ సాధారణంగా అంచుల దగ్గర ప్రారంభమవుతుంది. అక్కడ ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా ఉండడమే దానికి కారణం. మాగ్మా నుంచి మొదటగా స్ఫటికీకరణ చెందే ఖనిజం అణువులు మాగ్మాలోని అన్ని భాగాల నుంచి అంచులవైపునకు విస్తరణ చెందుతాయి. మాగ్మా అంచులవద్ద ఉన్న ఇతర ఖనిజాల అణువులు మాగ్మాలోపలి భాగాలలోకి కదులుతాయి. ఈ విధంగా ముందుగా స్ఫటికీకరణ చెందే ఖనిజాలు అంచుల దగ్గర, చివర స్ఫటికీకరణ చెందేవి లోపలి భాగంలోను సాంద్రీ కృతమవుతాయి. మాఫిక్ ఖనిజాలు ఫెల్సిక్ ఖనిజాలకన్న ముందుగా ఏర్పడతాయి. కాబట్టి అగ్నిశిలారాశులలో ఫెల్సిక్ ఖనిజాలతో కూడుకొని ఉన్న కేంద్ర భాగం చుట్టూ మాఫిక్ ఖనిజాలు సాంద్రీకృతమై ఉండడం తరచుగా కనిపిస్తుంది. ఇది అంగ విభజనకొక నిదర్శనం.

పైన చెప్పిన స్థానిక స్ఫటికీకరణ వల్లనే కాక, స్ఫటికాలు ఒకచోట పోగుపడడంవల్ల కూడా మాగ్మాలలో అంగ విభజన జరగవచ్చు. స్ఫటికాలు పోగుపడడం రెండు విధాలుగా జరుగుతుంది. 1) ముందుగా ఏర్పడిన స్ఫటికాలు గురుత్వాకర్షణవల్ల క్రిందికి దిగడం, 2) భౌమ పీడనలవల్ల ద్రవం ఫిల్టరు కావడం.

లావాలోని స్ఫటికాలు కిందికి దిగడాన్ని చాలా మంది గమనించారు. మాగ్మాలో స్ఫటికాలు కిందికి దిగడం పైకి తేలడం మాగ్మా తారతమ్య సాంద్రత, స్నిగ్ధతల మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. మాగ్మా



BRAOU

తారతమ్య సాంద్రతకన్నా ఎక్కువ తారతమ్య సాంద్రతగల ఖనిజాలు కిందికి దిగుతాయి. తొలిదశలలో ఏర్పడే ఆలివీన్ పైరాక్సీన్ వంటి ఖనిజాల తారతమ్య సాంద్రత అధికంగా ఉంటుంది. కాబట్టి అవి అడుగుకు దిగుతాయి. ఈ విధంగా స్ఫటికాలు ద్రవం నుంచి వేరుకావడాన్ని **గురుత్వాకర్షక అంగ విభజన** (gravitational differentiation) అంటారు.

మాగ్మా స్ఫటికీకరణ కొనసాగే కొద్దీ స్ఫటికాల సంఖ్య పెరుగుతూ పోతుంది. ఈ స్ఫటికాలన్నీ దగ్గర దగ్గరగాచేరి ఒక వదులైన చట్రం లేదా జల్లెడ (mesh) మాదిరిగా అవుతాయి. వాటి మధ్య స్థలాలలో అవశిష్టద్రవం (residual liquid) ఉంటుంది. ఈ స్ఫటిక ద్రవ రాశిమొత్తం ఈ దశలో అధోదిశలో పనిచేసే భూమిలోని సాధారణ పీడనకుగాని పార్శ్విక భౌమ పీడనకు గురిఅయి విరూపణ చెందితే స్ఫటికాల చట్రం చితికిపోయి, స్ఫటికాల మధ్య స్థలాలలోఉన్న ద్రవం బయటకు నెట్టబడుతుంది. ఈ ద్రవం పీడన తక్కువగా ఉన్న ప్రాంతాలకు కదిలి చట్రంలో తక్కువ విరూపణ చెందిన భాగంలో పట్టీలుగా ఘనీభవించవచ్చు లేదా విడి అంతర్గమంగా రూపొందవచ్చు ఈ ప్రక్రియను **ఫిల్టరేషన్ అంగ విభజన** (filtration differentiation) అంటారు.

స్ఫటికీకరణ చెందుతున్న ఒక మాగ్మాలో పైన వివరించిన ప్రక్రియలు జరుగుతున్నాయని అనుకొంటే ఆ మాగ్మానుంచి వివిధ శిలారకాలు ఏ విధంగా ఏర్పడతాయో బవెన్ ప్రతి చర్య నియమం ఆధారంగా వివరించవచ్చు. ఉదాహరణకు ఆది బసాల్టిక్ మాగ్మా భూమిలోపల అంగ విభజన చెందకుండా స్ఫటికీకరణ చెందితే దాని నుంచి ఆలివీన్, పైరాక్సీన్ కాల్సిక్ ప్లేజియోక్లేస్ ఉన్న గాబ్రో ఏర్పడవచ్చు. అట్లాకాక ఆ మాగ్మాలో స్ఫటికీకరణ చెందే ఖనిజాలు వివిధ దశలలో మాగ్మానుంచి వేరు అయినట్లయితే దాని నుంచి డ్యూనైట్, గాబ్రో, డయొరైట్, టోనలైట్, గ్రానొడయొరైట్, చివరికి గ్రానైట్ వంటి వైవిధ్యం చూపే శిలా రకాలు ఏర్పడవచ్చు. ఉదాహరణకు ఆలివీన్ స్ఫటికాలు అవి పైరాక్సీన్‌గా మార్పు చెందకముందే వేరు అయితే డ్యూనైట్ ఏర్పడుతుంది. అదే విధంగా పైరాక్సీన్ స్ఫటికాలు వేరుకావడంవల్ల పైరాక్సినైట్, కాల్సిక్ ప్లేజియోక్లేస్ వేరుకావడం వల్ల ఎనార్థొసైట్ ఏర్పడతాయి. ఆలివీన్, మెగ్నీషియం పైరాక్సీన్ రెండూ కలిసి వేరు అయితే పెరిడొటైట్ రూపొందుతుంది. వీటికి ప్లేజియోక్లేస్ చేరడంవల్ల గాబ్రో ఏర్పడుతుంది. చివరకు ఆల్కలీ ఫెల్‌స్పార్ క్వార్ట్జ్, కొద్దిగా బయొటైట్ ఉన్న అవశిష్ట ద్రవంనుంచి గ్రానైట్ రూపొందవచ్చు.

### 8.4.2 ద్రవ అలీనత (Liquid Immiscibility)

ఎనిలీన్, నీరు ఈ రెండింటి మిశ్రమం 166°C కన్న ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద పూర్తిగా సజాతీయంగా ఉండి, దానికన్న తక్కువ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద రెండు భాగాలుగా కొంత నీటితో కలసిఉన్న ఎనిలీన్, కొంత ఎనిలీన్‌తో కలసి ఉన్న నీరుగా-విడిపోవడాన్ని శాస్త్రజ్ఞులు గమనించారు. ఇదేవిధంగా మాగ్మాలలో కూడా ఉష్ణోగ్రత తగ్గడంవల్ల అలీన ద్రవభాగాలు ఏర్పడి వేరు కావచ్చునని శిలాశాస్త్రజ్ఞులు నమ్ముతున్నారు.

### 8.4.3 వాయు వినిమయం (Gaseous Transfer)

మాగ్మాలలో ఉండే భాష్ప శీల పదార్థాలు మాగ్మా అంగ విభజనలో ప్రముఖ పాత్ర వహిస్తాయని ఫెన్నర్ (Fenner) నిరూపించినాడు. వాయువులు మాగ్మాతో ప్రతిచర్య జరిపి కొన్ని పదార్థాలను కరిగించు కొంటాయి. కొన్ని పదార్థాలను అవపాతంచేస్తాయి. ఈ ప్రతి చర్యలు ఉష్ణోగ్రత, పీడనల మీద ఆధారపడి వుంటాయి. మాగ్మా రిజర్వాయర్‌లో ఉండే బాష్పశీల పదార్థాలు రిజర్వాయర్ అడుగు భాగం నుంచి పైపైపునకు ప్రయాణిస్తాయి. వీటిలో కొంతభాగం అగ్ని పర్వతాల ద్వారా తప్పించుకొని పోతుంది. కొంతభాగం రిజర్వాయర్ చుట్టూ ఉండే శిలలోకి ప్రవేశిస్తుంది. ఈ భాష్పశీల ఘటకాలు ఎన్నో పదార్థాలను ద్రావణ స్థితిలో ఒక చోట నుంచి మరొక చోటుకి మోసుకొని పోయి ఆ విధంగా మాగ్మా అంగవిజనకు దారితీస్తాయి.



BRAOU

## 8.5 ఆత్మీకరణ

అగ్నిశిలలలోని వైవిధ్యాలకు కారణభూతమైన మరొక ప్రక్రియ ఆత్మీకరణ. బాహ్య శిలా పదార్థాలు ద్రవరూపంలో ఉన్నవి లేదా ఘనరూపంలో ఉన్నవి ఒక మాగ్మాలో మిశ్రణం జెందడాన్ని **ఆత్మీకరణ** అంటారు. ఆత్మీకరణ ద్వారా ఉత్పన్నమైన శిలలను **సంకరశిలలు** అంటారు.

రెండు ఆది మాగ్మాలు వేరువేరు అనుపాతాలలో తలిసిపోవడం వల్ల ఇన్ని రకాల అగ్ని శిలలు ఏర్పడినాయని కొందరు శిలాశాస్త్రజ్ఞులు నమ్ముతారు.

మాగ్మా కుడ్య శిలలకు (wall rocks) మధ్య ప్రతిక్రియ జరగడం సాధారణ లక్షణం. ఇటువంటి ప్రక్రియల వల్ల కుడ్యశిలలలోని కొన్ని ఖనిజాలు మాగ్మాలో పాక్షికంగాగాని పూర్తిగాగాని కరిగిపోతాయి. దీనిమూలంగా మాగ్మా సంఘటనలో మార్పు వస్తుంది. ఇటువంటి మాగ్మా స్ఫటికీకరణ చెందినప్పుడు చివరకు వచ్చేశిల ఒక మిశ్రిత (contaminated) అగ్నిశిల. దీనిలో ఉండే శిలాపదార్థంలో కొంత భాగం మాగ్మా నుంచి కొంతభాగం కుడ్య శిలలనుంచి వచ్చి ఉంటుంది.

మాగ్మాకు కుడ్య శిలకు మధ్య జరిగే ప్రతిచర్యలు మాగ్మా సంఘటన ఉష్ణోగ్రత పీడనాలమీద, కుడ్యశిల సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటాయని బవెన్ సూచించాడు. ఒక మాగ్మా ఏదైనా శిలను కొన్ని పరిస్థితులలో మాత్రమే ఆత్మీకరణ చేసుకోగలదు. ఇంతకు ముందు ఒక భాగంలో మాగ్మా ఒక నిర్ణీత ఉష్ణోగ్రతవద్ద ఏ అంశంతో సంతృప్తతచెంది ఉందో ఆ అంశం ఆ ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్ఫటికీకరణ చెందడం ప్రారంభిస్తుందని చెప్పడం జరిగింది. ప్రతి చర్యలోని ఒక ఖనిజం మాగ్మానుంచి స్ఫటికీకరణ చెందుతున్న సమయంలో, శ్రేణిలో ఆ ఖనిజానికి ఎగువన ఉన్న ఖనిజాలలో మాగ్మా అతి సంతృప్తత చెంది ఉంటుందని, దానికి దిగువన ఉన్న ఖనిజాలతో అసంతృప్తత చెంది ఉంటుందని అర్థంచేసుకోవాలి. ఇటువంటి దశలో మాగ్మా ఏ ఖనిజాలతో అతి సంతృప్తత చెంది ఉంటుందో ఆ ఖనిజాలను గాని, ఆ ఖనిజాలతో ఏర్పడిన శిలనుగాని ఆత్మీకరణ చేసుకోలేదు. ఉదాహరణకు ఒక గ్రానిటిక్ మాగ్మానుంచి బయొటైట్ స్ఫటికీకరణ చెందుతున్నప్పుడు ఆ మాగ్మా ఆలివీన్‌ను గాని, పైరాక్సీన్‌నుగాని, హార్న్‌బ్లెండ్‌ను గాని, ఈ ఖనిజాలతో ఏర్పడిన శిలలనుగాని ఆత్మీకరణ చేసుకోలేదు. ఆయితే మాగ్మా ఈ ఖనిజాలతో ప్రతి చర్య జరిపి బయొటైట్‌ను రూపొందించవచ్చు.

బాహ్య శిలల ఆత్మీకరణ వల్ల మాగ్మాల సంఘటనలలో వచ్చే మార్పుల ఆధారంగా కొన్ని ముఖ్యమైన అగ్నిశిలల ఉద్భవాన్ని శిలా శాస్త్రజ్ఞులు వివరించినారు. ఉదాహరణకు ఆల్కలైన్ శిలల ఉద్భవాన్ని గురించి ప్రస్తావించవచ్చు. ఈ శిలలలో లూసైట్, నెఫిలీన్ వంటి అల్పసిలికా ఖనిజాలుంటాయి. భూపటలంలో ఈ శిలలు చాలా తక్కువ మొత్తాలలో ఉంటాయి. కాబట్టి వీటికి కారణభూతంగా ఒక ఆల్కలైన్ మాగ్మా ఉంటుందని అనుకోవటానికి వీలులేదు. ఈ శిలల ఖనిజ, రసాయన సంఘటనలను, ఉనికి విధానాలను అధ్యయనం చేసిన మీదట బసాల్టిక్ మాగ్మా సున్నపు శిలలతో ప్రతిచర్యలు జరపడంవల్ల ఈ శిలలు ఏర్పడి ఉంటాయని డాలీ (Daly) భావించినాడు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

4. ఆత్మీకరణ అంటే ఏమిటి?

.......................................................................................

.......................................................................................

.......................................................................................

.......................................................................................



BRAOU

అగ్నిశిలల ఉద్భవాన్ని గురించిన ఈ చర్చను ముగించేముందు మరొక్క విషయం చెప్పవలసి ఉంది. మాగ్మాలు అంగ విభజన, ఆత్మీకరణవల్లనే కాక, ఉష్ణోగ్రత, పీడనలలోని వ్యత్యాసాలవల్ల కూడా విభిన్నమైన శిలలను రూపొందించవచ్చు. ఉదాహరణకు తగిన సంఘటన గల ఒక మాగ్మా అధికపీడన, అల్పఉష్ణోగ్రతలలో ఆర్థోక్లేస్, బయొటైట్‌లను, అల్పపీడన, అధిక ఉష్ణోగ్రతలలో లూసైట్, ఫార్‌స్టరైలను ఇవ్వవచ్చు. మొదటి రెండు ఖనిజాలు భూమిలోపల లోతులలో ఏర్పడతాయి, మిగిలిన రెండూ ఉపరితలం మీద ఏర్పడతాయి. తగిల అణు నిష్పత్తిలో తీసుకుంటే ఆర్థోక్లేస్ + బయొటైట్‌ల మొత్తం సంఘటన కింద చూచినట్లు లూసైట్ + ఫార్‌స్టరైట్‌ల మొత్తం సంఘటనకు సమానంగా ఉంటుంది.

$$2KAl\ \ Si_3O_8 + K_2Mg_2\ \ Al_2\ \ Si_3O_{12}$$
(ఆర్థోక్లేస్) (బయొటైట్)
$$= 4KAl\ \ Si_3O_6 + Mg_2\ \ SiO_4$$
(లూసైట్) (ఫార్ స్టరైట్)

ఎడమవైపున ఉన్న ఖనిజాల నుంచి మైకాసయనైట్, కుడివైపున ఉన్న ఖనిజాల నుంచి లూసైట్-బసాల్ట్ ఏర్పడతాయి. మొదటిది పాతాళశిల, రెండవది అగ్ని పర్వతశిల.

పైన జరిపిన చర్చలలో ఒకటి లేదా రెండు ఆది మాగ్మాలనుంచి విభిన్నమైన అగ్నిశిలలు ఉద్భవించడానికి ఎట్లా అవకాశం ఉందో వివరించడానికి ఉపయోగపడే సూత్రాలను ప్రస్తావించాం. ప్రతి శిలారకం ఉద్భవాన్ని గురించి విడివిడిగా చర్చించడం ప్రస్తుత పాఠ్యాంశంకాదు. కాబట్టి ఆది గ్రానిటిక మాగ్మాలనుంచి ముఖ్యమైన అగ్నిశిలా రకాలు ఏవిధంగా ఏర్పడవచ్చునో సూచించే సూత్రప్రాయమైన ప్రణాళిక నొకదానిని ఈ భాగం చివర ఇచ్చాం. దానిని ఎఫ్.జె. టర్నర్ (F.J. Turner), జె. వెర్హూగన్ (J. Verhoogen) రచించి "Igneous and Metamorphic Petrology" అనే గ్రంథం నుంచి గ్రహించి కొంతమార్పు చేసి ఇక్కడ ఇచ్చినాము. వారు ఈ ప్రణాళికను అగ్నిశిలల రసాయనిక, ఖనిజ సంఘటనలు, ఉనికి విధానాల గురించి సేకరించిన దత్తాంశాలు సిలికేట్ ద్రవాలపై జరిపిన ప్రయోగాల ఫలితాలు, ఎన్నో భూభౌతిక, రసాయనిక పరిశోధనలు ఆధారంగా తయారు చేసినారు.

B R A O U

### ఆది గ్రానిటిక్ మాగ్మా

| | | |
|---|---|---|
| అంగ విభజన<br>పాతాళ స్ఫటికీకరణ వల్ల | గ్రానైట్<br>గ్రానోడయొరైట్<br>టోనలైట్<br>డయొరైట్<br>సయనైట్ | పెగ్మటైట్<br>ఎప్లైట్ |
| అంగ విభజన<br>అగ్ని పర్వత స్ఫటికీకరణ వల్ల | రయొలైట్<br>డేసైట్<br>ఆండిసైట్ | |
| బసాల్టిక్ మాగ్మా<br>తో మిశ్రమం వాడకం వల్ల | ఆండిసైట్ | డేసైట్<br>రయొలైట్ |
| స్లేట్లు, సున్నపు<br>రాళ్లు, ఆంఫీబొలైట్‌లు<br>మొదలైన వాటి ఆత్మీ<br>కరణవల్ల | సయనైట్<br>నెఫీలిన్-సయనైట్<br>డయొరైట్<br>టోనలైట్ | |

### అది బసాల్టిక్ మాగ్మా

| | | |
|---|---|---|
| అంగ విభజన<br>పాతాళ స్ఫటికీకరణ వల్ల | డయొరైట్<br>ఏనార్థొసైట్<br>గాబ్రో<br>పైరాగ్జినైట్<br>పెరిడొటైట్ | సయనైట్<br>నెఫిలీన్<br>సయనైట్ |
| అంగవిభజన<br>అగ్ని పర్వత స్ఫటికీకరణవల్ల | థూలైట్ బసాల్ట్<br>ఫిక్రైట్ బసాల్ట్<br>ట్రాకిబసాల్ట్<br>ఆలివీన్ బసాల్ట్<br>పిక్రైట్ బసాల్ట్<br>నెఫిలీన్ బసాల్ట్ | రయొలైట్<br>ఆండిసైట్<br>ఆల్కాలీరయొలైట్<br>ట్రాకైట్<br>ఫోనోలైట్<br>ఫోనొలైట్ |
| గ్రానైట్‌తో చర్య అత్మీకరణవల్ల | లూసైట్ బసాల్ట్ | లూసైట్-ఫోనొలైట్<br>ట్రాకైట్ |

## 8.6 సారాంశం

ఈ భాగం లో ప్రతిచర్య నియమాల గురించి అగ్నిశిలలలోని వైవిధ్యాలను గురించి వివరించాము. అగ్నిశిలల ఉద్భవానికి కారణమైన అంగ విభజన, ఆత్మీకరణ ప్రక్రియలను వర్ణించాము.

అది మాగ్మాల నుంచి వివిధ అగ్నిశిలలు రూపొందడం గురించి ప్రతిచర్య నియమం ఆధారంగా చర్చించవచ్చు. ఈ నియమానికి అంగ విభజన, ఆత్మీకరణ ప్రక్రియలను తగిన విధంగా అన్వయించుకొని వివిధ అగ్నిశిలల ఉద్భవాన్ని అర్థంచేసుకోవచ్చు.

BRAOU

## 8.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

1. మాగ్మాలనుంచి ముందుగా ఏర్పడిన ఒక ఖనిజం ఒక నిర్ణీతమైన ఉష్ణోగ్రత వద్ద మాగ్మాతో ప్రతి చర్యజరిపి భిన్నమైన సంఘటన, స్ఫటిక నిర్మితిగల మరొక ఖనిజాన్ని రూపొందించడం కొన్నిసార్లు జరుగుతుంది. ఈ విధంగా రూపొందే ఖనిజాలను వాటి ఉద్భవ క్రమంలో అమరిస్తే దానిని విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి అంటారు.
2. అననురూప ద్రవీభవనం.
3. సజాతీయంగా ఉన్న ఒక మాగ్మా విభిన్న భాగాలుగా విడిపోవడాన్ని మాగ్మా అంగ విభజన అంటారు.
4. బాహ్యశిలా పదార్థాలు అవి ద్రవరూపంలో ఉన్నా, ఘనరూపంలో ఉన్నా ఒక మాగ్మాలో మిశ్రమం చెందడాన్ని ఆత్మీకరణ అంటారు.

## 8.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:

1. మాగ్మాలో జరిగే అవిచ్ఛిన్న, విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్యలను తెలియచేయండి?
2. మాగ్మా అంగ విభజన అంటే ఏమిటి? అది ఏ విధంగా జరుగుతుంది?
3. ఆత్మీకరణ అంటే ఏమిటి? మాగ్మాలో శిలాఖండాలు ఆత్మీకరణ చెందడానికి అవసరమైన పరిస్థితులు ఏవి?

**II. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయుండి:**

1. ప్రతి చర్య ద్వయం, అనసురూప ద్రవీభవనం అనే పదాలను వివరించండి?
2. ప్రతిచర్య నియమం గురించి క్లుప్తంగా తెలియజేయండి?

## 8.9 పదకోశం

| | | |
|---|---|---|
| **అనరూప ద్రవీభవనం** | : | నిర్దిష్టమైన ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత లేని ఒక ఖనిజాన్ని వేడిచేసినప్పుడు అది మరొక ఖనిజం + ద్రవంగా విడిపోవడం. |
| **అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య** | : | మాగ్మాలో ముందుగా ఏర్పడిన ఖనిజం, మాగ్మా ఉష్ణోగ్రత తగ్గేకొద్దీ నిర్మితిలో ఎటువంటి మార్పూ పొందకుండా, సంఘటనలో అవిచ్ఛిన్నంగా మార్పు చెందడానికి ఆ ఖని-జానికి, మాగ్మాకు మధ్య అవిచ్ఛిన్నంగా జరిగే ప్రతిచర్య. |
| **అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి** | : | అవిచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య సంబంధంగల ఖనిజాలు. |
| **ఆత్మీకరణ** | : | ఒక మాగ్మాలోకి ద్రవ లేదా ఘనరూపంలోఉన్న బాహ్యశిలా పదార్థంచేరి దానిలో కలిసిపోవడానికి దోహదంచేసే ప్రక్రియ. |
| **గురుత్వాకర్షణ అంగ విభజన** | : | అధిక తారతమ్య సాంద్రతగల ఖనిజాలు మాగ్మాలో అడుగు భాగానికి దిగిపోయి ఆ విధంగా అంగ విభజనకు దారితీసే ప్రక్రియ. |
| **ద్రవ అలీనత** | : | తక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద మాగ్మా రెండు లేదా అంతకన్న ఎక్కువ అలీన ద్రవ ప్రావస్థలుగా విడిపోవడంవల్ల మాగ్మా అంగ విభజనకు దారితీసే ప్రక్రియ. |
| **ప్రతి చర్య ద్వయం, ప్రతిచర్య నియమం, ప్రతిచర్య సంబంధం, బవెన్ ప్రతిచర్య శ్రేణి** | : | విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య సంబంధం గల రెండు ఖనిజాలు. మాగ్మా-లనుంచి అవిచ్ఛిన్న విచ్ఛన్న ప్రతిచర్యల ద్వారా ఏర్పడి, అగ్ని శిలలలో తరచుగా కనిపించే తాపజనిత ఖనిజాలను వాటి ఉద్భవక్రమంలో చూసే ఒక ప్రణాళిక. దానిని ఎన్.ఎల్. బవెన్ ప్రతి పాదించాడు. |
| **ఫిల్టరేషన్ అంగవిభజన** | : | ఒక స్ఫటికాల వల్లంలో స్ఫటికాల మధ్య నున్న ద్రవం పీల్చి వేయబడి తద్వారా అంగ విభజన దారితీసే ప్రక్రయ |
| **విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య** | : | మాగ్మాలో ముందుగా ఏర్పడిన ఖనిజం మాగ్మా ఉష్ణోగ్రత తగ్గే కొద్దీ నిర్మితిలోను, సంఘటనలోను మార్పుచెంది కొత్త ఖనిజాన్ని రూపొందించడానికి ఒక నిర్దష్టమైన ఉష్ణోగ్రతల వద్ద మాత్రమే ఆ ఖనిజానికి, మాగ్మాకు మధ్య జరిగే ప్రతిచర్య. |
| **విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య శ్రేణి** | : | విచ్ఛిన్న ప్రతిచర్య సంబంధంగల ఖనిజాలు. |
| **మాగ్మా అంగవిభజన** | : | సజాతీయంగా ఉన్న మాగ్మా విజాతీయ భాగాలుగా విడిపోయే ప్రక్రియ. |
| **సంకర శిలలు** | : | ఆత్మీకరణ ద్వారా ఏర్పడిన శిలలు. |
| **స్ఫటికీకరణ అంగవిభజన** | : | మాగ్మా శీతలీకరణ చెందేటప్పుడు దానిలో స్ఫటికాలు ఏర్పడి తద్వారా మాగ్మా ఘన, ద్రవ ప్రావస్థలుగా విడిపోవడం. |

B R A O U



- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

# ఖండం - III : అవక్షేప శిలలు

1. మూడు ప్రధాన శిలా సముదాయాలలో అవక్షేప శిలలు గూడా ఒకటి.

2. అవక్షేప శిలలు పూర్వస్థితి శిలల నుంచి శైథిల్యము, రవాణ, నిక్షేపణ అనే మూడు ప్రక్రియల ద్వారా ఏర్పడతాయి.

3. శైథిల్య ప్రక్రియలో నీరు, గాలి, హిమము - ఈ మూడింటి వల్ల జరిగే విచ్ఛిత్తి విఘటన అనే రెండు ఉపప్రక్రియలు ఉంటాయి.

4. శైథిల్యం చెందిన రేణువులను ఈ కారకాలు రవాణా చేస్తాయి

5. చివరికి కారకం వేగం హఠాత్తుగా తగ్గినప్పుడు నిక్షేపణ జరుగుతుంది. మొదట్లో అవక్షేపాలు వదులుగా ఉండి క్రమేణా గట్టిపడతాయి. ఇది మేళనం, బంధనం అనే రెండు ప్రక్రియల ద్వారా జరిగి శిల సలసంజనం చెంది చివరకు ఒక సంహిత అవక్షేపశిల రూపొందుతుంది.

BRAOU

BRAOU

# ఖండం-9 : అవక్షేప శిలల ఉద్భవం

పాఠ్యాంశాలు


9.0 లక్ష్యాలు

9.1 పరిచయం

9.1.1 శైథిల్యము

9.1.2 రవాణా

9.1.3 నిక్షేపణ

9.2 సారాంశం

9.3 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

9.4 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

9.5 పదకోశం


## 9.0 లక్ష్యాలు

అవక్షేప శిలల ఉద్భవం గురించి మీకు తెలియజేయడం ఈ భాగం ఉద్దేశం.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- అగ్నిశిలల ఉద్భవాన్ని వర్ణించగలుగుతారు;
- శైథిల్యప్రక్రియను, రకాలను వర్ణించగలుగుతారు;
- వివిధ రీతుల అవక్షేప ఖనిజాలను వర్ణించగలుగుతారు.

## 9.1 పరిచయం

అవక్షేప శిలలు పూర్వస్థితి శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి. మూడు ప్రధాన శిలా సముదాయాలలో ఇవి కూడా ఒకటి. శైథిల్యం, రవాణ నిక్షేపణ ప్రక్రియలు అవిచ్ఛిన్నంగా జరుగుతుండటంవల్ల ఈ శిలలు ఏర్పడతాయి. ఇవి ప్రధానంగా ఉపరితల ప్రక్రియల వల్ల తయారయ్యే పదార్థాలతో ఏర్పడి ఉంటాయి. వీటిలోని కొన్ని పదార్థాలు ఇతర ప్రక్రియలవల్ల కూడా ఏర్పడవచ్చు. శిథిల పదార్థాలు పోగుపడటం, గట్టిపడటం, దృఢీభవనం చెందడం నీటి ద్వారా లేదా నీటి లోపల జరుగుతుంది. అవక్షేప శిలలలో చాలా భాగం పూర్వస్థిత శిలలు గాలి, నీరు, హిమం లేదా హిమనీనదం వంటి శైథిల్య కారకాల చర్య వల్ల పూర్వస్థిత శిలల నుంచి పగిలి, విడిపోయిన రేణువులతో కూడుకొని ఉంటాయి. ఈ అవక్షేపణలు వేరు వేరు దూరాలు రవాణా అయి భూమి మీద ఉండే గోతులలోను, సముద్రభూతలం మీద నదుల ఒడ్డున, సరోవరాలలో నిక్షేపితమవుతాయి. అవక్షేపాలు విలంబిత (suspended) స్థితిలో రవాణా అయి, రవాణా కారకం వేగం హఠాత్తుగా తగ్గినప్పుడు గాని, భౌతిక స్థితులలో మార్పులు వచ్చినప్పుడు గాని నిక్షేపణ చెందుతాయి. ద్రావణ స్థితిలో రవాణా అయిన పదార్థం అవపాతం (Precipitation) వల్లగాని, జీవరాశుల చర్య వల్లగాని నిక్షేపితమవుతాయి. అవపాతే ప్రక్రియ రవాణా మధ్యమం (medium) యొక్క భౌతిక, రసాయన పరిస్థితులలో వచ్చే కొన్ని మార్పుల వల్ల జరుగుతుంది.

అవక్షేప శిలల ఉద్భవంలో మూడు ప్రక్రియలు ఉంటాయి అవి. 1. శైథిల్యం 2. రవాణా, 3. నిక్షేపణ.



BRAOU

### 9.1.1 శైథిల్యం (Weathering)

భూపటలంలోని శిలా పదార్థాలు కొన్ని భౌతిక, రసాయనిక కారకాల ప్రభావంవల్ల విచ్ఛిత్తి చెంది, చిన్న, చిన్న రేణువులుగా విడిపోవడాన్ని శైథిల్యం అంటారు. దీనివల్ల భూమిపైన విచ్ఛిన్న శిలా పదార్థాల పొర ఒకటి ఏర్పడుతుంది. దీనిని రెగొలిత్ (Regolith) అంటారు. శైథిల్యంలో రెండు ఉపప్రక్రియలు ఉన్నాయి. అవి యాంత్రిక శైథిల్యం, రసాయనిక శైథిల్యం. సాధారణంగా ఈ రెండు ప్రక్రియలూ ఒకేసారి జరుగుతూ ఉంటాయి. కాని స్థానిక పరిస్థితులను బట్టి వీటిలో ఒకటి ప్రధానంగా జరుగవచ్చు. మరొక రకం శైథిల్యం జీవరాశుల వల్ల జరుగుతుంది. దీనిలో యాంత్రిక రసాయనిక ప్రక్రియలు రెండూ పనిచేస్తాయి.

#### శిలల యాంత్రిక శైథిల్యం లేదా విచ్ఛిత్తి

ఎత్తైన పర్వత ప్రాంతాలలోను, ఎడారి ప్రదేశాలలోను, మంచు కప్పివున్న ప్రాంతాలలోను యాంత్రిక శైథిల్యం ఎక్కువగా జరుగుతుంది. శిలలు పగిలి పోవడమే శిలా విచ్ఛిత్తి. యాంత్రిక శైథిల్యం తరచుగా అపఘర్షణ (absrasion), తుషార చర్య, ఉష్ణోగ్రత మొదలైన వాటివల్ల జరుగుతుంది.

రవాణా కారకం మోసుకొని పోయే రేణువులు జరిపే అపఘర్షణచర్య యాంత్రిక శైథిల్యంలో ముఖ్యమైన అంశం. దీనివల్ల కఠినమైన శిలలు కూడా పగిలి పోతాయి. ఈ రేణువులు వాటిలో అవి ఒక దానితో మరొకటి గుద్దు కోవడం వల్ల పగిలిపోయి చిన్నవిగా మారతాయి. అపఘర్షణ చర్య సార్థకత (effectiveness) కింది అంశాల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

i) శైథిల్యానికి గురి అయిన శిల కఠినత, సంసజత.

ii) రవాణా అవుతున్న అవక్షేపం కఠినత, పరిమాణం, ఆధిక్యత.

iii) రవాణా వేగం.

iv) రవాణా కారకం.

అపఘర్షణ ప్రక్రియను శిలలు చూపే నిరోధంతో (resistance) ఖనిజాల కఠినత, గట్టిదనం మీదనే కాక, రేణువులు ఎంత దట్టంగా అమరి ఉన్నాయి అనే దానిమీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. ఉదాహరణకు నిరోధక శక్తి ఎక్కువగా ఉన్న క్వార్ట్జ్ ఉంటే సచ్ఛిద్రమైన ఇసుకరాయి, కఠినత తక్కువ ఉన్న కేల్సైట్‌తో కూడి ఉంటే ఛిద్రరహితమైన సున్నపురాయి కన్న సులభంగా క్రమక్షయం చెందుతుంది. దీనికి కారణము సున్నపు రాయిలో కేల్సైట్ స్ఫటికాలు దగ్గర దగ్గరగా దట్టంగా అంతర్బంధనం చెంది ఉండటమే.

BRAOU

అపఘర్షణ సార్థకత రవాణా అయే రేణువుల మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. అవక్షేప రేణువులలేని నీటి ప్రవాహం కంటే కఠినమైన స్థూలమైన అవక్షేప రేణువులను మోసుకొనిపోయే నీటి ప్రవాహం శైథిల్యం ఎక్కువగా జరుపుతుంది. ఈ రేణువులు పీఠ శిలలను వేగంగా అరగదీస్తాయి. విచ్ఛిత్తికి కావలిసిన శక్తి అవక్షేపాలను రవాణా చేసే కారకం చలనం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. గాలి, నీరు, హిమం ఈ మూడు ప్రధానమైన రవాణా కారకాలు. ఇవి విభిన్న స్థాయిలలో విచఛత్తిని కలుగ జేస్తాయి.

**తుషార చర్య :** శిలలలోని పగుళ్లలో ఉండే నీరు గడ్డకట్టటం వల్ల శిలలు కోణీయ ఖండాలుగా విడిపోతాయి. పర్వత ప్రాంతాలలోను, ఎత్తైన ప్రదేశాలలోను తరచుగా తుషార చర్య ద్వారా శైథిల్యం జరుగుతుంది. అతి కఠినమైన శిలలు కూడా ఈ ప్రక్రయ వల్ల విచ్ఛిన్న మవుతాయి. మూడు ప్రధాన శిలా సముదాయాలకు చెందిన శిలలలోను నీరు ప్రవేశించడానికి మార్గాలు ఉంటాయి. అవక్షేప శిలలలోని సంస్తరణతలాలు రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని షిస్టాసిటి, విరూపణతలాలు, అగ్ని శిలలలోని భగ్నాలు నీరు ప్రవేశించడానికి అనుకూలంగా ఉంటాయి. వీటిలోకి ప్రవేశించిన నీరు ఘనీభవించినప్పుడు, ఘన పరిమాణం పెరుగుతుంది, కాబట్టి భగ్నాలు వెడల్పు అయి శిలలు

విచ్ఛిన్న మవుతాయి. నీరు ఘనీభవించడానికి తగిన ఉష్ణోగ్రతలు ఉన్న ప్రదేశాలలోనే ఈ ప్రక్రియ జరుగుతుంది.

**ఉష్ణీయక్రియ లేదా ఉష్ణోగ్రత లోని వైవిధ్యం :** పగలు, రాత్రులలో ఉష్ణోగ్రతలో వచ్చే ఏకాంతరమైన (alternating) మార్పుల వల్ల శిలలు పగిలి పోతాయి. శిలలు మంచి ఉష్ణవాహకాలు కావు. అందుచేత శిలయొక్క బాహ్యా భాగం మాత్రమే పగలు ఉండే అధిక ఉష్ణోగ్రతల వల్ల వ్యాకోచము, రాత్రిఉండే అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వల్ల సంకోచము చెందుతుంది. ఈ విధంగా ఏకాంతరంగా వ్యాకోచానికి, సంకోచానికి గురికావడం వల్ల శిల పొరలు పొరలుగా విచ్ఛిన్న మవుతుంది (అపదళనము).

## శిలల రసాయన శైథిల్యం లేదా విఘటన

వివిధ కారకాల వల్ల శిలలు రసాయన విఘటనకు గురి అయి మార్పులు పొందడమే రసాయన శైథిల్యం. కార్బన్-డైఆక్సైడ్, నీరు, ఆక్సిజన్ శిలలలో ఉండే అస్థిర ఘటకాలపై పనిచేయడం వల్ల రసాయన విఘటన జరుగుతుంది. రసాయన శైథిల్యంలో ఎన్నో రసాయన ప్రక్రియలు పాల్గొంటాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి ద్రావణీకరణ, ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ, ఆర్ద్రీకరణ, కార్బనీకరణ. ఒక ప్రాంతం-నుంచి మరొక ప్రాంతానికి రసాయన శైథిల్యం జరిగే రేటులో భేదాలుంటాయి. ఒక మోస్తరు ఉష్ణోగ్రతలు, అధిక ఆర్ద్రతతో రసాయన ప్రతి చర్యలను త్వరితగతిలో జరుపుతాయి. అందువల్ల ఈ ప్రక్రియ అతిశీతల, అతి ఉష్ణ ప్రాంతాలలో కంటే కవోష్ణ (warvm) ప్రాంతాలలో త్వరితగతిన జరుగుతుంది. అయితే భూఉపరితలం మీద ప్రతిచోట కొంత రసాయన శైథిల్యం తప్పకుండా జరుగుతుంది.

**కార్బనీకరణ :** కార్బన్-డై ఆక్సైడ్ ప్రమేయంతో జరిగే రసాయన ప్రతిచర్యలు. (ఖనిజాలతో కార్బొనేట్‌లు, బైకార్బొనేట్‌లు జరిపే ప్రతిచర్యలు) చాలా ముఖ్యమైనవి. కార్బనీకరణలో కొన్ని జీవరాశుల చర్యకూడా ఉంటుంది. దీనికి ఆర్ద్రీకరణ తోడు అయినప్పుడు శైథిల్యం త్వరగా జరు-గుతుంది. ఫెల్‌స్పార్‌లు, ఫైర్రోమెగ్నీషియన్ ఖనిజాలు కార్బనీకరణ చెందినప్పుడు ఆల్కలీ, ఆల్కలైన్ ఎర్త్ లోహం కార్బనేట్‌లను రూపొందిస్తాయి. ఇవి సులభంగా కరిగిపోయి రవాణా అవుతాయి. ఇవిపోగా క్లే ఖనిజాలు మిగిలి పోతాయి. అగ్ని శిలలలో ముఖ్యంగా గ్రానైట్‌లు, సయనైన్‌లలో చాలా తరచుగా కనిపించే ఆర్థోక్లేస్ ఫెల్‌స్పార్ ఏవిధంగా మార్పు చెందుతుందో కింది సమీకరణం నుంచి తెలుసుకోవచ్చు.

$2KAL\ Si_3\ O_3\ +\ 2H_2O\ +\ Co_2\ =$
(ఆర్థోక్లేస్) (కార్బనీకరణ చెందిన నీరు)

$Al_2\ Si_2\ O_5\ (OH)_4 + 4SiO_2 + K_2Co_3$
(కయొలినైట్) (సిలికా) (పొటాషియమ్ కార్బొనేట్)

ఇదే విధంగా ప్లేజియోక్లెస్ ఫెల్‌స్పార్‌ల నుంచి సోడియం కార్బొనేట్, కాల్షియమ్ బైకార్బొనేట్‌లు వేరు అవుతాయి. ఫెర్రో మెగ్నీషయన్ సిలికేట్‌లు కూడా ఇటువంటి మార్పులకు గురి అవుతాయి. ఈ విధంగా సిలికేట్‌లు మెత్తని ఖనిజాలుగా మారడంవల్ల శిల బలం తగ్గిపోయి అధిక విఘటనకు, విచ్ఛిత్తికి గురి అవుతుంది.

**ఆర్ద్రీకరణ :** ఈ ప్రక్రియవల్ల ఖనిజాలు నీటిని పొంది వ్యాకోచిస్తాయి. దీని వల్ల శిలలో ప్రతి బలాలు పెరిగి దాని మన్నిక తగ్గుతుంది. ఇది సిలికేట్‌లపై (ఫెల్‌స్పార్‌లు, ఫెర్రో మెగ్నీషియన్ ఖనిజాలు) జరిగే ఒక సంక్లిష్ట ప్రక్రియ. దీనివల్ల సిలికేట్ ఖనిజాల స్వభావాన్ని బట్టి రకరకాల క్లేలు రూపొందుతాయి.

**ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ :** ఇవి రసాయన శైథిల్యంలో అతి సామాన్యంగా జరిగే ప్రక్రియలు. వీటిలో ఖనిజాలు, ముఖ్యంగా ఐరన్ ఖనిజాలు ఆక్సిజన్ చర్య జరపడం ప్రముఖమైన అంశం. చాలా ఖనిజాలతో శిలలతో ఐరన్ ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఈ ఐరన్ భరిత పదార్థాలు ఆక్సీకరణ, క్షయకరణ



BRAOU

ప్రక్రియల ద్వారా రసాయన శైథిల్యానికి సులభంగా గురి అవుతాయి. ఈ ప్రక్రియల ఫలితాలను రంగులోని మార్పుల ద్వారా సులభంగా తెలుసు కోవచ్చు. ఫెర్రస్ ఐరన్, ఫెర్రిక్ ఐరన్‌గా మారి నారింజ పండు రంగు లేదా అరుణ కపిశ వర్ణంగల పటలాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. ఈ పటలం చాలా సులభంగా పగిలిపోతుంది.

### జీవరాశుల వల్ల శైథిల్యం

మొక్కలు, జంతువులు శైథిల్య ప్రక్రియకు దోహదం చేస్తాయి. జీవరాశుల వల్ల జరిగే ప్రక్రియ భౌతిక మైనది కావచ్చు. రసాయనిక మైనది కావచ్చు. నేలలో రంధ్రాలుచేసే జంతువులు, పెరిగే వేళ్ళు శిలలను పీడనకు గురిచేసి అవి పగిలేటట్లు చేస్తాయి. అంతేకాక ఈ రంధ్రాలతో గాలి, నీరు చేరి శైథిల్యానికి దారి తీస్తాయి. జంతువుల విసర్జక పదార్థాలనుంచి ఆమ్లాలు ఏర్పడి, అవి శిలల విఘటన చెందేటట్లు చేస్తాయి. ఈ రకం శైథిల్యంలో సూక్ష్మ జీవుల చర్యలు చాలా ముఖ్యమైనవి. వీటి చర్యలకు మృత్తికలు ఏర్పడటంలో ఎంతో ప్రాధన్యం ఉంది. శైథిల్య ప్రక్రియ ఉత్పన్నాలు ఈ మృత్తికలే.

## 9.1.2 రవాణా

శైథిల్యం వల్ల రూపొందే ద్రావణీయ, అద్రావణీయ పదార్థాలు అతి స్వల్పమైన దూరాల నుంచి అత్యధిక దూరాల వరకు రవాణా కావచ్చు. పదార్థాల చలనం గురుత్వాకర్షణవల్ల గాలి, నీరు హిమం-వీటిలో ఏదో ఒక కారకం వల్ల జరుగుతుంది. గురుత్వాకర్షణ వల్ల పదార్థం కిందికి దిగుతుంది. కాని, చలన శీలమైన మధ్యమం వల్ల పదార్థం కిందికి దిగడానికి బదులు పక్కకు నెట్టబడి రవాణా అవుతుంది. పదార్థాల రవాణా కారకం సాంద్రత, స్నిగ్ధత వేగాలమీద ఆధారపడుతుంది. ద్రావణీయస్థితిలో రవాణా అయే పదార్థం పైగురుత్వాకర్షణ ప్రభావం ఉండదు. అది ద్రవణ స్థితిలో చాలాకాలం ఉండవచ్చు. నదులు పదార్థాలను భూమిలో రాశులుగా, విలంబిత స్థితిలో లేదా ద్రావణంలో రవాణా చేయవచ్చు. భూతలరాశిగ రవాణా అయే పదార్థం ప్రవాహ ప్రభావం వల్ల భూతలం నుంచి పైకి లేచి విలంబిత స్థితిలో రవాణా కావచ్చు. పదార్థాలు ఈ విధంగా భూతలం నుంచి పైకి లేచి రవాణా కావడాన్ని సాల్టేషన్ (saltation) అంటారు. ఈ ప్రక్రియ వల్ల నిక్షేపణకు ముందు విచ్ఛిత్తి జరిగి మరికొంత భూతల పదార్థం విలంబిత స్థితిలోకి చేరుతుంది. విలంబిత స్థితిలో ఉండే ఇసకరాయి, సూక్ష్మరేణువులతో పదార్థం నదుల ద్వారా చివరకు సముద్రాలను చేరి అక్కడ ప్రవాహం వేగం తగ్గటం వల్ల నిక్షేపణ చెందుతుంది. పైకి లేపడానికి అణువుగా స్థూలరేణువులు భూతలం మీద దొర్లుకుంటూ పోయి నిక్షేపణ చెందుతాయి.

గాలి అత్యుత్తమమైన రవాణా కారకం. గాలి రవాణా అయ్యే పదార్థాలను సూక్ష్మ రేణువులుగా చేసి శిలా ఖండాల పదునైన అంచులను గుండ్రంగాను, నునుపుగాను చేస్తుంది. గాలివల్ల రవాణా అయిన రేణువులు బాగా గుండ్రని ఆకృతులతో ఉంటాయి. ఈ లక్షణం దీర్ఘమైన రవాణాను, సజాతీయతను, సమరూపతను సూచిస్తుంది.

పైకిలేచే సంక్షుభిత గాలి ప్రవాహాలవల్ల గాని, అగ్ని పర్వత ప్రస్ఫోటనం (explosion) వల్ల గాని, ధూళి ఒక్కొక్కప్పుడు సూక్ష్మ రేణుయుతమైన ఇసక విలంబిత స్థితిలో చాలా ఎత్తుకు వాతావరణంలోని పొరలలోకి, లేదా చాలా దూరాలకు మోసుకొని పోబడుతుంది. కొంత ధూళి అతి సూక్ష్మ రేణువులుగా ఉండటం వల్ల వర్షం పడి దానితో కిందికి దిగేవరకు అట్లాగే విలంబిత స్థితిలో ఉండి పోతుంది.

ఉన్నత ప్రదేశాల నుంచి నిమ్న ప్రదేశాలకు ప్రవేశించే హిమరాశులను హిమనీ నదులు అంటారు. ఇవి అవక్షేపాలను అధిక పరిమాణంలో రవాణా చేయగలుగుతాయి. అధిక స్నిగ్ధతవల్ల, సంక్షుబ్ధత లేకపోవడం వల్ల హిమానీ నదులు నీటికంటే నెమ్మదిగా కదులుతాయి. హిమానీ నదుల భారం ముఖ్యంగా అది ప్రవహించే తలంనుంచే వస్తుంది. విడివిడిగా ఉన్న శిలా ఖండాలను గ్రహించి, వాటి



BRAOU

ప్రవాహంతో భూగోళంమీద శిలలను క్రమంగా పగలగొట్టుతూ పోతాయి. ఈ విధంగా అతి సూక్ష్మ రేణువులతో అవక్షేపాలు రూపొందుతాయి.

కారకం యొక్క వేగం చలనశీలత (mobility) లను బట్టి అవక్షేపాల వేర్పాటు (sorting) జరుగుతుంది. కారకం మొదట్లో బరువైన, స్థూల రేణువులను నిక్షేపణచేసి, తేలికగా ఉన్న సూక్ష్మ రేణువులను దూరాలకు మోసుకొని పోతుంది. ఈ విధంగా సాపేక్షంగా స్వచ్ఛమైన ఇసక, క్లేలు విడివిడిగా నిక్షేపితమవుతాయి.

## 9.1.3 నిక్షేపణ

రవాణా అయిన పదార్థాలు చివరకు నిక్షేపణ చెందుతాయి. రవాణా కారకం వేగం అకస్మాత్తుగా తగ్గడం వల్లగాని భౌతిక, రసాయనిక పరిస్థితులలో మార్పు వచ్చినప్పుడు గాని నిక్షేపణ జరుగుతుంది. అవక్షేప నిక్షేపాలు ఖనిజ సంఘటనలలోని భేదాలు కింది అంశాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయి.

1. శైథిల్యానికి గురి అయిన మూలశిల సంఘటన.
2. శైథిల్యంస్థాయి, తీవి.
3. రవాణా కాలంలో అవక్షేప పదార్థాలలో వచ్చేమార్పులు.
4. రవాణా కారకం వేగం.
5. అవక్షేపభారం, స్వభావం, పరిమాణం, దాని విస్తరణ

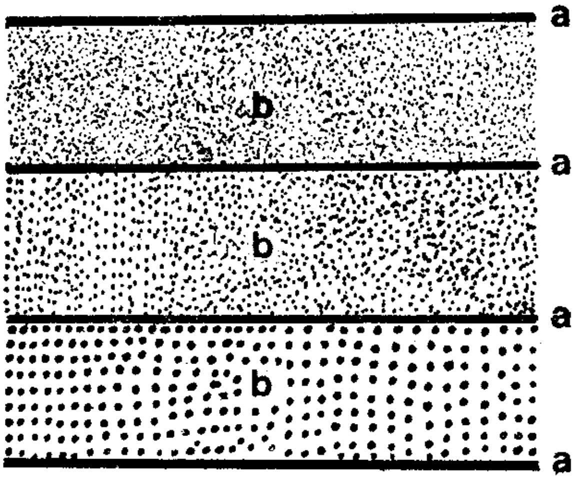
నిక్షేపణ పరిసరాలు ఎన్నో క్లిష్టమైన అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది. కాబట్టి వర్గీకరించడం కష్టము. నిక్షేపణ స్థలం ఆధారంగా రెండు రకాల పరిసరాలను గుర్తిస్తారు. అవి సముద్ర పరిసరాలు (marine enviornment), ఖండాంతర పరిసరాలు (continental environment) .

విలంబిత స్థితిలోగాని, ఇతర విధానాలవల్లగాని భౌతికంగా రవాణా అయిన పదార్థాలు వేగం తగ్గడంవల్ల నిక్షేపితమవుతాయి. ఇటువంటి నిక్షేపాలను క్లాస్టిక్ శిలలు (clastic rocks) లేదా డెట్రిటల్ శిలలు (detrital rocks) అంటారు.

ద్రావణరూపంలో రవాణా అయిన పదార్థం భూమిమీద గాని నీటిలోగాని అవపాతనం, పరిశోషణం (evaporation) వంటి భౌతిక-రసాయనిక ప్రక్రియవల్ల లేదా జీవరాశుల చర్యలవల్ల నిక్షేపణ చెందుతుంది. ఇటువంటి నిక్షేపాలను నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలు లేదా నాన్‌డెట్రిటల్ శిలలు అంటారు.

విలంబిత స్థితిలో రవాణా అయిన పదార్థం పొరలు పొరలుగా నిక్షేపితమవుతుంది. ఒక్కొక్క-పొరను సంస్తరం (bed) అంటారు. ఇటువంటి ప్రతి పొరకు లాక్షణికమైన రంగు వయనం, కఠినత సంసంజనము, సంఘటన ఉంటాయి. ఈ పొరలు ఒకదానికొకటి దాదాపు సమాంతరంగా అమరి ఉంటాయి. ఈ విధంగా వివిధ సంస్తరాలు ఏర్పడతాయి. ఒక సంస్తరాన్ని మరొక సంస్తరం నుంచి వేరుచేసే తలాన్ని సంస్తరణ తలం (bedding plane) అంటారు. సంస్తరం కాగితం మాదిరిగా చాలా పల్చగా మందం 1 సెం.మీ. కన్నా తక్కువ ఉంటే దానిని పత్రం (lamina) అంటారు. మందము 1 సెం.మీ. కన్నా ఎక్కువ ఉంటే దానిని స్తరం (stratum) అంటారు.

నిక్షేపణ నిశ్చలంగాఉన్న నీటిలో జరిగితే పదార్థం అడుగున స్థూలరేణువులు పైన సూక్ష్మరేణువులు ఉండేటట్లు ఒక శ్రేణీకృతమైన రీతిలో నిక్షేపితమవుతుంది. దీనివల్ల రేణు పరిమాణాన్ని బట్టి (స్థూలరేణువులు కింద, స్థూలరేణువులపైన) క్రమమైన స్తరీభవనం (stratification) రూపొందుతుంది. దీనిని పటములో చూడవచ్చు.




పటం - 1 :

నిక్షేపణ ప్రవహిస్తున్న నీటిలో జరిగితే క్షితిజ సమాంతర లేదా పార్శ్వీయ శ్రేణీకరణ జరుగుతుంది. అన్ని స్థూలరేణువులు నిక్షేపణ చెందుతాయి. తరవాత సూక్ష్మరేణువులు చివరకు అతి సూక్ష్మ రేణువులలో ఉండే క్లే వరకు నిక్షేపణ జరుగుతుంది. ఈ విధంగా క్షితిజ సమాంతర లేదా పార్శ్వీయ శ్రేణీకరణ (పటం-1) జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియ పునరావృత్తం కావడంవల్ల స్తరీభవనం రూపొందుతుంది.

నిక్షేపితమైన పదార్థం మొదట్లో వదులుగా, అదృఢీ భూతలంగా ఉంటుంది. పొరలు ఒక దానిమీద మరొకటి పోగు పడేకొద్దీ కింద ఉన్న అదృఢీ భూతల పదార్థాలపై పీడనం పెరిగి, రేణువుల మధ్యనున్న నీరు పీల్చుకొనిపోయి, రేణువుల పరస్పర అణుస్పర్శవల్ల అంతర్బంధనం చెందుతాయి. దీనిని మేళనం (welding) అంటారు. రేణువులు ఒకదానితో నొకటి తాకుతున్నప్పుడు నిక్షేపణ స్థలంలో ఉన్న పదార్థం రేణువులు మధ్యస్థలాలలో చేరి వాటిని బంధిస్తుంది. దీనిని బంధనం (biniding లేదా cementation) అంటారు. ఈ బంధన పదార్థాలు సాధారణంగా అంతస్స్రవణ జలం (percolating water) నుంచి లభిస్తాయి.వీటిలో ముఖ్యమైనది కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్ కార్బొనేట్‌లు,ఐరన్‌ఆక్సైడ్‌లు,సిలికా,క్లే.

మేలబంధన ప్రక్రియలు రెండూ కలిసి జరగడంవల్ల అవక్షేపం కఠినమై, ధృఢీభూతమై అవక్షేపశిల (sedimentary rock) గా మారుతుంది. ఈ విధంగా ఇసక ఇసకరాయిగా, పంకము (mud) పంక శిలగా (mud stone), క్లే-షేల్‌గా మారతాయి.

అవక్షేపశిలలో తరచుగా కనిపించే ఖనిజాలు-క్వార్ట్జ్, క్లే ఖనిజాలు, ఫైల్‌స్ఫార్‌లు, జిప్సమ్, ఎల్‌హైడ్రైట్, కాల్సైట్, మస్కొవైట్, గార్నెట్, ఎపిడోట్ మొదలైనవి. ఇసక రాయిలో ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్ ఉంటుంది. సున్నపురాయి కాల్సైట్‌తో ఏర్పడి ఉంటుంది.

అవక్షేపశిలలోని ఖనిజాలను కెండు వర్గాలుగా విభజించవచ్చు. అవి: అ) పరస్థాన జనితాలు (allogenic), ఆ) స్వస్థాన జనితాలు (anthigenic). పరస్థాన జనిత ఖనిజాలు వేరేస్థలంలో ఏర్లడి నిక్షేపణ స్థలానికి రవాణా అయి ఉంటాయి. స్వస్థాన జనిత ఖనిజాలు నిక్షేపణ స్థలంలోనే ఏర్పడి నిక్షేపణ స్థలంలోనే ఏర్పడి ఉంటాయి.

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

1. వివిధ రీతుల అవక్షేప ఖనిజాలను వర్ణించండి.

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

2. కాగితాలంత పలచగా ఉండే సంస్తరాలను ................ అంటారు.

..............................................................................................................

..............................................................................................................

## 9.2 సారాంశం

ఈ భాగం లో అవక్షేపశిలల ఉద్భవాన్ని గురించి, ఉద్భవంలో పాలు పంచుకునే శైథిల్యం, రవాణా, నిక్షేపణ ప్రక్రియలను గురించి వివరించాము.

పూర్వస్థిత శిలలు యాంత్రిక రసాయనిక చర్యల మూలంగా శైథిల్యం చెందుతాయి. గాలి, నీరు, హిమము శైథిల్యానికి, శిథిల పదార్థాల రవాణాకు కారణాలు. రవాణా కారకం వేగం తగ్గడంవల్ల లేదా భౌతిక పరిస్థితులలో మార్పులవల్ల అవక్షేపణ జరుగుతుంది. తద్వారా అవక్షేప శిలలు రూపొందుతాయి.

## 9.3 మీ అవగాహన పరీక్షించుకోండి, మాదిరి సమాధానాలు

1. అవక్షేప ఖనిజాలను స్థూలంగా పరస్థాన జనిత స్వస్థాన జనిత ఖనిజాలుగా విభజిస్తారు. మొదటి తరగతి ఖనిజాలు ఎక్కడో ఏర్పడి, నిక్షేపణ స్థానానికి తరలించ బడతాయి. రెండవ తరగతికి చెందిన ఖనిజాలు నిక్షేపణ స్థానంలోనే ఉద్భవించి నటువంటివి.

2. పత్రాలు

## 9.4 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:

1. శిలల విచ్ఛిత్తికి కారణమైన అంశాలను వివరించండి?
2. శిలలు ఏ పరిస్థితులలో విఘటన చెందుతాయి?

II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. రవాణా అయ్యే పదార్థాలు ఏయే కారణాలవల్ల నిక్షేపణ చెందుతాయి?
2. క్లాస్టిక్ శిలలు, నాన్‌క్లాస్టిక్ శిలలు అంటే ఏమిటి?



BRAOU

3. కింది పదాలను వివరించండి?

i) సంస్తరణ, సంస్తరణతలం;

ii) మేళనం, బంధనం

iii) పరస్థాన జనిత, స్వస్థాన జనిత ఖనిజాలు.

## 9.5 పదకోశం

| | | |
|---|---|---|
| అపఘర్షణ | : | రెండు రేణువులు ఒకదానితో ఒకటి రుద్దుకోవడం. |
| అపదళనం | : | వేడివల్ల, చల్లదనంవల్ల వ్యాకోచానికి, సంకోచానికి గురిఅయి శిల పొరలుగా ఊడిపోవడం. ఇది ఒక శైథిల్య ప్రక్రియ. |
| కయొలినైట్ | : | ఫెల్‌స్పార్‌లు, ఫెల్‌స్పథాయిడ్‌లు ఆమ్లస్థితిలో శైథిల్యానికి, ఉష్ణజలీయ చర్యలకు గురిఅయినప్పుడు ఏర్పడే ఖనిజం. |
| పరస్థాన జనితాలు | : | నిక్షేపణ స్థలంలో కాక వేరొక స్థలంలో ఏర్పడి నిక్షేపంలోకి చేరిన ఖనిజాలు. |
| ఫెర్రోమెగ్నీషియమ్ ఖనిజాలు | : | ఐరన్ లేదా మెగ్నీషియమ్‌లు లేదా ఈ రెండూ అధికంగా ఉన్న ఖనిజాలు. ఇవి సాధారణంగా ముదురు రంగులో ఉంటాయి. ఉదాహరణకు ఆలివీన్, పైరాక్సీన్‌లు, ఆంఫీబోల్‌లు, బయొటైట్. |
| స్వస్థాన జనితాలు | : | నిక్షేపణ స్థలంలోనే ఏర్పడిన ఖనిజాలు. |

- డా. ఎస్. వి. రాజశేఖర రెడ్డి

BRAOU

# భాగం-10 : అవక్షేప శిలల వయనాలు, నిర్మితులు

పాఠ్యాంశాలు


10.0 లక్ష్యాలు

10.1 పరిచయం

10.2 వయనాలు

    10.2.1 క్లాస్టిక్ వయనాలు

    10.2.2 నాన్‌క్లాస్టిక్ వయనాలు

10.3 నిర్మితులు

    10.3.1 భౌతిక నిర్మితులు

    10.3.2 రసాయన నిర్మితులు

    10.3.3 ఆర్గానిక్ నిర్మితులు

10.4 సారాంశం

10.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

10.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 10.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో అవక్షేపశిలల వయనాలను, నిర్మితులను గురించి తెలియజేశాము.

ఈ భాగంను పూర్తి చేసిన తర్వాత, మీరు :

- 'వయనం' అనే పదాన్ని నిర్వచించ గలుగుతారు;
- వివిధ రకాల-క్లాస్టిక్, నాన్‌క్లాస్టిక్-వయనాలను వర్ణించ గలుగుతారు;
- వివిధ రకాల-భౌతిక, రసాయన, ఆర్గానిక్-నిర్మితులను వర్ణించగలుగుతారు.

BRAOU

## 10.1 పరిచయం

వయనం, నిర్మితి అనేపదాలు వరసగా శిలలలో కనిపించే సూక్ష్మరూప, స్థూలరూప లక్షణాలను తెలియజేస్తాయి. అవక్షేపశిలలు కొన్ని అధిలాక్షనికమైన వయనాలను, నిర్మితులను చూపుతాయి. అవక్షేపశిలల ఉద్భవ విధానం, నిక్షేపణ పరిసరాలను గురించి తెలుసుకోవడానికి ఈ లక్షణాలను అధ్యయనం చేయడం చాలా అవసరం. అవి శిల యొక్క పరిపక్వత (maturity) ను గూడా సూచిస్తాయి. శిథిల్య ప్రక్రియ ఎంత స్థాయివరకు జరిగింది అనే అంశాన్ని పరిపక్వత అనేపదం ద్వారా తెలియజేస్తారు.

## 10.2 వయనాలు

శిలలలోని రేణువుల పరస్పర సంబంధాలను వయనం అనవచ్చు. అవక్షేపశిలల వయనాలను క్లాస్టిక్, నాన్‌క్లాస్టిక్ వయనాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. యాంత్రికంగా నిక్షేపణ చెందిన శిలల వయనాలు క్లాస్టిక్ వయనాలు. రసాయనా ప్రక్రియవల్ల లేదా జీవరాశుల చర్యలవల్ల ఏర్పడిన శిలల వయనాలు నాన్‌క్లాస్టిక్ వయనాలు.

## 10.2.1 క్లాస్టిక్ వయనాలు

పూర్వపు శకలమయ లక్షణం స్పష్టంగా కనిపించే ఏశిల వయనానికైనా 'క్లాస్టిక్' అనే పదాన్ని వాడతారు. అవక్షేప శిలల వయనంలో ముఖ్యాంశాలు రేణుపరిమాణం, రేణువుల ఆకృతి.

**రేణుపరిమాణం:** అవక్షేపశిలల రేణుపరిమాణం శైథిల్యం రీతి, పూర్వస్థిత శిల వయనం సంఘటన, రవాణాతీరు దూరం మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

శైథిల్యం ప్రధానంగా విఘటనవల్ల జరిగితే శైథిల్య ఉత్పాదితం పిండి మాదిరిగా అతి సూక్ష్మ రేణువులలో ఉంటుంది. కాని విచ్ఛిత్తి వల్ల శైథిల్యం జరిగితే స్థూలరేణువులు ఏర్పడతాయి. ఎందుకంటే విచ్ఛిత్తి విదళన తలాలవెంట, స్థూలరేణువుల అంచుల వెంబడి స్థూలరేణువుల శిలలలో అయితే సంధులు, భగ్నాలవెంబడి జరుగుతుంది. అందువల్ల చివరకు ఏర్పడే పదార్థము పూర్వశిల రేణుపరిమాణంలోనే ఉండవచ్చు. లేదా భగ్నాల మధ్య రదూరాన్ని బట్టి పెద్దరేణువులు ఉండవచ్చు. స్థూలరేణువుల శిలలు పగిలి స్థూలరేణుయుత శిలలు భగ్న తలాల వెంబడి పగిలి పెద్ద శకలాలను రూపొందిస్తాయి.

రేణుపరిమాణం రవాణా మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఎక్కువకాలం, ఎక్కువ దూరం రవాణా అయితే రేణువులు చిన్నవి అవుతాయి. రవాణా కారకం కూడా ముఖ్యమైన అంశమే. గాలి మోసుకొనిపోయే రేణువులు నీటివల్ల రవాణా అయే రేణువుల కంటే ఎక్కువగా విచ్ఛిన్నమవుతాయి. అందుచేత గాలి వల్ల ఏర్పడిన నిక్షేపాలు అతి సూక్ష్మ రేణువులతో కూడి ఉంటాయి.

క్లాస్టిక్ లేదా డెట్రిటల్ రేణువుల పరిమాణాన్ని సగటు వ్యాసం ద్వారా సూచిస్తారు. ఈ అంశానికి శిలయొక్క మొత్తం స్థితిలో ఏంతో ప్రాధాన్యం ఉంది. వివిధ పరిమాణాలు గల రేణువులకు వాడే పదాలను, వాటి పరిమాణాలను కింది పట్టికలో ఇచ్చినాం.

**అవక్షేపశిలల రేణు పరిమాణాలు**

| రేణువు | సగటు వ్యాసం పరిధి (మిల్లిమీటర్‌లలో) |
|---|---|
| గోశిల (boulder) | > 256 |
| ఉపలము (cobbler) | 256 - 64 |
| గులకరాయి (pebbles) | 64 - 4 |
| గ్రాన్యూల్ (granule) | 4 - 2 |
| ఇసక (sand) | 2 - $\frac{1}{16}$ |
| సిల్ట్ (silt) | $\frac{1}{16}$ - $\frac{1}{256}$ |
| క్లే (clay) | < $\frac{1}{256}$ |

BRAOU

**రేణువుల ఆకృతి, గుండ్రనితనం (Rounding):** క్లాస్టిక్ రేణువుల ఆకృతులు శైథిల్యం వల్ల ఏర్పడిన మూల పదార్థాల ఆకృతులమీద రవాణా రీతిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. గ్రానైట్‌ల నుంచి ఏర్పడే క్వార్ట్జ్ రేణువులు చాలా కోణీయంగాను, క్రమరహితంగాను, ఫెల్‌స్పార్ రేణువులు విదళన తలాల వెంబడి చీలి క్రమ ఆకృతిలోను, మైకాలు క్రమరహితమైన పెచ్చులుగాను ఉంటాయి. సూక్ష్మ రేణువులలో శిలలు భగ్నాల వెంబడి పగులుతాయి కాబట్టి వాటినుంచి కోణీయరేణువులు ఏర్పడతాయి.

రేణువుల ఆకృతులు రవాణా తీరు, రవాణా దూరం మీదకూడా ఆధారపడి ఉంటాయి. మొదట్లో కోణీయంగా ఉన్న రేణువులు రవాణా అయేకొద్దీ నున్నగా, గుండ్రగా మారుతాయి. రేణువులు ఎంత కోణీయంగా ఉన్నాయి, అంచులు, మూలలు ఎంత నిర్దిష్టంగా ఉన్నాయి అనే అంశాన్ని 'గుండ్రనితనం' అనే పదంద్వారా తెలియజేస్తారు. గుండ్రనితనం స్థాయినిబట్టి రేణువులను కోణీయ, ఉపకోణీయ,

ఉపవర్తులాకార, వర్తులాకార, వర్తులాకార, పూర్ణవర్తులాకార రేణువులుగా వర్ణించవచ్చు. (పటం 1) ఎక్కువ దూరం రవాణా అయిన రేణువులు తక్కువ దూరం రవాణా అయిన వాటికంటే ఎక్కువ నునుపుగా, గుండ్రంగా ఉంటాయి.

పటం-1 : గుండ్రని తనం

ఒకే దూరం రవాణా అయిన రేణువులలో, గాలి వల్ల రవాణా అయినవి అత్యధికమైన గుండ్రని తనాన్ని, హిమంవల్ల రవాణా అయినవి అత్యల్పమైన గుండ్రని తనాన్ని చూపుతాయి. నీటి వల్ల రవాణా అయిన రేణువులు పైవాటికి మధ్యస్థంగా ఉంటాయి. రేణువుల దుండ్రని తనం స్థాయి వాటిపరిమాణం, బరువు, కఠినతల మీద కూడా ఆధార పడుతుంది.

వేర్పాటు (sorting) : క్లాస్టిక్ నిక్షేపాల మరొక ముఖ్య లక్షణము వాటిలో కనిపించే వేర్పాటు రవాణా కారకాలలో ఎక్కువ భాగం రేణువులను వాటి పరిమాణం, ఆకృతి సాంద్రతలను బట్టి వేరు చేస్తాయి. ఎన్నో రేణు పరిమాణాలున్న అవక్షేపాలు వేర్పాటు చెందినటువంటివి (un-assorted or ill-assorted); ఒకే పరిమాణంగల రేణువులలో ఏర్పడిన అవక్షేపాలు బాగా వేర్పాటు చెందినవి, లేదా శ్రేణీకరణ చెందినవి. హిమానీ నదులవల్ల ఏర్పడే అవక్షేపాలలో వేర్పాటు ఉండదు. కాని గాలి, నీరు బాగా వేర్పాటుచెందిన అవక్షేపాలను రూపొందిస్తాయి. ఈ రెండింటిలోను గాలివల్ల ఏర్పడిన అవక్షేపాలు అత్యుత్తమమైన వేర్పాటును చూపుతాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

1. బాగా వేర్పాటు చెందిన అవక్షేపాలు - - - - - - - - - - - - కారకం చర్యల వల్ల ఏర్పడతాయి.

2. రేణువుల గుండ్రనితనం.

   (అ) రవాణా దూరానికి విలోమాను పాతంలో ఉంటుంది.

   (బ) రవాణా దూరానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది.

   (సి) రవాణా దూరంపై ఆధారపడి ఉండదు.

## 10.2.2 నాన్ క్లాస్టిక్ వయునాలు

క్లాస్టిక్ వయునాల కింద ప్రస్తావించిన అంశాలు నాన్ క్లాస్టిక్ వయునాలకు అంతగా వర్తించవు. క్లాస్టిక్ రేణువుల గుండ్రనితనం, అవి రవాణా అయిన కాలంలో పొందిన విచ్ఛిత్తిని సూచిస్తుంది. నాన్ క్లాస్టిక్ పదార్థాలు ద్రావణ స్థితిలో రవాణా అయి, తరవాత అవపాతనం చెందినటువంటివి. అందుచేత గుండ్రనితనం అనే అంశానికి ఇక్కడ తావులేదు. నాన్ క్లాస్టిక్ వయునాలు కింద ఇచ్చిన ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడతాయి.

1. ప్రత్యక్ష స్ఫటికీకరణ లేదా ద్రావణీయమైన లవణాల మధ్య ఇనార్గానిక్ ప్రతిచర్యలు
2. స్ఫటిక వృద్ధి
3. ప్రతి స్థాపన-సిలికీకరణ, డోలమైటీకరణలలో మాదిరిగా.

BRAOU

అభిలాక్షణికమైన నాన్ క్లాస్టిక్ వయనంలో అంతర్బంధనం చెందిన స్ఫటికాలు ఉంటాయి. వీటి మధ్య ఖాళీస్థలాలు లేదా చిద్రాలు ఉండవు. ఇటువంటి వయనాన్ని స్ఫటిక రేణుమయ (Crystalline granular) వయనం అంటారు. చాలా రసాయన అవక్షేపాల లోతులలో పూడుకొనిపోవడంవల్ల అక్కడ ఉండే ఉష్ణోగ్రత, పీడనల మూలంగా పూర్తిగా లేదా పాక్షికంగా పునః స్ఫటికీకరణ జరుగుతుంది. ఇటువంటి వయనాల క్రిస్టలోబ్లాస్టిక్ (Crystalloblastic) వయనాలు అనవచ్చు.

నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలలోని స్ఫాటికీయ వయనాలు ఎక్కువ భాగం కంటికి కనిపించేటంత రేణువులతో రూపొంది ఉంటాయి. వీటిని స్థూలరేణుయుత (> 5 మి.మీ.) మధ్యమ రేణువులలో (5 మి.మీ. 1 మి.మీ.), సూక్ష్మరేణువులలో (<1 మి.మీ.) వయనాలుగా విభజించవచ్చు. నాన్ క్లాస్టిక్ అవక్షేపశిలలు చూపే కొన్ని ముఖ్యమైన వయనాలను కింద ఇచ్చినాం.

1. **అస్ఫాటిక్** (amorphous) : రేణువులు క్లే లేదా కొల్లాయిడ్ పరిమాణంలో ఉంటాయి.
2. **ఊలిటిక్** (oolitic) : 0.25 నుంచి 2.0 మి.మీ. వరకు వ్యాసం ఉన్న గోళాకృతి లేదా దీర్ఘ గోళాకృతి గల రేణువులలో ఏర్పడి ఉంటుంది. ఈ ఊలైట్‌లు వికిరణ లేదా ఏక కేంద్రియ అంతర్నిమితిని చూపుతాయి.
3. **పిసొలిటిక్** (pisolitic) : ఊలిటిక్ మాదిరిగానే ఉంటుంది. కాని, వ్యాసము 2 మి.మీ. కు మించి ఉంటుంది.
4. **స్ఫెరులిటిక్** (spherulitic) : వికిరణ అంతర్నిర్మితి గల గోళాలలో ఉంటుంది.
5. **శర్కరరూప** (saccaharoidal) : సూక్ష్మరేణువులు, సమరేణువుల లక్షణము (చక్కెర-మాదిరిగా).
6. **పోర్ఫిరో బ్లాస్టిక్** (porphyroblastic): సూక్ష్మరేణువుల యాంత్రికత స్థూల స్ఫటికాలు ఇమిడి ఉంటాయి.

**సంసంజనం** (Cohesion) : అవక్షేప శిలలన్నీ మొదట్లో వదులుగా మృదువుగా ఉంటాయి. కాలక్రమేణ అవి గట్టిపడి కఠినంగా తయారవుతాయి. ఇది ప్రధానంగా రెండు ప్రక్రియలవల్ల జరుగుతుంది. 1) మేళనం (welding or induration) , 2) బంధనం (Cementation). మేళన ప్రక్రియలో ఉపరిస్థిత శిలల బరువు మూలంగా కలిగే పీడన లేదా భౌమ చలనాల వల్ల సంభవించే పీడన ప్రభావం కనిపిస్తుంది. అంటే శిలపీడన వల్ల ధృఢీభూతమవుతుంది. బంధన ప్రక్రియలో రేణువులు సిలికేటు, కాల్కేరియస్, ఫెర్రూజినస్ లేదా ఆర్జిల్లేషియస్ పదార్థాలవల్ల బంధితమవుతాయి.

BRAOU

## 10.3 నిర్మితులు

అవక్షేపశిలల నిర్మితులను ప్రధానంగా (1) భౌతిక నిర్మితులు, (2) రసాయన నిర్మితులు, (3) ఆర్గానిక్ నిర్మితులుగా విభజించవచ్చు.

### 10.3.1 భౌతిక నిర్మితులు

**సంస్తరణ** (bedding) : అవక్షేపశిలల అతి ప్రముఖ ఆది నిర్మితి వాటిలో కనిపించే పొరల నిర్మితి. ఈ పొరలను స్తరాలు (strata) సంస్తరణ (beds) లేదా పత్రాలు (laminae) అనీ, నిర్మితిని స్తరీభవనం (stratification) సంస్తరణ (bedding) లేదా పత్రీకరణ (lamination) అనీ అంటారు. ఒక సెం.మీ. కన్నా ఎక్కువ మందంఉన్న పొరను స్తరం (stratum) లేదా సంస్తరం (bed) అంటారు. పత్రం కూడా స్తరం వంటిదే కాని దీని మందం 1 సెం.మీ. కన్నా తక్కువ ఉంటుంది. రసాయన సంఘటన వయనం మొదలైన లక్షణాలలోని భేదాల వల్ల ఈ స్తరాలు లేదా ఈ పత్రాలు విడివిడిగా నిర్దిష్టంగా కనిపిస్తాయి. రెండు పొరలను వేరుచేసే తలాన్ని సంస్తరణ తలం (bedding plane) అంటారు.

కొన్ని అవక్షేప శిలల సంస్తరణ రహితంగా ఉంటాయి. ఉదా : హిమానీనదటిల్, లోయెస్‌లు. సూక్ష్మరీతిలో సంస్తరణ ఉన్నా అవక్షేప శిలలలో కొన్ని కారణాలవల్ల ఆ సంస్తరణ అదృశ్యమైపోవచ్చు. సంస్తరణ లేని అవక్షేప శిలలు సజాతీయ లక్షణంగల రాశీ భూమిలో (messive) రూపాలుగా కనిపిస్తాయి.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

3. - - - - - - - - - - - - - - - సెం. మీ. కన్న ఎక్కువ మందం ఉన్న పొరలకు స్తరము అనేపదాన్ని వాడుతారు.

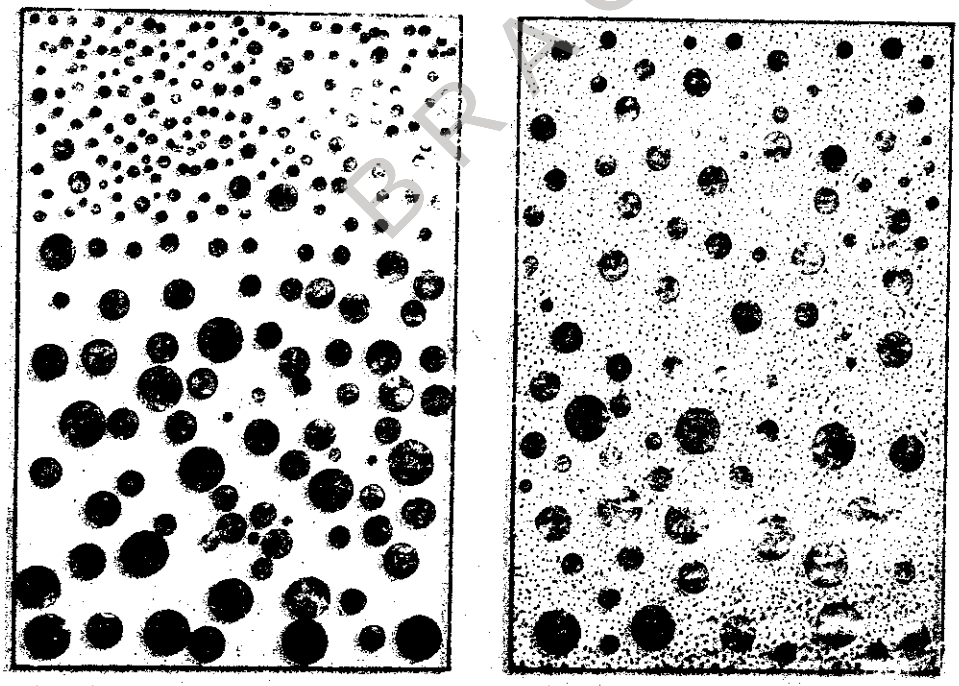
.............................................................................................

.............................................................................................

సంస్తరణకు సంబంధించిన నిర్మితులలో ముఖ్యమైనవి (1) శ్రేణీకృత సంస్తరణ (graded bedding), (2) తిర్యక్ లేదా ప్రవాహ సంస్తరణ (cross or current bedding), (3) ప్రస్ప్రవణ సంస్తరణ (torential bedding).

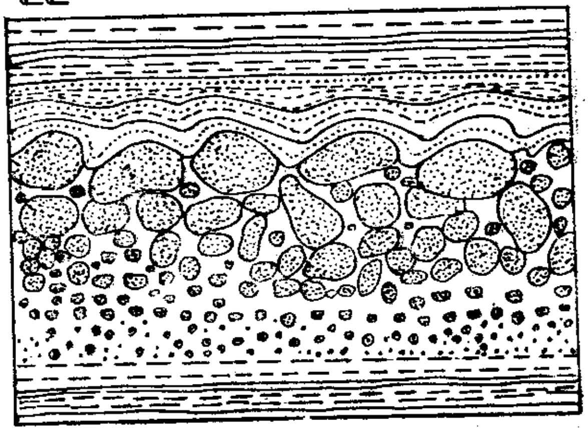
**శ్రేణీకృత సంస్తరణ:** శ్రేణీకృత సంస్తరణ అనేపదాన్ని సంస్తరాలలో కింది నుంచి పైకి కనిపించే వయున అను క్రమాన్ని (textural sequence) సూచించడానికి వాడతారు. సాధారణంగా సంస్తరాలలో కింద ఉన్న దానిలో స్థూలరేణుపులలో పదార్థాలు, పైకిపోయేకొద్ది సంస్తరాలలో రేణుపరిమాణం తగ్గుతూ అన్నిటికన్నా పైన ఉన్నదానిలో లాక్షేక్షంగా సూక్ష్మ రేణువులలో పదార్థాలు ఉండటం గమనిస్తాము (పటం 2). దీనిని శ్రేణీకృత సంస్తరణ అంటారు.

BRAOU



పటం-2 : శ్రేణీకృత సంస్తరణ

నిశ్చలంగా ఉన్న నీటిలో విలంబిత స్థితిలో ఉన్న రేణువులు కిందికి దిగటం వల్ల అత్యుత్తమమైన శ్రేణీకృత సంస్తరణ రూపొందుతుంది. ఇటువంటి పరిస్థితిలో స్థూలరేణువులు కిందికి దిగి, సూక్ష్మ-రేణువులు ఒక క్రమంలో పైపైపునకు అమరిఉంటాయి. ఈ నిర్మితి నిశ్చలమైన, లోతైన జల పరిసరాలను సూచిస్తుంది.



పటం 2.A : శ్రేణీకృత సంస్తరణ

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

4. శ్రేణీకృత సంస్తరణను వర్ణించండి.

....................................................................................................

....................................................................................................

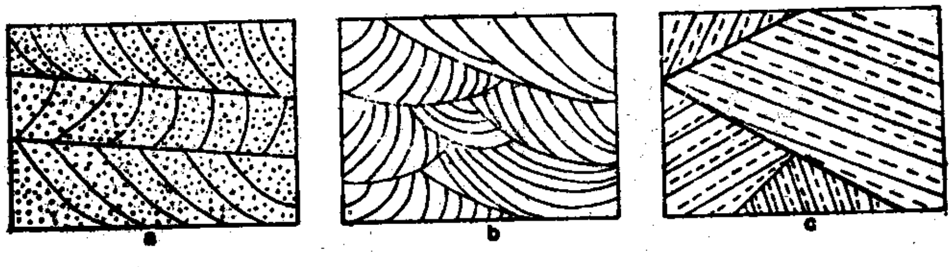
....................................................................................................

....................................................................................................

BRAOU

**తిర్యక్ సంస్తరణ:** ఇది చాలా సాధారణంగా కనిపించే నిర్మితి. రవాణా కారకం ప్రవాహావేగం ప్రవాహ దిశలలో వచ్చే మార్పులవల్ల ఈ నిర్మితి రూపొందుతుంది. దీనిలో సమాంతరంగా ఉన్న కొన్ని ప్రధాన సంస్తరణ తలాలు, వాటికి కొంత వాలుతో ఉన్న అప్రధాన సంస్తరణ తలాలు ఉంటాయి. ఈ అప్రధాన సంస్తరణ తలాలు ప్రవాహపు వేగం, దిశలలోని మార్పును సూచిస్తాయి. వీటిలో మూడు రకాలున్నాయి.

ఫలక రూప (tabular) తిర్యక్ సంస్తరణలో ప్రధాన సంస్తరణ తలాలు ఒక దానికొకటి సమాంతరంగా ఉంటాయి. అప్రధాన సంస్తరణ తలాలు వాటికి కొంత కోణంలో ఉంటాయి. ఇది సాధారణంగా కనిపించే రకం (పటం 3)



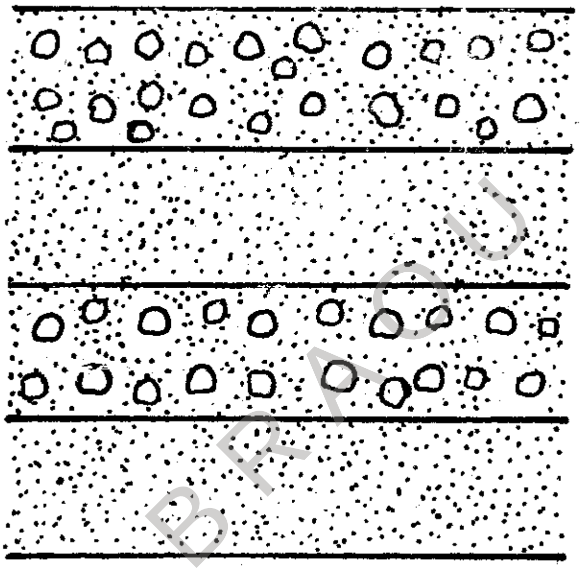

పటం - 3 :

ద్వికుంభ రూప (lenticular) తిర్యక్ సంస్తరణలలో సంస్తరాలు ఆకృతి, నిక్షేపణ విధానాలలో అత్యధికమైన క్రమరాహిత్యాన్ని చూపుతాయి. ప్రధాన సంస్తరణ తలాలు ఒక దానికొకటి కొంత కోణంలో ఉండవచ్చు. ( పటం 3)

కీల రూప (wedge shaped) తిర్యక్ సంస్తరణ అతి క్లిష్టమైనది. దీనిలో వివిధ కణాలలోని సంస్తరణ తలాలు వివిధ దిశలలో, వివిధ కోణాలలో ఉంటాయి.

తిర్యక్ సంస్తరణ భూతలం ప్రవాహాంవల్ల లోతు తక్కువ నీటిలో నిక్షేపణ జరిగినట్లు సూచిస్తుంది. గాలివల్ల ఏర్పడే నిక్షేపాలు కూడా తిర్యక్ సంస్తరణ చూపుతాయి.

**ప్రస్రవణ సంస్తరణ :** ఇది నిజానికి ఒక తిర్యక్ సంస్తరణే. దీనిలో సూక్ష్మజీవులతో ఏర్పడిన క్షితిజ సమాంతర పత్రాలు, వీటికి కొంత కోణంలో స్థూల రేణువులతో ఏర్పడిన స్తరాలు ఉంటాయి. ఈ రెండు రకాల స్తరాలు ఏకాంతరంగా ఉంటాయి. ఉపశుష్క (semi arid) ప్రాంతాలలో ఏర్పడే ఒండలివీవనం (ailuvial fans) లో ఈ రకం సంస్తరణ కనిపిస్తుంది. వరద సమయాలలో స్థూలరేణుయుత సంస్తరాలు, ఇతర సమయాలలో సూక్ష్మరేణుయుత పదార్థాలు నిక్షేపణ చెందడంవల్ల రూపొందుతుంది.


BRAOU

పటం-4 : ప్రస్రవణ సంస్తరణ

---

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

5. ప్రస్రవణ సంస్తరణలో - - - - - - - - - - ల ఏకాంతర సంస్తరాలు ఉంటాయి.

.............................................................................................

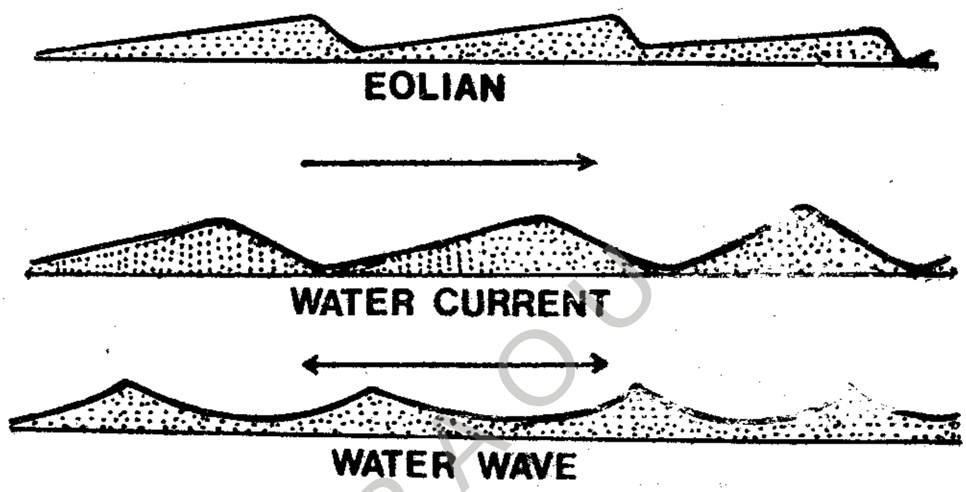
.............................................................................................

.............................................................................................

**సంస్తరణతల క్రమ రాహిత్యాలు, గుర్తులు:** కొన్ని అవక్షేపశిలా సంస్తరాలలో కొన్ని గౌణనిర్మితులు (minor structure) కనిపిస్తాయి. వీటిలో ముఖ్యమైనవి తరగ గుర్తులు, పంకపు పగుళ్లు, వర్షపు ముద్రలు, జంతుజాడలు మొదలైనవి.

**తరగ గుర్తులు:** నీరు లేదా గాలి తరంగాల చర్యలవల్ల అవక్షేపాల ఉపరితలం మీద ఏర్పడే గుర్తులను తరగ గుర్తులు అంటారు. ఒక ఇసక సంస్తరంపై నీరు ప్రవహించినప్పుడు లేదా గాలి వీచినప్పుడు వాటిలోని అలల ప్రభావంవల్ల సంస్తరం ఉపరితలంపైన తరంగ రూపపు గుర్తులు ఏర్పడతాయి. ఇసక బీచీలలో ఇవి అతి సాధారణంగా కనిపిస్తాయి. ఇవి ఒక్కొక్కసారి అవక్షేపశిలలలో భద్రమై కనిపిస్తాయి. ఇవి పురా ప్రవాహ దిశలను సూచిస్తాయి. తరగ గుర్తులు ఆర్జిల్లేసియస్ శిలలలో కంటే ఇసక రాళ్ళలో ఎక్కువగా కనిపిస్తాయి.

తరగ గుర్తులలో రెండు రకాలు ఉన్నాయి. (1) సౌష్ఠవ తరగ గుర్తులు- ఇవి బీచీలలో తరంగాల చర్యవల్ల ఏర్పడతాయి. (2) అసౌష్ఠవ తరగ గుర్తులు - ఇవి నీటి వల్లగాని, గాలి వల్లగాని ఏర్పడతాయి. గాలి వల్ల ఏర్పడిన తరగ గుర్తులలో స్థూలరేణువులు ద్రోణులలోను ఉంటాయి. నీటివల్ల ఏర్పడిన తరగ గుర్తులలో దానికి పూర్తిగా భిన్నంగా ఉంటుంది. స్థూలరేణువులు ద్రోణులలోను, సూక్ష్మరేణువులు శృంగాలమీద ఉంటాయి.




పటం-5 : సంస్తరణతల క్రమ రాహిత్యాలు.

BRAOU

**పంకపు పగుళ్లు :** ఇవి ముఖ్యంగా ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలలో కనిపిస్తాయి. సూర్యుని వేడివల్ల బురద మొదలైన కొల్లయిడల్ అవక్షేపాలు ఎండినప్పుడు అవి అంకుచనం (shrinking) చెందుతాయి. రేణువుల మధ్యనున్న నీరు ఆవిరి అయిపోవడంవల్ల రేణువులు ఒకదానికొకటి దగ్గరగా లాగబడతాయి. అప్పుడు ఎండిన బురద లేదా పంకంలో బహు భుజాకారపు పగుళ్లు ఏర్పడతాయి. వీటినే పంకపు పగుళ్లు లేదా సూర్యరశ్మి పగుళ్లు (sun crokes) అంటారు. పంకపు పగుళ్లు ఏర్పడటం పంకంలోని సచ్ఛిద్రత, నీటి పరిమాణము దానిలో క్లే పరిమాణము దాని మందము, సజాతీయతల మీద ఆధారపడి ఉంటుంది.

**ఇతర గుర్తులు :** జంతు జాడలు, వర్షపుముద్రలు, వడగళ్ళ ముద్రలు, లవణ లేదా హిమస్ఫటికాల ముద్రలు, క్రమక్షయంవల్ల ఏర్పడే అప్రధాన లక్షణాలు. జంతువులవల్ల ఇసకలపై ఎన్నో రకాల ముద్రల ఏర్పడతాయి. ఉభయ చరాలు, సరీసృపాలు, పక్షుల పాదముద్రలు తరచుగా కనిపిస్తాయి. కొన్నిచిన్ని జంతువులు బొరియలు చేస్తాయి. వర్షపు చినుకులవల్ల, దడగళ్ళవల్ల ఇసకలపై వృత్తాకారపు, దీర్ఘ వృత్తాకారపు గుంటలు ఏర్పడతాయి. ఇటువంటి ముద్రలు ఏర్పడటానికి కొన్ని పరిస్థితులు అవసరం. ఉదాహరణకు శిల సూక్ష్మరేణుయుతంగా ఉండాలి. ఆర్జిల్లేయస్ శిలలు ఉత్తమమైనవి. అవక్షేపాలు తగినంత ఆర్ద్రంగా ఉండవలె. అయితే అవి నీటిలో సంతృప్తమై ఉండకూడదు. గుర్తులు చెరిగిపోకుండా తగినరీతిలో కప్పబడాలి.

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

6. అవక్షేప శిలాశాస్త్రములో తరగ గుర్తుల ప్రయోజనం ఏమిటి?

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

..........................................................................................................

### 10.3.2 రసాయన నిర్మితులు

అవక్షేప శిలల నిక్షేపణలో జరిగే రసాయన చర్యల కారణంగా కొన్ని నిర్మితులు రూపొందుతాయి. ఇవి కాంక్రిషన్‌లు (concretion), సిక్రిషన్‌లు (secretions), జియోడ్‌లు (geodes).

కాంక్రిషన్‌లు: దాదాపుగా గుండ్రంగా ఉండే ఎన్నో రకాల స్వరూపాలకు కాంక్రిషన్ అనే పదం వాడతారు. ఇవి ప్రధానంగా ఇనార్గానిక్ ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడి, అవక్షేప శిలలలో కనిపిస్తాయి. కాంక్రిషన్‌ల రసాయన, ఖనిజ సంఘటనలు అవి ఉన్నా శిలల రసాయన ఖనిజ సంఘటనలకు భిన్నంగా ఉంటాయి. ఇవి గోళాకృతిలోగాని, గోళాభిత్మతిలోగాని ఉంటాయి. ఇవి ఇతర శిలల ఖండాలు, గులకరాళ్ళు కావు. వీటిలో సాధారణంగా ఒక కేంద్రకం చుట్టూ ఏక కేంద్రక పొరల నిర్మతి ఉంటుంది. కేంద్రకం ఒక శిలాజం కావచ్చు లేదా ఇనార్గానిక్ ఖండము కావచ్చు. ఇవి చాలా నునుపు లేదా గరుకుగా ఉండి, గట్టిగాను లోపల పగుళ్ళలోను ఉంటాయి. ఇవి చిన్న గుండ్ల పరిమాణం నుంచి కొన్ని అడుగుల వ్యాసం ఉన్న గోళాభ స్వరూపాల వరకు ఉండవచ్చు. ఇవి సామాన్యంగా సజాతీయంగా వీటిలో మలినమైన సిలికా, కాల్సైట్, సైడ్‌రైట్ ఉంటాయి. రసాయనికంగా ఇవి వీటి పరివేష్టిత శిల (enelosin rock) లోని అప్రధాన ఘటకంతో ఏర్పడి ఉంటాయి. ఉదాహరణకు సున్నపురాళ్ళలోని కాంక్రిషల్‌లు సిలికా లేదా ఫ్లింట్‌తో ఏర్పడి ఉంటాయి.

సిక్రిషన్‌లు : శిలలలోని ఖాళీస్థలాలలో అంతస్స్రవణ ద్రావణాల నుంచి పదార్థాలు అవపాతనం చెందడంవల్ల సిక్రిషన్‌లు ఏర్పడతాయి. ఖాళీస్థలం ఖనిజ పదార్థంతో పూర్తిగా నిండిపోవచ్చు లేదా పాక్షికంగా నిండవచ్చు. ఖనిజ పదార్థం సాధారణంగా స్ఫటికాల రూపంలో ఉంటుంది. శిలలోని ఖాళీస్థలం ఆ శిలలోని ఖనిజాలని పోలిన ఖనిజాల పొరలలో నిండితే దానిని డ్రూజ్ (druse) అంటారు. ఒక్కొక్కసారి ఈ సిక్రిషన్‌ల పొరలను వేరుచేయుడానికి వీలు అవుతుంది. వీటిని జియోడ్‌లు అంటారు. వీటి వ్యాసం ఒకటి రెండు అంగుళాల నుంచి ఒక అడుగు లేదా ఇంకాపైగా ఉండవచ్చు. వీటికి ఉపగోళాకృతి, ఖాళీ అంతర్భాగం బయట చాల్సెడొని పొర, లోపల పొడుచుకొనివచ్చే స్ఫటికాల పొర ముఖ్య లక్షణాలు.

### 10.3.3 ఆర్గానిక్ నిర్మితులు

ఈ నిర్మితులు ప్రధానంగా జీవుల చర్యలవల్ల ఏర్పడతాయి. వీటిలో రెండు నిర్మితులను ముఖ్యంగా చెప్పవలసి ఉంది. అవి బాయోహెర్మ్‌లు (bioherms), బయోస్ట్రోమ్‌లు (biostromes).

'బయోహెర్మ్' అని పదాన్ని జీవుల చర్యలవల్ల ఏర్పడిన కలశం, దిబ్బ లేదా ద్వికుంభకాకృతిగల నిర్మితికి వాడతారు. ప్రవాళ భిత్తులు (coral reefs) దీనికి ఉదాహరణ.

'బయోస్ట్రోమ్' అనే పదాన్ని జీవుల చర్యలవల్ల నిర్మితమైన స్తరిత నిక్షేపాలకు వాడతారు. ఇవి ప్రవాహాలవల్ల ఆల్గీలవల్ల ఏర్పడవచ్చు.

పై వాటిలో ప్రవాహ భిత్తులు చాలా తరచుగా కనిపిస్తాయి. ప్రవాహ అవశేషాలవల్ల ఏర్పడిన నిక్షేపాలను ప్రవాహ భిత్తులు అంటారు. ప్రవాహాలు సహనివేషాలుగా వృద్ధిచెంది భిత్తులను నిర్మిస్తాయి. సామాన్యంగా మూడు రకాల భిత్తులను గుర్తిస్తారు. ఇవి

BRAOU

1. తీరాంచల (fringing) భిత్తులుఇవి సముద్ర తీరం నుంచి బయటకు క్షితిజ సమాంతరమైన షెల్ఫ్ మాదిరిగా వృద్ధి చెందుతాయి.
2. అవరోధపు (barrier) భిత్తులు: ఇవి తీరానికి సమాంతరంగా ఉంటాయి.
3. అటోల్‌లు (atolls) ఇవి వృత్తాకార లెగూన్‌లను ఏర్పరుస్తూ చుట్టూ వలయాకారంలో ఉండే భిత్తులు.

## 10.4 సారాంశం

ఈ భాగంలో అవక్షేపశిలల వయనాలను, నిర్మితులను వర్ణించాము.

అవక్షేప శిలల వయనాలను స్థూలంగా క్లాస్టిక్, నాన్‌క్లాస్టిక్ వయనాలుగా విభజిస్తారు. అవక్షేపశిలల నిర్మితులను స్తరాల భౌతిక లక్షణాలు ఆధారంగా లేదా రసాయన, ఆర్గానిక్ ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడిన లక్షణాలు ఆధారంగా వర్ణిస్తారు.

## 10.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. గాలి.
2. రవాణా దూరానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది.
3. 1 సెం.మీ.
4. క్షితిజ లంబ శ్రేణీకరణను చూపే సంస్తరాలను శ్రేణీకృత సంస్తరాలు అంటారు. సాధారణంగా ఒక సంస్తరంలో క్రింద స్థూలరేణువులు, పైకిపోయే కొద్దీ సూక్ష్మరేణువులు శ్రేణీకరణ చెంది అమరి ఉంటాయి.
5. స్థూలరేణు పదార్థాలు, సూక్ష్మరేణువులలో కూడిన క్షితిజ లంబ సంస్తరాలు.
6. పురాప్రవాహ దిశలను తెలుసుకోవడంలో తరంగ గుర్తులు ఉపయోగపడతాయి.

## 10.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:

1. క్లాస్టిక్, నాన్-క్లాస్టిక్ వయనాల మధ్య భేదాలను వివరించండి?
2. క్లాస్టిక్ వయనాలపై ప్రభావం చూపే అంశాలను గురించి తెలియజేయండి?
3. భౌతిక నిర్మితులలోని రకాలను తెలిపి, వాటిని వర్ణించండి.

II. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:

1. కాంక్రిషన్‌లు.
2. సిక్రిషన్‌లు.
3. ఊలిటిక్ నిర్మితి.
4. పిసొలిటిక్ నిర్మితి.

- డా. ఎస్. వి. రాజశేఖర రెడ్డి

# భాగం-11 : అవక్షేపశిలల వర్గీకరణ, వర్ణన

పాఠ్యాంశాలు


11.0 లక్ష్యాలు
11.1 పరిచయం
11.2 క్లాస్టిక్ శిలలు
  11.2.1 రుడేషియన్ శిలలు
  11.2.2 అరినేషియన్ శిలలు
  11.2.3 ఆర్జిల్లేషియన్ శిలలు
11.3 నాన్-క్లాస్టిక్ శిలలు
  11.3.1 రసాయన నిక్షేపాలు
  11.3.2 ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు
11.4 సారాంశం
11.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు
11.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు
11.7 పదకోశం


## 11.0 లక్ష్యాలు

అవక్షేపశిలల వర్గీకరణ గురించి చెప్పడం ఈ భాగం ఉద్దేశం.

ఈ భాగాన్ని పూర్తి చేసిన తర్వాత, మీరు:

- అవక్షేపశిలలను వర్గీకరించ గలుగుతారు;
- వివిధ క్లాస్టిక్, నాన్ క్లాస్టిక్ అవక్షేపశిలలను వర్ణించ గలుగుతారు.

BRAOU

## 11.1 పరిచయం

అవక్షేపశిలలను వీటి ఖనిజ సంఘటన, నిక్షేపణ పరిసరాలు, ఉద్భవ విధానం వయున లేదా నిర్మితీయ లక్షణాలు ఆధారంగా వివిధ రీతులలో వర్గీకరిస్తారు. ఏవర్గీకరణ పూర్తిగా సంతృప్తికరంగా ఉండదు. మొత్తం మీద అవక్షేపశిలలను రెండు సముదాయాలు లేదా వర్గాలుగా విభజిస్తారు అవి 1. క్లాస్టిక్ లేదా డెంట్రిటల్ శిలలు లేదా యాంత్రిక శిలలు, 2. నాన్ క్లాస్టిక్ లేదా రసాయన, ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు. క్లాస్టిక్ శిలలను రేణుపరిమాణం ఆధారంగాను, నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలను రసాయన సంఘటన ఆధారంగాను పునర్విభజిస్తారు.

## 11.2 క్లాస్టిక్ శిలలు

ఈ శిలలు గాలి, నీరు హిమానీనదుల వంటి వికోషీకరణ (denudation) కారకాల యాంత్రిక చర్యల వల్ల ఏర్పడిన ఖనిజ లేదా శిలాఖండాలలో రూపొందినటు వంటివి. ఈ వర్గాన్ని సామాన్యంగా రేణుపరిమాణం ఆధారంగా రుడేషియన్ శిలలు లేదా రూడైట్‌లు, అరినేషియన్ శిలలు లేదా అరినైటు, ఆర్జిల్లేషియన్ శిలలు లేదా లూటైట్‌లుగా విభజిస్తారు.

## 11.2.1 రుడేషియస్ శిలలు లేదా రూడైట్‌లు

ఈ శిలలో ఉండే శిలాఖండాలలో సగంపైగా స్థూలంగా ఉంటాయి. వీటి పరిమాణం 2 మి. మీ. కంటె ఎక్కువ ఉంటుంది. అవక్షేపశిలలలోని రేణువులను పరిమాణాలను, ఆకారాలను గురించి ముందు భాగంలో చెప్పినాము. గోళసిలలు, ఉపశిలలో, గులకరాళ్ల పరిమాణంలో ఉండే రేటువులతో ఈ శిలలు ఏర్పడి ఉంటాయి. వీటిలో కంగ్లామరేట్స్(conglomerate) బ్రెక్షియా (breccia) ముఖ్యమైనవి.

**కంగ్లామరేట్ :** ఇది ఒక డెట్రిటల్ లేదా రుడేషియస్ శిల. దీనిలో 2 మి.మీ. కన్న ఎక్కువ పరిమాణం గల దదాపుగా గుండ్రని రేణువులు ఉంటాయి. రేణువుల మధ్య స్థలాలు ఇసుక రేణువులలో, ఇతర బంధన పదార్థాలతో నిండి ఉంటాయి. రేణువుల గుండ్రని తనము అధిక స్థాయి రవాణాను, నీటి చర్యను సూచిస్తుంది. కంగ్లామరేట్‌లోని స్థూల రేణువులు సాధారణంగా శిలాఖండాలు గాని అధిక మన్నిక గల ఖనిజ రేణువులు గాని అయిఉంటాయి. దాని లోని సూక్ష్మరేణులు పూర్వస్థితిలో శిలల నుంచి వచ్చిఉంటాయి.

కంగ్లామరేట్‌లను వివిధ రీతులలో వర్గీకరిస్తారు. ఈ వర్గీకరణాలు వాటి వయసం మీద (ఉదా. ఉపలయుత కంగ్లామరేట్), శిలా ఖండాల సంఘటన మీద (ఉదా. గ్రానిటిక్ కంగ్లామరేట్), మేళన పదార్థపు సంఘటన మీద (ఉదా : ఫెర్రూజినస్ కంగ్లామరేట్), లేదా నిక్షేపణ పరిసరాల మీద (ఉదా : బీచ్ కంగ్లామరేట్, హిమానీనదకృత కంగ్లామరేట్) ఆధారపడి ఉంటాయి.

**బ్రెక్షియా :** ఇది ఒక డెట్రిటల్ లేదా రుడేషియస్ శిల. దీనిలో కోణీయ రేణువులు ఉంటాయి. కోణీయ రేణువులు తక్కువ రవాణాను సూచిస్తాయి. కంగ్లామరేట్ రేణువులు గుండ్రంగా ఉంటే, బ్రెక్షియాలోని రేణువులు కోణీయంగా ఉంటాయి. వీటిలోని ముఖ్యభేదము ఇదే. కంగ్లామరేట్‌ల మాదిరిగానే బ్రెక్షియాలను కూడ వివిధరీతులతో వర్గీకరిస్తారు. ఉదా : భ్రంశబ్రెక్షియా - (భ్రంశంవల్ల ఏర్పడినది), అగ్నిపర్వత బ్రెక్షియా (అగ్నిపర్వత ఉద్భేదనం వల్ల ఏర్పడినది.)

## 11.2.2 అరినేషియస్ శిలలు లేదా అరినైట్‌లు

రేణుపరిమాణం 2 మి. మీ. నుంచి 1/ 256 m.m. వరకు అంటే ఇసక పరిమాణ రేణువులు ఉన్న అవక్షేప శిలలు ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి. వీటిలో ముఖ్యంగా మూడు రకాలు ఉన్నాయి. అవి 1. ఇసకరాళ్లు 2. ఆర్కోజ్‌లు 3. గ్రేవేకలు.

BRAOU

**ఇసుకరాళ్లు :** ఇవి యాంత్రిక ప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడిన క్లాస్టిక్ అవక్షేపశిలలు. ఇవి ఇసక రేణువులు గట్టిగా దృఢీభవనం చెందటంవల్ల రూపొందుతాయి. ఇసుకరాళ్లు సాధారణంగా మధ్యమ రేణుయుతంగా ఉండి రంగులోను, రేణుఆకృతి, పరిమాణాలలోను, గట్టితనంలోను ఎంతో వైవిధ్యం చూపుతాయి. ఇవి బంధన పదార్థాన్ని బట్టి ఎన్నో రంగులను - ఎరుపు, కపిశము, ఊదా, తెలుపు - చూపుతాయి. రేణువులు గుండ్రంగా లేదా క్రమరహితంగా, సూక్ష్మంగా లేదా సూలాలుగా లేదా గట్టిపడి ఉండవచ్చు. ఈ శిలల సచ్ఛిద్రత (Porosity) ప్రవేశ శీలత (Permeability) లకు వాటి రేణువుల ఆకారము, పరిమాణము, అధికంగా ఉండే ఖనిజము క్వార్ట్‌జ్. దీనితో బాటు ఫెల్‌స్పార్‌లు, గార్నెట్, మాగ్నటైట్, మైకా తగు మొత్తాలలో ఉండవచ్చు. బంధన పదార్థం సంఘటనను బట్టి ఇసకరాళ్ళను (i) సిలికీయ ఇసకరాళ్ళు (ii) కాల్కేరియస్ ఇసకరాళ్లు,(iii) ఆర్జిలేషియస్ ఇసకరాళ్లు (iv) ఫెర్రూజినస్ ఇసక రాళ్లుగా వర్గీకరించవచ్చు.

**ఆర్కోజ్‌లు :** ఈ శిలలు ప్రధానంగా క్వార్ట్‌జ్, ఫెల్‌స్పార్, గ్రానైట్ శిల ఖండాలతో ఏర్పడి గ్రానైట్ శిలా రాశులనుకప్పే వల్చని పొరగా ఉంటాయి. నిజానికి దీనిని ఒక ఇసక రాయిగా పరిగణించవచ్చు. దీనిలో సామాన్యంగా స్థూలమైన కోణీయ రేణువులు ఉంటాయి. క్వార్ట్‌జ్, ఫెల్‌స్పార్, శిలా ఖండాలతో కొంత మేరకు వేర్పాటు చెంది ఉంటుంది. వీటిలో అస్థిర పదార్థాలైన ఫెల్‌స్పార్, శిలా ఖండాలు శిలలో 25 శాతం మేరకు ఉంటాయి. ఈ రెండింటిలో ఫెల్‌స్పార్‌లు

సగంపైగా ఉంటాయి. అస్థిర పదార్థాలు 5 శాతం కన్న తక్కువ ఉంటే దానిని సబ్-అర్కోజ్ అంటారు. ఆర్కోజ్ శిల గ్రానైట్‌ల లేదా నైస్‌లనుంచి ఏర్పడుతుంది. ఇది స్వల్పంగా రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయింది. గ్రనైట్ మాదిరిగానే ఉంటుంది. ఇది ఎప్పుడూ పింక్ లేదా ఎరుపు రంగులో ఉంటుంది.

గ్రేవేక్‌లు ఈ పేరును ఒక జర్మన్ పదం నుంచి వచ్చింది. ఇది కూడా ఒక రకం ఇసకరాయి అని చెప్పవచ్చు. ఇది ధూసర వర్ణంలో ఉంటుంది. దీనిలో పేర్పాటు ఉండదు. కోణీయ, ఉపకోణీయ క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ శకలాలు, సిలికీయ స్లేట్, షిలైట్‌ల శకలాలు ఆర్జిల్లేషియస్ యాంత్రిక (matrix) తో బంధితమై గట్టిగా, కఠినంగా ఉంటాయి.

అగ్ని, అవక్షేప, రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఘటకాలతో ఉండే ఎన్నో రకాల గ్రేవేక్‌లను టేరల్ గుర్తించినాడు. సాధారణంగా ఈ శిలలలో ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లు, కొంత అవక్షేప, రూపాంతర ప్రాప్తశిలా పదార్థాలు ఉంటాయి. ఫెల్‌స్పార్‌ల, శిలా ఖండాల ఆధిక్యతను బట్టి వీటిని రెండు వర్గాలుగా విభజిస్తారు. ఫెల్‌స్పార్‌లు అధికంగా ఉంటే వాటిని ఫెల్‌స్పాథిక్ గ్రేవేక్‌లు అని, శిలా ఖండాలు ఎక్కువ ఉంటే వాటిని లిథిక్ గ్రేవేక్‌లు అని అంటారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. క్లాస్టిక్ శిలలను వర్గీకరించండి.

.................................................................................................

.................................................................................................

.................................................................................................

.................................................................................................

2. గ్రావెల్ రేణుపరిమాణంగల శిలలను - - - - - - - - - - - - - - అంటారు.

.................................................................................................

.................................................................................................

3. ఫెల్‌స్పార్ అధిక పరిమాణంలో ఉండి, గ్రానైట్‌ల విచ్ఛిత్తివల్ల రూపొందిన ఇసుకరాయిని - - - - - - - - - - - - అంటారు.

.................................................................................................

.................................................................................................

## 11.2.3 ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు

ఇవి సూక్ష్మ రేణువులతో కూడి ఉండే క్లాస్టిక్ శిలలు. వీటిలో రేణు పరిమాణం $\frac{1}{256}$ మి. మీ. కన్నా తక్కువ ఉంటుంది. ఇవి ఎక్కువగా క్లే ఖనిజాలలోను, సూక్ష్మమైన సిలికా రేణువులతోను రూపొందిఉంటాయి. ఈ రకానికి చెందిన శిలలు క్లేశిల, షేల్, పంకశిల, సిల్ట్‌శిల.

క్లే అనేది ప్రకృతి సిద్ధమైన ప్లాస్టిక్‌భౌమ పదార్థము. ఇది ఆర్ద్ర అల్యూమినియంకు సిలికేట్‌లతో కూడుకొని ఉంటుంది. క్లే మేళనం చెందితే షేల్ ఏర్పడుతుంది. కొందరు దీనిని క్లేశిల అని కూడా అంటారు. మరికొందరు తక్కువ మేళనం చెందిన క్లేనే క్లేశిల అంటారు.

BRAOU

క్లే దృఢీభవనం చెందితే షెల్ ఏర్పడుతుంది.

రేణు పరిమాణం $\frac{1}{256}$ మి. మీ. కన్నా ఎక్కువ $\frac{1}{16}$ మి. మీ. కన్నా తక్కువ ఉన్న పదార్థాన్ని సిల్ట్ అంటారు. ఇది దృఢీభవనం చెందితే ఏర్పడేది సిల్ట్‌శిల ఇక్లే షెల్‌కు ఇనుకరాయికి మధ్యస్థంగా ఉంటుంది. దీనిలో సూక్ష్మమైన పత్రనిర్మితి ఉంటుంది. దీని కారణంగా ఈ శిల సులభంగా పగులుతుంది.

సున్నపురాళ్ల విచ్ఛిత్తికి, రసాయన విఘటనకు గురి అయితే ఏర్పడే ఒక రకపు క్లేను టెర్రా-రొజా (terra-rossa) అంటారు. ఇది ఎరుపు, కపిళ వర్ణాలలో ఉంటుంది.

ఫ్లింట్ శకలాలున్న మలిన సహితమైన సున్నపురాయి శైథిల్యానికి గురి అయితే ఏర్పడే క్లేను క్లే-విత్ ఫ్లింట్స్ (clay with flints) అంటారు. సున్నపురాయిలోంచి ఫ్లింట్‌లు విఘటన చెందకుండానే మిగిలిపోవడంవల్ల, అవి మలిన సున్నపు రాయి విఘటన వల్ల రూపొందిన క్లేలో కలసి ఉంటాయి.

## 11.3 నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలు

ఇది అవక్షేప శిలలలోను మరొక ముఖ్య సముదాయము. రసాయనిక, ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు దీని కిందికి వస్తాయి. శైథిల్యం వల్ల రూపొంది, స్వాభావికమైన ద్రావణ స్థితిలో రవాణా అయి, అవపాతనం, పరిశోషణ లేదా జీవరాశులచర్య వల్ల నిక్షేపణ చెందిన పదార్థాలు ఈ శిలలలో ఉంటాయి. ఈ శిలలు సాధారణంగా సజాతీయంగా ఉండి అంతర్బంధనం చెందిన స్ఫటిక రేణువులను చూపుతాయి. ఈ శిలలను రెండు వర్గాలుగా విభజిస్తారు. అవి 1) అవపాతనాలు లేదా రసాయన నిక్షేపాలు, 2) ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు.

### 11.3.1 రసాయన నిక్షేపాలు

అవపాతనం లేదా పరిశోషణ వంటి ప్రక్రియల వల్ల ప్రకృతి సిద్ధమైన ద్రావణాల నుంచి ఏర్పడిన శిలలు ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి. ఈ ప్రక్రియలు సంభవించే పరిస్థితులు సాధారణంగా ఉత్తమమైన స్ఫటికాలు వృద్ధి చెందటానికి అనుకూలించవు. ప్రతి రేణువు వృద్ధిపైన దాని ప్రక్కన ఉన్న ఇతర రేణువుల ప్రభావం ఉంటుంది. స్ఫటికీకరణ ఒక కేంద్రం నుంచి ప్రారంభమై స్ఫటికాలు వికిరణంగా అన్ని దిశలలో సంగ్రథనాలు (concretions), స్ఫాలన్ మైట్‌లలో మాదిరిగా వృద్ధి చెందుతాయి.

రసాయన సంఘటన, ఏర్పడే విధానాన్ని బట్టి ఈ శిలలను కింది విధంగా విభజిస్తారు:

i) సిలికీయ నిక్షేపాలు : సిలికా ప్రధాన ఘటకము

ii) కార్బొనేట్ నిక్షేపాలు : కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్, కార్బొనేట్‌లు ప్రధాన ఘటకాలు.

iii) ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలు : ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు, హైడ్రాక్సైడ్, ముఖ్య ఘటకాలు.

iv) ఫాస్ఫాటిక్ నిక్షేపాలు : ఫాస్ఫేట్ ముఖ్య ఘటకము.

v) పరిశోషితాలు (evaporites) : పరిశోషణ వల్ల ఏర్పడినవి; లవణాలు ముఖ్య ఘటకాలు.

**సిలికీయ నిక్షేపాలు :** చెర్ట్, ఫ్లింట్ అతి సాధారణంగా కనిపించే సిలికీయ నిక్షేపాలు. ఈ రెండు పదాలకు అర్థం దాదాపు ఒకటే. ఫ్లింట్ గూఢ స్ఫాటికీయ సిలికాలో ఏర్పడి, కాచ ద్యుతిని లేదా గ్రీజ్ ద్యుతిని చూపుతుంది. ఇది శంఖోపరితల రూప విభంగంలో పగులుతుంది. చెర్ట్ కూడా ఫ్లింట్ మాదిరిగానే ఏర్పడుతుంది కాని కొంత ధూసర వర్ణాన్ని, సమ లేదా అసమ విభంగాన్ని చూపుతుంది. ఈ రెండూ సాధారణంగా సున్నపురాళ్ళతోబాటు ఉంటాయి. ఇవి శైథిల్యానికి అంత సులభంగా గురికావు. వివిధ కాలాలకు చెందిన శిలా విన్యాసాలలో లేదా మండలాలలో ఉండే చెర్ట్, ఫ్లింట్‌ల ఆకృతులు, పరిమాణాలు, రంగు, వయునాలు, శైథిల్య లక్షణాలలో వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది.

**కార్బొనేట్ నిక్షేపాలు :** ఈ నిక్షేపాలలో కాల్షియమ్, మెగ్నీషియమ్‌ల కార్బొనేట్‌లు, బైకార్బొనేట్‌లు ప్రధాన ఘటకాలుగా ఉంటాయి. కాల్షియం కార్బొనేట్ నిక్షేపణ సాధారణంగా జీవరాశుల చర్యవల్ల జరుగుతుంది. అయితే ఒక్కొక్కప్పుడు భౌతిక-రసాయన పరిస్థితులలోని మార్పు-లవల్ల సంభవించే రసాయనిక ప్రక్రియల మూలంగాగూడా నిక్షేపణ జరగవచ్చు. ఉదాహరణకు ఉష్ణోగ్రత పెరగడంవల్ల లేదా కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ పోవడంవల్ల సున్నపురాళ్లు, డోలమైటు సున్నపురాళ్లు నిక్షేపితమవుతాయి. సున్నపురాళ్లు గుహలలో పైకప్పునుంచి, నేలమీద నీరు పరిశోషణ చెందినప్పుడు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ తప్పించుకొని పోవడంవల్ల స్టాలక్‌టైట్‌లు, స్టాలగ్‌మైటైట్‌లు ఏర్పడతాయి.

**సున్నపురాయి :** ఈ పదాన్ని కార్బనేట్ పాలు అంటే కేల్సైట్‌పాలు మిగిలిన ఘటకాలకంటె ఎక్కువగా ఉన్న శిలలకు వాడతారు. సున్నపురాళ్ళ ప్రధాన ఘటకము కేల్సైట్. దీనిలో Cao, $Co_2$ లతో బాటు స్వల్ప పరిమాణంలో Mgo కూడా ఉంటుంది. సున్నపు రాళ్ళకు, డోలమైటిక్ సున్నపురాళ్లకు మధ్యస్థమైన సంఘటనగల శిలలకు వేరువేరు పేర్లు పెట్టినారు. Mgo పాలు 1%- 2% ఉంటే అది మేగ్నిషియన్ సున్నపురాయి, సున్నపురాయిలో కేల్సైట్ 50 పైగా డోలమైట్ ఖనిజంవల్ల ప్రతిష్ఠమన చెందిఉంటే దానిని డోలమైటిక్ సున్నపురాయి అంటారు. కొన్ని సున్నపు రాళ్లలో కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ గోళీయ, దీర్ఘగోళీయరేణువులుగా ఉంటుంది. ఇటువంటి రేణువులను ఊలిటికలు అంటారు. ఊలిత్‌లు ఉన్న శిలలను ఊలిటిక్ సున్నపురాళ్లు అంటారు.

**ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలు :** రసాయనప్రక్రియలవల్ల ఏర్పడి ఐరన్ సమ్మేళనాలు అధికంగా ఉన్న శిలలు ఈ వర్గంలో ఉంటాయి. వీటిని తరచుగా ఐరన్ విన్యాసము (Iron formation) లేదా ఐరన్ స్టోన్ (iron stone) అంటారు. ఈ నిక్షేపాలను స్పష్టంగా నిర్వచించడం కష్టము. ఎందుకంటే వీటి ఉనికి, ఉద్భవ విధానాలలో భేదాలు ఉంటాయి. మొత్తం మీద ఇతర ఘటకాల పరిమాణం కంటె ఐరన్ పరిమాణము అధికంగా ఉన్న శిలలను ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలు అనవచ్చు. వీటిలో ఉండే ప్రధానమైన ఐరన్ ఖనిజాలు (i) సల్ఫైడ్‌లు (పైరైట్), (ii) కార్బొనేట్‌లు (సైడరైట్), (iii) సిలికేట్‌లు (గ్లాకొనైట్), (iv) ఆక్సైడులు (హెమటైట్, మాగ్నటైట్). చాలా ఫెర్రూజినస్ శిలలలో ఒకటికన్న ఎక్కువ ఐరన్ ఖనిజాలు ఉంటాయి.

ఐరన్ ప్రకృతి సిద్ధమైన ద్రావణాలలో బైకార్బొనేట్‌ల రూపంలో ఉంటుంది. ద్రావణాల నుంచి కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ బయటకు పోవడంవల్ల బైకార్బొనేట్‌లు ఫెర్రస్ కార్బొనేట్‌లుగా మారతాయి. ఇవి గాలి, నీటి చర్యవల్ల ఆక్సీకరణ చెంది ఐరన్ హైడ్రాక్సైడ్‌లు పటలాలను ఏర్పరుస్తాయి. అవపాతనం క్షయకరణ పరిస్థితులలో జరిగితే ఫెర్రస్ కార్బొనేట్ నేరుగా నిక్షేపితమవుతుంది.

**ఫాస్ఫాటిక్ నిక్షేపాలు :** ప్రధానంగా ఫాస్ఫాటిక్ పదార్థాలతో ఏర్పడిన శిలలు ఈ సముదాయంలోకి వస్తాయి. ఫాస్ఫారిక్ ఆమ్లము అధికంగా ఉండే సముద్ర జలంనుంచి ఇవి ఏర్పడతాయి. అవక్షేప శిలా శాస్త్రంలో 'ఫాస్ఫేట్' అనే పదాన్ని నిర్దిష్టమైన అర్థంలో వాడతారు. ఈ పదాన్ని ఎపటైట్ ఖనిజం అధికంగా ఉన్న శిలలకు వాడతారు. ఈ ఖనిజంతోపాటు కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్‌లు అధికంగా ఉన్న శిలలకు కూడా ఈ పదాన్ని వాడతారు. ఫాస్ఫేట్ అప్రధాన ఘటకమైతే 'ఫాస్ఫేట్' అనేపదాన్ని పూర్వపదంగా వాడతారు. ఉదా : ఫాస్ఫాటిక్ సున్నపురాయి లేదా ఫాస్ఫాటిక్ షేల్. ఈ శిలలోని ఘటకాలను అధ్యయనం చేయడం కష్టము. దీనికి కారణం వాటిలోని ఘటకాలు అతి సూక్ష్మంగా ఉండటమే కాక అవి అతి సూక్ష్మరేణుయుతమైన మలిన పదార్థాలలో కలసి ఉంటాయి.

**పరిశోషిత నిక్షేపాలు :** సాంద్రీకృత ద్రావణాలనుంచి, లేదా లవణ జలాల (brines) నుంచి పరిశోషణ ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడే శిలలను పరిశోషిత నిక్షేపాలు అంటారు. శిలా సల్ఫర్, శిలా లవణము, జిప్సమ్, ఎన్‌హైడ్రైట్, కాల్షియమ్ కార్బొనేట్, నైట్రేట్ వంటి ఆర్థిక ప్రాముఖ్యంగల నిక్షేపాలు ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి.

B R A O U

## 11.3.2 ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు

జంతువులు, మొక్కలు, ప్రత్యక్ష లేదా పరోక్ష చర్యలవల్ల ఈ నిక్షేపాలు ఏర్పడతాయి. ధ్రువ ప్రాంతాలలోను, ఎడారి ప్రాంతాలలోను ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు ఉండవు. ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు రెండు వర్గాలకు చెందుతాయి. i) జీవ-రసాయన నిక్షేపాలు (Biochemical deposits), ii) జీవ-యాంత్రిక నిక్షేపాలు (Biomechanical deposits). జీవరాశుల ప్రమేయంవల్ల త్వరితగతిన జరిగే ప్రతిచర్య, అవపాతన ప్రక్రియల మూలంగా జీవ-రసాయన నిక్షేపాలు ఏర్పడతాయి. ఇవి సాధారణంగా సూక్ష్మ రేణుయుతంగా ఉంటాయి జీవరాశుల అస్థి పంజరాలు కర్పరాలవంటి కఠిన భాగాలు పగిలిపోయి, అవి పోగుపడటంవల్ల జీవ-యాంత్రిక నిక్షేపాలు ఏర్పడతాయి. ఈ శిలల రేణు పరిమాణము జీవుల పరిమాణము కఠిన భాగాలు పగిలిన తీరు మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. జీవ-రసాయన, జీవ-యాంత్రిక నిక్షేపాలను వేరుచేయడం కష్టము. వీటిమధ్య నిర్దిష్టమైన హద్దులేదు హద్దులను నిజానికి ఇవి ఒక దానిలోకి మరొకటి శ్రేణీకరణ చూపుతాయి.

రసాయన సంఘటన ఆధారంగా ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలను ఐదు వర్గాలుగా విభజిస్తారు.

1. కాల్కేరియస్ లేదా కార్బొనేట్ నిక్షేపాలు : ఉదా. శిలాజభరిత సున్నపురాళ్ల జీవుల కర్పరాలతోపాటు అవపాతనం చెందినవి.
2. ఫాస్ఫాటిక్ నిక్షేపాలు : ఉదా. జంతువుల లేదా పక్షుల విసర్జిత పదార్థాల నుంచి ఏర్పడిన ఫాస్ఫొరైట్‌లు (గ్వానో)
3. ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలు : ఉదా. సూక్ష్మ జీవుల చర్యవల్ల అవపాతనం చెందిన బాక్టీరియల్ ఐరన్ ధాతువు.
4. సిలికీయ నిక్షేపాలు : ఉదా. సిలికా అధికంగా ఉంటే రేడియొ లేరియన్ ప్రావము (ooze).
5. కార్బొనేషియస్ నిక్షేపాలు : ఉదా. వృక్ష పదార్థాల ఆక్సీకరణ, విఘటనవల్ల ఏర్పడే నేలబొగ్గు, పీట్ మొదలైనవి.

కాల్కేరియస్ లేదా కార్బొనేట్ నిక్షేపాలు : ప్రవాళాలు (corals), క్రినాయిడ్‌లు (crinoids) మొదలైన సముద్ర జీవుల కర్పరాలు, అస్థిపంజరాలు పోగుపడటం వల్ల ఈ శిలలు ఏర్పడతాయి. ఉదా. శిలాజభరిత సున్నపురాయి.

ఆర్గానిక్ సున్నపురాళ్లు ప్రధానంగా జీవ-యాంత్రిక ప్రక్రియలవల్ల నిక్షేపితమవుతాయి. జీవ యాంత్రిక సున్నపురాళ్ళు సంఘటనలో తరచుగా విజాతీయంగా (heterogeneous) ఉంటాయి. ఇవి ప్రధానంగా కాల్సైట్ ($CaCO_3$) తోను జీవుల కర్పరాలు, కాల్కేరియస్ అస్థిపంజరాలు లేదా వాటి శకలాల వంటి కఠిన భాగాలతోను ఏర్పడి ఉంటాయి. ఈ సున్నపురాళ్ళకు వాటి ఉద్భవానికి కారణమైన జీవినిబట్టి పేర్లు పెడతారు. ఉదా. కర్పర సున్నపురాయి. ప్రవాళ సున్నపురాయి, ఆల్గర్ సున్నపురాయి, క్రినాయిడ్, సున్నపురాయి మొదలైనవి.

బ్రాకియోపాడ్, లామెలిబ్రాంక్ వంటి జీవుల శిలాజ కర్పరాలతో శిలను కర్పర సున్నపురాయి అంటారు.

ప్రవాళాలు సముద్ర జీవులు. వీటి నిర్మితి సరళంగా ఉంటుంది; ఇవి వికిరణ సౌష్ఠవము చూపుతాయి. ఇవి తరచుగా సహనివేశాలుగా జీవిస్తూ, కవోష్ణ వాతావరణంలో భిత్తులను (reefs) నిర్మిస్తాయి. ప్రవాళాల అవశేషాలతో ఏర్పడిన సున్నపురాళ్ళను ప్రవాళ సున్నపురాళ్ళు (coral limestone) అంటారు.

…త్తి నీటిలో పెరిగే మొక్కలు. ఇవి సున్నాన్ని స్రవిస్తాయి. వీటి అవశేషాల పెద్ద సున్నపురాతి రాశులుగా పోగు పడతాయి. ఇటువంటి సున్నపు రాళ్లను ఆల్గల్ సున్నపురాయి అంటారు.

క్రైనాయిడ్‌ల శిథిల పదార్థాలు పోగుపడి ఖనిజ రేణువులతో బాటు దృఢీభవనం చెందితే ఏర్పడేది క్రైనాయిడల్ సున్నపురాయి. క్రైనాయిడ్‌లలో ముఖ్యంగా ఒక కాల్కేరియస్ చట్రం ఉంటుంది. అసంఖ్యాకమైన చిన్న ఫలకాలలో ఏర్పడిన కాడ ఒకటి దీనికి ఆధారంగా ఉంటుంది. జీవి చనిపోయినప్పుడు, ఫలకాలు విచ్చిన్నమై కాల్కేరియస్ నిక్షేపాలుగా ఏర్పడతాయి. ఇవే క్రైనాయిడల్ సున్నపురాళ్ళు. ఇవి ఎక్కువగా పేలియోజోయిక్ నిక్షేపాలలో ఉన్నాయి.

1 లేదా 2 మైక్రాన్‌ల వ్యాసంగల అత్యంత సూక్ష్మమైన కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ ఫలకాలతో ఏర్పడిన మెత్తని, తెల్లని సున్నపురాయిని చాక్ (chalk) అంటారు. ఈ ఫలకాలు కాల్కేరియస్ జీవుల బాహ్య అస్థిపంజరాలనుంచి ఏర్పడి ఉంటాయి. వీటిని కోకొలిత్‌లు (cocoliths) అంటారు. చాక్‌లో ఫోరామినిఫెరా, రేడియోలేరియా, తదితర శిలాజాలు కూడా వివిధ రకాలుగా, వివిధ పరిణామాలలో ఉంటాయి. ఫోరామినిఫెర్‌లు అతి సూక్ష్మ రూపంతో ఉండే జెల్లీవంటి ఆదిమ జీవులు (ప్రోటోజోవ). వీటికి కఠినమైన గోళాకార కవచాలు ఉంటాయి. ఇవి సున్నము లేదా కార్బొనేట్‌లలో ఏర్పడి ఉంటాయి. జీవిస్తున్నప్పుడు ఇవి నీటి ఉపరితలంపైన తేలుతాయి. చనిపోయినప్పుడు కిందికి దిగిపోతు పడతాయి. రేడియోలేరియా కూడా ఫోరామినిఫెరా వంటి జీవులే వీటికి సంక్లిష్టమైన సిలికీయ చట్రం ఉంటుంది.

సిలికీయ, ఆర్జిలేషియస్, ఫెర్రూజినస్ మొదలైన పదార్థాలు తగిన మొత్తాలలో ఉన్న సున్నపురాళ్లను ఆ పదార్థాలనుబట్టి సిలికీయ సున్నపురాయి, ఆర్జిల్లేషియస్ లన్నపురాయి, ఫెర్రూజినస్ సున్నపురాయి మొదలైన పేర్లు పెడతారు.

**ఫాస్ఫాటిక్ నిక్షేపాలు :** అగ్ని శిలలలో తరచుగా ఉండే అనుబంధ ఖనిజము ఎపటైట్ అవక్షేపాలలోని ఫాస్ఫేట్‌లకు మూలము. ఈ ఖనిజం యాంత్రికంగా విచ్ఛిన్నమై కార్బన్‌భరిత జలం వల్ల జరిగే రసాయనిక చర్య మూలంగా క్రమేణా ద్రావణ స్థితిలోకి పోతుంది. ఈ ద్రావణాలు నదుల ద్వారా సముద్రములలోకి చేరతాయి. సముద్ర జలంలో ఉండే కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్‌ను చేపలు తదితర జంతువులు వినియోగించు కొంటాయి. ఈ జంతువుల అవశేషాలు పోగుపడి ఫాస్ఫేట్ నిక్షేపాలను రూపొందిస్తాయి.

గ్వానో (guano) అనేది మరొక ఆర్గానిక్ ఫాస్ఫాటిక్ నిక్షేపం. చేపలను తినే సముద్ర పక్షుల విసర్జక పదార్థాలు పోగు పడటంవల్ల ఈ నిక్షేపాలు ఏర్పడతాయి. ఈ పక్షులు వెస్ట్‌ఇండీస్ వంటి దీవులలో పెద్ద పెద్ద మందలుగా నివసిస్తాయి. ఈ నిక్షేపాలపైన వర్షం పడినప్పుడు వాటిలోని ఫాస్ఫేట్‌లు ద్రావణీయమై కింద నున్న శిలలోనికి ద్రావణ రూపంలో దిగుతాయి. ఈ శిలలోని సున్నపురాళ్లకు, ఈ ద్రావణాలకు మధ్య చర్య జరగడంవల్ల కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్ ఏర్పడుతుంది. ఈ విధంగా ఫాస్ఫొరైట్ సంస్తరాలు లేదా కాల్షియమ్ ఫాస్ఫేట్‌తో కూడిన ఫాస్ఫాటిక్ పర్పికుల పొరలు ఏర్పడతాయి. ఫాస్ఫేట్‌లు ఎరువులు, రసాయన పరిశ్రమలకు అవసరం.

**ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలు :** జీవరాశుల చర్యవల్ల అవపాతనం చెందిన కొన్ని ఐరన్ నిక్షేపాలు ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి. నేలబొగ్గు పొరలతోబాటు ఉండే ఫెర్రూజినస్ నిక్షేపాలను క్లే-ఐరన్‌స్టోన్ (clay-iron stone) అంటారు. బాక్టీరియా, ఆల్గీల చర్యవల్ల ఏర్పడే మలిన సహిత లిమొనైట్ నిక్షేపాలను బాగ్-ఐరన్ ధాతువు అంటారు. ఫిన్‌లాండ్, స్వీడన్‌లలో ఇటువంటి నిక్షేపాలున్నాయి. శిలాజభరిత సున్నపురాళ్లలో లేదా కర్పర సున్నపురాళ్ళలో ఒక్కొక్కప్పుడు ఐరన్ హెమటైట్, లిమొనైట్ లేదా మాగ్నటైట్ రూపంలో ఉంటుంది. ఉదాహరణకు సుపీరియర్ సరస్సు నిక్షేపాలు ప్రపంచంలోకెల్లా పెద్ద హెమటైట్ నిక్షేపాలు.

**సిలికీయ నిక్షేపాలు :** ఈ నిక్షేపాలలోని శిలలలో సిలికా ప్రధాన ఘటకం. ఈ శిలలు రేడియోలేరియా, డయాటమ్‌ల వంటి జీవుల చర్యవల్ల ఏర్పడతాయి. ఈ నిక్షేపాలు సజాతీయంగా,



BRAOU

సచ్ఛిద్రంగాను, పెళుసుగాను ఉండి వ్యుత్పత్తికాన్యుతిని చూపుతాయి. ఇవి డయాటమ్‌ల ఓపల్ షెల్స్‌లతోను, రేడియోలేరియాల అస్థిపంజర భాగాలలో ఏర్పడి ఉంటాయి. ఇవి సాధారణంగా తెల్లగా లేదా క్రీమ్ రంగులో ఉంటాయి. అరుదుగా బఫ్, ఎరుపు, లేదా కపిశ వర్ణాలు చూపుతాయి. కర్పరాలలోని సిలికీయ భాగాలు సముద్రపు లోతులలోకి దిగిపోయి అక్కడ ఎర్ర క్లేతోను, నాన్-ఆర్గానిక్ పదార్థాలలో కలసి స్రావాలను (oozes) రూపొందిస్తాయి. ఒక జీవి అవశేషాల నిక్షేపంలో 20 కు మించి ఉంటే ఆనిక్షేపాన్ని ఆజీవి పేరు పెడతారు; ఉదా. రేడియోలేరియన్ స్రావము. లోతు తక్కువ నీటిలో ఏర్పడే రేడియోలేరియన్ చెర్ట్‌లు కూడా రేడియోలేరియన్ నిక్షేపాలలో ఒక రకం.

కార్బొనేషియస్ నిక్షేపాలు : పురాణ యుగాలలోని వృక్షాలు శిలల కింద పూడుకొని పోవడం వల్ల రూపొందిన కార్బన్ అధికంగా ఉన్న శిలలు ఈ వర్గంలోకి వస్తాయి. నేలబొగ్గు, పీట్, లిగ్నైట్ లేదా బ్రౌన్ నేలబొగ్గు, బిటుమినస్ బొగ్గు, ఆంథ్రసైట్ అనేవి కోలిఫికేషన్ శ్రేణిలోని వివిధ రకాలు.

పీట్ బాగ్‌లలో దట్టమైన వృక్ష జాలాలు సిల్ట్‌లు, మడ్‌లు కింద పూడుకొని పోవడంవల్ల బొగ్గు పొరలు ఏర్పడతాయి. బొగ్గు ఏర్పడటంలోని మొదటి దశలో పీట్ ఏర్పడుతుంది. దీనిలో భస్మం ఎక్కువ ఉంటుంది. ఇది పొగతో మండుతుంది.

లిగ్నైట్ లేదా బ్రౌన్ బొగ్గు పీట్ కంటే ఎక్కువ బిటు మినస్ బొగ్గు కంటే తక్కువ దట్టంగా ఉంటుంది. పీట్‌లో కంటే తక్కువ ఆర్ద్రత, తక్కువ ఆక్సిజన్, ఎక్కువ కార్బన్ ఉంటాయి. మూల వృక్ష నిర్మితులు దీనిలో ఇంకా కనిపిస్తాయి.

బిటుమినస్ బొగ్గులో ఇళ్ళలోను, పరిశ్రమలలోను వాడే రకాలు ఉంటాయి. దీనిలో కార్బన్ శాతం ఎక్కువ, నీరు తక్కువ. ఇది సులభంగా మండుతుంది. అంత సులభంగా విచ్చుకోదు. దీనిలో లాక్షణికమైన పట్టుత నిర్మితి ఉంటుంది. దీనిలో కాంతివంతమైన, కాంతి రహితమైన పొరలు ఏకాంతరంగా ఉంటాయి. ఈ బొగ్గు పొరలలో స్థూలరూప, సూక్ష్మరూప లక్షణాలు ఆధారంగా మూడు రకాల పదార్థాలను గమనించినారు. అవి i) ఫ్యూసైన్ (fusain) ఇది మెత్తని నల్లని పొడివంటి పదార్థము. ఇది వేళకు అతుక్కొంటుంది. పల్చని పొరలుగా ఉంటుంది. ii) విట్రైన్ (vitrain) : ఇది కాంతివంతమైన నల్లని బొగ్గు. దీనిపొర మందము అంగుళం లోభాగంనుంచి అంగుళానికి మించి ఉండవచ్చు. iii) డ్యూరైన్ (durain) : ఇది రెజిన్‌లతో కూడిన కాంతి రహితమైన నల్లనిబొగ్గు.

BRAOU

ఆంథ్రసైట్ అనేది కఠినమైన బొగ్గు రకం. దీనికి లోహ లేదా ఉప లోహద్యుతి, శంఖోపరితల రూప విభంగము ఉంటాయి. దీనిలో 90-95 కార్బన్ ఉంటుంది. ఆక్సిజన్ హైడ్రోజన్ తక్కువగా ఉంటాయి. బొగ్గు పొరలున్న సంస్తరాలు అధిక పీడనకు, ఉష్ణోగ్రతకు గురి అయినప్పుడు ఈ రకం బొగ్గు ఏర్పడుతుంది. ఇది చిన్న మంటతో, తక్కువ పొగతో ఎక్కువ వేడినిస్తూ మండుతుంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

4. బొగ్గులోని రకాలను తెలియజేయండి

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

# అవక్షేప శిలల వర్గీకరణ

- అవక్షేప శిలలు
  - క్లాస్టిక్ శిలలు (యాంత్రిక ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడినవి)
    - రుడేషియస్ శిలలు
    - అరినేషియస్ శిలలు
    - ఆర్జిలేషియస్ శిలలు
  - నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలు (రసాయనిక ప్రక్రియవల్ల, జీవరాశుల చర్యలవల్ల ఏర్పడినవి)
    - రసాయన నిక్షేపాలు
      - సిలికీయశిలలు
      - కార్బొనేట్ శిలలు
      - ఫెర్రూజినస్ శిలలు
      - ఫాస్ఫాటిక్ శిలలు
      - పరిశోషితాలు
    - ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు
      - కాల్కేరియస్ శిలలు
      - ఫాస్ఫాటిక్ శిలలు
      - ఫెర్రూజినస్ శిలలు
      - ఫెర్రూజినస్ శిలలు
      - సిలికీయ శిలలు
      - కార్బొనేషియస్ శిలలు

## 11.4 సారాంశం

ఈ భాగంలో అవక్షేపశిలల వర్గీకరణ గురించి తెలుసుకొన్నాము. అవక్షేప శిలలను ముఖ్యంగా క్లాస్టిక్, నాన్-క్లాస్టిక్ శిలలుగా వర్గీకరిస్తారు. క్లాస్టిక్ శిలలను తిరిగి రేణుపరిమాణం ఆధారంగా రుడేషియస్, అరినేషియస్, ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలుగా వర్గీకరిస్తారు. నాన్ క్లాస్టిక్ శిలలో రసాయన, ఆర్గానిక్ నిక్షేపాలు ఉంటాయి. వీటిని రసాయన సంఘటన ఆధారంగా తిరిగి వర్గీకరిస్తారు.

## 11.5 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. అరినేషియస్ శిలలు.
2. ఆర్కోజ్.
3. క్లాస్టిక్ శిలలను రేణుపరిమాణం ఆధారంగా రుడేషియస్ శిలలు (రేణు పరిమాణం 2 మి.మీ. కన్న ఎక్కువ), అరినేషియస్ శిలలు (రేణు పరిమాణం 2 మి.మీ. – $\frac{1}{256}$ మి. మీ. మధ్య), ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు (రేణుపరిమాణం $\frac{1}{256}$ మి. మీ. కన్న తక్కువ) గా వర్గీకరిస్తారు.
4. లిగ్నైట్, బిటుమినస్ బొగ్గు, ఆంథ్రసైట్.

## 11.6 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. అవక్షేప శిలలను ఏ విధంగా వర్గీకరిస్తారో వివరించండి?
2. క్రింద ఇచ్చిన శిలల వర్ణనాత్మక లక్షణాలను తెలియజేయండి.
   కంగ్లామరేట్, బ్రెక్షియా, ఆర్కోజ్, గ్రేవేక్, ఇసకరాయి, షేల్.
3. రసాయన, ఆర్గానిక్ ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడే వివిధ కార్బొనేట్ నిక్షేపాలను గురించి వివరంగా తెలియజేయండి?

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానాలు వ్రాయండి.**

1. సున్నపురాళ్ళు ఏయేవిధాలుగా ఏర్పడతాయో వివరించండి:
2. కార్బొనేషియస్ నిక్షేపాలు అంటే ఏమిటి?

## 11.7 పదకోశం

**ఆల్గే** : నీటిలో పెరిగే ఆదిమ వృక్ష సముదాయము. వీటికి వేర్లు 'ఆకులు' ప్రసరణ వ్యవస్థ ఉండవు.

**కోకొలిత్ లు** : ఆల్గే, ప్రోటోజోవ వంటి వివిధ ఏకకణ జీవులు స్రవించే సూక్ష్మరూప కాల్కేరియస్ ఫలకాలు.

**క్రైనాయిడ్ లు** : సముద్రంలో స్వేచ్ఛగా లేదా ఒక ఆధారానికి అంటుకొని జీవించే ఎకైనో డెర్మాటా వర్గానికి చెందిన జీవులు,

BRAOU

సముద్రపు లిల్లీలు దీని కిందికి వస్తాయి. వీటికి ఒక కాడ, కేల్సైట్ కాలిక్స్ ఉంటాయి.

గూఢస్ఫాటికీయ : సూక్ష్మదర్శిని కింద కూడా విడి విడిగా కనిపించని అతి సూక్ష్మ రేణు పదార్థానికి వాడే పదము.

చెర్ట్ : సూక్ష్మ రేణుయుతమైన సిలికా రసాయనిక, ఆర్గానిక్ ప్రక్రియల వల్ల ఏర్పడవచ్చు. ఇది అవక్షేప శిలలలో పొరలుగా లేదా వర్త్రికలుగా ఉంటుంది.

డయటమ్‌లు : స్వచ్ఛ జలంలో లేదా సముద్ర జలంలో పెరిగే సూక్ష్మ రూపపు మొక్క. ఆల్గేలోని ఒక ఉప విభాగం.

ప్రవాళాలు : ఫైలమ్ సిలెంటరేటాకు చెందిన ఒక వర్గము. ఇవి కఠినమైన కాల్కేరియస్ అస్థిపంజరాన్ని స్రవిస్తాయి. స్తరీయశాస్త్రంలో వీటికి ప్రాధాన్యం ఉంది. ఇవి భిత్తులను నిర్మిస్తాయి.

ప్రవేశ శిలలు : ద్రవాలు, వాయువులు ప్రసరించడానికి శిలలలో ఉండే అనుకూలత.

ఫోరామిని ఫెరా : ఇవి ప్రధానంగా సముద్ర బెంథానిక్ జీవులు, వాటి స్వరూప లక్షణాలలో చాలా వైవిధ్యం ఉంటుంది. అవిభాజిత రూపాలు మొదలుకొని విభాజిత రూపాల వరకు ఎన్నో సంక్లిష్టమైన నిర్మితీయ లక్షణాలు కనిపిస్తాయి.

ఫ్లింట్ : చాల్సెడొనివర్త్రిక రూప ప్రభేదము.

బ్రాకియో పాడ్‌లు : అకశేరుకాలలోని ఒక ఫైలమ్. వీటి శరీరము రెండు కవాటాల లోపల ఉంటుంది. ఈ కవాటాలు కొమ్ము లేదా కాల్కేరియస్ పదార్థంతో ఏర్పడి ఉంటాయి.

రేడియోలేరియా : ప్రోటోజోవ ఫైలమ్‌లోని ఒక క్రమము. వీటికి సిలికాతో ఏర్పడిన ఒక బాహ్య అస్థిపంజరం ఉంటుంది.

లామెల్లిబ్రాంక్‌లు : సముద్ర జలం లేదా స్వచ్ఛ జలంలో జీవించే ఒక మొలస్కా క్రమము. వీటి కర్పరంలో రెండు కవాటాలు ఉంటాయి. ఇవి కాల్కేరియస్ పదార్థాలతో ఏర్పడి ఉంటాయి.

వరుసం విశోషీకరణము : అవక్షేప శిలలలో రేణు పరిమాణాలను, ఆకృతులను వర్ణించడానికి వాడేపదం. శైథిల్య, రవాణా ప్రక్రియలు, వీటి వల్ల ఖండాల ఉపరితలం నిమ్నమవుతూ పోతుంది.

సచ్ఛిద్రత : శిలలోని సచ్ఛిద్రప్రదేశపు శాతం.

స్టాలక్‌టైట్ : సున్నపురాతి గుహలలో పైకప్పునుంచి కిందికి పొడవుగా పెరిగే కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ నిక్షేపం.

స్టాలగ్‌మైట్ : సున్నపురాతి గుహలలో నేలనుంచి పైకి పొడవుగా పెరిగే కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ నిక్షేపం.

- డా. ఎస్. వి. రాజశేఖర రెడ్డి



BRAOU

BRAOU

# ఖండం - IV : రూపాంతర ప్రాప్తశిలలు

1. ఉష్ణము, పీడన, రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాల, వాయువుల చర్యల వల్ల పూర్వస్థితి శిలలు క్రొత్తరకశిలలుగా రూపాంతరం చెందడానికి కారణమైన ప్రక్రియను రూపాంతర ప్రాప్తి అంటారు. క్రొత్తరకం శిలలను రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలు అంటారు. రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులు ఘనస్థితిలో జరుగుతాయి.

2. రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు, అవి ఏర్పడే ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితుల దృష్ట్యా అగ్నిశిలలకు, అవక్షేప శిలలకు మధ్యస్థంగా ఉంటాయి.

3. ఉష్ణము, పీడన, రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువులు ఈ మూడు రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలు.

4. ఉష్ణము భౌమోష్ణము కావచ్చు, మాగ్మా అంతర్గమం వల్ల కావచ్చు. లేదా శిలా రాశులు కదలడం వల్ల జనించే ఉష్ణమూ కావచ్చు. ఉష్ణము పునఃస్ఫటికీకరణకు దారి తీస్తుంది.

5. భూమిలో ఏబిందువు వద్దనైనా పీడనకు ప్రధానంగా ఉపరిస్థిత శిలల బరువు కారణము. దీనిని సమపీడన, దిశాత్మక పీడనలుగా విడదీయవచ్చు. సమపీడన ఘనపరిమాణంలో మార్పును కలుగజేస్తుంది. దిశాత్మక పీడనము ఆకృతిలో మార్పును కలుగచేస్తుంది.

6. రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువులు ఉత్ప్రేరకాలుగా లేదా ద్రావణులుగా పనిచేసి రసాయన చర్యలకు, యాంత్రికమైన సర్దుబాటుకు దోహదం చేస్తాయి.

7. ఏకారకం, లేదా ఏకారకాలు ప్రధానంగా పనిచేస్తాయి అనే అంశాన్నిబట్టి రూపాంతర ప్రాప్తిలో వివిధ రీతులను గుర్తించినారు. ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తిలో ఉష్ణము ప్రధాన కారకము. తావ రూపాంతర ప్రాప్తి, స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తి దీని కిందికి వస్తాయి. కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తిలో దిశాత్మకపీడన ప్రధాన కారకము. గతిశీల-ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తిలో ఉష్ణము, దిశాత్మకపీడన రెండు ప్రధాన కారకాలే. పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తిలో ఉష్ణము, సమపీడన రెండు ప్రధాన కారకాలు.

8. తక్కువ ప్రదేశానికి మాత్రమే పరిమితమై ఉన్న మార్పులు 'స్థానిక రూపాంతర ప్రాప్తి' కిందకి వస్తాయి. స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తి ఈ రకానికి చెందుతుంది. ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తి చాలా ఎక్కువ ప్రాంతంలో సంభవించి ఉంటుంది. గతి శీలఉష్ణీయ రూపాంతర-ప్రాప్తి, తళరూపాంతర ప్రాప్తి ఈ రకానికి చెందినవి. పరిస్థితులు క్రమంగా పెరకగడం వల్లవచ్చే రూపాంతరప్రాప్తి మార్పులను పురోగమన అంటారు. రూపాంతరప్రాప్తి పరిస్థితులలోని తగ్గుదల వల్ల వచ్చేమార్పులను తిరోగమన రూపాంతరప్రాప్తి అంటారు.

BRAOU

9. సాధారణంగా రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల శిలల స్థూల సంఘటనలో ఎటువంటి మార్పు ఉండదు. అయితే కొన్ని సందర్భాలలో రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాల, వాయువుల చర్యవల్ల శిలలలోకి తగినంత పదార్థం చేరవచ్చు లేదా వాటి నుంచి బయటకు పోవచ్చు. ఇటువంటి మార్పులను ప్రతి స్థాపన రూపాంతరప్రాప్తి అంటారు.

10. భూపటలంలో లోతు ఎక్కువయ్యేకొద్ది పీడన, ఉష్ణోగ్రతలలో, తత్ఫలితంగా రూపాంతరప్రాప్తి పరిస్థితులలో వచ్చేమార్పుల దృష్ట్యా భూపటలంలో లోతును బట్టి మూడు మండలాలను గుర్తించినారు. గ్రూబెన్‌మన్ వీటికి ఎపిమండలము, మీసోమండలము, కెటామండలము అనిపేర్లు పెట్టినాడు. ఎపిమండలము భూఉపరితలానికి దగ్గరగా, కెటామండలము అత్యధికమైన లోతులో, మీసోమండలము వీటికి మధ్యస్థంగా ఉంటాయి.

11. ఎస్కోలా 'ఫేషిన్‌పరికల్పను' ప్రతిపాదించినాడు. ఈ పరికల్పనలో శిలల సంఘటనను కూడా చేర్చినాడు. రసాయన సంఘటనలో తేడాలు ఉన్నప్పటికీ నిర్దిష్టమైన పీడన ఉష్ణోగ్రతా పరిస్థితులలో సమతాస్థితి పొంది ఉన్న అభిలాక్షణికమైన ఖనిజ సముదాయముగల శిలలు ఒక రూపాంతరప్రాప్త ఫేషీన్ కిందకి వస్తాయి.

12. 'రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయి' అనే పదము శిలలు పొందిన రూపాంతర ప్రాప్తి తీవ్రతను తెలియజేస్తుంది. స్కాట్లిష్ హైలాండ్స్‌లో క్రమంగా అధికమవుతున్న రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయిని చూపే మండలాలను బారో చిత్రీకరించినాడు. వీటిలో ప్రతి మండలానికి ఒక సూచిక ఖనిజము ప్రత్యేక లక్షణంగా ఉంది.

BRAOU

# భాగం-12 : రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు, రీతులు

పాఠ్యాంశాలు

12.0 లక్ష్యాలు

12.1 రూపాంతర ప్రాప్తి

12.2 రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు

12.3 రూపాంతర ప్రాప్తి రీతులు

12.3.1 ఉష్ణం ప్రధాన కారకం

12.3.2 దిశాత్మక పీడన ప్రధాన కారకం

12.3.3 ఉష్ణము, దిశాత్మక పీడన ప్రధాన కారకాలు

12.3.4 సమపీడన, ఉష్ణము ప్రధాన కారకాలు

12.3.5 రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువుల పాత్ర

12.4 రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలు, స్థాయిలు, ఫేషీస్‌లు

12.5 సారాంశం

12.6 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

12.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

## 12.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలను గురించి, దాని రీతూలను గురించి చర్చించాము. ఈ భాగం పూర్తి చేసిన తర్వాత, మీరు:

- రూపాంతర ప్రాప్తిని నిర్వచించగలుగుతారు;
- రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలను, వాటి పాత్రలను వర్ణించగలుగుతారు;
- రూపాంతరప్రాప్తిలోని వివిధ రీతులను వర్ణించగలుగుతాలు;
- రూపాంతరప్రాప్తి మండలాలు, స్థాయులు, ఫేషీస్‌లను వివరించగలుగుతారు.

## 12.1 రూపాంతర ప్రాప్తి

అగ్ని శిలలు అధిక ఉష్ణోగ్రతలవద్ద, 650°-1200°C ల మధ్య, ఒకటి నుంచి పదివేల వాతావరణ పీడనల మధ్య ప్రధానంగా సిలికేట్ ద్రవం నుంచి ఏర్పడతాయి. అవక్షేప శిలలు భూఉపరితలం మీద అల్పఉష్ణోగ్రత, పీడనల కింద నిక్షేపితమవుతాయి. ఈ రెండు సముదాయాల శిలలు శిలోత్పత్తి

ప్రక్రియలోని ఉష్ణోగ్రత పీడనల అవధులను సూచిస్తాయి. అనంతమైన భౌమకాలంలో ఈ శిలలు విభిన్న ఉష్ణోగ్రత పీడన పరిస్థితులకు గురియై వాటి ప్రభావం వల్ల కొత్తరకం శిలలుగా రూపాంతరం చెందినాయి. మారిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలో సమతాస్థితిలో ఉన్న కొత్త ఖనిజ సముదాయాలు ఈ శిలలలో ఉంటాయి. తత్ఫలితంగా ఈ శిలలు కొత్త నిర్మితులను, వయనాలను చూపుతాయి. ఈ రూపాంతర ప్రక్రియ ప్రధానంగా ఘనస్థితిలోనే జరుగుతుంది. అయితే శిలల ఛిద్రాలలో ద్రావణాలు లేదా వాయువుల రూపంలో ఉండే రసాయనికంగా చురుకయిన ద్రవాలు, వాయువులు ఈ ప్రక్రియలో తోడ్పడతాయి. ఉష్ణోగ్రత, పీడన, రసాయన వాతావరణములోని మార్పులవల్ల పూర్వస్థితి శిలలు కొత్త శిలలుగా రూపాంతరం చెందడానికి కారణమైన ఈ ప్రక్రియను రూపాంతర ప్రాప్తి (Metamohphism) అంటారు. ఈ పదాన్ని 1832లో లయల్ (Lyell) ప్రప్రథమంగా ప్రవేశ పెట్టినాడు. శైథిల్య, మేళన మండలాలకు దిగువన జరిగే అన్ని మార్పులకు ఈ పదాన్ని వాడతారు. రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను రూపాంతరప్రాప్త శిలలు అంటారు. సాధారణంగా పరిస్థితులలో శిల యొక్క స్థూలసంఘటనలో ఎటువంటి మార్పు ఉండదు. ఛిద్రాలలోని ద్రవాలు, వాయువులు ఖనిజాలలోని మార్పులకు దోహదం చేస్తాయి. అయితే ఈ ద్రవాల, వాయువుల ద్వారా కొంత పదార్థం శిలలోనికి చేరిన లేదా శిలల నుండి బయటకు పోయిన సందర్భాలు కూడా ఉన్నాయి.

## 12.2 రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు

ఉష్ణము, పీడన, రసాయనికంగా చురుకయిన ద్రవాలు, వాయువులు ఈ మూడు రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు.

భూమిలో లోతు ఎక్కువ అయ్యేకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత పెరకడం అందరికీ తెలిసిన విషయమే. కొద్ది మైళ్ళ లోతులోనే ఉష్ణోగ్రత అత్యధికంగా ఉండి, ఉపరితలం మీద సమతాస్థితిలో ఉన్న శిలలు ఈ లోతులో ఉష్ణం కారణంగా గొప్ప మార్పులకు గురి అవుతాయి. ఈ ఉష్ణాన్ని భౌమోష్ణము (Geothermal energy) అంటారు. అగ్నిమయ ప్రక్రియ జరిగే ప్రాంతాల మాగ్మా రాశుల నుంచి ఉష్ణము సరఫరా అవుతుంది. అంతేకాక శిలారాశులు ఒకదానికొకటి నెట్టుకొని పోవటంవల్ల సంభవించే ఘర్షణ నుంచి కూడా ఉష్ణము ఉత్పత్తి అవుతుంది. ఈ విధంగా ఉత్పత్తి అయిన ఉష్ణము ఎక్కువ మొత్తంలో ఉండక పోయినప్పటికీ, అది అల్ప స్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తికి దారితీయవచ్చు. ఉష్ణము ప్రధానంగా పునస్ఫటికీకరణకు దారి తీస్తుంది.అందుచేత రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో రూపొందే ఖనిజ సముదాయాల విషయంలో ఉష్ణము చాలా ముఖ్యమైనది.

భూపటలంలోపల లోతుగా ఉన్న శిలలపైన ఉండే పీడన ఉపరిస్థిత శిలల బరువు వల్ల లేదా భూపటలంలోని పైభాగంలో అల్పకోణ అతిక్షిప్తాలవల్ల రూపొందుతుంది. మొత్తం మీద ప్రతి బిందువు వద్ద ఉన్న పీడనను రెండు రకాల కిందికి విడదీయనచ్చు. 1. సమపీడన (Uniform Pressure) లేదా జలస్థితి పీడన (Hydrostatic Pressure) లేదా నియంత్రిత పీడన (Confining Pressure) ఇది అన్ని దిశలలో సమానంగా పనిచేస్తుంది. 2. అసమపీడన (Non-Uniform Pressure) లేదా దిశాత్మక పీడన (Directed Pressure) లేదా విరూపణ ప్రతిబలము (Shearing Stress). ఇది నిర్దిష్టమైన ఒక దిశలో మాత్రమే పని చేస్తుంది. సమపీడన ద్రవాల మీద, ఘనపదార్థాల మీద కూడా పనిచేస్తుంది. దిశాత్మక పీడన ఘన పదార్థాలలోనే ఉంటుంది. సమపీడన ఘన పరిమాణంలో మార్పును తెస్తుంది. దిశాత్మక పీడన ఆకృతిలో మార్పును తెస్తుంది.

రసాయనికంగా చురుకయిన ద్రవాలు, వాయువులు రూపాంతర ప్రాప్తిలో ముఖ్యమైన పాత్ర వహిస్తున్నాయి. నీరు ప్రధాన ద్రవము, దీనితోపాటు కార్బన్ డై ఆక్సైడ్, హైడ్రోక్లోరిక్, బోరిక్ ఆమ్లాలు, మాగ్మా రాశుల నుంచి జనించే ఇతర ద్రవాలు. వాయువులు కూడా ఉంటాయి. ఇవి ఉత్ప్రేరకాలుగా (Catalyst), ద్రావణులుగా (Solvents) పనిచేసి రసాయన ప్రక్రియకు, యాంత్రిక సర్దుబాటుకు దోహదం చేస్తాయి. రూపాంతర ప్రాప్తిలో పనిచేసే నీరు మూడు మూలకాల నుంచి వస్తుంది. అవి : (1) అగ్నిమయ రాశులనుంచి వచ్చే జువెనైల్ జలము (2) అవక్షేపాలలోని

BRAOU

క్షిద్రాలలో ఉండే మీటియారికీ జలము లేదా కొనేట్ జలము. (3) ఆర్ద్ర ఖనిజాలలో ఉండే జలము.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి.**

---

1. రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు.

(i) ..............................................................................................

(ii) ..............................................................................................

(iii) ..............................................................................................

---

## 12.3 రూపాంతర ప్రాప్తి రీతులు

రూపాంతర ప్రాప్తిలో పైన చెప్పిన మూడు కారకాలు కలసి పనిచేస్తాయి. దాదాపు ప్రతి సందర్భంలోనూ రసాయనిక ద్రవాలు, వాయువులు ఉంటాయి. అయితే ఉష్ణము, సమపీడన, దిశాత్మక పీడన విడి విడిగా లేదా కలసి ప్రధాన పాత్ర వహిస్తాయి. అందుచేత ఈ కారకాల పాత్రను బట్టి రూపాంతర ప్రాప్తిలో వివిధ రీతులను గుర్తించవచ్చు.

శిలలో మార్పులను కలిగించడంలో ప్రధాన పాత్రను నిర్వహించే కారకం లేదా కారకాలు ఆధారంగా రూపాంతర ప్రాప్తి రీతులకు పేర్లు పెట్టినారు. వాటిని కింద ఇచ్చినాము.

### 12.3.1 ఉష్ణము ప్రధాన కారకం

ఉష్ణము ప్రధన కారకంగా ఉన్న అన్ని రకాల రూపాంతర ప్రక్రియలకు ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి (Thermal Metomorphism) అనే పదాన్ని వాడతారు. చుట్టూ ఉన్న శిలలవల్ల, వేడెక్కడం వల్ల సంభవించే వ్యాకోచం వల్ల, ఉపరిస్థిత శిలల బరువువల్ల జనించే పీడన కూడా దీనిలో ఉంటుంది. అయితే ఇది చాలా తక్కువ ప్రమాణంలో మాత్రమే ఉంటుంది.

తాపజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి (Pyrometamorphism) అనే పదాన్ని అత్యధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్థానికంగా సంభవించే తీవ్రమైన మార్పులకు వాడతారు. సాధారణంగా ఈ మార్పులు స్థూలమైన మాగ్మా రాశులకు, ప్రదేశ శిలలకు మధ్యనున్న స్పర్శ వెంబడి, బసాల్ట్ లావాలలో మునిగి ఉన్న జెనోలిత్‌లలోను సంభవిస్తాయి. స్పర్శ రూపాంతరప్రాప్తి (Contact metamorphism) అనే పదాన్ని అంతర్గమ శిలల చుట్టూ ఉండే ప్రభామండలాలలో (Aureoles) అల్ప ఉష్ణోగ్రతలవద్ద సంభవించే మార్పులకు వాడతారు. తాపజనిత రూపాంతరప్రాప్తి అత్యధిక ఉష్ణోగ్రతవద్ద సంభవిస్తే స్పర్శ రూపాంతరప్రాప్తి అల్ప ఉష్ణోగ్రతల వద్ద జరుగుతుంది. స్పర్శ రూపాంతరప్రాప్తి స్థానికమైనదే. స్పర్శ మండలము వెడల్పుకొన్ని మీటర్లకు మించి ఉండదు.

### 12.3.2 దిశాత్మకపీడన ప్రధాన కారకం

దిశాత్మక పీడన లేదా విరూపణ ప్రతి బలం భూపటలం పైభాగంలో, ప్రధానంగా పర్వత మాలోద్భవ మండలాలలో పనిచేస్తుంది. ఇది అల్పకోణ భ్రంశాలను లేదా అతిక్షిప్త భ్రంశాలను కలుగ జేస్తుంది. దీని చర్యవల్ల శిలలు యాంత్రికంగా విచ్ఛిన్నమవుతాయి. ఘర్షణవల్ల పుట్టిన ఉష్ణము ఉన్నప్పుడు తప్ప సాధారణంగా కొత్త ఖనిజాలు ఏర్పడవు. ఖనిజాలే రేణు ఉత్పాదన (Granulation) ప్రవాహిత (Flowage), విరూపణ (Distortion), భంగము (Rupture) ఈ ప్రక్రియలు ప్రతిబల ప్రభావం వల్ల సంభవిస్తాయి. ప్రతిబలం ప్రధాన కారకంగా ఉన్న రూపాంతర ప్రాప్తిని కెటాక్లాస్టిక్ లేదా గతిజ (Kinetic) రూపాంతరప్రాప్తి అంటారు.

### 12.3.3 దిశాత్మకపీడన, ఉష్ణము రెండూ ప్రధాన కారకాలు

భూపటలంలో కొంతలోతులో పనిచేసే దిశాత్మక పీడన, ఉష్ణము ఈ రెండింటి కలయిక వల్ల సంభవించే మార్పులు రూపాంతరప్రాప్తి మార్పులన్నింటిలోకీ అత్యంత ప్రధానమైనవి. ఈ మార్పుల వల్ల శిలల పునస్ఫటికీకరణ, కొత్త నిర్మితుల ఉత్పాదన దాదాపు సంపూర్ణంగా జరుగుతాయి. ఈ రీతి రూపాంతర ప్రాప్తిని గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి (Dynamathermal metamorphism) అంటారు.

### 12.3.4 సమపీడన, ఉష్ణము ప్రధాన కారకాలు

సమపీడన, ఉష్ణము - ఈ రెండూ ఎక్కువ లోతులలో ప్రధాన కారకాలుగా ఉంటాయి. ఈ లోతులలో దిశాత్మక పీడనం క్రమేణా తగ్గి, శిలల ప్లాస్టిక్ ధర్మము అధికం కావడం కారణంగా, పూర్తిగా అదృశ్యమవుతుంది. ఖనిజాలలోని మార్పులు ప్రధానంగాను, పరిపూర్ణంగాను ఉంటాయి. కొత్త నిర్మితులు అరుదుగా కనిపిస్తాయి. ఎక్కువలోతు, సమపీడన, అత్యధిక ఉష్ణము ముఖ్యాంశాలు కావడం వల్ల, ఈ రీతి రూపాంతరప్రాప్తిని పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి (Plutonic metomorphism) అంటారు.

కొందరు భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు స్థానిక రూపాంతర ప్రాప్తి (Local metamorphism), ప్రాంతీయ రూపాంతరప్రాప్తి (Regional metamorphism) అనే రీతులను గుర్తిస్తారు. స్థానిక రూపాంతరప్రాప్తి పరిధి స్థానికమైనదే. ఇది మాగ్మా అంతర్గమానికి సంబంధించి ఉంటుంది. స్పర్శమండలము పరిమితమై ఉంటుంది. అంతర్గమానికి ప్రదేశ శిలలకు మధ్య ఉండే స్పర్శనుంచి పోయేకొద్దీ ఉష్ణోగ్రత క్రమంగా తగ్గుతుంది. స్పర్శ రూపాంతరప్రాప్తి స్థానిక రూపాంతర ప్రాప్తి కిందికి వస్తుంది. ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తి దీనికి భిన్నంగా ఉంటుంది. ఇది కొన్నివేల చదరపు కిలోమీటర్ల ప్రాంతానికి విస్తరించి ఉంటుంది. ఇది ఉష్ణము, పీడనల చర్యలవల్ల సంభవించి పాక్ కేంబ్రియన్ కవచ ప్రాంతాలలో ముడుత పర్వత ప్రాంతాలలోను విశిష్టంగా కనిపిస్తుంది. ఉష్ణము యాంత్రిక రీతిది కావచ్చు, భౌమోష్ణము కావచ్చు లేదా మాగ్మాలనుంచి కావచ్చు, పీడన గణనీయమైన దిశాత్మక పీడన కావచ్చు, లేదా సమపీడన కావచ్చు.

రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులు సాధారణంగా ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులు క్రమేణ పెరగడంవల్ల సంభవిస్తాయి. గబట్టి వీటిని పురోగమన రూపాంతర ప్రాప్తి అంటారు. కొన్ని సందర్భాలలో అధిక స్థాయి ఖనిజాలు అల్పస్థాయి ఖనిజాలుగా మార్పు చెందడం గూడా గమనించడం జరిగింది. ఇటువంటి మార్పులకు తిరోగమన (retrogressive) రూపాంతరప్రాప్తి అంటారు.

### 12.3.5 రసాయునికంగా చురుకయిన ద్రవాల, వాయువుల పాత్ర

ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు ఛిద్రాలలోని ద్రవాలు, వాయువులు రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులకు దోహదం చేస్తాయి. సాధారణ రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల శిలయొక్క స్థూల సంఘటనలో అతి స్వల్పమైన మార్పు ఉండవచ్చు. లేదా అసలుండకపోవచ్చు. అయితే కొన్ని సందర్భాలలో పదార్థాలు చేరడంవల్ల లేదా బయటకు పోవడంవల్ల ప్రదేశ శిలల సంఘటనలో వచ్చిన మార్పులను బట్టి మాగ్మా నిర్గమాల (Megmatic emanations) పాత్ర అర్థమవుతుంది. తగినంత పదార్థం చేరడంవల్ల లేదా బయటకు పోవడంవల్ల సంభవించే రూపాంతర ప్రాప్తిని ప్రతిస్థాపన రూపాంతర ప్రాప్తి (metasomatism) అంటారు. పదార్థాలు చేరడం లేదా బయటకు పోవడం ఆర్ద్రి లేదా ఉష్ణజనీయ ద్రావణులవల్ల జరిగిఉంటే దానిని ఉష్ణ జలీయ రూపాంతర ప్రాప్తి (Hydrothermal metamorphism) అని, బాష్పాలవల్ల లేదా వాయువులవల్ల జరిగి ఉంటే దానిని బాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి (Pneumatolytic metamorphism) లేదా సూక్ష్మాంగ బాష్పక్రియ (Pneumatoiysis) అంటారు.

BRAOU

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

2. రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలు ఆధారంగా వివిధ రూపాంతర ప్రాప్తి రీతులను గుర్తించారు. వాటిని పేర్కొనండి.

......................................................................................................

......................................................................................................

......................................................................................................

......................................................................................................

## 12.4 రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలు, స్థాయిలు, ఫేషీస్

**రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలు :** రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలయిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన-భూమి ఉపరితలానికి దిగువన లోతు పెరిగేకొద్ది మారుతూ ఉంటాయి. కాబట్టి రూపాంతర ప్రాప్తి పరిస్థితులపై లోతుకు ప్రభావం ఉంది. భూపటలంలో లోతు పెరిగేకొద్ది ఉష్ణోగ్రత, సమపీడన రెండూ పెరుగుతాయి. దిశాత్మక పీడన లోతుతోపాటు కొంత మేరకు మాత్రమే పెరిగి, ఆ తరువాత శూన్యమవుతుంది. ఈ పరిస్థితుల ఆధారంగా వాన్ హైస్ (Vanhise), బెకే (Becke), గ్రూబెన్‌మన్‌లు పెరిగేలోతుకు అనుగుణంగా రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలను ప్రతిపాదించినారు. గ్రూబెన్‌మన్ ప్రతిపాదించినవి ఎక్కువ వాడుకలో ఉన్నవి.

గ్రూబెన్‌మన్ మూడు మండలాలను గుర్తించినాడు. అన్నిటికన్నా పైన ఉన్నది ఎపిమండలము (Epizone), మధ్యస్థంగా ఉన్నది మీసో మండలము (Mesozone). అన్నిటికన్నా దిగువన ఉన్నది కెటా మండలము (Katazono). ఎపి మండలము భూ ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉంటుంది. కెటామండలము చాలా దూరంగా ఎక్కువ లోతులో ఉంటుంది. మీసో మండలము మధ్యమమైన లోతులో ఉంటుంది. ఈ మండలాలను ఒకదాని నుంచి మరొక దానిని నిర్దిష్టంగా వేరుచేయడం సాధ్యంకాదు. అంతేగాక ఈ మండలాలకు లోతుకు ఉన్న సంబంధాలు అన్నిచోట్ల ఒకేవిధంగా ఉండవు. ఈ మండలాల లక్షణాలు, స్థానిక భౌతిక రసాయన పరిస్థితులపై ఆధారపడి ఉంటాయి. ఈ పరిస్థితులు ఒక్కొక్క చోట ఒక్కొక్క లోతులో ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటాయి. ఈ మండలాల సాధారణ లక్షణాలను కింది పట్టికలో ఇచ్చినాము.

BRAOU

| మండలము | ఉష్ణోగ్రత | ప్రధాన పీడన స్థితి | రూపాంతర ప్రాప్తి రీతి |
|---|---|---|---|
| ఎపి మండలము | 300°C కంటే తక్కువ | తీవ్రమైన విరూపణ ప్రతి బలం, అల్ప సమపీడన. | కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి |
| మిసో మండలము | 300°C - 500°C | మితమైన విరూపణ ప్రతి బలము, సమపీడన. | ఉష్ణీయ ప్రాంతీయ రూపాంతరప్రాప్తి |
| కెటా మండలము | 500°C - 700°C | తీవ్రమైన సమపీడన | పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి |

**రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయిలు, ఫేషీస్ :** రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజ సంఘటన అవి రూపాందిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులమీద, పూర్వశిల రసాయన సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. పైనచెప్పిన మండలాల పరికల్పనలో ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలోని వైవిధ్యాలను మాత్రమే లెక్కలోనికి తీసుకోవడం జరిగింది. కాని రూపాంతర ప్రాప్తి శిలల ఖనిజ సంఘటనలో కనిపించే వైవిధ్యాలకు

ప్రాముఖ్యం ఇవ్వలేదు. రూపాంతర ప్రాప్తి శిలల సంఘటన అంశాన్ని కూడా చేర్చి ఎస్కోలా (Eskola) రూపాంతర ప్రాప్తి ఫేషీస్ (melanomorphic Facies) పరికల్పనను ప్రతిపాదించినాడు. భిన్నమైన రసాయన సంఘటనలు ఉన్నప్పటికీ, నిర్దిష్టమైన ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలో దాదాపుగా సమదాస్థితిని పొంది ఉన్న నర్దిష్టమైన ఖనిజ సముదాయముగల రూపాంతరప్రాప్త శిలలన్నీ ఒక రూపాంతరప్రాప్తి ఫేషీస్ కిందికి వస్తాయి. మరో విధంగా చెప్పాలంటే నిర్దిష్టమైన ఉష్ణోగ్రత, పీడన క్షేత్రంలో ఏర్పడి, నిర్దష్టమైన సంఘటనగల కొన్ని (critical) ఖనిజాల స్థిరత (stability) ద్వారా నియంత్రితమైన రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలు ఒకే ఖనిజ ఫేషీస్‌కి చెందుతాయి. దీనిని బట్టి రసాయన సంఘటన ఏదైనా కొన్ని ఉష్ణోగ్రత, పీడనల అవధులలో రూపాంతరప్రాప్తి చెందిన రూపాంతరప్రాప్త శిలల సముదాయానికి ఫేషీస్ పరికల్పన వర్తిస్తుందనీ ఏదైనా ఫేషీస్‌కి లాక్షణికమైన ఖనిజ సముదాయాల ఆధారంగా ఆ ఫేషీస్‌ను గుర్తిస్తారని తెలుస్తుంది.

టిల్లీ (Tilley) సూచించిన 'స్థాయి' పరికల్పన శిలలు పొందిన రూపాంతర ప్రాప్త తీవ్రతను సూచిస్తుంది. 'అల్పస్థాయి (Low grade) రూపాంతరప్రాప్తి' అధిక స్థాయి (High grade) రూపాంతరప్రాప్తి అనే పదాలను ఈ తీవ్రతను సూచించడానికి వాడతారు. ఒక అగ్ని శిలా-రాశికి, ప్రదేశశిలలకు మధ్యనున్న స్పర్శవైపుకు రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రభావం క్రమేణా పెరుగుతుందనే విషయం తెలిసిందే, అగ్నిశిల అంతర్గమం కారణంగా రూపొందిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన అంశాలను బట్టి, స్పర్శ దగ్గర రూపాంతర ప్రాప్తి అధిక స్థాయికి, స్పర్శకు దూరంగా అల్పస్థాయికి చెంది ఉంటుంది. స్పర్శకు ఇంకా దూరంగా రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రభావానికి గురికాని ప్రదేశ శిలలు కనిపించవచ్చు కూడా. ఒక ప్రాంతంలో నిర్దిష్టమైన సంఘటనగల శిలలు పురోగమన (Progressive) రూపాంతర ప్రాప్తికి గురియై ఉంటే, అక్కడ క్రమేణా అధికమయ్యే రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయిని చూపే మండలాలను చిత్రీకరించడానికి వీలవుతుంది.

స్కాటిష్ హైలాండ్స్‌లలో క్రమేణా అధికమయ్యే రూపాంతరప్రాప్తి స్థాయి మండలాలను బారో (Barrow) చిత్రీకరించినాడు. ఈ ప్రాంతంలో ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురయినాయి. ఈ మండలాలకు క్లోరైట్, బయొటైట్, గార్నెట్, స్టారోలైట్, కయనైట్, సిల్లిమనైట్ ఖనిజాలు లాక్షణిక లేదా సూచిక ఖనిజాలుగా ఉన్నాయి. క్లోరైట్‌నుంచి సిల్లమనైట్‌కు రూపాంతర ప్రాప్తిస్థాయి క్రమేణా పెరుగుతుంది. రూపాంతరప్రాప్తి ఫేషీస్‌లు, స్థాయిల పరికల్పనలు రూపాంతర ప్రాప్త శిలల వర్గీకరణలో ఉపయోగపడతాయి. ఈ అంశాన్ని రాబోయే భాగంలో వివరించినాము.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

**3.** గ్రూచెన్‌మన్ మూడు రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలను గుర్తించాడు. అవి :

(i) ..................................................................................................

(ii) ..................................................................................................

(iii) ..................................................................................................

---

## 12.5 సారాంశం

ఈ భాగంలో రూపాంతర ప్రాప్తిని, దానికారకాలను, రీతులను వర్ణించాము.

రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలైన ఉష్ణము, పీడన, రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువుల పరిస్థితులలో మార్పులకు అనుగుణంగా పూర్వస్థితశిలలలో మార్పులు వస్తుంటాయి. మార్పులకు ప్రధాన కారణమైన కారకం ఆధారంగా రూపాంతరప్రాప్తిలో వివిధ రీతులను గుర్తించారు. నిర్ణీతమైన ఉష్ణ-పీడన పరిస్థితులలో రూపొందిన ఖనిజ సముదాయాలను చూపే రకరకాల రూపాంతర ప్రాప్త



BRAOU

ఫేషీస్‌లను రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు చూపుతాయి. ఒకే పూర్వస్థిత శిల వివిధ స్థాయిల రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావచ్చు.

## 12.6 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

(ii) పీడన - దిశాత్మక పీడన, సమపీడన,

(iii) రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువులు.

2. (i) ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి (ఉష్ణము)

(ii) కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి (దిశాత్మక పీడన)

(iii) గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి (దిశాత్మకపీడన, ఉష్ణము)

(iv) పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి (సమపీడన, ఉష్ణము)

3. (i) ఎపి మండలము

(ii) మీసో మండలము

(iii) కెటా మండలము.

## 12.7 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు **30** పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:

1. 'రూపాంతర ప్రాప్తి' అనే పదాన్ని వివరించి, రూపాంతరప్రాప్తి కారకాల గురించి తెలియజేయండి?
2. రూపాంతర ప్రాప్తి రీతులను గురించి క్లుప్తంగా తెలియజేయండి?

BRAOU

II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు **10** పంక్తులలో సమాదానం రాయండి:

1. కింది పదాలను వివరించండి.
   (a) స్థానిక రూపాంతర ప్రాప్తి
   (b) ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తి
   (c) ప్రతిస్థాపన రూపాంతర ప్రాప్తి
   (d) రూపాంతర ప్రాప్తి ఫేషీస్‌లు
   (e) రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయి.
2. లోతును బట్టి రూపొందించిన రూపాంతర ప్రాప్తి మండలాలను గురించి తెలియజేయండి.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

# భాగం-13 : రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజ, నిర్మితీయ లక్షణాలు

పాఠ్యాంశాలు


13.0 లక్ష్యాలు

13.1 పరిచయం

13.2 పూర్వ శిలల సంఘటన

13.2.1 ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు

13.2.2 అరినేషియస్ శిలలు, ఆమ్ల అగ్నిశిలలు

13.2.3 సున్నపురాళ్లు, కార్బొనేట్ శిలలు

13.2.4 మాధ్యమిక, మౌలిక అగ్ని శిలలు

13.3 ఉష్ణం ప్రభావం

13.4 సమపీడన ప్రభావం

13.5 దిశాత్మక పీడన ప్రభావం

13.6 రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని ఖనిజాలు

13.7 రూపాంతర ప్రాప్తశిలల నిర్మితులు

13.7.1 కెటాక్లాస్టిక్ నిర్మితి

13.7.2 పోర్ఫైరోబ్లాస్టిక్ నిర్మితి

13.7.3 గ్రాన్యులోజ్ నిర్మితి

13.7.4 సదళ నిర్మితి

13.8 రూపాంతర ప్రాప్త శిలల వర్గీకరణ

13.9 సారాంశం

13.10 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

13.11 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 13.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో కనిపించే ఖనిజాలను గురించి, నిర్మితులను గురించి ప్రస్తావించాము.

ఈ భాగం పూర్తిఅయ్యేసరికి, మీరు:

- మూల శిలలపై రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రభావాన్ని వర్ణించగలుగుతారు;
- ఉష్ణము, సమపీడన, దిశాత్మక పీడనాల ప్రభావాన్ని వర్ణించగలుగుతారు;
- రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ముఖ్యఖనిజాలను వర్ణించగలుగుతారు;
- రూపాంతర ప్రాప్త శిలల నిర్మితులను వర్ణించ గలుగుతారు.



BRAOU

## 13.1 పరిచయం

రూపాంతర ప్రాప్త శిలల పూర్వశిలల నుంచి, అంటే అగ్నిశిలలు, అవక్షేపశిలల నుంచి, ఏదో ఒక రీతి రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియ వల్ల రూపొందుతాయి. వయనాలు లేదా నిర్మితాలలోను వచ్చేమార్పులు పూర్వశిలల సంఘటల మీద, అవి గురిఅయిన రూపాంతర ప్రాప్తి రీతి అంటే కారకాల మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. క్రొత్తగా రూపొందే ఖనిజ సముదాయాల మీద, నిర్మితాల మీద, ఈ అంశాలకున్న ప్రభావాన్ని క్రింద క్లుప్తంగా తెలియజేసినాము.

## 13.2 పూర్వశిలల సంఘటన

రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల రూపొందే ఖనిజాల స్వభావికత ప్రధానంగా పూర్వశిలల రసాయన సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. బయట నుంచి పదార్థం చేరితే తప్ప, సాధారణంగా శిల రసాయన సంఘటనలో ప్రముఖమైన మార్పుఉండదు. అయితే నీరు, కార్బన్‌డై ఆక్సైడ్ కొంత మేరకు బయటకు పోవచ్చు. ఇది ముఖ్యంకాదు. ఉదాహరణకు క్వార్ట్జ్, మస్కొవైట్, క్లోరైట్, క్లే ఖనిజాలు, ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు ఉన్న షేల్ శిలలో వచ్చేమార్పులను పరిశీలిద్దాము. స్పర్శరూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయినప్పుడు ఈ శిల క్వార్ట్జ్, అండలుసైట్, కార్డియరైట్, బయొటైట్, ఫెల్‌స్పార్ ఖనిజాలున్న హార్న్‌ఫెల్స్‌ను రూపొందిస్తుంది. ఇదిషేల్ గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయినప్పుడు క్వార్ట్జ్, మస్కొవైట్, బయొటైట్, గార్నెట్ ఖనిజాలున్న గార్నెట్‌మయ మైకాషిస్ట్‌ను రూపొందిస్తుంది. ఈ మూడు శిలల స్థూల సంఘటన ఒకటే. రూపాంతర ప్రాప్తి పరిస్థితులలో షేల్‌లోని ఖనిజాలు అస్థిర మవుతాయి, కాబట్టి అవి ఒక దానితో మరొకటి ప్రతిచర్య జరిపి క్రొత్త ఉష్ణోగ్రతలో పీడన పరిస్థితులలో సమస్థితిలో ఉండగల ఖనిజాలను రూపొందిస్తాయి. శిలలోని అంతరరేణు స్థలాలలో ఉండే ద్రవ, వాయు పదార్థాలు ఈ మార్పులకు దోహదం చేస్తాయి.

రూపాంతర ప్రాప్రి ప్రక్రియలో సంభవించే మార్పులను అధ్యయనం చేయడానికి పూర్వశిలలను వాటి మూల సంఘటన ఆధారంగా స్థూలంగా క్రింద ఇచ్చిన నాలుగు సముదాయులుగా వర్గీకరించవచ్చు.

1. అర్జిలేషియస్ శిలలు
2. అరినేషియస్ శిలలు, ఆమ్లఅగ్ని శిలలు (క్వార్ట్జ్- ఫెల్‌స్పాతిక్ శిలలు)
3. సున్నపురాళ్ళు, ఇతర కార్బొనేట్ శిలలు
4. మాధ్యమిక, మౌలిక అగ్నిశిలలు.

### 13.2.1 అర్జిలేషియస్ శిలలు

ఇవి శైథిల్యం వల్ల రూపొందిన సూక్ష్మరేణుయుత పదార్థాలతో కూడుకొనిఉంటాయి. వీటిలో క్లేఖనిజాలు, ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు, సిలికా, వీటితో బాటు విఘటన చెందిన క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, మైకాఖనిజాలు గల శిలాచూర్ణం కూడా ఉంటుంది. అల్ప ఉష్ణోగ్రత పీడన ఉండే ఉపరితల పరిస్థితులలో మాత్రమే ఇవి దాదాపుగా సమతాస్థితిలో ఉండే, పునస్ఫటికీకరణకు సులభంగా లోనవుతాయి. రూపాంతర ప్రాప్తి సంభవించేటప్పుడు ఉష్ణోగ్రత, పీడన పెరిగేకొద్ది వీటిలో ఒక క్రమంలో, సమరీతిలో ప్రతిచర్యలు జరుగుతాయి. ఈ శిలలలో క్రమానుగతమైన మార్పులు కనిపిస్తాయి, కాబట్టి పురోగమన రూపాంతరప్రాప్తి మండలలను నిర్ధారణ చేయడానికి ఈ శిలలు అనుకూలంగా ఉంటాయి.

### 13.2.2 అరినేషియస్ శిలలు, ఆమ్ల అగ్ని శిలలు

ఈ రెండు సముదాయాల శిలలు భిన్న రీతులలో ఏర్పడినప్పటికీ, వాటి రసాయన, ఖనిజ సంఘటనలు దాదాపు ఒకటిగానే ఉంటాయి. వీటిలో ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ ఖనిజాలు



BRAOU

ఉంటాయి. ఇవి విస్తృతమైన ఉష్ణోగ్రత పీడన అవధులలో స్థిరంగా ఉంటాయి ... కస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తికి గురిఅయినప్పుడు మాత్రమే గణనీయమైన మార్పులను చూపుతాయి.

### 13.2.3 సున్నపురాళ్ళు, ఇతర కార్బొనేట్ శిలలు

మలిన రహితమైన కాల్షియమ్ కార్బొనేట్ శిలలు రూపాంతర ప్రాప్తి పరిస్థితులలో స్థిరంగా ఉంటాయి. ఇవి పునస్ఫటికీకరణ చెందడం తప్ప మరే ఇతర మార్పులు చూపవు. డోలమైట్ నుంచి కాల్సైట్, కొన్ని మెగ్నీషియమ్ ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. మలినాలున్న సున్నపురాళ్ళు-కాల్కేరియస్, డోలమైటిక్ రకాలు రెండూ మారే ఉష్ణోగ్రత పీడన పరిస్థితులలో స్థిరంగా ఉండలేవు. కాబట్టి క్రొత్త ఖనిజ సముదాయాలను రూపొందిస్తాయి. ఉష్ణోగ్రత పాత్ర ముఖ్యమైనది. ఎందుకంటే అల్ప ఉష్ణోగ్రత వల్ల కూడా క్రొత్త ఖనిజాలు రూపొంది కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ విడుదల అవుతుంది. కార్బన్ డై ఆక్సైడ్ తరవాత జరవలసిన మార్పులకు దోహదం చేస్తుంది.

### 13.2.4 మాధ్యమిక, మౌలిక అగ్ని శిలలు

ఈ శిలలో ప్రధానంగా లైమ్-సోడా ప్లేజియోక్లేజ్, పైరాక్సీన్, ఆలివీన్, ఐరన్ ఆక్సైడ్‌లు ఉంటాయి. ఆర్జిలేషియస్ శిలల మాదిరిగా ఇవి కూడా రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులకు సులభంగా గురిఅయి విలక్షణమైన ఖనిజ సముదాయాలను రూపొందిస్తాయి.

## 13.3 ఉష్ణం ప్రభావం

ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులు ఘనస్థితిలో జరుగుతాయి. శిలలు పూర్తిగా కరగడం లేదా ద్రవణీయం కావడం సంభవించదు. అయితే ఏ సమయంలో నైనా కొద్ది మొత్తము ద్రావణ స్థితిలో ఉంటుంది. ఉష్ణంవల్ల శిలలు కరగవు. కాని దాని ప్రభావంవల్ల ఖనిజాల మధ్య అణువుల సర్దుబాటు అంటే పునస్ఫటికీకరణ జరుగుతుంది. ఉష్ణాన్ని గ్రహించి రూపొందే లక్షణంగల ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. ఉష్ణప్రభావం వల్ల వాయువులు బహిర్గతమవుతాయి. ఘనపరిమాణం పెరుగుతుంది. క్రొత్తగా రూపొందిన ఖనిజాల స్వభావం క్రింద వివరించినట్లు పీడన మీద కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది.

## 13.4 సమపీడన ప్రభావం

సమపీడన అన్ని దిశలలోను సమానంగా పనిచేస్తుంది. దీని ప్రభావంవల్ల అల్ప విశిష్ట ఘన పరిమాణము, అధిక సాంద్రతగల ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. ఇవి దాదాపుగా సమమితీయమైన స్ఫటికాలుగా రూపొందుతాయి. ఇవి ప్రతి బలం ప్రభావం క్రింద స్థిరంగా ఉండలేవు. వీటి ఏర్పాటుకు ప్రతిబలం అనుకూలించదు. అందువల్ల వీటిని ప్రతిబల వ్యతిరేక ఖనిజాలు (antistress minerals) అంటారు. ఏనార్థైట్, పొటాష్ ఫెల్‌స్పార్‌లు, ఆగైట్, హైపర్‌స్థీన్, ఆలివీన్, ఆండలుసైట్, సిలిమనైట్, కార్డియరైట్, స్పినెల్ ఈ రీతికి చెందినవి. సమపీడన అత్యధికమైన లోతులలో అంటే కెటామండలంలో ప్రధాల కారకంగా ఉంటుంది. కాబట్టి భూపటలంలో ఎక్కువ లోతులలో ఏర్పడిన రూపాంతర ప్రాప్త శిలల సాంద్రత తక్కువ లోతులలో ఏర్పడిన వాటి సాంద్రత కంటె అధికంగా ఉంటుంద.

## 13.5 దిశాత్మక పీడన ప్రభావం

ప్రతిబల లేదా దిశాత్మక పీడన ఎపి, మిసో మండలాలలో ప్రధాన కారకంగా ఉంటుంది. ఉష్ణోగ్రత పెరిగేకొద్ది ఇది తగ్గుతుంది. అంటే భూపటలంలో లోతు పెరిగే కొద్ది ప్రతి బలం తగ్గుతుందన్నమాట. తక్కువ లోతులలో కఠినంగాను, పెళుసుగాను ఉండే శిలలు ప్రతిబలం ప్రభావం వల్ల సంకర్షణకు (crushing), రేణు ఉత్పాదన ప్రక్రియ (granulation) కు గురికాగా, అన్ని రకాల శిలలు కొద్దోగొప్పో



B R A O U

విరూపణకు గురి అవుతాయి. అధికమైన లోతులలో ఉష్ణోగ్రత పెరిగేకొద్దీ శిలలు పునస్ఫటికీకరణకు, ప్రవాహ (flow) లేదా విభంగ రహిత విరూపణకు (fractureless deformation) గురి అవుతాయి. పునస్ఫటికీకరణలో దిశాత్మక పీడన ముఖ్య అంశం. ఎందుకంటే దాని ప్రభావం వల్ల ఖనిజాల ద్రవీభవన ఉష్ణోగ్రత తగ్గడమేకాక వాటి ద్రావణీయత కూడా పెరుగుతుంది.

ఖనిజాలు ఏర్పడటం రిక్స్ సూత్రం (Rekce Principle) ఆధారంగా జరుగుతుంది. ఈ సూత్రం ప్రకారం పీడన అత్యధికంగా ఉన్న బిందువుల వద్ద ద్రావణీకరణ జరుగుతుంది. అదే సమయంలో పీడన అత్యల్పంగా ఉన్నచోట అవపాతన (Precipitation) జరుగుతుంది.

ప్రతిబలం నిర్దిష్టమైన దిశలో మాత్రమే పనిచేయడంవల్ల ఇతర దిశలలో పీడన తక్కువుగా ఉంటుది. కాబట్టి స్ఫటికాలు అత్యధిక పీడనకు లంబంగా ఉన్న దిశలో మాత్రమే వృద్ధి చెందుతాయి. దీనివల్ల దీర్ఘీకరణ చెందిన రూపాలు అల్ప పీడనకు సమాతరంగా ఉన్న దిశలలో దిగ్విన్యాసం చెంది ఉంటాయి. అంటే ప్రతిబలం ప్రభావం వల్ల పట్టకాకారం, దండరూప (రెండు కొలతల అధికం)గల ఖనిజాలు రూపొందుతాయన్నమాట. ఇటువంటి ఖనిజాలను ప్రతిబల ఖనిజాలు(strees minerals) అంటారు. మైకా సముదాయపు ఖనిజాలు, క్లోరైట్ ఆల్బైట్, ఎపిడోట్, జాయ్‌సైట్, ఆంఫిబోల్‌లు, కయనైట్, స్టారొలైట్ ముదలైన ఖనిజాలు ఈ రకానికి చెందుతాయి.

ప్రతిబలం యొక్క ఏక దిశాత్మక స్వభావం కారణంగా అత్యధిక పీడన దిశకు లంబంగా ఉన్న పట్టక రూప లేదా ప్లేట్ రూప స్ఫటికాలు భ్రమణం చెందడంవల్ల లేదా ప్లాస్టిక్ ప్రవాహత లేదా విరూపణ జరిండం వల్ల శిలలలో యాంత్రిక చలనాలు సంభవిస్తాయి. అందువల్ల రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో కనిపించే సమాంతర నిర్మితుల ప్రతిబలమే ప్రధాన కారణము.

ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఉన్నప్పుడు ఈ ప్రతిచర్య ఎడమనుంచి కుడివైపుకు జరుగుతుంది. అయితే పీడన ప్రభావం ఉష్ణం ప్రభావానికి వ్యతిరేఖంగా ఉంటుంది. కాబట్టి పీడన పెరిగేకొద్దీ ఈ ప్రతిచర్య ఉత్క్రమణీయ మవుతుంది. ఈ వక్రానికి దిగువున కేల్సైట్, క్వార్ట్జ్ కలిసి స్థిరంగా ఉండగలుగుతాయి. కాని వక్రానికి ఎగువన ఉన్న ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలో ఈ రెండు కలసి ఒలాస్టోనైట్ గా రూపొందుతాయి. ఈ వక్రం పీడన దిశకు సమాంతరంగా మారడాన్ని బట్టి ఈ ప్రతిచర్య కొన సాగడంలో ఉష్ణోగ్రతలోని స్వల్పమైన పెరుగుదల ఉన్న ప్రభావం ఈ ప్రతిచర్యను ఉత్క్రమణీయం చేయడంలో పీడనలోని పెరుగుదలకున్న ప్రభావం కంటె చాలా ముఖ్యమైనదని తెలుస్తుంది.

## 13.6 రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని ఖనిజాలు

అగ్ని శిలలలో అధిక పరిమాణాలలో ఉండే క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, బయొటైట్, మస్కొవైట్, హార్న్‌బ్లెండ్ వంటి ఖనిజాలు రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో కూడా అధికంగానే ఉంటాయి. అయితే రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియలో ఏర్పడే ఖనిజాలు P -T పరిస్థితులమీద ఆధారపడి ఉంటాయి. కాబట్టి ఆయా P-T పరిస్థితులకు తగిన ఖనిజాలు ఆయా రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో కనిపిస్తాయి. విభిన్న రూపాంతర ప్రాప్తి పరిస్థితులలో ఏర్పడిన శిలలలో తరచుగా కనిపిస్తూ, వాటికి లాక్షణికమైన ఖనిజాలను రూపాతర ప్రాప్తి మండలాలకు అనుగుణంగా కింద ఇచ్చినాము. సెరిసైట్, క్లొరైట్, టాల్క్, గార్నెట్, స్టారొలైట్, కయనైట్ అండలుసైట్, సిల్లిమనైట్, కార్డియరైట్ వంటి ఖనిజాలు రూపాంతర ప్రాప్త శిలలకు మాత్రమే పరిమితమై ఉంటాయి.

**ఎపి మండలము** : సెరిసైట్, క్లోరైట్, క్లోరిటాయిడ్, టాల్క్, బ్రూసైట్, ఆక్టినొలైట్, ఎపిడోట్, జాయ్‌సైట్, ఆల్బైట్, గ్లోకోఫేన్, Mg-గార్నెట్, కేల్సైట్, డోలమైట్, మాగ్నసైట్.

| | | |
|---|---|---|
| మీసో మండలము | : | బయొటైట్, మస్కొవైట్, స్టారొలైట్, కయనైట్, ఆంథో ఫిల్లైట్, ఎపిడోట్, జొయిసైట్, Na-ప్లేజియోక్లేస్, బార్న బ్లెండ్, కమ్మింగ్టోనైట్, గ్రూనెరైట్, ఆక్టినొలైట్, అల్మ న్డైన్, కేల్సైట్, బ్రూసైట్. ఇవిగాక కొన్ని ఎపి, కెటా మండల ఖనిజాలు కూడా. |
| కెటామండలము | : | బయొటైట్, K-ఫెల్స్పార్, సిల్లిమనైట్, ఆండాలుసైట్, ఎన్స్టటైట్, హైపర్స్తీన్, ఆలివీన్, డయాప్సైడ్, హెడె న్బర్గైట్, ఓంఫసైట్, హార్న్బ్లెండ్, ఆగైట్, జేడైట్, కార్డియరైట్, గార్నెట్లు, Ca-ప్లేజియోక్లేస్, ఐడొక్రేజ్, స్కాపొలైట్, కేల్సైట్, బ్రూసైట్. |

## 13.7 రూపాంతర ప్రాప్త శిలల నిర్మితులు

రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో వివిధ వయనాలు ఒక దానితో మరొకటి అంతర్వృద్ధి చెంది యుండవచ్చు లేదా పునస్ఫటికీకరణ వల్ల రూపొందిన వయనాలతోబాటు పూర్వశిలల అవశిష్ట వయనాలు(relict textures) కూడా ఉండవచ్చు. అందువల్ల ఈ శిలలలో వయనాలను, నిర్మితులను విడదీసి చూడడం కష్టం. ఈ కారణంగా రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో కనిపించే అల్పపరిమాణ, అధిరపరిమాణ లక్షణాలను రెండింటినీ సాధారణంగా 'నిర్మితులు' అనేపదం కిందనే వర్ణిస్తారు.

పునస్ఫటికీకరణ ద్వారా వృద్ధి చెందుతున్న వివిధ స్ఫటికాలవల్ల రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని నిర్మితులు ఘనస్థితిలో రూపొందుతాయి. ప్రతిచర్య శ్రేణికి అనుగుణంగా అగ్ని శిలలలో జరిగే ఖనిజాల స్ఫటికీకరణ క్రమము రూపాంతర ప్రాప్త శిలలకు వర్తించదు. కాబట్టి రూపాంతర ప్రాప్త శిలల నిర్మితులకున్న ప్రాధాన్యం అగ్ని శిలల నిర్మితులకున్న ప్రాధాన్యం వంటిది కాదు. అయితే ఈ రెండు రకాల శిలల నిర్మితీయ లేదా వయన లక్షణాలలో కొన్ని పోలికలు ఉండవచ్చు.

అగ్ని శిలల నిర్మితులను కొంతవరకు పోలిఉండే రూపాంతరప్రాప్త నిర్మితులను విడిగా సూచించడానికి 'బ్లాస్టిక్ (blastic, గ్రీక్ బ్లాస్టోస్-మొలకెత్తుట) అనే పదాన్ని పూర్వ పదంగా (prefix) లేదా ఉత్తర పదం (suffic)గా వుండవచ్చునని బెకె సూచించినాడు. స్ఫటికాకృతులు వృద్ధిచెంది ప్రధానంగా పునస్ఫటికీకరణ ద్వారా రూపొందిన నిర్మితులను 'క్రిస్టలోబ్లాస్టిక్' (crystalloblastic) నిర్మితులుగా వర్ణిస్తారు.రూపాంతర ప్రాప్త ఖనిజాలు రేణురూపసైజ గుణము చూపినట్లయితే గ్రానోబ్లాస్టిక్ (Granoblastic) అనే పదాన్ని వాడతారు. రూపాంతర ప్రాప్త ఖనిజాలలో స్ఫటిక ముఖాలు సాధారణంగా బాగా వృద్ధి చెంది ఉండవు. ఇటువంటి ఖనిజాలను జెనోబ్లాస్టిక్ (xenoblastic) ఖనిజాలుగా వర్ణిస్తారు. ఘనస్థితిలో ఉండే నిరోధక పరిస్థితులలో కూడా కొన్ని ఖనిజాలు స్ఫటిక ఆకృతులను నిర్దుష్టంగా రూపొందించుకో గలుగుతాయి. ఇటువంటి ఖనిజాలను 'ఇడియోబ్లాస్టిక్' (Idioblastic) ఖనిజాలు అని అంటారు. రూపాంతర ప్రాప్త ఖనిజాలలో కనిపించే ఇడియోబ్లాస్టిక్ లక్షణం యొక్క స్థాయిని బట్టి బెకె ఒక ఖనిజ క్రమాన్ని రూపొందించినాడు. దీనిని 'క్రిస్టలోబ్లాస్టిక్ లేదా ఇడియోబ్లాస్టిక్ క్రమము (Crystalloblasiic or Idioblastic Order)' అంటారు.

| | |
|---|---|
| సాధారణంగా ఇడియోబ్లాస్టిక్ ↑ | :మాగ్నటైట్, స్ఫీన్, రుటైల్, స్పెక్యులరైట్, ఇల్మనైట్, టూర్మలీన్, గార్నెట్, కయనైట్, స్టారొలైట్, అండాలుసైట్, ఎపిడోట్, జొయిసైట్, పైరాక్సీన్లు, ఆంఫిబోల్లు, ఒలాస్టొనైట్, మైకాలు క్లొరైట్, కేల్సైట్, స్కాపొలైట్, కార్డియరైట్ |
| ↓ అరుదుగా ఇడియోబ్లాస్టిక్ | :క్వార్ట్జ్, ప్లేజియోక్లేస్ ఆర్థోక్లేస్, మైక్రోక్లేన్ |

ఈ క్రమము అన్ని సందర్భాలకు వర్తించనప్పటికీ, కొన్ని శిలలు అగ్ని శిలా, రూపాంతర ప్రాప్త శిలా అని నిర్ధారణ చేయడానికి తగినంత ఆధారాలను చేకూరుస్తుంది. ఉదాహరణకు, ఒక శిలలో ప్లేజియోక్లేజ్ ఖనిజం ఉండి, ఆ ప్లేజియోక్లేస్ స్ఫటికాలు జెనోబ్లాస్టిక్ రీతికి చెంది ఉంటే ఆశిల రూపాంతర ప్రాప్త శిల అయి ఉండవలె. ఎందుకంటే రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలో ఉత్తమ ఆకృతిగల ప్లేజియోక్లేస్ స్ఫటికాలు ఎప్పుడూ కనిపించవు. దీనికి భిన్నంగా అగ్ని శిలలలో ప్లేజియోక్లేజ్ యొక్క సర్వపార్శ్విక స్ఫటికాలు తరచుగా కనిపిస్తాయి.

కొన్ని రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు సమ రేణియుతంగా ఉంటాయి. కాని కొన్నింటిలో గార్నెట్, కార్డియరైట్, స్టారొలైట్ మొదలైన ఖనిజాల స్థూల స్ఫటికాలు, ఇడియో బ్లాస్టిక్ రీతిని, ప్రముఖ లక్షణంగా కనిపిస్తాయి. ఈ స్థూల స్ఫటికాలను పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లు (Porphyroblasts)' అనీ, ఈ నిర్మితిని 'పోర్ఫిరోబ్లాస్టిక్ నిర్మితి అని అంటారు. కొన్ని విరూపణ చెందిన చూర్ణమయ (granulated) శిలలలో ఫెల్‌స్పార్, లేదా ఫెల్‌స్పార్, క్వార్ట్‌జ్‌ల మిశ్రమాలు కన్నును లేదా ద్వికుంభకాలను పోలిన ఆకృతిగల పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లు ఉంటాయి. ఈ నిర్మితిని 'చాక్షుష' (augen; G Augeeye)' నిర్మితి అంటారు. ఒక పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లో ఇతర ఖనిజాల అంతర్వేశాలు ఉంటే దానిని 'పోయ్‌కిలోబ్లాస్టిక్' (Poikiloblastic) నిర్మితి అంటారు. పూర్వశిలల పోర్ఫిరిటిక్ లేదా ఆఫిటిక్ నిర్మితులు రూపాంతర ప్రాప్తి తరువాత కూడా అవశేషాలుగా నయినా కనిపిస్తే వాటిని వరసగా 'బ్లాస్టోపోర్ఫిరిటిక్ (blastoporphyritic)', 'బ్లాస్టోఫిటిక్ (blastophitic) నిర్మితులు అంటారు. దీనిని బట్టి పునస్స్ఫటికీకరణ వల్ల రూపొందిన నిర్మితులకు 'బ్లాస్టో' అనే పదాన్ని ఉత్తరపదంగాను, పునస్స్ఫటికీకరణ చెందిన తరవాత కూడా పూర్వ శిలల నిర్మితులు వాటిలో నిర్దిష్ట భాగంగా కనిపించినప్పుడు వాటికి 'బ్లాస్టో' అనేపదాన్ని పూర్వ పదంగాను వాడతారు అని తెలుస్తుంది. పూర్వ శిలల నిర్మితులు అవశిష్టాలుగా (relicts) ఉన్న రూపాంతర ప్రాప్త నిర్మితులనన్నింటినీ కలిపి 'పాలిమ్‌ప్సెస్ట్ నిర్మితులు (Palimpsest structures)' అంటారు.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

1. పునస్స్ఫటికీకరణ ప్రక్రియవల్ల ఏర్పడి స్ఫటికముఖాలు పరిపూర్ణంగా వృద్ధి చెందకుండా ఉండే స్ఫటికాలను - - - - - - - - - - స్ఫటికాలు అంటారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

2. పునస్ఫటికీకరణ వల్ల రూపొందే వయనాలను సూచించే పదాలలో - - - - - - - - - - అనే పదాన్ని పూర్వ పదంగాను లేదా ఉత్తరపదంగా వాడతారు.

.......................................................................................................

.......................................................................................................

రూపాంతర ప్రాప్త శిలలలోని నిర్మితులను స్థూలంగా సదళ రహిత ( nonfoliated) సదళ (foliated) నిర్మితులుగా విడదీయవచ్చు. మొదటి రకం నిర్మితులలో ఖనిజ రేణువుల దిశాత్మకమైన అమరిక ఉండదు. రెండవ రకం నిర్మితులలో ఈ దిశాత్మకమైన అమరిక కనిపిస్తుంది. కెటాక్లాస్టిక్, హార్న్‌ఫెల్సిక్, గ్రాన్యులోజ్ నిర్మితులు సదళరహిత నిర్మితుల కిందికి వస్తాయి. స్లేటీ విదళన, షిస్టోజ్, నైసోజ్ నిర్మితులు సదళ నిర్మితుల కిందికి వస్తాయి. వీటిని క్రింద క్లుప్తంగా వర్ణించినాము.

### 13.7.1 కెటాక్లాస్టిక్ నిర్మితి(Cataclastic Structure)

కఠినంగాను, పెళుసుగాను ఉన్న శిలలు కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంత ప్రాప్తికి గురిఅయినప్పుడు అవి యాంత్రిక విరూపణ చెందుతాయి. దీనివల్ల శిలలు పగిలిపోయి శకలమయంగా తయారవుతాయి. సంకర్ష (Crushing) ఏర్పడిన ఈ శకలమయ నిర్మితులను 'కెటాక్లాస్టిక్ నిర్మితులు' అంటారు. క్రొత్త

BRAOU

ఖనిజాలు అసలు ఏర్పడవు. విరూపణ మొదటి దశలో శిలలు కేవలం సంకర్షణకు మాత్రమే గురి అయి నిర్మిత రహితమైన సముచ్చయాలుగా మారతాయి. ప్రతిబలం ప్రభావంవల్ల తీవ్రమైన చలనము సంభవిస్తే రేణువులు దొర్లుడు ( rolling)కు గురిఅయి, శిల చివరకు పట్టాలుగల చూర్ణమయ శిలగా రూపొందుతుంది.

## 13.7.2 హార్న్ ఫెల్సిక్ నిర్మితి(Hornfelsic structure)

అండలుసైట్, కార్డియరైట్, క్లొరిటాయిడ్, బయొటైట్ వంటి దృఢమైన ఖనిజాల పోర్ఫిరో బ్లాస్ట్‌లు బాగా వృద్ధి చెందిఉన్న నిర్మితులను 'హార్న్‌ఫెల్సిక్' నిర్మితులు అంటారు. వీటిని మాక్యులోజ్ (maculoze) నిర్మితులు' అని కూడా అంటారు. ఈ ఖనిజాలు స్ఫటికీకరణ ప్రారంభ దశలో చుక్కలుగా ఏర్పడతాయి. స్ఫటికీకరణ జరిగే కొద్ది ఈ చుక్కలు పెరిగి గ్రానోబ్లాస్టిక్ నిర్మితికి దారితీస్తాయి. ఈ నిర్మితి లేదా సదళిత కనిపించవచ్చు. ఈ దశ నుంచి గ్రాన్యులోజ్, షిస్టోజ్, నైసోజ్ నిర్మితులలోకి క్రమానుగతమైన మార్పు కనిపించవచ్చు.

## 13.7.3 గ్రాన్యులోజ్ నిర్మితి(Granuloze Structure)

ఈ నిర్మితి ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, పైరాక్సీన్, గార్నెట్, కేల్సైట్, డోలమైట్ వంటి గ్రానోబ్లాస్టిక్, సమమితీయ ఖనిజాలు ఉన్న శిలలలో కనిపిస్తుంది. పెచ్చురూపపు ప్లేట్ ఖనిజాలు లేదా దీర్ఘ ఖనిజాలు అసలు ఉండవు. ఒకవేళ ఉన్నా చాలా తక్కువ పరిమాణంలో మాత్రమే ఉంటాయి. ఈ ఖనిజ సంఘటనలో లేదా రేణుపరిమాణంలో తేడాలు చూపే పట్టీలు ఏకాంతరంగా ఉండడంవల్ల అప్పుడప్పుడు సమాంతర, పట్టిక లేదా చారల నిర్మితి దీనిలో కనిపించవచ్చు. ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి, పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలలో గ్రాన్యులోజ్ నిర్మితులు సాధారణంగా కనిపిస్తాయి.

## 13.7.4 సదళ నిర్మితులు(Foliated Structure)

రూపాంతర ప్రాప్త నిర్మితులలో అతి సాధారణంగా కనిపించేవి, ముఖ్యమైన సదళ నిర్మితులు. రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలలో ప్లేటి, లేదా దీర్ఘ ఖనిజాల సమాంతర అమరికవల్ల రూపొందే విదళన లేదా విదరత (fosrilitz) కి సదళత లేదా షిస్టాసిటీ అనే పదాన్ని వాడతారు. సమాంతర తలాలు ఎంత ఉత్తమంగా అభివృద్ధి చెందినాయి అనే అంశాన్ని బట్టి సదళతను స్లేటి విదళన (అత్యుత్తమ సదళత) షిస్టాసిటీ, నైసిక్ నిర్మితి (అత్యల్ప సదళత) అనే మూడు రీతులుగా విభజించవచ్చు.

ఫలకరూపపు పెచ్చులరూప లేదా దీర్ఘ ఖనిజాల సమాంతర లేదా ఉప సమాంతర అమరిక వల్ల సదళత రూపొందుతుంది. దిశాత్మక పీడన ప్రభావం వల్ల మైకా ఖనిజాలు, ఆంఫీబోల్ లు, టూర్మలీన్, ఎపిడోట్ వంటి పట్టకరూప స్ఫటికాలు వాటి అధిక మితులు సదళత తలానికి సమాంతరంగా ఉండేటట్లు అమరుతాయి. నిర్మితి ప్రధానంగా పట్టకరూప ఖనిజాల వల్ల రూపొంది ఉంటే 'నెమటోబ్లాస్టిక్' (nemato blastic) అనే పదాన్ని అది ప్రధానంగా ఫలకరూప ఖనిజాల వల్ల రూపొంది ఉంటే 'లెపిడోబ్లాస్టిక్ (lepido blastic)' అనేపదాన్ని వాడతారు. సదళత తలాలుగా గాని తరంగ రూపంతో (undulating), గాని పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌ల చుట్టూ వంపులతో ఉన్నప్పుడు ద్వికుంభకార కృతిలోగాని ఉండవచ్చు. సదళత తలాలలో దీర్ఘ ఖనిజాలు-హార్న్‌బ్లెండ్, సిల్లిమనైట్, టోర్మలీన్ వంటివి సమాంతరంగా వరసలలో అమరడంవల్ల 'రేఖీయత' (lineation) రూపొందవచ్చు.

క్వార్ట్జో ఫెల్‌స్ఫాథిక్ శిలలలో తరచుగా కనిపించే అత్యల్ప సదళత రీతిని నైసోజ్ లేదా నైసిక్ నిర్మితి అని వర్ణిస్తారు. నిజానికి ఈ నిర్మితి సదళ (షిస్టోజ్), సదళ రహిత (గ్రాన్యులోజ్) పట్టీలు, ద్వికుంభకాలు ఏకాంతరంగా అమరడంవల్ల రూపొందే సంయుక్తనిర్మితి అని వర్ణిస్తారు. నైసోజ్ నిర్మితిలో కనిపించే సదళత యథార్థ సమతల రీతిద్దై ఉంటుంది. అయితే ఇది అప్పుడప్పుడు చితికి పోయినట్లు (crumbled), కర్షణవల్ల వశీభవనం చెందినట్లు ( dragfolded) లేదా మెలికలు తిరిగి



BRAOU

ఉండవచ్చు. నిర్మితి స్థూలరీతిలోను, తరుచుగా విచ్ఛిన్నంగాను ఉండవచ్చు. నైసిక్ శిలలు తదళత తలాల వెంబడి చీలినప్పటికీ, విభంగ తలము షిస్ట్‌లలో కంటే గరుకుగా ఉంటుంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

3. రూపాంతర ప్రాప్త నిర్మితులను ఉదాహరణలతో పేర్కొనండి.

.................................................................................................

.................................................................................................

---

## 13.8 రూపాంతర ప్రాప్త శిలల వర్గీకరణ

---

రూపాంతరప్రాప్త శిలలను ఎన్నో విధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. అతి సులభమైనది ప్రయోగాత్మకమైనది పిర్‌సన్ (Pirrson), నాఫ్ (knof) లు సూచించినట్లు సదళ, సదళ రహిత శిలలుగా విభజించడం శిలారీతులుగా పాలరాళ్ళు, క్వార్ట్‌జైట్‌లు, హార్న్‌ఫెల్స్‌లు, స్లేట్‌లు, ఫిలైట్‌లు, షిస్ట్‌లు, నైస్‌లుగా విభజించడం మరొక పద్ధతి ఈ రెండు పద్ధతులు వర్ణనాత్మక పరిశీలనకు పనికి వస్తాయి. నిర్మితియు, ఖనిజ లక్షణాలు, రసాయన సంఘటన రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయి, రూపాంతర ప్రాప్త ఫేషీస్‌ల పరికల్పనలమీద ఆధారపడిన ఇతర వర్గీకరణలు కూడా ఉన్నాయి. రూపాంతర ప్రాప్త శిలల వర్గీకరణ ఆధారంగా టర్నర్, (Turner) నాలుగు అంశాలను సూచించినాడు. అవి. (1) క్షేత్రసహాస్థితి (field association), ( 2) ఖనిజ సంఘటన, (3) నిర్మితి, (4) రసాయన సంఘటన, ఈ అంశాలను అధ్యయనం చేయడం ద్వారా రూపాంతర ప్రాప్తి రీతి, పూర్వ శిలల స్వభావానికి అనుగుణంగా ప్రస్తుత శిలలను పరిశోధించడానికి వీలవుతుంది.

శిలల సహాస్థితులను క్షేత్రంలో పరిశీలించడంవల్ల రూపాంతర ప్రాప్తికి కారణము, రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఉద్భవ విధానము తెలుస్తాయి. ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి పొంది శిలలు, అగ్నిశిలా అంతర్గమంతో బాటు ఉండదు. తీవ్రమైన విరూపణ జరిగిన మండలాలలో కేటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల విరూపణ చెందిన శిలలు ఉండడం దీనికి ఉదాహరణలుగా చెప్పకోవచ్చు. రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు అవక్షేపాలలోనికి లేదా అగ్ని శిలలోనికి క్రమేణా కలిసిపోవడాన్ని బట్టి పూర్వశిలలు ఏవో తెలుసుకోవచ్చు.

ఉష్ణోగ్రత పీడనలను గురించి తెలుసుకోవడానికి ఖనిజ సంఘటన ఉత్తమమైన నిదర్శనము. అవి పూర్వశిల స్వభావాన్ని గురించి తెలుస్తాయి. ఉదాహరణకు స్టారోలైట్ ఆర్జిల్లేషియస్ శిలల నుంచి ఏర్పడిన ప్లైషిస్ట్‌లలో అభిలాక్షణికంగా కనిపిస్తుంది. ఎక్కువగా అవక్షేపాలనుంచి ఏర్పడుతుంది. రూపాంతర ప్రాప్తి స్థాయిని అంచనా కట్టడంలో కూడా ఖనిజాలు ఉపయోగపడతాయి.

రూపాంతర ప్రాప్తిస్థాయిని లేదా తీవ్రతను, విరూపణ రీతిని అర్థంచేసుకోవడానికి నిర్మితి చాలా ఉపయోగపడుతుంది.

పూర్వశిల స్వభావము, అది రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల ఎంతమేరకు మార్పు చెందింది అనే అంశాలను తెలుసుకోవడానికి శిల రసాయన విశ్లేషణ సరియైన సమాచారాన్ని ఇస్తుంది.

రూపాంతరప్రాప్త శిలల వర్గీకరణకు ఆదర్శనీయమైనది, ఎక్కువగా వాడుకలో నున్నది ఎస్కోలా ప్రతిపాదించిన రూపాంతరప్రాప్తి ఫేషీస్‌ల పరికల్పన. ఈ వర్గీకరణలో రూపాంతరప్రాప్తివల్ల ఏర్పడిన ఖనిజ సముదాయాలను ఆధారంగా తీసుకుంటారు. ఈ ఖనిజ సముదాయాలు చాలా సరళమైనవి. అంతేకాక అవి ప్రపంచ మంతటా విస్తరించి ఉండి ఒకేరీతి ఉద్భత సహాస్థితి (Paragenetic association) ని చూపుతాయి. ఈ ఖనిజ సముదాయాల స్వభావము రూపాంతర ప్రాప్తికి సంబంధించిన భౌతిక పరిస్థితుల మీద రూపాంతర ప్రాప్త శిల స్థూల సంఘటన మీద ఆధారపడి ఉంటుంది. ఖనిజ



BRAOU

సముదాయాల ఉనికి క్రమమైన రీతిలో ఉంటుంది. కాబట్టి రసాయన, ఖనిజ సంఘటన, వాటితోబాటు P-T పరిస్థితులు ఆధారంగా రూపాంత ప్రాప్త శిలలను వర్గీకరించడం సులభతర మవుతుంది.

వివిధ రీతుల రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల రూపొందిన శిలలను, వాటి ఉత్పాదనకు కారణమైన ప్రక్రియలను రాబోయే భాగాలలో వివరించినాము.

## 13.9 సారాంశం

ఈ భాగంలో క్రింది అంశాలను వరించాము.

(1) మూలశిలల ఖనిజ సంఘటన

(2) ఉష్ణము, పీడనల ప్రభావము

(3) రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజాలు, నిర్మితులు

వివిధ రీతుల మూల శిలలపై రూపాంతరప్రాప్తి కారకాల ప్రభావాన్ని వివరించాము. రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల ఖనిజాలలో, నిర్మితులలో మార్పులు వస్తాయి. విభిన్న రూపాంతర ప్రాప్తి పరిసరాలలో రూపొందే లాక్షణిక ఖనిజాలను ఇచ్చాము. రూపాంతర ప్రాప్త శిలల నిర్మితులను వర్ణించాము. రూపాంతర ప్రాప్త శిలల వర్గీకరణలో ఉపయోగించే ప్రమాణాంశాలను వివరించాము.

## 13.10 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1) జెనోబ్లాస్టిక్ స్ఫటికాలు

2) బ్లాస్ట్

3) (i) కెటాక్లాస్టిక్ (స్లేట్), (ii) హార్న్‌ఫెల్సిక్ (హార్న్‌ఫెల్స్), (iii) గ్రాన్యులోజ్ (పాలరాయి), (iv) సదళ (షిస్ట్, నైస్)

## 13.11 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియలో ఖనిజ, నిర్మితీయ లక్షణాలపై ప్రభావం చూపే అంశాలను తెలియజేయండి. ప్రతి అంశంయొక్క ప్రభావాన్ని క్లుప్తంగా వివరించండి.

2. రూపాంతరప్రాప్తి శిలల వర్గీకరణను గురించి క్లుప్తంగా తెలియజేయండి.

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి:**

1. రూపాంతరప్రాప్త శిలల ఖనిజ సంఘటనను గురించి క్లుప్తంగా చెప్పండి.

2. రూపాంతరప్రాప్త శిలలు చూపే నిర్మితులను క్లుప్తంగా తెలియజేయండి.

3. 'ప్రతిబల ఖనిజాలు' , 'ప్రతిబలవ్యతిరేక ఖనిజాలు' అంటే ఏమిటి.

4. 'సదళ', 'రేఖీయత' అనే పదాలను వివరించండి.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-14 : కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి

పాఠ్యంశాలు


14.0 లక్ష్యాలు

14.1 పరిచయం - ప్రక్రియ

14.2 ఉత్పాదితాలు

14.2.1 క్రష్ బ్రెక్షియా

14.2.2 కెటాక్లసైట్

14.2.3 ఫ్లేజర్ శిలలు

14.2.4 మైలొనైట్

14.3 సారాంశం

14.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

14.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 14.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగం లో కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర పాప్తి ప్రక్రియను, ఉత్పాదితాలను మీకు పరిచయం చేయడం ముఖ్య ఉద్దేశం

ఈ భాగంను పూర్తి చేసేసరికి, మీరు:

- కెటాక్లా స్టిక్ రూపాంతర పాప్తి అనే పదాన్ని నిర్వచించ గలుగుతారు;
- కెటాక్లా స్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియను వివరించ గలుగుతారు;
- కెటాక్లా స్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను వర్ణించగలుగుతారు.

BRAOU

## 14.1 పరిచయం - ప్రక్రియ

దిశాత్మక పీడన లేదా ప్రతిబలం ప్రధాన కారకంగా పనిచేసినప్పుడు కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి సంభవిస్తుంది. ఈ ప్రతిబలం పర్వతోద్భవకారక ప్రతిబలం కావచ్చు లేదా మరి ఏ యితర రీతిదైనా కావచ్చు. దీనివల్ల సాధారణంగా వళీభవనము, భ్రంశీకరణ, ప్రవాహిత రేణు ఉత్పాదన జరుగుతాయి. ఖనిజాలు, శిలలు సంకర్షణ (crushing)కు, రేణు ఉత్పాదన ప్రక్రియ (cataclassis)కు గురి అవుతాయి. ఉష్ణోగ్రత అతి స్వల్పంగా మాత్రమే ఉంటుంది. కాబట్టి కొత్త ఖనిజాలు ఏర్పడవు. అయితే స్థానికంగా గణనీయమైన పార్శ్వ చలనం జరిగినప్పుడు ఉష్ణం ఉద్భవించడంవల్ల అల్ప ఉష్ణోగ్రత ఖనిజాలు ఏర్పడవచ్చు. సూక్ష్మ రేణుయుత శిలలు మెత్తంగా సంకర్షణకు, రేణు ఉత్పాదన ప్రక్రియకు గురి అవుతాయి. కాని స్థూలరేణుయుత శిలలలో ఖనిజ రేణువులు విడివిడిగా సంకర్షణకు గురి అవుతాయి. సాధారణమైన సంకర్షణ, రేణు ఉత్పాదనవల్ల నిర్మితి రహితమైన సముచ్చయం తయారవుతుంది. కాని తీవ్రమైన పార్శ్వ చలనము, అతిక్షిప్త భ్రంశాల వెంబడి జరిగినట్లు జరిగితే పగిలిపోయిన ఖనిజ, శిలా శకలాలు దొర్లుడుకు గురిఅయి పిండిగా మారతాయి. దీనివల్ల సమాంతర, ద్వికుంభాకార, పట్టిత నిర్మితులు రూపొందుతాయి. శిలలు, ఖనిజాలు పీడనకు చూపే నిరోధకతలో వైవిధ్యం ఉంటుంది. అట్లాగే అన్ని శిలలు, ఖనిజాలు విభంగానికి, సంకర్షణకు ఒకే మేరకు గురికావు.

కఠినంగాను, బాగా పెళుసుగాను ఉండే శిలలు విభంగము, సంకర్షణవల్ల విరూపణ పొందుతాయి. కాని మెత్తగాను, తక్కువ పెళుసుగాను, ఎక్కువ ద్రావణీయంగాను ఉండే పదార్థాలు ప్లాస్టిక్ విరూపణకు, ఒక్కొక్కప్పుడు పునస్స్ఫటికీకరణకు గురిఅవుతాయి. అందువల్ల గ్రానైట్‌లు, ఇసుకరాళ్ళ వంటి కఠినంగాను, పెళుసుగాను నిరోధకంగాను ఉండేశిలలు కెటాక్లసిస్ ప్రభావాన్ని ప్రముఖంగా చూపుతాయి. కాని మెత్తగాఉండి, సులభంగా రసాయనిక మార్పులకు గురి అయ్యే స్వభావంగల క్లే శిలలు, కార్బొనేట్ శిలలు, మౌలిక అగ్ని శిలల వంటివి ప్రముఖమైన మార్పులు చూపవు. అయితే ఇవి విదళన, ప్రవాహిత, కొంత మేరకు పునస్స్ఫటికీకరణకు గురిఅయి విరూపణ చెందవచ్చు.

## 14.2 ఉత్పాదితాలు (Products)

క్రష్‌బ్రెక్షియా (crush breccia), కెటాక్లసైట్ (cataclasite), ఫ్లేజర్ శిలలు (flaser rocks), మైలోనైట్‌లు (mylonites) - ఇవి కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలలో ప్రధానమైనవి. ఒక్కొక్కప్పుడు స్లేట్‌ను కూడా వీటికి చేరుస్తారు. అయితే స్లేట్‌లో క్రొత్త ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. కాబట్టి ఉష్ణం ప్రభావం కూడా తగినంత మేరకు ఉన్నదని భావించవలసి వస్తుంది. అందుచేత దానిని గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి కింద వర్ణించినాము.

### 14.2.1 క్రష్‌బ్రెక్షియా

దీనిని ఘర్షణ బ్రెక్షియా (friction breccia) అని కూడా అంటారు. దీనిలో వేరు వేరు పరిమాణాలుగల కోణీయ ఖండాలు సూక్ష్మ రేణు పరిమాణంగల ఖనిజ, శిలా రేణువులతో కూడిన మాత్రికతోబాటు ఉంటాయి. మాత్రిక స్వల్ప పరిమాణంలో ఉంటుంది. ఈ శిల సాధారణంగా స్థూల రేణుయుతంగా ఉన్న దానిని "మైక్రోబ్రెక్షియా" (micro breccia) అంటారు.

శిలలు కేవలం చితికిపోయి, పిండి అయినప్పుడు క్రష్‌బ్రెక్షియా ఏర్పడుతుంది. పార్శ్వీయ విరూపణ, అతిక్షిప్తాలు జరిగిన నిదర్శనలుండవు. సూక్ష్మరేణుయుత శిలలు మొత్తంగా భగ్నం అయిఉంటాయి. కాని స్థూలరేణుయుత శిలలలో ప్రతి రేణువు సంకర్షణ చెంది కనిపిస్తుంది. శిల అన్ని దిశలలో పగుళ్లు చూపుతూ కోణీయ ఖండాలుగా చీలినట్లు కనిపిస్తుంది. ఈ కోణీయ ఖండాలమధ్య శిలా చూర్ణము ఉంటుంది.

క్రష్‌బ్రెక్షియాలు పాతాళ అగ్ని శిలలు, సున్నపురాళ్ళు, పాలరాళ్ళు, నైస్‌ల వంటి కఠినమైన, పెళుసైన శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి. శిలా శకలాలు విరూపణవల్ల గుండ్రంగా తయారయితే వాటిని " క్రష్‌కంగ్లామరేట్" (crush conglomerate)లు అంటారు.

### 14.2.2 కెటాక్లసైట్

క్రష్‌బ్రెక్షియాలు సంకర్షణ ప్రక్రియ మొదటి దశలో ఏర్పడితే కెటాక్లసైట్‌లు చివరి దశలో ఏర్పడతాయి. దిశాత్మక పీడన ప్రభావంవల్ల శిలలు స్థూల ఖనిజ రేణువులు ప్రారంభ దశలో (optical anomalies), విదళన తలాల వెంబడి వంపులు లేదా చలనం చూపుతాయి. తరవాత దశలో ప్రతిబలం ఖనిజ రేణువుల స్థితి స్థాపక అవధిని దాటినప్పుడు రేణువులు చదునుగాను, దీర్ఘంగాను అయి అంచులలో చూర్ణమవుతాయి. చివరి దశలలో అన్ని ఖనిజాలు పూర్తిగా చితికిపోయి, నిర్మితి రహితమైన శిలా చూర్ణము ఏర్పడుతుంది. దీనిలో ఇంకా కొన్ని పోర్ఫిరోక్లాస్ట్‌లు మిగిలి ఉండవచ్చు. దీనిని కెటాక్లసైట్ అంటారు. కెటాక్లసైట్‌లు కూడా క్రష్ బ్రెక్షియాల మాదిరిగానే కఠినమైన, పెళుసైన శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి.

### 14.2.3 ఫ్లేజర్ శిలలు

క్రష్‌బ్రెక్షియా, కెటాక్లసైట్‌లలో మాదిరిగా కాక, ఫ్లేజర్ శిలలలో సంకర్షణ సమయంలో గణనీయమైన భేదాత్మక చలనం జరిగినట్లు నిదర్శనాలు ఉంటాయి. వీటిలో సమాంతర నిర్మితులు



BRAOU

కనిపిస్తాయి. పూర్వశిలలో ఉండే క్వార్ట్జ్ ఫెల్‌స్పార్ కంటె సులభంగా పగిలిపోతుంది. రేణు-ఉత్పాదన ప్రక్రియకు క్వార్ట్జ్ ఫెల్‌స్పార్ కంటే అధిక నిరోధకంగా ఉండడమే దీనికి కారణం. క్వార్ట్జ్ యొక్క స్థూల స్ఫటికాలు సూక్ష్మరేణువులుగా సంకర్షణ చెందిన పదార్థంలో ఇమిడి ఉంటాయి. ఫెల్‌స్పార్ స్ఫటికాలు కేవలం చదును అయి, పగుళ్ళుబారి ఉంటాయి. ఇవి ఎక్కువగ పోర్ఫిరోక్లాస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. ఈ పోర్ఫిరోక్లాస్ట్‌లు పగిలిపోయి, దొర్లుడుకు గురిఅయి కళ్ళను పోలిన ద్వికుంభక రూపాలుగా మారి ఉంటాయి. దీనిని చాక్షుక (augen) నిర్మితి అంటారు. ఈ ద్వికుంభక రూపాలచుట్టూ సూక్ష్మరేణువులుగా మారిన శిలా పదార్థపు చారలు ఉంటాయి. ఈ చారలలో కొంత పునస్ఫటికీకరణ జరిగి ఉండవచ్చు. అయితే ఈ శిలలు పూర్తిగా రూపాంతరం చెందిఉండవు. సూక్ష్మరేణువులుగా సంకర్షణ చెంది, పాక్షికంగా పునస్ఫటికీకరణ చెందిన మాత్రికలో పాక్షికంగా మాత్రమే మార్పు చెందిన పూర్వ శిలా పదార్థాల ద్వికుంభకాలు కనిపించే ఇటువంటి శిలలను ఫ్లేజర్ శిలలు అంటారు. (జర్మన్ భాషలో ఫ్లేజర్ అంటే చారలు, ద్వికుంభకాలు అని అర్థము). పూర్వ శిలల స్వభావాన్ని బట్టి ఫ్లేజర్ శిలలను ఫ్లేజర్- గ్రానైట్‌లు, ఫ్లేజర్-గాబ్రోలు అని పేర్లు పెడతారు. పట్టిత నిర్మితి ఉన్నందువల్ల ఈ శిలలను చాక్షుషనైస్‌లు అని కూడా అంటారు. ఇవి ఏరకపు పూర్వ శిలల నుంచి అయినా-పాతాళ, ఉపపాతాళ, అగ్నిపర్వత శిలలనుంచి, ఇసుకరాళ్ళు లేదా సున్నపు రాళ్ళనుంచి అయినా ఏర్పడవచ్చు.

## 14.2.4 మైలొనైట్

కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల పూర్తగా చూర్ణంగామారి అత్యధిక భేదాత్మక చలనం కారణంగా దొర్లుడుకు గురిఅయిన శిలలను మైలొనైట్‌లు అంటారు. ఇది భ్రంశ మండలాలలో తీవ్రమైన దిశాత్మక పీడన ప్రభావం కింద ఏర్పడతాయి. ఇవి రసాయనికంగా స్థిరమైనవి. అందువల్ల గణనీయమైన పునస్ఫటికీకరణ నిదర్శనలు చూపవు. ఇవి చాలా వరకు సూక్ష్మరేణుయుతంగా ఉంటాయి. అయితే వీటిలో అక్కడక్కడ సంకర్షణకు గురికాని పూర్వ శిలల ద్వికుంభకాలు చలన దిశలో ఉంటే ప్రవాహిత లేదా పత్రనిర్మితి (laminated structures)కి సమాంతరగా అమరి ఉండవచ్చు. చూర్ణంగా మారినప్పటికీ ఈ శిలలు దట్టంగాను, కఠినంగాను ఉంటాయి. చాలా మైలొనైట్‌లలో పత్రనిర్మితి లేదా పట్టిత నిర్మితి కనిపిస్తుంది. ఈ పట్టీల రంగు, రేణు పరిమాణము, సంఘటనలలో భేదాలు చూపుతాయి. పునస్ఫటికీకరణ స్థాయి పూర్వశిల స్వభావంపైన ఆధారపడి ఉంటుంది. క్వార్ట్జో ఫెల్‌స్పాథిక్ శిలలు క్రొత్త ఖనిజాలు ఎక్కువగా ఏర్పడకుండా, సులభంగా సంకర్షణ చెందుతాయి. కాని మౌలిక అగ్ని శిలలు విరూపణచెంది క్లోరైట్‌షిస్ట్‌లుగా మారవచ్చు. ఈ శిలలలో సంకర్షణకంటె పునస్ఫటికీకరణ ప్రభావం ఎక్కువగా కనిపిస్తుంది.

తీవ్రంగాను, శీఘ్రగతిలోను చలనం సంభవించిన మండలాలలో ఘర్షణవల్ల ఉద్భవించిన ఉష్ణము అధిక పరిమాణంలో ఉండటంవల్ల ఖనిజ రేణువులు - స్థానికంగా ద్రవీభవనంచెంది, శిలకాచమయంగా (vitrified) కావచ్చు, ఈ విధంగా ఏర్పడిన శిలా పదార్థము నల్లని రంగులో గాజువలె ఉండి కొన్ని మైలొనైట్ శిలలలో అక్కడ ద్వికుంభాకాలుగా ఉండవచ్చు. ఇటువంటి శిలలను"అల్ట్రామైలోనైట్‌లు" (Ultramylonites) అంటారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను పేర్కొనండి.

.......................................................................................

.......................................................................................

.......................................................................................

BRAOU

## 14.3 సారాంశం

ఈ భాగంలో కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియను, ఉత్పాదితాలను వర్ణించాము.

పూర్వస్థిత శిలలపైన అల్ప ఉష్ణోగ్రత వద్ద దిశాత్మక పీడన ప్రభావం వల్ల కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి సంభవిస్తుంది. క్రష్‌బ్రెక్షియా, కెటాక్లాసైట్, ఫ్లేజర్ శిలలు, మైలోనైట్‌లు ముఖ్య ఉత్పాదితాలు.

## 14.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

I. (i) క్రష్‌బ్రెక్షియ (ii) కెటాక్లాసైట్

(iii) ఫ్లేజర్ శిలలు (iv) మైలోనైట్

## 14.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం వ్రాయండి:**

1. కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తిలో జరిగే ప్రక్రియలను క్లుప్తంగాతెలియజేయండి.

**II. ఈ క్రింది ప్రశ్నలకు సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానాలు రాయండి:**

1. క్రింద ఇచ్చిన శిలలలోని భేదాలను తెలియజేయండి.
   - i) క్రష్‌బ్రెక్షియ-కెటాక్లసైట్
   - ii) ఫ్లేజర్ శిలలు-మైలొనైట్
2. "అల్ట్రామైలొనైట్" అంటే ఏమిటి?

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-15 : ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి

పాఠ్యాంశాలు


15.0 లక్ష్యాలు

15.1 ప్రక్రియ

15.2 ఉత్పాదితాలు

15.2.1 హార్న్ ఫెల్స్‌లు

15.2.2 క్వార్ట్జైట్‌లు

15.2.3 పాలరాళ్లు

15.2.4 స్కార్న్‌లు, టాక్ సైట్‌లు

15.3 సారాంశం

15.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

15.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 15.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో మీకు ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను గురించి, ఉత్పాదితాలను గురించి చెప్పడం జరిగింది.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- ఉష్ణీయ రూపాతర ప్రాప్తిని నిర్వచించగలుగుతారు;
- ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియను వర్ణించగలుగుతారు;
- ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను వర్ణించ గలుగుతారు.

BRAOU

## 15.1 ప్రక్రియ

ఉష్ణీయ రూపాతర ప్రాప్తి ప్రధానంగా ఉష్ణం చర్యవల్ల సంభవిస్తుంది. స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తి, తాప రూపాతరప్రాప్తి, అప్టాలిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి రకాలేకాక బాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి కూడా దీని కిందికే వస్తాయి. ఈ రకాలు ఒక దానినుంచి మరొకదానికి క్రమానుగతంగా మారతాయి. కాబట్టి వీటిని కచ్చితంగా వేరుచేయడం వీలుకాదు. స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తి అల్ప ఉష్ణోగ్రతలవద్ద సంభవిస్తుంది. ఖనిజ సంబంధమైన మార్పులకు శిలలలోని ఆర్ద్రత, మాగ్మా నిర్గములు దోహదం చేస్తాయి. తాపరూపాంతర ప్రాప్తి అత్యధిక ఉష్ణంవల్ల అనార్ద్రపరిస్థితులలో సంభవిస్తుంది. ఈ ప్రక్రియలలో శిలలు కరగవు. లావాలు, చిన్న డైక్‌లు అవి స్పృశించిన శిలలలో కలగజేసే మార్పులు అప్టాలిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి కిందికి వస్తాయి. భాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల వచ్చేమార్పులలో మాగ్మాల నుంచి కొంత పదార్థం చేరడం జరుగుతుంది.

ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల సంభవించే మార్పుల స్వభావం, స్థాయి అంతర్గమ రాశికి సంబంధించిన ఎన్నో అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి. ఈ అంశాలు- అంతర్గమ రాశియొక్క (1)

పరిమాణము, (2) ఆరంభ ఉష్ణోగ్రత, (3) శీతలీకరణ వేగము,. (4) లోతు, (5) రసాయన సంఘటన వంటివి.

సాధారణంగా అధిక పరిమాణం గల అంతర్గమ రాశులు అల్ప పరిమాణం గల వాటికంటే ఎక్కువస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తిని కలగజేస్తాయి. అందువల్ల పెద్ద బాథోలిత్‌ల చుట్టూ ఉండే స్పర్శప్రభా మండలాలు ఎన్నో కిలోమీటర్ల వెడల్పు ఉంటాయి. కాని సిల్‌లు, డైక్‌ల వంటి చిన్న అంతర్గమాల ప్రభావం స్పర్శ తలాలనుండి కొద్ది మీటర్లు లేదా సెంమీటర్ల మేరకు మాత్రమే ఉంటుంది. అధిక ఆరంభ ఉష్ణోగ్రత, అల్ప శీతలీకరణ వేగము అధిక రూపాంతర ప్రాప్తిని కలగచేస్తాయి. మాగ్మారాశి శీతలీకరణ వేగం చాలా వరకు అది భూపటలంలో ఉన్న లోతుమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. బాగా లోతులో ఉన్న అంతర్గమాలు నెమ్మదిగా ఎక్కువ కాలవ్యవధిలో శీతలీకరణ చెంది ఎక్కువ మార్పులను కలుగచేస్తాయి. కాని ఉపరితలానికి ఉద్గమనం చెందిన లావాలు వేగంగా శీతలీకరణ చెంది తక్కువ మార్పులను మాత్రమే కలగజేస్తాయి. అంతర్గమం రసాయన సంఘటన కూడా ముఖ్యమైన అంశమే. మిగిలిన అంశాలన్నీ ఒకేవిధంగా ఉన్నప్పుడు, గ్రానైట్‌ల అంతర్గమ స్వరూపాలకంటే అధికస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్రి కలగజేసినట్లు గమనించారు. ఆమ్ల మాగ్మాలలో, ఇతర మాగ్మాలలో కంటే ఎక్కువ పరిమాణంలో రసాయనికంగా చురుకైన ద్రవాలు, వాయువులు రూపాంతరప్రాప్తి మార్పులకు బాగా దోహదం చేస్తాయి.

ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పుల స్వభావం, స్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తికి గురిఅయిన శిలల సంఘటన, పయన లక్షణాలపైన కూడా ఆధారపడతాయి. ఉష్ణోగ్రతలోని మార్పులకు గురి అయినప్పుడు కొన్ని శిలలు సులభంగా త్వరగా ప్రతిచర్య పొందుతాయి. కొన్ని శిలలు అసలు ప్రభావితం కాకపోవచ్చు. అత్యల్పమైన మార్పులను మాత్రమే చూపవచ్చు. ఉదాహరణకు ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు మలినాలు గల సున్నపురాళ్లు, మౌలిక అగ్నిశిలల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి సులభంగా గురిఅయి ఆసక్తిదాయకమైన ఖనిజ సంబంధమైన మార్పులను చూపుతాయి. అయితే మలినాలు లేని సున్నపురాళ్లు,ఇసకరాళ్లు రూపాంతరప్రాప్తి పరిస్థితులలో స్థిరంగా ఉంటాయి. ఈ శిలలు కేవలం గ్రానోబ్లాస్టిక్ సముచ్ఛయాలుగా పునస్ఫటికీకరణ చెందుతాయి. రూపాతరప్రాప్తికి సచ్ఛిద్ర లేదా వివృత పయనాలుగల శిలలు, సాంద్రమైన లేదా దట్టమైన పయనాలు గల శిలల కంటె అనుకూలంగా ఉంటాయి. రూపాంతర ప్రాప్తిలో ముఖ్యపాత్ర వహించే ద్రవాలు, వాయువులు ప్రసరించడానికి సచ్ఛిద్ర శిలలు అనుకూలించడమే దీనికి కారణం.

BRAOU

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తిని నియంత్రణ చేసే అంశాలను పేర్కొనండి.

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

..........................................................................................

## 15.2 ఉత్పాదితాలు

ఆసక్తిదాయకంగా ఉండి తరుచుగా కన్పించే శిలలు కొన్ని ఉద్భవిస్తాయి. హార్న్‌ఫెల్స్‌లు, క్వార్ట్‌జైట్‌లు, పాలరాళ్ళు వీటిలో చెప్పుకోదగినవి. వీటిని కింది వర్ణించినాము.

### 15.2.1 హార్న్‌ఫెల్స్‌లు (Hornfelses)

ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు, వాటిని పోలిన ఇతర శిలలు స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల హార్న్‌ఫెల్స్‌లు ఏర్పడతాయి. ఇవి పాతాళ శిలలు. ముఖ్యంగా గ్రానైట్‌లు, గ్రానోడయొరైట్‌లు, క్వార్ట్జ్ డయొరైట్‌ల రాశుల చుట్టూ ఉండే స్పర్శ ప్రభావ మండలాలలో కనిపిస్తాయి.

హార్న్‌ఫెల్స్‌లు లేతవర్ణం నుంచి గాఢ వర్ణం వరకు ఉండవచ్చు. ఇవి సూక్ష్మ రేఖ యుతంగాను సాధారణంగా రాశీ భూతంగాను ఉంటాయి. వీటిలో దిగ్విన్యస్తం చెందిన ఖనిజ రేణువులు ఉంటాయి. వీటి వయనాన్ని హార్న్‌ఫెల్సిక్ వయనాలు అంటారు. ఈ శిలలలో ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లు, బయొటైట్, మస్కొనైట్, పైరాక్సీన్‌లు, గార్నెట్. కేల్సైట్ ఆండాసైట్, కార్డియరైట్, గార్నెట్, వెసూవియనైట్ వంటి ఖనిజాలు అసంఖ్యాకమైన చిన్న అంతర్వేశాలు గల స్థూలమైన పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. అందువల్ల హార్న్‌ఫెల్స్‌లలో చాలా భాగం పోర్ఫిరోబ్లాస్టిలు, గ్రానోబ్లాస్టిక్ వయనాల మిశ్రమాలను చూపుతాయి. సాధారణంగా ఫెల్‌స్పార్, క్వార్ట్జ్, మైకాలు, మాగ్నెట్, గ్రాఫైట్‌ల సూక్ష్మరేణువులతో కూడి ఉంటుంది. అల్పస్థాయికి చెందిన హార్న్‌ఫెల్స్‌లు సామాన్యంగా పరిశిష్ట వయనాలను చూపుతాయి.

హార్న్‌ఫెల్స్‌లోని రకాలను క్రింద వర్ణించినాము.

పెలిటిక్ హార్న్‌ఫెల్స్‌లు ఆర్జిల్లేషియస్ లేదా పెలిటిక్ అవక్షేపాననుంచి ఏర్పడుతాయి. ఇవి గాఢవర్ణంలో, రాశీభూతంగాను, సూక్ష్మ రేణుయుంగాను ఉంటాయి. వీటిలో ఈ ఆండలుసైట్ (ముఖ్యంగా చయొస్టొలైట్ ప్రభేదము) లేదా కార్డియరైటు లేదా ఈ రెండూ ఉంటాయి. ఈ ఖనిజాలు అసంఖ్యాకమైన అంతర్వేశాలు గల పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లుగా ఉంటాయి. గార్నెటు, బయొటైటు, మస్కొనైటులు కూడా పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లుగా ఉండవచ్చు. మాత్రికలో మైకాలూ, ఫెల్‌స్పార్‌లు, క్వార్ట్జ్ ఉంటాయి.

ఆర్జిలేషియస్ హార్న్‌ఫెల్స్‌లు ఫెల్‌స్పాథిక్ ఇసకరాళ్లు, ఆర్కోజ్‌లు లేదా రయొలైట్, డేసైట్ వంటి ఆమ్ల అగ్ని పర్వత శిలల నుంచి రూపొందుతాయి. ఇవి సాధారణంగా లేత రంగులో సూక్ష్మరేణుయుతంగా ఉంటాయి. వీటిలో సరళత ఉండదు. ఇవి తరచుగా క్వార్ట్జ్, బయొటైట్, మస్కొవైటు ఫెల్‌స్పార్‌ల పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లు ఉన్నా గ్రానో బ్లాస్టిక్ నిర్మితిని చూపుతాయి.

కాల్క్‌సిలికేటు హార్న్‌ఫెల్స్‌లు ఆర్జిల్లేషియస్ సున్నపురాళ్ళు, లేదా డోలమైటుల నుంచి ఏర్పడతాయి. ఇవి సాధారణంగా లేతరంగులో, గ్రానో బ్లాస్టిక్ పోర్ఫిరొబ్లాస్టిక్ వయనాల మిశ్రమాలను చూపుతాయి. ఇవి ముఖ్యంగా కాల్షియమ్ ప్లేజియోక్లేస్, కేల్సైటు, వెసూవియనైటు, వులాస్టొనైటు, స్కాపొలైటు, ఎపిడోటు, సముదాయపు ఖనిజాలవంటి లైమ్ సహిత సిసికేటులతో ఏర్పడు వుంటాయి; హైపర్‌స్థీన్, డయొప్సైడ్, హెడెన్‌బర్గైటు తరచుగా కనిపించే పైరాక్సీన్ ఖనిజాలు. గార్నెటులలో తరచుగా కనిపించే ఆంద్రడైటు, గ్రాసులరైటు, క్వార్ట్జ్, గ్రాఫైటు, ఫ్లోగొపైటు కొద్ది మొత్తాలలో ఉండవచ్చు.

మాఫిక్‌హార్న్‌ఫెల్స్‌లు బసాల్ట్, ఆండిసైటు శిలలు అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్పర్శ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల ఏర్పడతాయి. ఇవి దట్టంగాను, గాఢవర్ణంగాను ఉంటాయి. ఇవి కాల్షియమ్ ప్లేజియోక్లేస్, హైపర్‌స్థీన్, డయోప్సైడ్, ఒక్కొక్కప్పుడు ఆలివీన్, బయొటైటు లేదా హార్న్‌బ్లెండ్‌లు ఉన్నా గ్రానోబ్లాస్టిక్ సముచ్చాయాలుగా లభిస్తాయి.

### 15.2.2 క్వార్ట్జైట్‌లు (Quartizites)

ఇసకరాళ్ళు, ఫెల్‌స్పాథిక్ ఇసకరాళ్ళు, ఆర్జిల్లేషియన్ ఇసకరాళ్ళు, కేల్కేరియస్ ఇసకరాళ్ల వంటి అరినేషియస్ శిలలు స్పర్శరూపాంతర ప్రాప్తి లేదా ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయినప్పుడు క్వార్ట్జైటులు ఏర్పడతాయి.

క్వార్ట్జైటులు సాధారణంగా అంతర్బంధనం చెందివున్న రేణువులలో గ్రానోబ్లాస్టిక్ నిర్మితి చూపుతాయి. అవి పటిష్ఠంగా పల్చని లేదా మందమైన సంస్తరాలలో లేదా పత్రాలలో ఉంటవచ్చు. అది సంస్తరణ తిర్యక్ సంస్తరణ, పత్రీకరణ, తరగ ముద్రలు క్వార్ట్జైటులలో భద్రమై వుంటాయి.

క్వార్ట్జైటులు ప్రధానంగా క్వార్ట్జ్‌తో కూడుకొని వుంటాయి. మలిన రహితమైన క్వార్ట్జైటుల రంగులలో మార్పులు కనిపిస్తాయి. ఈ రంగు మలిన పదార్థం రకం మీద, పరిమాణం మీద ఆధారపడి వుంటుంది. ఐరన్ ఆక్సైడ్ తరచుగా కనిపించే మలిన పదార్థము. చాలా క్వార్ట్జైటులలో ఫెల్‌స్పార్, మాగ్నటైటు, క్లోరైడ్ రేణువులు కొన్ని ఉంటాయి. మూల శిలలలో ఉన్న క్లే ఖనిజాలనుంచి ఏర్పడిన సిల్లిమనైటు ఒక్కొక్కప్పుడు కనిపించవచ్చు. గార్నెటు, ఎపటైటు, జిర్కాన్, ఎపిడోటు, స్ఫీన్, మైక్రోక్లైన్, హార్న్‌బ్లెండ్ అప్రధాన ఖనిజాలుగా ఉండవచ్చు.

ప్రధాన లేదా లాక్షణికమైన ఖనిజాన్ని బట్టి క్వార్ట్జైటులలోని రకాలకు పేర్లు పెడతారు. ఉదాహరణకు-మైకేషియస్ క్వార్ట్జైటు, ఫెల్‌స్పాథిక్ క్వార్ట్జైటు గార్నెటి ఫెరస్ క్వార్ట్జైటు, పెర్రూజినస్ క్వార్ట్జైటు మొదలైనవి. నిర్మితియ లక్షణాలను బట్టి కూడ పట్టిత క్వార్ట్జైటు తిర్యక్ సంస్తరిత క్వార్ట్జైటు మొదలైన పేర్లు పెడతారు.

### 15.2.3 పాలరాళ్ళు (Marbles)

కార్బొనేటు శిలలు స్పర్శ లేదా ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల పాలరాళ్ళు ఏర్పడతాయి.

పాలరాళ్ళు సాధారణంగా గ్రానోబ్లాస్టిక్ నిర్మితిని చూపుతాయి. అయితే వీటి నిర్మితులలో వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. ఇవి సూక్ష్మరేణుయుతంగాను, అసమరేణుయుతంగాను ఉండవచ్చు. వీటిలో తరచుగా స్థూలరేణుయుతమైన పొరలు, సూక్ష్మరేణుయుతమైన పొరలు ఏకాంతరంగా అమరి ఉండడంవల్ల పట్టిత నిర్మితి రూపొంది ఉంటుంది. మూలశిలలలో ఉన్న పదార్థాలను బట్టి వీటి రంగులలో కూడా తేడాలు కనిపిస్తాయి. మలినాలు లేని పాలరాళ్ళు తెల్లగా ఉంటాయి. ఐరన్ సమ్మేళనాలు ఉన్నప్పుడు ఆకుపచ్చ, ఎరుపు లేదా కపిశ వర్ణాలు కనిపిస్తాయి. కార్బనేషియస్ లేదా ఆర్గానిక్ పదార్థాలవల్ల గ్రే లేదా నల్లని వర్ణాలు వస్తాయి.

పాలరాళ్లలో ప్రధానంగా కార్బొనేటు ఖనిజాలు - ముఖ్యంగా కేల్సైటు ఉంటాయి. అయితే ఇంకా ఏన్నో ఖనిజాలు, సామాన్యంగా సిలికేటులు, ఉండవచ్చు. ఇవి మూల శిలలలో ఉన్న సిలికా లేదా క్లే ఖనిజాలు వంటి మలిన పదార్థాల నుంచి ఏర్పడి ఉంటాయి. మలినాలు లేని కేల్షియమ్ కార్బొనేటు శిలలు (సున్నపురాళ్ళు) రూపాంతరప్రాప్తికి గురిఅయినప్పుడు అవి పునస్ఫటికీకరణ చెంది స్ఫాటిక సున్నపురాయి లేదా పాలరాయిని రూపొందిస్తాయి. అయితే మలినాలు ఉన్నప్పుడు మాత్రం సాధారణంగా మలినాలు ఉంటాయి. కేల్షియమ్ కార్బొనేటు క్రింద చూపిన విధంగా విఘటన చెందుతుంది.

$$Ca\,Co_3 \longrightarrow Ca{+}Co_2$$

ఈ విధంగా ఏర్పడిన CaO మలినంతో మిశ్రమం చెందుతుంది.$CO_2$ విడుదలైపోతుంది. సున్నపురాళ్లలో సాధారణంగా సిలికా, అల్యూమినా సంబంధమైన మలినాలు ఉంటాయి. సిలికా తగినంత మొత్తాలలో ఉంటే శిల అంతా క్రింద చూపిన విధంగా లైమ్ సిలికేటుగా మారవచ్చు.

$$Ca\,CO_3 + Sio_2 \longrightarrow Ca\,Sio_3 + CO_2$$

వొల్లాస్టోనైటు

అల్యూమినాకు సంబంధించిన మలినాలు (క్లే) ఉంటే క్రింది చూపిన విధంగా ఎనార్థైటు ఏర్పడుతుంది.

$$Ca\,CO_3{+}Al_{2}O_3\;2Sio_2\;2H_20 \longrightarrow Ca\,Al_2\,Sio_2O_8 + 2H_2O + CO_2$$

కయొలిన్ ఎనార్థైటు

తగిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులు, మలిన పదార్థాలు (MgO కూడా) ఉంటే గార్నెటు, వెసూవియనైటు, డయాప్సైడ్, ట్రెమొలైటు, ఎపిడోటు కూడా ఏర్పడవచ్చు.

డోలమైటిక్ సున్నపురాళ్లు రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయినప్పుడు, క్రింద చూపిన ప్రతిచర్యకు అనుగుణంగా, డోలమైటు విఘటన చెంది కేల్సైటు పునర్స్ఫటికీకరణ చెందుతుంది.

$Ca\ Mg\ (CO)_3)2 \longrightarrow CaCO_3 + MgO + CO_2$

డోలమైటు కేల్సైటు పెరిక్లేస్

డోలమైటు ఈ విధంగా విఘటన కేల్సైటు పునర్స్ఫటికీకరణ చెందడాన్ని అడోలమైటీకరణ (dedolomitisation) అంటారు. ఈ ప్రతిచర్య వల్ల రూపొందిన పెరిక్లేస్ ఆర్ద్రీకరణ చెంది బ్రూసైటుగా మారుతుంది. చివరకు ఏర్పడే శిలా బ్రూసైటు పాలరాయి.

---

## మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

2. 'అడోలమైటీకరణ' అనేపదాన్ని నిర్వచించండి.

........................................................................................................

........................................................................................................

........................................................................................................

........................................................................................................

సిలికా, క్లే మలినాలు అడోలమైటీకరణకు దోహదం చేస్తాయి. పై ప్రతి చర్యవల్ల ఏర్పడిన MgO మలినాలతో కలిసి ఎన్నో క్రొత్త ఖనిజాలను రూపొందిస్తుంది. సిలికా మలినంగా ఉన్నప్పుడు, సిలికా మొత్తాన్ని బట్టి, ఫార్‌స్టరైటు, ట్రెమొలైటు. డయాప్సైడ్ ఏర్పడతాయి. ఈ ప్రతిచర్యలను క్రింది ఇచ్చిన విధంగా చూపవచ్చు.

1. సిలికా తక్కువ మొత్తంలో ఉన్నప్పుడు

$Ca\ Mg\ (CO)_3)2 + SiO_2 \longrightarrow 2CaCO_3 + Mg_2\ SiO_4 + 2CO_2$

డోలమైటు + సిలికా కేల్సైటు ఫార్‌స్టరైటు

దీనివల్ల ఫార్‌స్టరైటు పాలరాయి ఏర్పడుతుంది. ఫార్‌స్టరైటు ఆర్ద్రీకరణ చెంది సర్పెంటీన్‌గా మారుతుంది. అప్పుడు శిలల సర్పెంటీన్ లేదా ఓఫీకాల్సైటు (Ophcalcite) అంటారు. ఈ పాలరాయి అందమైన వర్ణాలు చూపుతుంది.

2. సిలికా మధ్యస్థమైన మొత్తంలో ఉన్నప్పుడు

$Ca\ Mg(CO_3)2) + 4\ SiO_2 \longrightarrow CaO, 3MgO. 4SiO_2 + CaCO_3 + CO_2$

డోలమైటు + సిలికా ట్రెమొలైటు కేల్సైటు

దీనివల్ల ట్రెమొలైటు పాలరాయి ఏర్పడుతుంది

3. సిలికా ఎక్కువ మొత్తంలో ఉన్నప్పుడు

$CaMg\ (CO_3)2 + 2SiO_2 \longrightarrow CaMg(SiO_3)2 + 2CO_2$

డోలమైటు సిలికా డయాప్సైడ్

శిల అంతా డయాప్సైడ్‌గా మారవచ్చు లేదా డయాప్సైడ్ పాలరాయి రూపొందవచ్చు. అల్యూమినా మలిన పదార్థమైనప్పుడు స్పినెల్ ఏర్పడుతుంది.

$$CaMg(CO_3)2 + Al_2O_3 \rightarrow$$
డోలమైటు + అల్యూమినా
$$MgAl_2O_4 + CaCO_3 + CO_2$$
స్పినెల్ + కేల్సైటు

సిలికా, అల్యూమినా రెండూ ఉన్నప్పుడు స్పినెల్‌తోబాటు ఫార్‌స్టరైటు కూడా ఏర్పడవచ్చు.

### 15.2.4 స్కార్న్‌లు, టాక్‌టైట్‌లు (skarns, Tactites)

స్కార్న్‌లు, టాక్‌టైటులు కార్బొనేటు శిలల రూపాంతర ప్రాప్తికి అనుబంధంగా ఏర్పడతాయి.

'స్కార్న్' అనే పదాన్ని మొదట్లో పాలరాళ్ళకు, పాతాళ అగ్ని శిలలకు మధ్యనున్న స్పర్శల వద్ద నిర్దిష్టమైన మండలాలు ఉన్న స్థూలరేణువులలో ఐరన్ సిలికేటు రాశులకు వాడినారు. కాని ఇప్పుడు ఆ పదాన్ని లైమ్ సిలికేటు మండలాలకు వాడుతున్నారు. స్కార్న్‌లు ఐరన్ సిలికేటులు అత్యధికంగా ఉన్న సిలికేటు శిలలు. ఇవి ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడతాయి.

స్కార్న్‌లు గ్రానోబ్లాస్టిక్, లేదా పోర్ఫిరోబ్లాస్టికు నిర్మితిని చూపవచ్చు. ఖనిజ సంబంధంగా ఇవి సరళమైనవి. ఒక్కొక్కప్పుడు వీటిలో ఒక్క ఖనిజం మాత్రమే. హెడెన్‌బర్గైటు, ఆక్టినోలైటు, గ్రాసులరైటు, డయాప్సైడ్ లేదా వోల్లాస్టొనైటు ఉండవచ్చు. సాధారణంగా వీటిలో ఉండే ఇతర ఖనిజాలు ఫార్‌స్టరైటు, ట్రెమొలైటు, గ్రాసులరైటు, ఆండ్రడైటు, ఎపిడోటు, స్ఫీన్, వెసువియనైటు, కేల్సైటు అత్యధికంగా ఉండవచ్చు. అసలు ఉండకపోవచ్చు.

టాక్‌టైటు శిలలలో ధాతు ఖనిజము, సిలికేటులు ఉంటాయి. ఇవి కార్బొనేటు శిల రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడతాయి. ఇవి జెనోబ్లాస్టిక్ నిర్మితిలో, స్థూలరేణుయుతం గాను లేదా పట్టక రూప, బ్లేడ్‌రూప ఖనిజాలుగా ఉన్నప్పుడు అనిర్దుష్టమైన సరళతతోను ఉండవచ్చు. సాధారణంగా ఉండే ధాతు ఖనిజాలు స్ఫాలరైటు గెలీనా, షీలైటు, మాలిబ్డెనైటు, బోర్నైటు, పైరైటు, పిరోహోటైటు, చాల్కోపైరైటు, మాగ్నటైటు. సిలికేటు ఖనిజాలు – టూర్మలిన్, గ్రాసులరైటు, జాయ్‌సైట్ వెసూవియనైటు, క్రోన్‌డ్రొడైటు, ఫారెస్టరైటు.

BRAOU

## 15.3 సారాంశం

ఈ భాగం లో ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియను ఉత్పాదితాలను క్లుప్తంగా వివరించాము. ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉష్ణం చర్యవల్ల సంభవిస్తుంది. మూల శిలలలో వచ్చే మార్పులు మూలశిలల అంతర్గమాల లక్షణాలపై ఆధారపడి ఉంటాయి.

## 15.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకొండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. (i) అంతర్గమరాశి పరిమాణం

   (ii) ఉష్ణోగ్రత

   (iii) శీతలీకరణ వేగం

   (iv) అంతర్గమం లోతు

   (v) రసాయన సంఘటన

2. డోలమైటు విఘటన చెందగా, కేల్సైట్ పునర్వ్యవస్థీకరణ చెందడాన్ని అడోలమైటీ కరణ అంటారు.

## 15.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. ఈ క్రింది ప్రశ్నకు సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.**

1. రూపాంతర ప్రాప్తిలో సంభవించే మార్పులెన్నాయి, రీతి ఏ అంశాలమీద ఆధారపడి ఉంటాయో క్లుప్తంగా తెలియజేయండి.

**II. క్రింది ప్రశ్నలకు సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.**

1. క్రింది ఇచ్చిన శిలలను వర్ణించండి.

   హార్న్ ఫెల్స్‌లు, క్వార్ట్జైటు, పాలరాయి, స్కార్న్, టాక్ సైటు.

2. పైన ఇచ్చిన శిలల ఉద్భవాన్ని గురించి క్లుప్తంగా వాఖ్యానించండి.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-16 : గతిశీల - ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి

## పాఠ్యాంశాలు


16.0 లక్ష్యాలు

16.1 ప్రక్రియ

16.2 ఉత్పాదితాలు

- 16.2.1 స్లేట్‌లు
- 16.2.2 ఫిల్లైట్‌లు
- 16.2.3 షిస్ట్‌లు
- 16.2.4 నైస్‌లు
- 16.2.5 ఆంఫీబొలైట్‌లు

16.3 సారాంశం

16.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

16.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 16.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగం లో గతిశీల-ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను గురించి, ఉత్పాదితాలను గురించి ప్రస్తావించాము.

ఈ భాగాన్ని చదివిన తర్వాత, మీరు:

- గతశీల ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను వర్ణంచ గలుగుతారు;
- గతశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను వర్ణించ గలుగుతారు.

## 16.1 ప్రక్రియ

దిశాత్మక పీడన లేదా ప్రతిబలము, ఉష్ణము-ఈ రెండు కారకాలు కలిసి పని చేయడంవల్ల గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి సంభవిస్తుంది. ఈ రీతి రూపాంతర ప్రాప్తి అనీ ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రాంతీయ రూపాంతరప్రాప్తి అని కూడా అంటారు. ఉష్ణము పునస్స్ఫటికీకరణకు దారితీస్తుంది. దిశాత్మక పీడన శిలలలో విరూపణ కలుగచేసి క్రొత్త నిర్మితులను రూపొందిస్తుంది. క్రొత్త నిర్మితులలో సదళత ముఖ్య లక్షణము. అత్యధిక ప్రతిబలం దిశకు లంబంగాను, అత్యల్ప ప్రతిబలం దిశకు సమాంతరంగాను ఖనిజాలు దిగ్విన్యాసం చెందడంవల్ల ఈ సదళత రూపొందుతుంది. శిలలలో విరూపణ మూడు ప్రక్రియల అంతర్ చర్యలవల్ల జరుగుతుంది. ఈ ప్రక్రియలను క్లాస్టిక్, ప్లాస్టిక్, బ్లాస్టిక్ ప్రక్రియలు అంటారు.

క్లాస్టిక్ ప్రక్రియలలోని ఖనిజాలు భగ్నమై, బీటలు వారి దొర్లుడుకు గురి అవుతాయి. ప్లాస్టిక్ వురూపణలో బలవంతమైన సమపీడన ప్రభావం క్రింద శిలలు, ఖనిజాలు సాగి, విదళన, జారుడు తలాల (gliding planes) వెంబడి బీటలు వారకుండా, చలనంచెంది ప్రవాహత పొందుతాయి. దీనిని విభంగరహిత విరూపణ అంటారు. తగిన ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులలో కేల్సైటు, క్వార్ట్జ్ వంటి ఖనిజాలను కూడా చదునుచేసి, రిబ్బన్‌లుగా సాగదీయవచ్చు. బ్లాస్టిక్ విరూపణ పులస్స్ఫటికీకరణ



BRAOU

ప్రక్రియలవల్ల జరుగుతుంది. శిలలలోని ఖనిజాలు అత్యధిక ప్రతిబలంగా దీర్ఘీకరణ చెందుతాయి. ప్రతిబల పరిస్థితులకు అనుకూలమైన ఖనిజాలు అంటే ప్రతిబల ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి.

ఈ మూడు ప్రక్రియలూ గతిశీల-ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తిలో ఏక కాలంలో సంభవించవచ్చు. అయితే ఈ ప్రక్రియలూ ప్రభావానికి అన్ని ఖనిజాలు ఒకే మేరకు గురికావు. కొన్ని ఖనిజాలు ప్రవాహాతవల్ల, పునస్స్ఫటికీకరణవల్ల దీర్ఘీకరణ చెందుతాయి. చివరకు రూపొందే ఉత్పాదితాలు దాదాపు పూర్తిగా పునస్స్ఫటికీకరణ చెందిన శిలలే. వీటిలో పాక్షికంగా మార్పు చెందిన లేదా పూర్తిగా క్రొత్త వయనాలు, నిర్మితులు ఉంటాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. గతిశీల ఉష్ణయ రూపాంతర ప్రాప్తిలో విరూపణ

(i) ..............................................................................................

(ii) ..............................................................................................

(iii) ..............................................................................................

ప్రక్రియల ద్వారా సంభవిస్తుంది.

---

## 16.2 ఉత్పాదితాలు

గతిశీల ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల అతి సాధారణంగా కనిపించే, ఎంతో ఆసక్తిని కలుగజేసే రూపాంతర ప్రాప్తి శిలలు ఏర్పడతాయి. వీటిలో స్లేటులు ఫిల్లైటులు, షిస్ట్‌లు, నైస్‌లు, ఆంఫీబొలైటులు చెప్పుకోదగినవి.

### 16.2.1 స్లేట్‌లు

స్లేటులు సూక్ష్మరేణుయుత శిలలు. వీటిలో సమతల షిస్టాసిటీ బాగా వృద్ధిచెంది ఉంటుంది. దీనిని స్లేటీ విదళన అని కూడా అంటారు. దీనివల్ల స్లేటులునున్నని, చదునైన, దగ్గర దగ్గరగాఉన్న సమాంతర తలాల వెంబడి సులభంగా చీలుతాయి. పెచ్చు రూప ఖనిజాల దిగ్విన్యాసం వల్ల రూపొందే స్లేటీ విదళన పరిశిష్టసంస్తరణకు కొంతకోణంలో ఉంటుంది. రేఖీయత కూడా ఉండవచ్చు. వీటిలో సెగ్రిగేషన్ పట్టీలు ఉండవు. ఖనిజ ఘటకాలు కంటితో గుర్తించటానికి వీలులేనంత చిన్న పరిమాణంలో ఉంటాయి. అయితే వీటిలో కొన్ని పోర్ఫిరోబ్లాస్ట్‌లు కూడా ఉండవచ్చు. సూక్ష్మదర్శిని కింద కూడా కొన్ని ఘటకాలను గుర్తించడం సాధ్యపడదు.

స్లేటులలో, ఉండే ముఖ్య ఖనిజాలు క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, క్లొరైటు, సెరిసైటు, బయొటైటు, మేగ్నటైటు, హెమటైటు, పైరైటు, కేల్సైటు, డోలమైటు, కొంత ఆర్గానిక్ పదార్థాలు గూడా స్ఫాటికీయంగా ఉండే మాత్రికను ఎక్స్‌కిరణ పద్ధతుల ద్వారా పరీక్షించి దానిలో ప్రధానంగా క్లొరైటు రీతి ఖనిజాలు, కొన్న క్లే ఖనిజాలు ఉంటాయని కనుగొన్నారు.

స్లేటులు వివిధ వర్ణాలు చూపుతాయి. అవి ధూసర, నలుపు, ఊదా, ఎరుపు, ఒక్కొక్కప్పుడు ఆకుపచ్చ వర్ణాలలో ఉంటాయి.

షేల్‌లు, పంక ప్రస్తరాలు, క్లేరాళ్ల వంటి ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు అల్పస్థాయి ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల స్లేటులు రూపొందుతాయి.

### 16.2.2 ఫిల్లైట్‌లు

ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్నందువల్ల లేదా ద్రవాల వాయువుల చర్యలు ఎక్కువ కావడం వల్ల స్వల్పమైన మధ్యమ స్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తి మూలంగా స్లేటుల నుంచి ఫిల్లైటులు రూపొందుతాయి. ఇవి సూక్ష్మ రేణుయుతంగాను, అభ్రక భరితంనుగానూ ఉండి, అప్పుడప్పుడు సెగ్రెగేషన్ పట్టీలు చూపుతాయి. మైకాలు, ముఖ్యంగా సెరిసైటు వంటి ఖనిజాలు ఉండడం వల్ల ఫిల్లైటులు, ఫిస్టాసిటీ తలాల వెంబడి శాటిన్ ద్యుతిని చూపుతాయి. రేణు పరిమాణం లోను, ఖనిజ సంఘటనలోను ఫిల్లైటులు స్లేటులను, షిస్టులకు మధ్యస్థంగా ఉంటాయి. ఒక మోస్తరు అధిక స్థాయి ఖనిజ దిగ్విన్యాసము ఫిల్లైటుల ముఖ్య లక్షణము.

ఫిల్లైటులలో ప్రధానంగా సూక్ష్మరేణుయుతమైన సెరిసైటు, లేదా మస్కోవైటు, క్లోరైటు, క్వార్ట్‌జ్, కొద్ది మొత్తాలలో మాగ్నటైట్, హెమటైటు, గ్రాఫైటు, పైరైటు, టూర్మలీన్ ఉంటాయి. కాల్కేరియస్ రకాలలో కేల్సైటు, ఎపిడోటు ఉండవచ్చు.

ఖనిజ సంబంధంగా ఫిల్లైటులు మూడు రకాలుగా ఉంటాయి. అవి సెరిసైటు, ఫిల్లైటులు, క్లోరైటు ఫిల్లైటులు, సెరిసైటు-క్లోరైటు ఫిల్లైటులు.

ఆర్జిల్లేషియస్ శిలలు, టుఫ్ సంబంధమైన అవక్షేపాలు మధ్యమ స్థాయి ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల ఫిల్లైటులు రూపొందుతాయి.

### 16.2.3 షిస్ట్‌లు

ఖనిజాల దిగ్విన్యాసంవల్ల రూపొందిన షిస్టాసిటీ లేదా సదళత ముఖ్య లక్షణం కావడం వల్ల షిస్టులకు ఆ పేరు పెట్టినారు. మైకా ఖనిజాల పొరలు క్వార్ట్‌జ్ ఫెల్‌స్పాథిక్ ఖనిజాల పొరలు ఏకాంతరంగా అమరడంవల్ల సెగ్రెగేషన్ పట్టీలు సాధారణంగా బాగా వృద్ధిచెంది ఉంటాయి. ఖనిజ రేణువులు చేతి నమూనాలో గుర్తించడానికి వీలు అయేటంత స్థూలంగా ఉంటాయి.

ఖనిజాల నిర్మితుల విషయంలో షిస్టులలో చాలా వైవిధ్యం కనిపిస్తుంది. షిస్టులు ఏక ఖనిజ శిలలు కావచ్చు. లేదా బహు ఖనిజ శిలలుకావచ్చు. క్లోరైటు షిస్టులు, ఆక్టినొలైటు షిస్టులు, హార్న్ బ్లెండ్ షిస్టులు, మస్కోవైటు షిస్టులు, టాల్క్ షిస్టులు ఏక ఖనిజ షిస్టులకు ఉదాహరణలు. చాలా షిస్టులలో రెండు లేదా ఇంకా ఎక్కువ ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఉదాహరణకు-కేల్సైటు-సెరిసైటు షిస్టులు, కేల్సైటు-సెరిసైటు-ఆల్బైటు షిస్టులు, సిల్లిమనైటు-గార్నెటు-క్వార్ట్‌జ్-ఫెల్‌స్పార్ షిస్టులు మొదలైనవి. బయోటైటు షిస్టు, ఆక్టినొలైటు షిస్టులలో మాదిరిగా కొన్ని షిస్టులలో షిస్టోజ్ నిర్మితి ఉత్కృష్టంగా ఉంటుంది. హార్న్‌బ్లెండ్ షిస్టు, టూర్మలీన్ షిస్టు వంటి వాటిలో రేఖీయత ప్రస్ఫుటంగా ఉంటుంది. మరి కొన్నింటిలో గార్నెటు, స్టారొలైటు, కయనైటు, K - ఫెల్‌స్పార్ పోర్ఫిరోబ్లాస్టులు ఉంటాయి.

ఉద్భవ కాలంలోని ఉష్ణోగ్రత, పీడన పరిస్థితులు ఆధారంగా షిస్టులను స్థూలంగా అల్పస్థాయి షిస్టులు, అధికస్థాయి షిస్టులు అనే రెండు వర్గాలుగా విభజించవచ్చు.

అల్పస్థాయి షిస్టులలో ఆల్బైటు, మస్కోవైటు, క్లోరైటు, ఆక్టినొలైటు, టాల్క్‌వంటి అల్ప ఉష్ణోగ్రత ఖనిజాలు ముఖ్యంగా ఉంటాయి. ఇవి అల్పస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలు. ఇవి ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయిన ప్రదేశాలలో ఏగువనున్న లేదా బాహ్య మండలాలకు పరిమితమై ఉంటాయి.

మస్కోవైటు షిస్టులు, మస్కోవైటు-బయొటైటు షిస్టులు, బయొటైటు షిస్టులు ఆర్జిల్లేషియస్ శిలల నుంచి రూపొందుతాయి. క్వార్ట్‌జ్-జో-ఫెల్‌స్పాథిక్ షిస్టులు అర్జిలేషియస్ శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి. ప్రధానంగా కేల్సైటు, కొద్ది మొత్తాలలో క్వార్ట్‌జ్, ఫెల్‌స్పార్, మస్కోవైటు, క్లోరైటు,

ఎపిడోటు మొదలైన ఖనిజాలు ఉండే కాల్క్-షిస్టులు లేదా షిస్టోజ్ పొరరాళ్లు మలినాలు గల కార్బొనేటు శిలల నుంచి రూపొందుతాయి. క్లోరైటు, ఆక్టినొలైటు షిస్టులు మాఫిక్, అతి మాఫిక్ అగ్ని శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి.

అధికస్థాయి షిస్టులలో గార్నెటు, బయొటైటు, సిల్లిమనైటు, స్టారొలైటు, కార్డియరైటు అండాలుసైటు, కయనైటు వంటి అధిక ఉష్ణోగ్రత ఖనిజాలు ప్రధానంగా ఉంటాయి. సిలికేయ శిలల నుంచి ఏర్పడిన వాటిలో క్వార్ట్జ్, K- ఫెల్‌స్పార్, ప్లేజియోక్లేస్‌లు అధికంగా ఉంటాయి. అధికస్థాయి షిస్టులు స్పష్టమైన పదళతను, పోర్ఫిరోబ్లాస్టిక్ నిర్మితిని చూపుతాయి. అధికస్థాయి షిస్టులు భూపటలంలో అధికమైన లోతులలో ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడతాయి.

ఆర్జిల్లేషియస్ శిలల నుంచి రూపొందిన అధికస్థాయి షిస్టులలో స్టారొలైటు, కయనైటు కార్డియరైటు, సిల్లిమనైటు వంటి అల్యూమినమ్ సిలికేటులు ప్రముఖంగా ఉంటాయి. ఈ ఖనిజాలను బట్టి శిలలకు స్టారొలైటు షిస్టులు, కయనైటు షిస్టులు, స్టారొలైటు-కయనైటు షిస్టులు మొదలైన పేర్లు పెడతారు. మరూల అవక్షేపాలు సంఘటనమునుబట్టి కొన్ని షిస్టులలో క్వార్ట్జ్, K-ఫెల్‌స్పార్, Na-ప్లేజియోక్లేస్, గార్నెటు, మైకాలు, గ్రాఫైటు, ఐరన్ ధాతువులు ఉండవచ్చు.

కేల్సైటు, డయాప్సైడ్, జాయ్‌సైటు, బయోటైటు, ఫ్లోగొపైటు, గ్రాసులరైటు,Ca- ప్లేజియోక్లేస్ వంటి ఖనిజాలున్న కాల్క్ షిస్టులు, షిస్టోజ్ పొరరాళ్లు కాల్కేరియస్ శిలలనుంచి ఏర్పడతాయి. క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్ అధికంగా ఉన్న శిలలు సిలికేయ అగ్నిశిలలు మలినాలున్న ఆర్జిలేషియస్ శిలల నుంచి రూపొందుతాయి. హార్న్‌బ్లెండ్ షిస్టులు మౌలిక అగ్నిశిలల నుంచి ఏర్పడతాయి.

### 16.2.4 నైస్‌లు

నైసిక్ నిర్మితి ఉండి వివిధ రీతులలో ఉద్భవించిన స్థూలరేణుయుత క్వార్ట్జ్-ఫెల్‌స్పాథిక్ శిలలకు 'నైస్' అనే పదాన్ని వాడతారు. షిస్టులలో మాదిరిగానే నైస్‌లలో కూడా ఎన్నో రకాలు ఉన్నాయి. వాటికి వేరు వేరు పేర్లు పెట్టినారు. గ్రానైటు నైస్‌లు, గాబ్రోనైస్‌లు మొదలైన పదాలు మూల శిలల సంఘటనను సూచిస్తాయి. చాక్షుషనైస్‌లు, పట్టిత నైస్‌లు, అంతఃక్షేపణ నైస్‌లు అనే పదాలు ఖనిజ సంఘటనను సూచిస్తాయి.

నైస్‌లలో నిర్దిష్టమైన సమతల దిగ్విన్యాసము కనిపిస్తుంది. వేరు వేరు పొరలలో ముదురు రంగు, లేత రంగు ఖనిజాలు ఏకాంతరంగా సాంద్రీకరణ చెందడం వల్ల లేదా రేణు పరిమాణంలోని భేదాల వల్ల, లేదా పింక్, తెలుపు ఫెల్‌స్పార్‌లు ఏకాంతరంగా సాంద్రీకరణ చెందడంవల్ల వాటి నిర్మితి రూపొందుతుంది. నైసిక్ నిర్మితి అదృశ్యమయ్యే కొద్దీ నైస్‌లు గ్రానిటాయిడ్ అగ్ని శిలలలోకి క్రమంగా మారుతాయి.

క్వార్ట్జో - ఫెల్‌స్పాథిక్ నైస్‌లలో క్వార్ట్జ్ ఫెల్‌స్పార్ - ప్రధానంగా ఆర్థోక్లేస్, మైక్రోక్లైన్, పెర్థైటు-ఉంటాయి. ఆమ్ల అగ్నిశిలలు, ఆరినేషియస్ శిలలు అగాధంలో అధికస్థాయి రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి కావడం వల్ల ఇవి ఏర్పడతాయి.

పెలిటిక్ నైస్‌లు ఆర్జిల్లేషియస్ శిలల ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల ఏర్పడతాయి. వీటిలో సిల్లిమనైటు, కయనైటు, అండలుసైటు, స్టారొలైటు వంటి ఖనిజాలు ముఖ్యంగా ఉంటాయి.

కాల్క్-నైస్‌లు ఎక్కువ మొత్తాలలో ఇసుక, క్లే ఉన్న సున్నపురాళ్ల నుంచి ప్రాంతీయ రూపాంతర ప్రాప్తివల్ల ఏర్పడతాయి. వీటిలో కాల్క్-సిలికేటు ఖనిజాలు-డయాప్సైడ్, ట్రెమొలైటు, స్కాపొలైటు వంటివీ, కార్బొనేటులూ ఉంటాయి. కొన్ని రకాలలో గ్రాసులరైటు వొలాస్టొనైటు ఉండవచ్చు.



BRAOU

హార్న్‌బ్లెండ్ నైస్‌లు అనేవి ప్రధానంగా హార్న్‌బ్లెండ్ ఫెల్‌స్పార్-క్వార్ట్జ్ శిలలు. ఇవి మాఫిక్ అగ్నిశిలల నుంచి ఏర్పడతాయి.

అవక్షేప శిలల నుంచి, ఏర్పడిన నైస్‌లను సూచించడానికి 'పరానైస్‌లు' అనేపదాన్ని, అగ్నిశిలల నుంచే ఏర్పడిన నైస్‌లను సూచించడానికి 'ఆర్థోనైస్‌లు' అనే పదాన్ని వాడతారు.

### 16.2.5 ఆంఫీబొలైట్‌లు

ఆంఫీబొలైటులు ప్రధానంగా హార్న్‌బ్లెండ్, ప్లేజియోక్లేస్‌లతో కూడుకొని ఉన్న రూపాంతరప్రాప్తి శిలలు. కొన్ని రకాలలో గార్నెటు, మైకా ఉండవచ్చు. గ్రానోబ్లాస్టిక్ నిర్మితి ప్రధానమైన నిర్మితి. కొన్ని రకాలలో సదళ, రేఖీయ నిర్మితులు ఉండవచ్చు. సదళ నిర్మితి మైకా ఉన్న రకాలలో కనిపిస్తుంది. ఇది ముఖ్యంగా హార్న్‌బ్లెండ్, బయొటైటు ఖనిజాల అమరిక వల్ల రూపొందుతుంది. ఆంఫీబొలెటులు స్థూల రేణుయుతంగా లేదా సూక్ష్మ రేణుయుతంగా ఉండవచ్చు. అవి సజాతీయంగా ఉండవచ్చు.

ఆంఫీబొలైటులు మధ్యను లేదా అధికస్థాయి ప్రాంతీయ రూపాంతరప్రాప్తివల్ల ఉద్భవిస్తాయి. ఇవి కొన్ని రకాల అగ్ని, అవక్షేప శిలల నుంచి ప్రధానంగా మాఫిక్, అతిమాఫిక్ అగ్ని శిలల నుంచి ఏర్పడతాయి. ఆంఫీబొలైటులు సాధారణంగా రూపాంతరప్రాప్తి చెందిన గాబ్రోలే.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

2. గతిశీల-ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను పేర్కొనండి.

.............................................................................................................

.............................................................................................................

.............................................................................................................

.............................................................................................................

.............................................................................................................

## 16.3 సారాంశం

ఈ యూనిట్‌లో గతిశీల ఉష్ణీయ-రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను, ఉత్పాదితాలను వర్ణించాము.

గతిశీల-ఉష్ణీయ రూపాంతరప్రాప్తి ఉష్ణము, దిశాత్మక పీడనాల ఉమ్మడి చర్యవల్ల సంభవిస్తుంది. ఈ రూపాంతరప్రాప్తిలో సంభవించే పునస్స్ఫటికీకరణ, విరూపణలవల్ల సదళత, నైసిక్ నిర్మితి వంటి నిర్మితులు రూపొందుతాయి. ఉత్పాదితాలు స్లేట్‌లు, ఫిల్లైట్‌లు, షిస్ట్‌లు, నైస్‌లు, ఆంఫీబొలైటులు.

## 16.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. (i) క్లాస్టిక్ (ii) ప్లాస్టిక్ (iii) బ్లాస్టిక్.

2. (i) స్లేట్ (ii) ఫిల్లైట్ (iii) షిస్ట్ (iv) నైస్ (v) ఆంఫీబొలైట్.



BRAOU

## 16.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. కింది ప్రశ్నకు సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయుండి.**

1. షిస్ట్, నైస్‌లలోని రకాలలో తరచుగా కనిపించే వాటిని పేర్కొని వాటి ఉద్భవాన్ని గురించి వ్యాఖ్యానించండి

**II. కింది ప్రశ్నలకు సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయుండి.**

1. కింది పదాలను వివరించండి.

    a) క్లాస్టిక్ విరూపణ

    b) ప్లాస్టిక్ విరూపణ

    c) బ్లాస్టిక్ విరూపణ

2. కింది శిలలను వర్ణించండి.

    a) స్లేటు

    b) ఫిల్లైటు

    c) షిస్టు

    d) నైస్

    e) ఆంఫీబొలైటు.

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-17 : పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి

## పాఠ్యాంశాలు


17.0 లక్ష్యాలు

17.1 ప్రక్రియ

17.2 ఉత్పాదితాలు

  17.2.1 గ్రాన్యులైట్‌లు

  17.2.2 చార్నొకైట్‌లు

  17.3.2 ఎక్లొగైట్‌లు

17.3 సారాంశం

17.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

17.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 17.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను గురించి ప్రస్తావించాము.

ఈ భాగాన్ని పూర్తిచేసిన తర్వాత, మీరు:

- పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను వర్ణించ గలుగుతారు;
- పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను వర్ణించ గలుగుతారు.

## 17.1 ప్రక్రియ

భూ పటలంలో బాగా లోతులలో అంటే కెటామండలంలో ఉష్ణోగ్రత చాలా అధికంగా ఉంటుంది. దిశాత్మక పీడనము పరిగణించనవసరం లేనంత స్వల్పంగా ఉంటుంది. కాని, సమపీడనము ప్రముఖ అంశము అవుతుంది. లోతులలో ఉష్ణము, సమపీడనాల రెండింటి ప్రభాంవల్ల శిలలలో వచ్చే మార్పులు పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి క్రిందికి వస్తాయి. ఈ లోతులలలో అత్యధిక పరిమాణంలో ఉండే అంతర్గములు-ప్రధానంగా గ్రానైటు మాగ్మావి- ఒక ముఖ్య లక్షణము. మాగ్మాలు, మాగ్మా నిర్గమాల అత్యధిక పరిమాణాలలో అంతర్గమనం చెందడానికి సంబంధించిన దిగ్విషయాలను ప్రత్యేకంగా పరిశీలించవలసి ఉంది. మరొక విధంగా చెప్పవలెనంటే పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి, మాగ్మాల, మాగ్మా నిర్గమాల చర్యలు - ఈ రెండూ కెటామండలం ముఖ్యలక్షణాలు. పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రభావాలను మాత్రమే ఈ భాగంలో చర్చించడం జరిగింది.

పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తిలో దిశాత్మక పీడన ప్రభాగం దాదాపు అసలు ఉండదు కాబట్టి గతిశీల ఉష్ణజనిత రూపాంతరప్రాప్తిలో కనిపించే సమాంతర నిర్మితులు పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలలో ప్రముఖంగా కనిపించవు. ఈ శిలలు దిశాత్మక లక్షణంలేని సమరేణుయుత నిర్మితులను చూపుతాయి. పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి పరిస్థితులలో అధిక సాంద్రత, అల్పఘన పరిమాణము ఉండే ప్రతిబల ఆసక్తి ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి. పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడే శిలలలో క్వార్ట్‌జ్, ఫెల్‌స్పార్, గార్నెటు, పైరాక్సిన్, కార్డియరైటు సిలిమనైటు ఖనిజాలు సాధారణంగా కనిపిస్తాయి. దిశాత్మక లక్షణాలు ప్రముఖంగా లేకుండా పునస్ఫటికీకరణ చెందడం ఈ శిలల ముఖ్య

లక్షణం. కాబట్టి ఒక్కొక్కప్పుడు ఇవి అత్యధికస్థాయి ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి ఉత్పాదితాలను పోలితుంటాయి.

ఈ సందర్భంలో గమనించవలసిన మరొక అంశం ఏమిటంటే పాతాళ అగ్ని శిలలు, పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలు రెండూ భూపటలంలో ఎక్కువ లోతులలో దాదాపు ఒక రకమైన పరిస్థితులలో ఏర్పడతాయి. కాబట్టి ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ రెండు సముదాయాల శిలలను వాటిలో నిర్దిష్టమైన ఖనిజాలు లేదా వయనాలు ఉంటే తప్ప-ఒక దానినుంచి మరొక దానిని వేరు చేయడం కష్టతర మవుతుంది.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి - - - - - - - - - - - - మండలంలో సంభవిస్తుంది.

   ........................................................................................................

   ........................................................................................................

## 17.2 ఉత్పాదితాలు

పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలలో పైరాక్సీన్ ఉన్న శిలలు అధికంగా కనిపిస్తాయి. ఈ శిలలలో గ్రాన్యులైటులు, చార్నొకైటులు, ఎక్లొగైటులు ముఖ్యమైనవి.

### 17.2.1 గ్రాన్యులైట్‌లు

గ్రాన్యులైటు అనే పదాన్ని సాధారణంగా గ్రాన్యులోజ్ లేదా గ్రానోబ్లాస్టిక్ నిర్మితిగల శిలకు వాడతారు. ఖనిజ సంఘటన దృష్ట్యా ఇవి క్వార్ట్జో ఫెల్‌స్పాథిక్ శిలలు కావచ్చు లేదా పైరాక్సీన్ భరిత శిలలు కావచ్చు.

అభిలాక్షణికమైన గ్రాన్యులైటు శిలలు లేత వర్ణంలో ఫెల్‌స్పార్, క్వార్ట్జ్ ఖనిజాల జెనోబ్లాస్టిక్ రేణువులను వీటితోబాటు తరచుగా ఎక్కువ మొత్తాలలో పైరాక్సీన్, గార్నెటు ఖనిజాలను కలిగి ఉంటాయి. అప్పుడప్పుడు కొద్ది మొత్తాలలో సిల్లిమనైటు, కయనైటు, స్పినెల్ మొదలైన ఖనిజాలు కూడా ఉండవచ్చు. వీటి ముఖ్యనిర్మితి గ్రాన్యులోజ్‌నైస్ నిర్మితిని పోలి ఉంటుంది. స్థూలమైన దీర్ఘకృత క్వార్ట్జ్ రేణువులు ఉన్న పొరలు, ఇతర ఖనిజాల సూక్ష్మరేణువులు ఉన్న పొరులు ఏకాంతరంగా అమరడంవల్ల రూపొందే సదళత ఈ శిలల లక్షణము. ఇవి ఎక్కువగా సిలిసిక్ అగ్ని శిలలు. ఆర్కోజ్‌లు లేదా ఫెల్‌స్పాథిక్ ఇసకరాళ్లనుంచి ఏర్పడతాయి.

పైరాక్సీన్ గ్రాన్యులైటుల వంటి పైరాక్సీన్ భరిత శిలలు గ్రానోబ్లాస్టిక్ లేదా రాశీభూత నిర్మితిని చూపుతాయి. వీటిలో ప్లేజియోక్లేస్, హైపర్‌స్థీన్ గార్నెటు, డయాప్సైడ్ ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఇవి రసాయనికంగా బసాల్ట్‌ల నుంచి ఆండిసైటులు, డేసైటుల వరకుఉన్న వివిధ రకాల అగ్ని శిలలను పోలి ఉంటాయి.

### 17.2.2 చార్నొకైట్‌లు

చార్నొకైటు అనే పదాన్ని మొదట్లో రేణుమయ హైపర్‌స్థీన్ గ్రానైటుకు సూచించినారు. తరవాత ఆ పదాన్ని రసాయన సంఘటలో వైవిధ్యంగల ఎన్నో శిలలకు వాడటం జరిగింది. ఈ శిల-న్నిటినీ కలిపి చార్నొకైటు శ్రేణి అంటారు. ఆమ్ల చార్నొకైటులు మొదలుకొని, మాధ్యమిక, మౌలిక శిలలద్వారా పైరాక్సీనైటుల వరకు ఉన్న శిలలు ఈ శ్రేణిలో చేరతాయి. వీటన్నిటిలో పైరాక్సీన్-ముఖ్యంగా హైపర్‌స్థీన్-అత్యధిక పరిమాణంలో ఉంటుంది.



BRAOU

అభిలాక్షణికమైన చార్నొకైటు హైపర్‌స్తీన్, క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్‌లు ఉన్న శిల దీనిలో గార్నెటు ఉండవచ్చు, ఉండకపోవచ్చు. హరిత నీలవర్ణం పెల్‌స్పార్, ధూసర-నీలవర్ణంకు క్వార్ట్జ్ ఈ శిలలో ఉంటాయి. పెల్‌స్పార్ ప్రధానంగా మైక్రోపెర్తైట్ ప్రభేదానికి చెంది ఉంటుంది.

అగ్నిమయ ఉద్భవంగల క్వార్ట్జ్‌తో పెల్‌స్పాథిక్ శిలలు పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురి అయినప్పుడు పునస్ఫటికీకరణ వల్ల చార్నొకైట్‌లు ఏర్పడతాయని భావిస్తారు.

### 17.2.3 ఎక్లొగైటులు

ఎక్లొగైటులు సాపేక్షంగా అరుదైన శిలలు. మొదట్లో వీటిని ఓంఫసైటు అనే గడ్డిపచ్చ రంగుగల పైరాక్సీన్, పింకుగార్నెటులు ఉన్న ద్విఖనిజ శిలలుగా వర్ణించినారు. ప్రస్తుతం ఈ పదాన్ని నిర్వచనంలో ప్లేజియోక్లేస్, ఆంఫిబోల్, కయనైటు తదితర ఖనిజాలను కూడా చేర్చినారు. అయితే ఏదైనా శిలలు ఎక్లొగైటుగా గుర్తించవలెనంటె దానిలో ఓంఫసైటు ఉండి తీరవలె. చాలా ఎక్లొగైటులు గ్రానోబ్లాస్టిరు నిర్మితి చూపుతాయి. సదళత ప్రస్ఫుటంగా ఉండదు. పట్టిక రూప ఆంఫిబోల్‌లు, పైరాక్సీన్‌లు అనిర్దుష్టమైన వరసలలో అమరి, ఉండి పింకు-ఎరుపు గార్నెటులు పోర్ఫిరోబ్లాస్టిలు అక్కడక్కడ ఇమిడి ఉన్న నిర్మితి ఎక్లొగైటుల ముఖ్య లక్షణం.

ఎక్లొగైటుల ఉద్భవాన్ని గురించి వాదోపవాదులు జరిగాయి. అధిక సమపీడన పరిస్థితులలో మాగ్మా స్ఫటికీకరణ చెందడంవల్లగానీ, తగిన రకపు అగ్ని, అవక్షేపశిలలు చాలా లోతులలో అధిక స్థాయి రూపాంతరప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల ఎక్లొగైటులు ఉద్భవిస్తాయని భావిస్తారు.

## 17.3 సారాంశం

ఈ భాగంలో పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను, ఉత్పాదితాలను గురించి చర్చించాము.

భూపటలం అత్యధిక ఉష్ణము, సమపీడన ఉండేటటు వంటి అధిక లోతులలో పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి సంభవిస్తుంది. గ్రాన్యులైట్‌లు, చార్నొకైట్‌లు, ఎక్లొగైట్‌లు ఈ రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదికాలు. వీటిన్నిటికి గ్రాన్యులోజ్ నిర్మితి ముఖ్య లక్షణము.

BRAOU

## 17.4 అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. కెటామండలం

## 17.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

**I. కింది ప్రశ్నకు సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయుండి.**

1. పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి ప్రక్రియను క్లుప్తంగా వివరించండి.

**II. కింది ప్రశ్నలకు సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయుండి.**

1. కింది శిలలను గురించి వర్ణనాత్మకమైన వ్యాఖ్యలు వ్రాయండి.
   a) గ్రాన్యులైటు, b) చార్నొకైటు, c) ఎక్లొగై టు.
2. పైన ఇచ్చిన శిలల ఉద్భవాన్ని గురించి తెలియజేయండి.



- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

# భాగం-18 : మాగ్మాలు - రూపాంతరప్రాప్తి

పాఠ్యాంశాలు


18.0 లక్ష్యాలు

18.1 పరిచయం

18.2 రసాయన ప్రతిస్థాపన

18.3 బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి

18.4 అంతఃక్షేపణ రూపాంతరప్రాప్తి, గ్రానైటీకరణ, ఎనటెక్సిస్, పాలిన్‌జెనిసిస్

18.5 శిలోద్భవచక్రం

18.6 సారాంశం

18.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

18.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు


## 18.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో మాగ్మాలకు, రూపాంతరప్రాప్తికి ఉన్న సంబంధాన్ని వివరించాము.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియను వివరించగలుగుతారు;
- బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తిని వివరించగలుగుతారు;
- అంతఃక్షేపణ రూపాంతరప్రాప్తి, గ్రానైటీకరణ, ఎనటెక్సిస్, పాలిన్‌జెనిసిస్ ప్రక్రియలను వర్ణించ గలుగుతారు.

## 18.1 పరిచయం

పూర్వస్థితి శిలలపై ఉష్ణము, దిశాత్మక పీడన, సమపీడనల ప్రభావాన్ని శిలలలో వచ్చే మార్పులను ముందరి భాగాలలో చర్చించినాము. ఈ మూడు రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలు భూపటలంలో లోతు మీద ఆధారపడి ఉంటాయి. రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియ ప్రధానంగా ఘన స్థితిలో జరుగుతుందని, దీనికి మాగ్మా సంబంధ నిర్గమాలు దోహదం చేస్తాయని ఇదివరలో చెప్పడం జరిగింది. మాగ్మా నిర్గమాలు అన్నిరకాల రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియలలోను ముఖ్యమైన పాత్రవహిస్తాయి. దీనికి కారణం ఈ నిర్గమాలు మార్పులకు దోహదం చేయడమే కాక, ఒక్కొక్కప్పుడు శిలలకు కొత్త పదార్థాలను అందిస్తాయి, లేదా వీటి నుంచి కొంత పదార్థాన్ని తీసుకొని పోతాయి. తక్కువ లోతులలో మాగ్మా నిర్గమాలు ముఖ్యపాత్ర వహిస్తే, ఎక్కువ లోతులలో అవశిష్ట మాగ్మాలు, ఒక్కొక్కప్పుడు ప్రాథమిక మాగ్మాలు కూడా ప్రదేశ శిలలపై తమ ప్రభావాన్ని చూపి వాటిలో మార్పులు కలుగజేస్తాయి.

ఇంతకు ముందు చెప్పినట్లు అధికస్థాయి మాగ్మా క్రియాశీలత కెటా మండలం ముఖ్యలక్షణము. మాగ్మా అంతర్గమాలు రూపాంతరప్రాప్తికి అవసరమైన ఉష్ణానికి మూలాలు కావడమేకాక, రూపాంతర ప్రాప్తి మార్పులకు అవకాశాన్ని కూడా అవి చేకూరుస్తాయి. మాగ్మా అంతర్గమాలు- ద్రవాలు,

BRAOU

వాయువులు రెండూ ఇవికాక అవశిష్ట మాగ్మాలు-ఇవన్నీ పూర్వస్థిత శిలలలో మార్పులు తీసుకొని రావడంలో ముఖ్యపాత్ర వహిస్తాయి. ఈ మాగ్మా నిర్గమాల చర్యకు సంబంధించిన కొన్ని ప్రక్రియలను ఈ భాగంలో క్లుప్తంగా ప్రస్తావించినాము.

## 18.2 రసాయన ప్రతిస్థాపన

మాగ్మా ద్రావణాల చర్యలవల్ల ఖనిజాలలో, శిలలలో వచ్చే పరివర్తనలకు కారణమైన ప్రక్రియను రసాయన ప్రతిస్థాపన అంటారు. ఈ పరివర్తన ప్రక్రియలో బయటనుంచి తీసుకొని రాబడిన క్రొత్త పదార్థాలు చేరడంవల్ల శిలలు సంవృద్ధిచెందుతాయి. ఈ సంవృద్ధి ఖనిజాలకు, సంవృద్ధి కారకాలైన పదార్థాలకు మధ్య జరిగే నిర్దిష్టమైన రసాయన ప్రతి చర్యలవల్ల సంభవిస్తుంది. అంటే పరివర్తనలు, ప్రతిస్థాపనలు బాహ్యమూలాలనుంచి ఉద్భవించి, క్రొత్తపదార్థాలను తెచ్చే ద్రావణాల వల్ల జరుగుతాయన్నమాట. ఈ విధంగా పదార్థాలు శిలలోకి చేరడం లేదా శిలనుంచి బయటకు పోవడం జరుగుతుంది. అయితే కొంతమంది భూవిజ్ఞానశాస్త్రజ్ఞులు రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియ ఎటువంటి ద్రావణంవల్లనైనా - అది శిలలోనే ఉద్భవించినది కావచ్చు లేదా బయటనుంచి పదార్థ శిలలో చేరవలసిన అవసరంలేదని కూడా భావిస్తారు.

రసాయన ప్రతి స్థాపన ప్రక్రియలను అవి పనిచేసిన శిలలు ఆధారంగా నాలుగు వర్గాలుగా విభజిస్తారు. అవి - 1) కార్బొనేట్ శిలలు రసాయన ప్రతిస్థాపన, 2) సిలికేట్ శిలల సిలికాల రసాయన ప్రతిస్థాపన, 3) లవణనిక్షేపాలు రసాయన ప్రతిస్థాపన, 4) సల్ఫైడ్ నిక్షేపాల రసాయన ప్రతిస్థాపన, వీటిలో మొదటి రెండూ సర్వసాధారణమైనవి.

పైప్రక్రియ అన్నింటచిలోకి అతిముఖ్యమైన సిలికేట్ శిలల రసాయన ప్రతిస్థాపనకు శిలలోకి చేరిన పదార్థం ఆధారంగా అంటే లోహాల సమ్మేళనాలు చేరినాయా అనే అంశాన్ని బట్టి పునర్విభజిస్తారు. మొదటి రీతి ప్రక్రియలలో ఆల్కాలీలు, మెగ్నీషియా, లైమ్, ఐరన్, నికెల్ చేరతాయి. రెండవరీతి ప్రక్రియలో హాలోజెన్‌లు, సల్ఫర్, ఫాస్ఫరస్, సిలికా, నీరు, కార్బన్ డై ఆక్సైడ్‌ల చర్య ఉంటుంది.

## 18.3 బాష్ప జనిత రూపాంతర ప్రాప్తి

ఉష్ణము, మాగ్మా నిర్గమాలు-ప్రధానంగా హాలోజెన్ మూలకాలు, నీరు, బోరాన్. ఫాస్ఫరస్, ఆల్కాలీలోహాల సమ్మేళనాలలో కూడుకొని ఉన్నవి. చర్యవల్ల శిలలలో వచ్చే పరివర్తనాలను బాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి అంటారు. ఈ ప్రక్రియ ముఖ్యంగా వాయుస్థితిలో అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద జరుగుతుంది. ఈ పరివర్తనలు ప్రదేశ శిలలతోబాటు ఆ మాగ్మానుంచి రూపొందిన అగ్నిశిలలో కూడా సంభవించవచ్చు. ఈ విధంగా ఏర్పడే ఖనిజాలలో సాధారణంగా కనిపించేవి మస్కోవైట్, లిథియమ్ మైకా, ఫ్లోరైట్, టోపాజ్, టూర్మలీన్, ఎపటైట్.

బాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి బసాల్ట్ మాగ్మా అంతర్గమానికి సంబంధించే అతి సాధారణంగా జరుగుతుంది. గ్రానిటిక్ అంతర్గమాలకు సంబంధించి బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి ప్రధానంగా మూడు రీతులుగా జరుగుతుంది. ఈ మూడు రీతులూ గ్రానైట్ మాగ్మా స్ఫటికీకరణ చివరి దశలో అవశిష్ట ద్రవాలలో సాంద్రీకరణ చెందే నీరు లేదా నీటి ఆవిరి, బోరాన్ ఫ్లోరిన్‌ల చర్యవల్ల జరుగుతాయి. నీరు, బోరాన్ ఫ్లోరిన్ అగ్నిమంచు రాశిలో అప్పటివరకు ఘనీభవించిన శిలా భాగాలపై పనిచేసి ఫెల్‌స్పర్‌లను పాక్షికంగా టూర్మలీన్‌గా మారుస్తాయి. ఈ ప్రక్రియను టూర్మలీనీకరణ అంటారు. ఈ ప్రక్రియ అత్యధికంగా జరిగినప్పుడు ఫెల్‌స్పార్ అంతా టూర్మలీన్‌గా మారుతుంది. తత్ఫలితంగా క్వార్ట్జ్, టూర్మలీన్‌లతో కూడిన శిల రూపొందుతుంది. దీనిని షార్ల్ శిల అంటారు.

అతి ఉష్ణీకరణ చెందిన నీటి ఆవిరి, ఫ్లోరిన్‌ల చర్యవల్ల గ్రానైట్‌లలోని ఫెల్‌స్పర్‌లు తెలుపు మైకా (మస్కోవైట్)గా మార్పుచెందుతాయి. ఈ మైకాలో తరచుగా లిథియమ్ ఉంటుంది. ఈ

BRAOU

విధంగా ఏర్పడిన శిలలో మాస్కోవైట్, క్వార్ట్జ్ ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఈ శిలను గ్రీజన్ అని, ఈ పరివర్తన ప్రక్రియను గ్రీజనింగ్ అని అంటారు. గ్రీజన్‌లో టోపాజ్ సర్వసాధారణంగా ఉంటుంది. ఈ ఖనిజం ఒక్కొక్కప్పుడు అత్యధిక పరిమాణంలో ఉండటంవల్ల శిలను టోపాజ్ శిల అంటారు.

గ్రానైట్‌లోని ఫెల్‌స్పార్‌పై అతి ఉష్ణీకరణ చెందిన నీటి ఆవిరి కొద్దిగా ఫ్లోరీన్, బోరాన్‌లతో పాటుగా చర్య జరిపినప్పుడు కయోలినైట్ ఖనిజము ఏర్పడుతుంది. ఈ ప్రక్రియను కయోలినైటీకరణ అంటారు.

మౌలిక అగ్నిశిలా అంతర్గమాలకు సంబంధించి బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి చర్యలు చాలా తక్కువగా సంభవిస్తాయి. ఈ సందర్భాలలో క్లోరీన్, ఫాస్ఫరస్, టైటానియమ్, వాటి సమ్మేళనాలు, నీరు-నీటి చర్య ఉంటుంది. ఎపటైట్, రూటైల్, స్కాపోలైట్ ఖనిజాలు ఏర్పడతాయి.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

1. రసాయన ప్రతిస్థాపన ప్రక్రియను నిర్వచించండి.

........................................................................................................

........................................................................................................

........................................................................................................

........................................................................................................

2. ఉష్ణము, మాగ్మా నిర్గమాల ఉమ్మడి చర్యవల్ల సంభవించే రూపాంతర ప్రాప్తి ప్రక్రియను- - - -- - - - -అంటారు.

........................................................................................................

........................................................................................................

## 18.4 అంతఃక్షేపణ రూపాంతర ప్రాప్తి, గ్రానైటీకరణ, ఎన్‌టెక్సిస్, పాలిన్ జెనిసిస్

మాగ్మా అంతర్గమాల - ద్రవాలు, వాయువులు ఈ రెండింటి చర్యలను గురించి క్రింది పేజీలలో క్లుప్తంగా చెప్పినాము. ప్రాథమిక మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ చివరి దశలలో ఏర్పడే చలనశీలంగా ఉన్న అవశిష్ట మాగ్మాల చర్యలను గురించి ఇప్పుడు పరిశీలిద్దాము. ఈ అవశిష్ట మాగ్మాలలో నీరు, ఆల్కా-లీలు, అల్యూమినియమ్, సిలికా-అంటే ఫెల్‌స్పార్ క్వార్ట్జ్ ఖనిజాలు రూపొందడానికి అవసరమైన అంశాలుగా అత్యధికంగా ఉంటాయి. ఈ అవశిష్ట మాగ్మాలు, అంగవిభజన చెందని ఇతర గ్రానైట్ మాగ్మాలు ప్రదేశశిలలలోకి బలవంతంగా చొచ్చుకొని పోయినప్పుడు విశిష్టమైన ఖనిజ సంబంధమైన మార్పులు వస్తాయి. వీటిలో ఫెల్‌స్పార్‌ల చేరిక ముఖ్యమైనది. ఈ ప్రక్రియను ఫెల్‌స్పథీకరణ అంటారు. ఈ ప్రక్రియ, తదితర ప్రక్రియ కలిపి అంతఃక్షేపణ రూపాంతరప్రాప్తి అంటారు. ప్రదేశ శిలలలోని సంస్తరణ లేదా షిష్టాసిటీ వెంబడి మాగ్మాలు అంతఃక్షేపణ చెందినప్పుడు పట్టితనైస్‌లు లేదా లీ-పార్-లీనైస్‌లు ఏర్పడతాయి. ఈ శిలలలో గ్రానిటిక్ పదార్థపు పొరలు లేదా పట్టీలు, మాగ్మా నిర్గమాల చర్యవల్ల దాదాపు పూర్తిగా పరివర్తన చెందిన ప్రదేశ శిలా పదార్థాల పట్టీలు ఏకాంతరంగా అమరి ఉంటాయి.

ప్రదేశ శిలలను గ్రానిటిక్ మాగ్మాలు అధికపరిమాణంలో ఆక్రమించిన సందర్భాలను సూచించే క్షేత్ర నిదర్శనలను భూవిజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులు అసంఖ్యాకంగా సేకరించినారు. ఈ ఆక్రమణలలో ప్రదే-శశిల చాలావేరకు ఆత్మీకరణకు గురిఅయి, ప్రదేశశిలకు మాగ్మాకు మధ్య పదార్థాల సమ్మిశ్రమము

సంపూర్ణంగా జరుగుతుంది. ఈ విధంగా ఏర్పడిన పేస్ట్‌వంటి పదార్థాలు మాగ్మా ప్రవాహాతవల్ల, లోతులలో ఉండే పీడనవల్ల నైసిక్ నిర్మితి పొందుతుంది. దీనిని మిశ్రమ నైస్ లేదా మిగ్మటైట్ అంటారు. తరువాతి దశలో నైసిక్‌నిర్మితి విధ్వానం చెందగా, గ్రానైట్ లక్షణాలు గల శిల ఏర్పడు-తుంది. ఈ విధంగా పూర్వస్థిత శిలలు మాగ్మాద్వారా కాక ఘన స్థితిలోనే గ్రానైట్ పటుత్వ, పయనముగల శిలలుగా మార్పు చెందడానికి కారణభూతమైన ఈ ప్రక్రియలను గ్రానైటీకరణ అంటారు. ఈ విధమైన ప్రాంతీయ గ్రానైటీకరణవల్ల మాగ్మా లక్షణాలు కలిగి, చలనశీలమైన పేస్ట్‌వంటి స్నిగ్ధ పదార్థము రూపొందడాన్ని సెడర్‌హోమ్ (Sederholm) ఎనటెక్సిక్ (anatexic) అన్నాడు. అధికమైన లోతులలో ప్రాంతీయ గ్రానైటీకరణేకాక అధిక పరిమాణంలో ఉన్న మాగ్మా అంతర్గామాల నుంచి వచ్చే ఉష్ణానికి రూపాంతరప్రాప్తి చెందిన ప్రదేశశిలలు కరిగిపోవడానికికూడా అవకాశాలు ఉన్నాయని చాలామంది శిలాశాస్త్రజ్ఞులు భావిస్తున్నారు. ఈ విధంగా వేరే మాగ్మానుంచి వచ్చే ఉష్ణంవల్ల ప్రదేశశిలలు కరిగి ఒక క్రొత్త మాగ్మా ఉద్భవించడానికి కారణమైన ప్రక్రియను సెడర్‌హోమ్ 'పాలిన్ జెనిసిస్' (Palingenesis) అన్నాడు. ఈ ప్రక్రియలో క్రొత్త మాగ్మాలోని గ్రానిటిక్ పదార్థం చేరిఉండవచ్చు, చేరి ఉండకపోవచ్చు.

---

మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి

---

3. ఎనటెక్సిస్ అంటే

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

4. శిలలు పూర్తిగా ద్రవీభవనం చెందే ప్రక్రియను- - - - - - - - - - - అంటారు.

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

..............................................................................................................

---

## 18.5 శిలోద్భవచక్రం

భూపటలంలో కనిపించే మూడు ప్రధాన శిలాసముదాయాల ఉద్భవానికి కారణమైన ప్రక్రియలను గురించి క్లుప్తంగా ఇట్లా చెప్పవచ్చు. ప్రారంభంలో భూపటలం అంతా అగ్నిశిలలతో కూడుకొని ఉండేది. ప్రతి క్రొత్త మాగ్మా ఉద్భేధనం వల్ల క్రొత్త అగ్నిశిలలు ఏర్పడుతుండేవి. బాష్పజనిత భౌమ ప్రక్రియలవల్ల ఈ శిలలు వివిధరకాల అవక్షేప శిలలుగా మార్పు చెందినాయి. రూపాంతరప్రాప్తి వల్ల ఈ రెండు సముదాయాల శిలలు దాదాపు పూర్తిగా క్రొత్త ఖనిజాలు, పయనాలు గల శిలలుగా మార్పుపొందినాయి. పునర్‌వ్యవస్థీకరణ చెంది భూపటలంలో అధికమైన లోతులలో రూపాంతరప్రాప్తి పొందిన శిలలు ప్రాంతీయ ద్రవీభవనానికి గురికావడంవల్ల మాగ్మా పునరుద్భవించింది. ఈ విధంగా శిలాచక్రం పునఃప్రారంభ మయింది.

BRAOU

## 18.6 సారాంశం

ఈ భాగంలో క్రింది అంశాలను వర్ణించాము.

(i) మాగ్మాలకు, రూపాంతరప్రాప్తికి ఉన్న సంబంధం

(ii) రసాయన ప్రతిస్థాపన, బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి

(iii) అంతఃక్షేపణ రూపాంతరప్రాప్తి, గ్రానైటీకరణ ఎనటెక్సిస్, పాలిన్‌జెనిసిస్

(iv) రసాయన ప్రతిస్థాపన, బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి ఉత్పాదితాలు

(v) శిలోద్భవ చక్రం

## 18.7 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

1. మాగ్మా ద్రావణాల చర్యలవల్ల ఖనిజాలలో, శిలలలో వచ్చే మార్పులకు కారణమైన ప్రక్రియను రసాయన ప్రతిస్థాపన అంటారు.
2. బాష్పజనిత రూపాంతరప్రాప్తి.
3. పూర్వ స్థిత శిలల నుంచి ప్రాంతీయ గ్రానైటీకరణవల్ల మాగ్మాలక్షణాలు కలిగి, చలన శీలమైన వెన్నవంటి స్నిగ్ధ పదార్థం రూపొందడాన్ని ఎనటెక్సిస్ అంటారు.
4. పాలిన్‌జెనిసిస్

## 18.8 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి సుమారు పది పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1) రసాయన ప్రతిస్థాపన
2) బాష్పజనిత రూపాంతర ప్రాప్తి
3) గ్రీసనింగ్
4) టూర్మలినీకరణ
5) గ్రానైటీకరణ
6) ఎనటెక్సిస్
7) పాలిన్‌జెనిసిస్
8) షారల్ శిల
9) లి-పార్-లిట్వైస్
10) మిగ్మటైట్

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

BRAOU

# భాగం-19 : ముఖ్యమైన భారత దేశపు శిలలు

పాఠ్యాంశాలు

19.0 లక్ష్యాలు

19.1 పరిచయం

19.2 భారత దేశపు శిలలు

- 19.2.1 చార్నొకైట్‌లు
- 19.2.2 ఖోండలైట్‌లు
- 19.2.3 గోండైట్‌లు
- 19.2.4 కోడూరైట్‌లు
- 19.2.5 దక్కన్ ట్రాప్‌లు

19.3 సారాంశం

19.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి - మాదిరి సమాధానాలు

19.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

## 19.0 లక్ష్యాలు

ఈ భాగంలో కొన్ని అభిలాక్షణికమైన భారతదేశపు శిలలను గురించి ప్రస్తావించాము.

ఈ భాగం పూర్తి అయ్యేసరికి, మీరు:

- ముఖ్యమైన కొన్ని భారత దేశపు శిలలను వర్ణించగలుగుతారు;
- ఆ శిలల ఉనికిని గురించి చెప్పగలుగుతారు.

## 19.1 పరిచయం

ఇంతవరకు తెలిసిన అగ్ని, అవక్షేప, రూపాంతరప్రాప్త శిలారీతులన్నీ భారత ఉపఖండంలో ఉన్నాయి. వీటిని అధ్యయనం చేసి వీటి లక్షణాలను పరిశోధన వ్యాసాలలోను, క్షేత్ర రిపోర్ట్‌లలోను, భూవిజ్ఞాన శాస్త్ర పరిశోధనలకు సంబంధించిన ఇతర ప్రచురణలలోను వర్ణించినారు. ఈ శిలలు అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయి. కాబట్టి వీటికి సంబంధించిన వివరాలన్నింటిని ఇక్కడ ఇవ్వడం కష్టతరమైన పని. అయితే కొన్ని శిలా రీతులకు మాత్రం భారతదేశ భూవిజ్ఞానశాస్త్రంలో విశిష్ట స్థానముంది. దీనికి కారణం భారతదేశంలో వీటి ఉనికి విశిష్ట కూడుకొని ఉండటం లేదా ఈ శిలలకు విశిష్ట లక్షణాలు ఉండటం లేదా వీటికి స్థానిక ప్రాముఖ్యం ఉండటం. చార్నొకైట్‌లు ఖోండలైట్‌లు, గోండైట్‌లు, కోడూరైట్‌లు, దక్కన్ ట్రాప్ శిలలు ఈ కోవకు చెందినవి. వీటిని క్రింద వర్ణించినాము.

## 19.2 భారత దేశపు శిలలు

### 9.2.1 చార్నొకైట్‌లు

మాద్రాసు సమీపంలోని పల్లవరం వద్ద హైపర్‌స్థీన్, మైక్రోక్లైన్, క్వార్ట్‌జ్, అనుబంధ ఐరన్‌ధాతు ఖనిజాలతో కూడుకోని ఉన్న హైపర్‌స్థీన్ గ్రానైట్ ఉన్నట్లు ప్రప్రథమంగా కనుగొన్న సర్ టి.

హెచ్. హోలెండ్. ఈ శిల నోరైట్ ఖనిజ సంఘటన గల గ్రాన్యులైటిక్ శిలలకు సహస్థితంగా పెద్ద పెద్ద శిలారాశులుగా ఉన్నట్లు ఈయన గమనించినాడు. ఈయన కలకత్తా నగర నిర్మాత అయిన చార్నాక్ గౌరవార్థం ఈ శిలకు చార్నొకైట్ అని పేరు పెట్టినాడు. ఇట్లా పేరు పెట్టడానికి కారణం చార్నాక్ సమాధిరాయి ఈ శిలతో చేయబడి ఉండడమే.

చార్నొకైట్ కేవలం ఒక రీతి శిలకాదని, దానితో ఉద్భవ సంబంధం గల మరెన్నో శిలారీతులు దావి కిందికే వస్తాయని హోలెండ్ భావించినాడు. ఈ శిలారీతులన్నిటికీ 'చార్నొకైట్ శ్రేణి' అని పేరు పెట్టినాడు. ఈ రీతులన్నిటిలోను హైపవర్‌స్తీన్ లేదా ఎన్‌స్టటైట్ శిలకు గాఢ వర్ణాన్ని అపాదించే గాఢ వర్ణంగల ఫెర్రోమెగ్నీషియమ్ ఖనిజాలు అధిక పాళ్లలో ఉండటం విశిష్ట లక్షణం.

హోలెండ్ చార్నొకైట్ శ్రేణిని నాలుగు విభాగాలు చేసినాడు. ఈ నాలుగు విభాగాలమ ఒక దాని నుంచి మరొక దానిని నిర్దిష్టంగా విడదీయడం సాధ్యపడలేదు. ఈ నాలుగు భాగాలను ఆమ్ల, మాధ్యమిక, మౌలిక, అతి మౌలిక, విభాగాలని అంటారు.

'చార్నొకైట్‌లు' అనే పేరును హోలెండ్ ఆమ్ల చార్నొకైట్‌లకే పరిమితం చేసివాడినాడు. ఆమ్ల చార్నొకైట్‌లు హైపవర్‌స్తీన్ గ్రానైట్‌లే. ఇవి మద్రాసు పట్టణ పరిసరాలలోని సెంట్ థామస్ మౌంట్ దగ్గరలోనున్న మాగజైన్ కొండ కేంద్ర భాగంలో అధిలాక్షణికంగా వృద్ధి చెంది ఉన్నాయి. ఇవి స్థూలరేణుయుత శిలలు. వీటిలో హరిత-ధూసరవర్ణం గల మైక్రోక్లైన్ నీలంరంగు క్వార్ట్జ్, ప్లేజియోక్లేస్, హైపర్‌స్తీన్ ఖనిజాలు ఉన్నాయి. కొన్ని రకాలలో, గార్నెట్ కూడా ఉంటుంది.

చార్నొకైట్ శిలలన్నింటిలోకి అత్యధికంగా ఉన్నవి మాధ్యమిక చార్నొకైట్‌లు. సేలం సమీపంలో ఉన్న షెవ్‌రాయ్ కొండలలో ఇవి విశిష్టంగా బహిర్గతమైనాయి. వీటిలో మిశ్రమ నిర్మితులు కనిపిస్తాయి. ఆమ్ల, మౌలిక విభాగపు శిలలో కనిపించే ఖనిజాలు అన్నీ ఒకే మాధ్యమిక శిల నమూనాలో కనించడం విశేషము. ఆమ్ల, మౌలిక విభాగాలు సమాంతర పట్టీలలో అమరి ఉండవచ్చు. లేదా క్రమరహితమైన పీలికలుగా శిల అంతటా విస్తరించి ఉండవచ్చు.

మౌలిక చార్నొకైట్‌లు నోరైట్‌లు తుల్యమైనవి. వీటిలో హైపర్‌స్తీన్, ఆగైట్, ప్లేజియోక్లేస్, ఐరన్ ధాతువులు ఉంటాయి. తరచుగా హార్న్‌బ్లెండ్ కూడా ఉంటుంది. అధిలాక్షణిక మైన శిలలు సెంట్‌థామస్ మౌంట్ కొండ పార్శ్వాలలో కనిపిస్తాయి. ఈ శిలలు గ్రాన్యులైటిక్ నిర్మితి చూపుతాయి.

అతిమౌలిక రీతులు పైరాక్సినైట్‌లే. ఇవి ప్రధానంగా పల్లవరం ప్రాంతంలోని చిన్న చిన్న కొండలలో ఉన్న నోరైట్‌లలో ష్లీరెన్, సిరలు లేదా డైక్‌లుగా కనిపిస్తాయి. ఇవి గాఢ వర్ణంతో, మధ్యమ రేణుయుతంగా ఉండే శిలలు. ఇవి దాదాపు పూర్తిగా గాఢవర్ణంగల హైపర్‌స్తీన్ (బ్రోంజైట్) ఖనిజంతో కూడుకొని ఉంటాయి.

చార్నొకైట్‌ల ఉద్భవాన్ని గురించి వాదోపవాదాలు జరిగినాయి. ఇవి పాతాళ అగ్ని శిలలని కొందరు భావిస్తారు. ఈ శిలల క్షేత్రసంబంధాలు, మాగ్మా సెగ్రిగేషన్, అంగవిభజనలకు నిదర్శనాలైన కొన్ని లక్షణాలు ఈ శిలలో ఉండడం, ఆవృత శిలలోకి డైక్‌లుగా అంతర్గమం చెంది ఉండడం, ఇతర శిలలో ఉన్న స్పర్శలవద్ద మార్పులు-ఈ లక్షణాలను చార్నొకైట్‌లు అగ్నిశిలలని నిరూపించడానికి నిదర్శనాలుగా కొందరు చెబుతారు. భూపటలంలో చాలా లోతులలో (కెటా మండలంలో) అధిక ఉష్ణ, పీడన పరిస్థితులలో కొన్ని అగ్ని అవక్షేప శిలలు పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల ఈ శిలలు రూపొందినాయని కొందరు భావిస్తారు. మరికొందరు ఇవి సంకర శిలలని అంటారు.

భారతదేశంలో చార్నొకైట్ శ్రేణి శిలలు ప్రధానంగా దక్షిణ ప్రాంతానికి పరిమితమై ఉన్నాయి. ప్రధాన బహిర్గతాలు తమిళనాడులోని నీలగిరి, పళని, అన్నామలై, షెవ్‌రాయ్ కొండలలోను ఆంధ్ర-ప్రదేశ్‌లోని విశాఖపట్నం, కృష్ణాజిల్లాలలో తూర్పుకనుమలలోను ఉన్నాయి. అప్రధానమైన బహిర్గతాలు కొన్ని కర్నాటక, మధ్యప్రదేశ్, పశ్చిమబెంగాల్ రాష్ట్రాలలో ఉన్నాయి.



BRAOU

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

1. హైపర్‌స్థీన్ గ్రానైట్‌నే - - - - - - - - - - - - అని అంటారు.

......................................................................................................

......................................................................................................

## 19.2.2 ఖోండోలైట్‌లు

భారతదేశం తూర్పుభాగంలో, ప్రధానంగా తూర్పు కనుమలలో శిలలతో బాటు ఖోండలైట్‌లు అనే శిలలుకూడా ఉన్నాయి. ఒరిస్సా కొండ ప్రాంతాలలో నివసించే ఖోండ్‌లు అనే కొండజాతివారిని అనుసరించి ఈ శిలలకు టి. ఎల్. వాకర్ ఖోండలైట్‌లు అని పేరు పెట్టినాడు.

ఖోండలైట్‌లు సదళ శిలలు. వీటిలో క్వార్ట్‌జ్, గార్నెట్, సిల్లిమనైట్, గ్రాఫైట్ ఖనిజాలు ఉంటాయి. ఇవి ధూసర లేదా ఎరుపు వర్ణాలలో ఉంటాయి. వీటిలో ఎర్రని చిన్న గార్నెట్‌లు ఉంటాయి. వీటిని గార్నెట్ - సిల్లిమనైట్ గ్రాఫైట్ షిస్ట్‌లు లేదా నైస్‌లు అని అంటారు. ఆంధ్రప్రదేశ్‌లో ఈ శిలలనుంచి గ్రాఫైట్‌ను సేకరిస్తున్నారు.

ఖోండలైట్‌లను అధిక అల్యూమినా ఉన్న క్లేశిలలనుంచి రూపాంతర ప్రాప్తి వల్ల ఏర్పడిన పరాషిస్ట్‌లు లేదా పరానైస్‌లుగా పరిగణిస్తారు. ఖోండలైట్‌లు ప్రధానంగా ఒరిస్సా, ఆంధ్రప్రదేశ్, మధ్యప్రదేశ్, తమిళనాడు రాష్ట్రాలలో కనిపిస్తాయి.

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

2. ఖోండలైట్‌లలో ఉండే ఖనిజాలను పేర్కొనండి.

......................................................................................................

......................................................................................................

## 19.2.3 గోండైట్‌లు

మధ్యప్రదేశ్‌లోని గోండ్‌లను అనుసరించి ఎల్.ఎల్. ఫెర్మర్ గోండైట్ అనే పదాన్నిరూపొందించినాడు. ఈ పదాన్ని మాంగనీస్ సిలికేట్‌లు అధికంగా ఉన్న కొన్ని రూపాంతర ప్రాప్త శిలలకు వాడినాడు. గోండైట్‌లలో ప్రధానంగా క్వార్ట్‌జ్, స్పెసర్‌టైట్, రోడోనైట్, తదితర మాంగనీస్ సిలికేట్‌లు ఉంటాయి. ఈ శిలలు రాశీభూతంగా గాని పటిష్టంగా గాని ఉంటాయి. మాంగనీఫెరస్ అవక్షేపాలు ప్రాంతీయ రూపాంతరప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల ఈ శిలలు రూపొందినాయి.

గోండైట్‌లు మధ్యప్రదేశ్, మహారాష్ట్ర, ఒరిస్సా రాష్ట్రాలలో ఉన్నాయి. ఈ రాష్ట్రాలలో ఈ శిలలతోబాటు మాంగనీస్ ధాతు నిక్షేపాలు దొరుకుతున్నాయి. గోండైట్ శిలలోని మాంగనీస్ ఖనిజాలు రసాయన పరివర్తనకు గురికావడంవల్ల ఈ ధాతువులు ఏర్పడినట్లు భావిస్తున్నారు.

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

3. - - - - - - - - - - - - - లోహం యొక్క ఖనిజాలకు గోండైట్‌లు మూల శిలలు.

......................................................................................................

......................................................................................................



BRAOU

## 19.2.4 కోడూరైట్‌లు

ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని విశాఖపట్నం జిల్లాలో ఉన్న కోడూరు అనే గ్రామం పేరును అనుసరించి ఈ శిలలకు ఎ.ఎల్. ఫర్మర్ కోడూరైట్‌లు అని పేరు పెట్టినాడు. ఈ శిలలు తూర్పు కనుమలలో ఖోండలైట్‌లతో బాటు కనిపిస్తాయి. ఇవి సంకర శిలలని భావిస్తారు. వీటిలో క్వార్ట్జ్, ఫెల్‌స్పార్, స్పెసర్‌టైట్, రోడొనైట్, ఎపటైట్ వేరువేరు పాళ్ళలో ఉంటాయి. ఈ శిలలలో పరివర్తన చెందిన భాగాలు ఆంధ్రప్రదేశ్‌లోని విశాఖపట్నం జిల్లాకు చెందిన కోడూరు, గర్భంతదితర ప్రాంతాలలోను, ఒరిస్సాలోని గంజాం జిల్లాలోని గంజాం జిల్లాలోను మాంగనీస్ ధాతు నిక్షేపాలను సమకూర్చినాయి.

మాంగనీఫెరస్ అవక్షేపాలు, ఆమ్ల, మాధ్యమిక సంఘటనలు గల అగ్నిశిలల మిశ్రమాలు రూపాంతర ప్రాప్తికి గురికావడంవల్ల కోడూరైట్‌లు ఏర్పడినాయని భావిస్తున్నారు.

---

**మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి**

---

4. కోడూరైట్ - - - - - - - - - - - శిలలకు మంచి ఉదాహరణ.

.....................................................................................................

.....................................................................................................

## 19.2.5 దక్కన్‌ట్రాప్‌లు

దక్కన్‌ట్రాప్‌లు బసాల్ట్ సంఘటనగల లావా ప్రవాహాలతో ఏర్పడునటువంటివి. ఇవి గుజరాత్, మహారాష్ట్ర, మధ్యప్రదేశ్, ఆంధ్రప్రదేశ్ రాష్ట్రాలలో సుమారుగా 5,16,000 చ. కి.మీ., ప్రాంతంలో విస్తరించి ఉన్నాయి. ఈ లావాలు మెట్లవంటి భౌమస్థలాకృతిని రూపొందిస్తాయి. కాబట్టి వీటిని 'ట్రాప్‌లు' అని పిలుస్తున్నారు. (స్వీడిష్ భాషలో 'traps' అంటే మెట్లు అని అర్థం.) వీటిని పీఠభూమి బసాల్ట్‌లు అని కూడా అంటారు. ఇవి పీఠ భూములుగా ఏర్పడటమే దీనికి కారణం. ఈ లావాలు ప్రధానంగా క్షితిజసమాంతరంగా ఉన్నాయి. భూపటలంలో ఉన్న వివరాల ద్వారా వేరువేరు సమయాలలో ఉద్భేధనం చెందిన ఎన్నో లావా ప్రవాహాలు సంచితం కావడంవల్ల ఏర్పడినాయని భావిస్తున్నారు. ఒక్కొక్క ప్రవాహం మందం ఒక్కొక్కరకంగా ఉంది. అన్ని ప్రవాహాల సగటు మందం సుమారు 16 మీ. దక్కన్‌ట్రాప్‌ల గరిష్ఠ మందం బొంబాయి దగ్గర 1830 మీ. కన్నా ఎక్కువ ఉంది.

దక్కన్‌ట్రాప్‌లలోని ప్రముఖ శిలారీతి బసాల్ట్. పశ్చిమ భారతదేశంలోని కొన్ని ప్రాంతాలలో ఈ ట్రాప్‌లలో రయొలైట్, అబ్సిడియన్, ట్రాకైట్ ఆండిసైట్, ఆలివీన్‌గాబ్రో వంటి అంగవిభాజిత రూపాలు కనిపిస్తాయి. దక్కన్‌ట్రాప్ బసాల్ట్‌లు నలుపు లేదా గాఢ ధూసరవర్ణాలలో సూక్ష్మరేణు పరిమాణంతో ఉన్న కఠినమైన, దట్టమైన శిలలు. వీటి వయనము, సంఘటనలలో విశిష్టమైన ఏకరూపత (unifomity) కనిపిస్తుంది. పోర్ఫరైటిక్ వయనాలున్న రకాలకంటె ఫోర్ఫరైటిక్ వయనంలోని రకాలే ఎక్కువగా ఉన్నాయి. సిలికా, జియొలైట్‌లు, కాల్సైటులతో నిండిఉన్న వివరపూరక నిర్మితి తరచుగా కన్పిస్తుంది. నర్మదా లోయలోని హోషంగాబాదు ప్రాంతంలో సాత్పూరా కొండలలోని సిల్‌లలో స్తంభాకార నిర్మితి కనిపిస్తుంది. లావాలతోబాటు అగ్నిపర్వత భస్మం సంస్తరాలు తరచుగా కనిపిస్తాయి. గోళాభ శైథిల్యం వీటి ముఖ్య లక్షణం. ట్రాప్‌లు శైథిల్యానికి గురికావడంవల్ల నల్ల నేలలు ఏర్పడతాయి. ట్రాపికల్ శీతోష్ణస్థితి ఉన్న ప్రాంతాలలో ఈ ట్రాప్ శిలల నుంచి లాటరైటు ఏర్పడుతుంది.

BRAOU

## 19.3 సారాంశం

ఈ భాగం లో భారతదేశపు అధిలాక్షణిక శిలలను వర్ణించాము. ఇవి చార్నొకైట్, ఖోండలైట్, గోండైట్, కోడూరైట్, దక్కన్‌బసాల్ట్‌లు.

చార్నొకైట్‌లు ఆమ్లరీతులనుంచి, మౌళికరీతుల వరకు ఉంటాయి. ఖోండలైట్‌లు, కోడూరైట్‌లు, గోండైట్‌లు విభిన్న సంఘనలుగల పూర్వస్థిత అవక్షేప శిలలు రూపాంతరప్రాప్తి చెందడంవల్ల రూపొందుతాయి. దక్కన్ బసాల్ట్‌లు లావాల విదర ఉద్భేధనం వల్ల రూపొందినటువంటివి.

## 19.4 మీ అవగాహనను పరీక్షించుకోండి-మాదిరి సమాధానాలు

(1) చార్నొకైట్

(2) క్వార్ట్జ్, గార్నెట్, సిల్లిమనైట్, గ్రాఫైట్

(3) మాంగనీస్

(4) సంకర శిలలు

## 19.5 మాదిరి పరీక్షా ప్రశ్నలు

I. క్రింది ప్రశ్నలకు సుమారు 30 పంక్తులలో సమాధానం వ్రాయండి.

1. 'చార్నొకైటు శ్రేణి' గురించి సంక్షిప్తంగా రాయండి.

2. దక్కన్ ట్రాప్‌ల విస్తరణ, ఉనికి విధానము, శిలాత్మలక్షణాలు వర్ణించండి, అవి ఏ విధంగా ఏర్పడినాయో తెలియజేయండి.

B R A O U

II. క్రింది ప్రశ్నలకు సుమారు 10 పంక్తులలో సమాధానం వ్రాయండి.

కింది శిలల లక్షణాలను వర్ణించి, వాటి ఉద్భవాన్ని తెలియజేయండి.

1) చార్నొకైట్‌లు

2) ఖోండలైట్‌లు

3) గోండైట్‌లు

4) కోడూరైట్‌లు

- డా. కె. వి. సుబ్బరామయ్య

**Dr. B.R. AMBEDKAR OPEN UNIVERSITY**

హైదరాబాదు

# భూవిజ్ఞాన శాస్త్రం

## శిలాశాస్త్రం

పాఠ్య ప్రణాళిక


**ఖండం 1 శిలాశాస్త్రం**

భాగం 1 శిలల విజ్ఞానశాస్త్రం - పరిచయం

**ఖండం 2 అగ్నిశిలలు**

భాగం 2 అగ్నిశిలల రూపాలు, నిర్మితులు

భాగం 3 అగ్నిశిలల ఖనిజాలు, వయనాలు, సూక్ష్మనిర్మితులు

భాగం 4 అగ్నిశిలల వర్గీకరణ

భాగం 5 అగ్నిశిలల వర్ణన

భాగం 6 మాగ్మాలు

భాగం 7 మాగ్మాల స్ఫటికీకరణ

భాగం 8 అగ్ని శిలల ఉద్భవం

**ఖండం 3 అవక్షేప శిలలు**

భాగం 9 అవక్షేప శిలల ఉద్భవం

భాగం 10 అవక్షేప శిలల వయనాలు, నిర్మితులు

భాగం 11 అవక్షేప శిలల వర్గీకరణ, వర్ణన

**ఖండం 4 రూపాంతర ప్రాప్త శిలలు**

భాగం 12 రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలు, రీతులు

భాగం 13 రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజ, నిర్మితీయ లక్షణాలు

భాగం 14 కెటాక్లాస్టిక్ రూపాంతర ప్రాప్తి

భాగం 15 ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి

భాగం 16 గతిశీల - ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి

భాగం 17 పాతాళ రూపాంతర ప్రాప్తి

భాగం 18 మాగ్మాలు రూపాంతర ప్రాప్తి

భాగం 19 ముఖ్యమైన భారతదేశపు శిలలు


BRAOU

## FACULTY OF SCIENCE

## SECOND YEAR (3 YEAR DEGREE COURSE) EXAMINATION

### MODEL QUESTON PAPER

### GEOLOGY

### COURSE -II: PETROLOGY

**Time: 3 hrs** **Max. Marks: 75**

### సెక్షన్ - A

ఎవైనా ఐదు ప్రశ్నలకు సమాధానాలు రాయండి.

ఒక్కొక్క ప్రశ్నకు 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

ప్రతి ప్రశ్నకు 15 మార్కులు.

1. అగ్నిశిలల వివిధ రూపాలను వర్ణించండి?
2. 'ప్రతిచర్య నియమం' ను గురించి సవివరముగా వ్రాయుము?
3. అవక్షేపశిలల రసాయనిక నిక్షేపాలు ఎట్లు ఏర్పడతాయో వర్ణించండి?
4. అవక్షేప శిలల ఖనిజ, వయన మరియు నిర్మాణ ధర్మాలపై ఒక వ్యాసమును వ్రాయుము.
5. రూపాంతర ప్రాప్తి అనగానేమి? రూపాంతర ప్రాప్తి కారకాలు మరియు కారణాలను వివరముగా తెలియజేయుము?
6. రూపాంతర ప్రాప్త శిలల నిర్మితీయ లక్షణాలను క్లుప్తంగా వర్ణింపుము?

### సెక్షన్ - B

ఎవైనా ఐదు ప్రశ్నలకు సమాధానాలు రాయండి.

ఒక్కొక్క ప్రశ్నకు 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

ప్రతి ప్రశ్నకు 6 మార్కులు.

7. వికాశమును వివరింపుము?
8. శైథిల్యము అను పదాన్ని విశదీకరింపుము.
9. అగ్ని శిలలకు సంబంధించినంత వరకు 'వయనము' అను దానిని వివరింపుము?
10. 'క్లాస్టిక్' మరియు 'నాన్ క్లాస్టిక్' శిలలనగా నేమి?
11. 'తిర్యక్ సంస్తరణ' అనగానేమి ? వివరింపుము?
12. 'రుడేశిషన్' శిలల గూర్చి క్లుప్తంగా వివరింపుము?
13. "ప్రతిబల ఖనిజాలు" మరియు "ప్రతిబల వ్యతిరేక ఖనిజాలు" అనగానేమి?
14. రూపాంతర ప్రాప్త శిలల ఖనిజ సంఘటనను గురించి వ్రాయుము?
15. 'రూపాంతర ప్రాప్తి' మండలాలను వివరించండి?
16. 'గతిశిల - ఉష్ణీయ రూపాంతర ప్రాప్తి' ఉత్పాదితాలను వర్ణింపుము?

BRAOU

# FACULTY OF SCIENCE

## Second year (3 year Degree Course) Examination

### ASSIGNEMENT - 1

### భూవిజ్ఞాన శాస్త్రం కోర్సు - 2

### (PETROLOGY)

**I. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.**

1. అగ్నిశిలల రసాయన వర్గీకరణలపై ఒక వ్యాసం రాయండి?
2. అవక్షేప శిలలు ఏర్పడు పద్ధతులను వివరింపుము?
3. "రూపాంతర ప్రాప్తి" అనే పదాన్ని వివరించండి? రూపాంతరప్రాప్తి కారకాలు మరియు రకాలను వివరముగా తెలియజేయుము?

**II. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.**

4. శిలానిర్మాణాత్మక ఖనిజాలేవి? ఉదాహరణలిమ్ము?
5. "మాగ్మా" అంగ విభజనలు అనే పదాన్ని వివరించండి?
6. రూపాంతరప్రాప్తి మండలాలపై ఒక వ్యాఖ్యరాయుము?

CUT HERE

BRAOU

BRAOU

**FACULTY OF SCIENCE**

**Second year (3 year Degree Course) Examination**

**ASSIGNEMENT - 2**

**భూవిజ్ఞాన శాస్త్రం కోర్సు - 2**

**(PETROLOGY)**

I. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. అగ్ని శిలలకు సంబంధించినంతవరకు 'వయనము ' అను పదాన్ని వివరించండి? ఏవైనా మూడు వయనాలను వర్ణించండి?

2. అవక్షేప శిలల భౌతిక నిర్మితులను గురించి తెలియజేయండి?

3. రూపాంతర ప్రాప్తి శిలల నిర్మితులను వర్ణించండి?

II. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

4. "యుటెక్టిక్" అనే పదాన్ని వివరించండి?

5. **what are the agents of metamorphism.**

6. కాంక్రీషన్లు మరియు సిక్రీషన్లు అనగానేమి?

BRAOU

BRAOU

# FACULTY OF SCIENCE

## Second year (3 year Degree Course) Examination

## ASSIGNEMENT - 3

## భూవిజ్ఞాన శాస్త్రం కోర్సు - 2

## (PETROLOGY)

I. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 30 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

1. మాగ్మా అంగ విభజన పై ఒక వ్యాసాన్ని రాయండి?
2. రసాయనిక విశ్లేషణలపై ఒక వ్యాసాన్ని రాయండి?
3. శిలా చక్రం అనే భావనను వివరించండి?

II. కింది ప్రశ్నలకు ఒక్కొక్క దానికి 10 పంక్తులలో సమాధానం రాయండి.

4. "ఫెల్సిక్" మరియు "మాఫిక్" ఖనిజాలనగానేమి?
5. 'పాతాళ రూపాంతరప్రాప్తి' అనే పదాన్ని వివరించండి?
6. రసాయన ప్రతిస్థాపనను గురించి వివరించండి?

BRAOU

CUT HERE

BRAOU