1. భారత వాతావరణ వ్యవస్థ యొక్క క్రియాశీలతను వివరించండి. ఎల్ నినో మరియు లా నినా వంటి గ్లోబల్ వాతావరణ ఘటనలు మాన్సూన్ ప్రారంభం మరియు దాని తీవ్రతను ఎలా ప్రభావితం చేస్తాయి?

పరిచయం

భారత మాన్సూన్ వ్యవస్థ అనేది ఋతుపరమైన గాలుల మార్పుతో కూడిన భారీ వర్షపాతం వ్యవస్థ. ఇది ముఖ్యంగా జూన్ నుండి సెప్టెంబర్ వరకు జరుగుతుంది. వ్యవసాయం, జల వనరులు మరియు ఆర్థిక స్థిరత్వానికి మాన్సూన్ అత్యంత కీలకం. భూమి–మహాసముద్రాల మధ్య ఉష్ణ వ్యత్యాసం, పై గాలుల ప్రవాహాలు, అలాగే ఎల్‌నినో, లానినా వంటి గ్లోబల్ వాతావరణ ఘటనలు ఈ వ్యవస్థను ప్రభావితం చేస్తాయి.

భారత రుతుపవనాల యంత్రాంగం

1. **భిన్న ఉష్ణోగ్రతలు మరియు పీడన వ్యత్యాసం**

- వేసవిలో భారత భూభాగం చుట్టుపక్కల ఉన్న మహాసముద్రాల కంటే వేగంగా వేడెక్కుతుంది.
- ఈ పీడన ప్రవణత నైరుతి రుతుపవనాల గాలులను సముద్రం నుండి భూమి వైపుకు నడిపిస్తుంది.

2. **అంతర్జాతీయ ఉష్ణోగ్రత కలయిక మండలం (ITCZ)**

- వేసవిలో ITCZ లేదా రుతుపవన ద్రోణి ఉత్తరం వైపుకు మారుతుంది. ఈ అల్పపీడన మండలం హిందూ మహాసముద్రం నుండి తేమతో కూడిన గాలులను ఆకర్షిస్తుంది, ఫలితంగా ఉపఖండం అంతటా విస్తృత వర్షాలు కురుస్తాయి.

3. **జెట్ స్ట్రీమ్స్**

- వేసవిలో ఉపఉష్ణమండల పశ్చిమ జెట్ ఉత్తరం వైపుకు తిరోగమనం చెందుతుంది, ఉష్ణమండల తూర్పు జెట్ ఆధిపత్యం చెలాయించేందుకు వీలు కల్పిస్తుంది. తూర్పు జెట్ రాక కేరళపై రుతుపవనాల వ్యాప్తితో సంబంధం కలిగి ఉంటుంది.

4. **పర్వత భౌగోళిక ప్రభావం**

- పశ్చిమ కనుమలు మరియు హిమాలయాలు వంటి పర్వతాలు, ముఖ్యంగా గాలి వైపున, భూగోళ సంబంధ ఉద్ధరణ ద్వారా వర్షపాతాన్ని పెంచుతాయి.

5. **తిరోగమన రుతుపవనాలు (ఈశాన్య రుతుపవనాలు)**

- శీతాకాలంలో, భూమి సముద్రం కంటే వేగంగా చల్లబడుతుంది, పీడన నమూనాను తిప్పికొడుతుంది. బంగాళాఖాతంలో తుఫాను కార్యకలాపాల కారణంగా ఆగ్నేయ భారతదేశంలోని కొన్ని ప్రాంతాలు (ఉదాహరణకు, తమిళనాడు) వర్షాలు కురుస్తున్నప్పటికీ, పొడి ఈశాన్య గాలులు భూమి నుండి సముద్రం వరకు వీస్తాయి.

ప్రపంచ వాతావరణ ప్రభావాలు

1. ఎల్ నినో

- ఎల్ నినో అంటే మధ్య మరియు తూర్పు పసిఫిక్ మహాసముద్రం అసాధారణంగా వేడెక్కడం, వాకర్ ప్రసరణకు అంతరాయం కలిగించడం.
- **రుతుపవనాలపై ప్రభావం:**
    - హిందూ మహాసముద్రంపై బలహీనమైన పీడన ప్రవణత మరియు అణచివేయబడిన ఉష్ణప్రసరణ.
    - బలహీనమైన రుతుపవన గాలులు, తగ్గిన వర్షపాతం మరియు కరువులకు దారితీస్తుంది (ఉదా., 1987, 2002, 2015).
    - 2023లో, IMD నివేదికల ప్రకారం, ఎల్ నినో రుతుపవనాల ఆలస్యం ప్రారంభంతో ముడిపడి ఉంది.

2. లా నినా

- లా నినా పసిఫిక్ మహాసముద్రం చల్లబడటం, వాకర్ ప్రసరణను బలోపేతం చేయడం ద్వారా వర్గీకరించబడుతుంది.
- **రుతుపవనాలపై ప్రభావం:**
    - బలమైన క్రాస్-ఈక్వటోరియల్ ప్రవాహం మరియు మెరుగైన వర్షపాతం.
    - తరచుగా సాధారణం కంటే ఎక్కువ వర్షపాతానికి దారితీస్తుంది (ఉదాహరణకు, 2010–11) కానీ దుర్బల ప్రాంతాలలో వరదలకు కూడా కారణమవుతుంది.

ముగింపు

భారత రుతుపవనాలు వాతావరణ మరియు సముద్ర వ్యవస్థల మధ్య సంక్లిష్ట పరస్పర చర్యల ఫలితంగా ఏర్పడతాయి. ఎల్ నినో మరియు లా నినా వంటి ప్రపంచ దృగ్విషయాలు రుతుపవనాల ప్రారంభం, వ్యవధి మరియు తీవ్రతను గణనీయంగా మారుస్తాయి. భారతదేశ వ్యవసాయ ఆర్థిక వ్యవస్థ మరియు విపత్తు స్థితిస్థాపకతను నిర్వహించడానికి ఈ పరస్పర చర్యల యొక్క ఖచ్చితమైన అంచనా చాలా అవసరం.

2. భారతదేశ ఇంధన భద్రతను పరిష్కరించడంలో సాంప్రదాయేతర ఇంధన వనరుల పాత్రను అంచనా వేయండి. సౌర, పవన మరియు బయోమాస్ శక్తి యొక్క సామర్థ్యాన్ని మరియు పరిమితులను అంచనా వేయండి.

పరిచయం

భారతదేశంలో పెరుగుతున్న ఇంధన డిమాండ్, శిలాజ ఇంధన దిగుమతులపై అతిగా ఆధారపడటం (~85% ముడి చమురు దిగుమతి), మరియు పారిస్ ఒప్పందం ప్రకారం వాతావరణ మార్పులకు సంబంధించిన నిబద్ధతలు సాంప్రదాయేతర (పునరుత్పాదక) ఇంధన వనరులకు మారడం అవసరం. వీటిలో సౌర, పవన, బయోమాస్, చిన్న జల మరియు పునరుత్పాదక, స్థిరమైన మరియు పర్యావరణ అనుకూల ఇంధన వనరులకు మారడం అవసరం.

శక్తి భద్రతలో పాత్ర

1. **శక్తి మిశ్రమం యొక్క వైవిధ్యీకరణ:**

   బొగ్గు మరియు పెట్రోలియం ఆధారిత వనరులపై అతిగా ఆధారపడటాన్ని తగ్గిస్తుంది.

2. **ఆధారపడటాన్ని తగ్గించడం:**

   పునరుత్పాదక శక్తి ప్రపంచ ఇంధన ధరల షాక్‌లకు గురికావడాన్ని తగ్గిస్తుంది.

3. **వికేంద్రీకృత యాక్సెస్:**

   గ్రామీణ విద్యుదీకరణ మరియు ఆఫ్-గ్రిడ్ పరిష్కారాలకు కీలకం.

4. **వాతావరణ స్థితిస్థాపకత:**

   2030 నాటికి 500 GW శిలాజేతర సామర్థ్యాన్ని సాధించడం అనే భారతదేశ NDC లక్ష్యాలను చేరుకోవడంలో సహాయపడుతుంది.

5. **ఆర్థిక అవకాశం:**

   సౌర మాడ్యూల్స్ కోసం PLI కింద వంటి పర్యావరణ అనుకూల ఉద్యోగాలు మరియు స్థానిక తయారీని ప్రోత్సహిస్తుంది.

ప్రధాన సాంప్రదాయేతర వనరుల అంచనా

1. సౌరశక్తి

- **సంభావ్యత:**
  - భారతదేశం సంవత్సరానికి 5,000 ట్రిలియన్ kWh కంటే ఎక్కువ సౌర వికిరణాన్ని పొందుతుంది.
  - అంచనా వేసిన సామర్థ్యం: 748 GW (NISE ప్రకారం).
  - నేషనల్ సోలార్ మిషన్, పిఎం సూర్య ఘర్ యోజన, మరియు ఇంటర్నేషనల్ సోలార్ అలయన్స్ (ISA) వంటి పథకాల ద్వారా మద్దతు ఇవ్వబడింది.
- **పరిమితులు:**
  - **అడపాదడపా**- సూర్యరశ్మిపై ఆధారపడి ఉంటుంది; మేఘాలు మరియు రుతువుల ప్రభావంతో ఉంటుంది.
  - **నిల్వ ఖర్చులు**– బ్యాటరీ సాంకేతికత ఖరీదైనదిగా కొనసాగుతోంది.
  - **భూసేకరణ**– పెద్ద ఎత్తున సౌర విద్యుత్ కేంద్రాలు వ్యవసాయంతో పోటీ పడుతున్నాయి.

2. పవన శక్తి

- **సంభావ్యత:**
  - 100 మీటర్ల ఎత్తులో (NIWE) 302 GWగా అంచనా వేయబడింది.
  - తమిళనాడు, గుజరాత్, కర్ణాటక, మహారాష్ట్ర వంటి రాష్ట్రాల్లో అధిక సామర్థ్యం.

- గ్రీన్ ఎనర్జీ కారిడార్ (GEC) మరియు విండ్-సోలార్ హైబ్రిడ్ పాలసీ మద్దతుతో.

- **పరిమితులు:**
  - **అడపాదడపా-** గాలి వేగం కాలానుగుణంగా మరియు పగటిపూట మారుతూ ఉంటుంది.
  - **పర్యావరణ ప్రభావం-** పక్షుల వలసలను ప్రభావితం చేస్తుంది మరియు శబ్ద ఆందోళనలను సృష్టిస్తుంది.
  - **మౌలిక సదుపాయాల సవాళ్లు-** మారుమూల భూభాగం లాజిస్టిక్స్ మరియు నిర్వహణకు ఆటంకం కలిగిస్తుంది.

3. బయోమాస్ ఎనర్జీ

- **సంభావ్యత:**
  - వ్యవసాయ అవశేషాలు, జంతువుల పేడ మరియు అటవీ వ్యర్థాలను ఉపయోగిస్తుంది.
  - వ్యర్థాలను శక్తిగా మార్చడం, కాలుష్యాన్ని తగ్గించడం (ఉదా. పంట మొలకలను కాల్చడం) లక్ష్యంగా పెట్టుకుంది.
- **పరిమితులు:**
  - **సరఫరా గొలుసు పరిమితులు-** ముడి పదార్థాల సేకరణ మరియు నిల్వ అసమర్థంగా ఉంటుంది.
  - **తక్కువ సామర్థ్యం-** సాంప్రదాయ దహనం కాలుష్య కారకాలను విడుదల చేస్తుంది.
  - **భూ వినియోగ ఆందోళనలు-** పెద్ద ఎత్తున ఉత్పత్తి ఆహార పంటలతో పోటీ పడగలదు.

ముగింపు

భారతదేశం యొక్క దీర్ఘకాలిక ఇంధన భద్రతను నిర్ధారించడానికి, కార్బన్ పాదముద్రను తగ్గించడానికి మరియు స్థిరమైన అభివృద్ధిని ప్రారంభించడానికి సాంప్రదాయేతర ఇంధన వనరులు చాలా ముఖ్యమైనవి. అయితే, వాటి పూర్తి సామర్థ్యాన్ని గ్రహించడానికి సాంకేతిక ఆవిష్కరణ, బలమైన విధాన మద్దతు మరియు గ్రిడ్ ఆధునీకరణ అవసరం. సమతుల్య మరియు ప్రాంత-నిర్దిష్ట విస్తరణ వ్యూహం భారతదేశం ప్రపంచవ్యాప్తంగా పునరుత్పాదక ఇంధన నాయకుడిగా ఎదగడానికి సహాయపడుతుంది.