

SKPF-Wincompete Test Series 2026

पाठ्य सामग्री - PART I : खण्ड 3: भूगोल

Test 13 -राजस्थान भूगोल (संसाधन)

अध्याय 1: राजस्थान का सस्य प्रतिरूप - खाद्यान्न फसलें: गेहूँ एवं जौ

राजस्थान का सस्य प्रतिरूप (Cropping Pattern) राज्य की विशिष्ट भू-आकृतिक संरचना, जलवायवीय उतार-चढ़ाव और सिंचाई संसाधनों की प्रादेशिक उपलब्धता द्वारा निर्धारित होता है। राज्य के कुल कृषि क्षेत्र में रबी (Rabi) की फसलों का रणनीतिक और आर्थिक महत्व अत्यधिक उच्च है। रबी अंचल की प्रमुख खाद्यान्न फसलों में गेहूँ और जौ प्राथमिक स्थान रखते हैं, जिनका प्रादेशिक वितरण और सस्य गतिकी राज्य की खाद्य सुरक्षा और ग्रामीण अर्थव्यवस्था की आधारशिला है।

1. सस्य प्रतिरूप का वैज्ञानिक विन्यास एवं निर्धारक कारक

किसी भी क्षेत्र का सस्य प्रतिरूप निश्चित समय और स्थान पर विभिन्न फसलों के अंतर्गत आने वाले बौए गए क्षेत्र के आनुपातिक विन्यास को प्रदर्शित करता है। यह एक गतिक प्रक्रिया है जो निम्नलिखित भौतिक और तकनीकी कारकों के संयुक्त प्रभाव से संचालित होती है:

- **भौगोलिक एवं जलवायवीय संकेतक:** तापमान का दैनिक व वार्षिक वितरण, आर्द्रता का स्तर, मानसून के आगमन व प्रत्यावर्तन की समयावधि और वार्षिक वर्षा की मात्रा।
- **मृदा आवरण की भौतिक प्रकृति:** मिट्टी के कणों का आकार, रासायनिक संरचना, पीएच मान और उसकी अंतर्निहित नमी धारण क्षमता (Water Retention Capacity)।
- **संस्थागत एवं अवसंरचनात्मक इनपुट:** नहरी नेटवर्क (जैसे- इंदिरा गांधी नहर, गंग नहर), नलकूप घनत्व, रासायनिक उर्वरकों की उपलब्धता और उन्नत आनुवंशिक बीजों (High Yielding Varieties) का अनुप्रयोग।

2. गेहूँ (*Triticum aestivum*): जलवायवीय एवं भू-आकृतिक आवश्यकताएं

गेहूँ राजस्थान की सर्वप्रमुख रबी खाद्यान्न फसल है। यह उपोष्ण कटिबंधीय (Subtropical) जलवायु का पौधा है, जिसके सफल उत्पादन के लिए निम्नलिखित भौतिक और जलवायवीय मापदंड अनिवार्य हैं:

2.1 तापीय एवं वायुमंडलीय प्रतिरूप:

- **बुवाई काल (नवंबर-दिसंबर):** बीज के अंकुरण और प्रारंभिक वानस्पतिक विकास के लिए आदर्श तापमान 10 डिग्री सेल्सियस से 15 डिग्री सेल्सियस होना आवश्यक है।
- **बढ़ते समय (जनवरी-फरवरी):** पौधों के कलों (Tillers) के फूटने के लिए ठंडी जलवायु और मध्यम धूप की आवश्यकता होती है।
- **पकाव एवं कटाई काल (मार्च-अप्रैल):** फसल के पकने और कटाई के समय तापमान 20 डिग्री सेल्सियस से 25 डिग्री सेल्सियस (चरम स्थिति में 30 डिग्री सेल्सियस तक) होना आवश्यक है। कटाई के समय स्वच्छ आकाश, आर्द्रता विहीन वायुमंडल और तीव्र धूप दानों की परिपक्वता और उनकी चमक को उत्कृष्ट बनाती है।

2.2 वर्षा एवं आर्द्रता का स्तर:

- गेहूँ के लिए **50 से 75 सेंटीमीटर** की वार्षिक वर्षा आदर्श मानी जाती है।
- **मावट (Mawath) का आर्थिक भूगोल:** शीतकाल में भूमध्य सागर से उठने वाले पश्चिमी विक्षोभों (Western Disturbances) के कारण उत्तर-पश्चिमी भारत और राजस्थान में होने वाली हल्की फुहार वर्षा, जिसे आंचलिक भाषा में 'मावट' कहा जाता है, इस फसल के लिए टॉनिक का कार्य करती है। यह वर्षा पौधों की बालियों में दानों के आकार और वजन को बढ़ाती है, इसीलिए इन्हें कृषि विज्ञान में सुनहरी बूंदें कहा जाता है।

2.3 प्रतिनिधि मृदा वर्ग:

- गेहूँ के पौधों की जड़ों के संतुलित विकास और स्थिरीकरण के लिए चूने और नाइट्रोजन युक्त **गहरी कछारी (जलोढ़) मिट्टी** और भारी दोमट मृदा सर्वोत्तम मानी जाती है। वैज्ञानिक वर्गीकरण के अनुसार, पूर्वी मैदानों का **अल्फिसॉल्स (Alfisols)** मृदा आर्डर इसके उत्पादन के लिए राज्य में सर्वोच्च उपजाऊ क्षमता प्रदर्शित करता है।

3. गेहूँ का प्रादेशिक वितरण एवं अद्यतन उत्पादन सांख्यिकी

सिंचाई सुविधाओं के विस्तार (विशेषकर नहरी कमान क्षेत्रों और पूर्वी मैदान के नलकूप संजाल) के कारण राजस्थान में गेहूँ का उत्पादन क्षेत्र निरंतर विस्तारित हुआ है। अद्यतन कृषि सांख्यिकी रिपोर्टों के अनुसार, राज्य में गेहूँ के उत्पादन का स्थानिक वितरण प्रतिरूप निम्नलिखित है:

3.1 अग्रणी उत्पादक अंचल (शीर्ष जिले):

- **श्रीगंगानगर:** प्रचुर नहरी सिंचाई (गैंग नहर और इन्दिरा गांधी नहर) और अनुकूल मैदानी जलोढ़ के कारण इसे **'राजस्थान का अन्न भंडार'** कहा जाता है। यह जिला प्रति हेक्टेयर उत्पादकता और कुल उत्पादन दोनों में राज्य में अग्रणी स्थान पर है।
- **हनुमानगढ़:** घग्गर मैदानी जलोढ़ और नहरी तंत्र के प्रभाव से गेहूँ उत्पादन की दूसरी मुख्य धुरी है।
- **पूर्वी एवं दक्षिणी-पूर्वी मैदानी भाग:** अलवर, भरतपुर, जयपुर ग्रामीण, कोटा, बारां, और बूंदी। इन जिलों में कुओं और नलकूपों के सघन संजाल तथा अल्फिसॉल्स मृदा के कारण गेहूँ का सघन उत्पादन दर्ज किया जाता है।

3.2 उन्नत कृषि किस्में (High Yielding Varieties):

- **राज श्रेणियाँ (RRR) दुर्गापुरा द्वारा विकसित):** राज 3077, राज 3765, राज 4037, राज 1482। (ये किस्में लवणीय जल और देर से बुवाई के प्रति उच्च सहनशीलता प्रदर्शित करती हैं)।
- **सोनालिका और कल्याण सोना:** हरित क्रांति के काल से प्रयुक्त होने वाली बौनी आनुवंशिक किस्में।
- **अन्य मुख्य किस्में:** कोहिनूर, लाल बहादुर, मंगला, गंगा, कनक, और मैक्सिकन सफेद।

4. जौ (Hordeum vulgare): जलवायवीय सहनशीलता एवं औद्योगिक उपयोग

जौ राजस्थान की दूसरी प्रमुख शीतकालीन खाद्यान्न फसल है, जो गेहूँ की तुलना में अधिक कठोर, सूखा-सहनशील और मृदा की लवणता के प्रति उच्च प्रतिरोधी प्रवृत्तियाँ प्रदर्शित करती है।

4.1 भौतिक एवं जलवायवीय आवश्यकताएं:

- **न्यूनतम संसाधन अनुकूलन:** जौ कम उपजाऊ मिट्टी, सीमित सिंचाई और अर्द्ध-शुष्क परिस्थितियों में भी सफलतापूर्वक पकने की क्षमता रखता है। इसके लिए **15 डिग्री सेल्सियस से 20 डिग्री सेल्सियस** का मध्यम तापमान और **40 से 60 सेंटीमीटर** की औसत वार्षिक वर्षा पर्याप्त मानी जाती है।
- **मृदा प्रतिरूप:** यह हल्की बलुई दोमट, भूरी रेतीली और सिरोजम (धूसर-भूरी) मिट्टी में आसानी से उगा जाता है। वैज्ञानिक वर्गीकरण के अनुसार, अर्द्ध-शुष्क बांगड़ क्षेत्र की **एरिडिसॉल्स (Aridisols)** मृदा इसके लिए उपयुक्त भौतिक विन्यास प्रदान करती है। यह मिट्टी के खारेपन (Alkalinity) को आसानी से सहन कर लेता है।

4.2 औद्योगिक एवं व्यावसायिक अनुप्रयोग:

- आधुनिक आर्थिक भूगोल के परिप्रेक्ष्य में जौ का उपयोग केवल खाद्यान्न के रूप में नहीं, बल्कि औद्योगिक कच्चे माल के रूप में तीव्र गतिकी से बढ़ा है। इसका प्रचुर उपयोग **माल्ट (Malt)**, **बियर विनिर्माण**, **मदिरा उद्योगों** और विभिन्न प्रकार के बेकरी खाद्य उत्पादों में किया जाता है। अतः यह वर्तमान में एक मुख्य नकदी रबी फसल का रूप ले चुकी है।

5. जौ का स्थानिक वितरण एवं प्रमुख किस्में

5.1 मुख्य उत्पादक जिले:

- जौ का सर्वाधिक संकेंद्रण मध्यवर्ती और उत्तर-पूर्वी राजस्थान के अर्द्ध-शुष्क और उप-आर्द्र अंचलों में पाया जाता है। जयपुर ग्रामीण, अजमेर, टोंक, भीलवाड़ा, सीकर, झुंझुनू, और अलवर इसके अग्रणी उत्पादक जिले हैं। लवणीय भू-जल की उपस्थिति वाले ब्लॉकों में किसान गेहूँ के स्थान पर जौ की बुवाई को प्राथमिकता देते हैं।

5.2 जौ की प्रमुख कृषि किस्में:

- आरडी श्रेणियाँ (Barley Research System):** आरडी 2035, आरडी 2552, आरडी 2715, आरडी 2052, आरडी 2035।
- ज्योति और राजकिरण (RD-387):** यह किस्में मिट्टी के भीतरी कीड़ों (नेमाटोड या मोब्ब्या रोग) के प्रति पूर्ण प्रतिरोधी हैं।
- क्लिपर:** यह एक विख्यात आयातित मालती (Malted) किस्म है जो बियर उद्योगों के विनिर्माण मापदंडों के लिए सर्वोत्तम मानी जाती है।

6. सस्य प्रतिरूप में बदलाव एवं आधुनिक प्रवृत्तियाँ

हाल के वर्षों में जलवायवीय परिवर्तनों और तकनीकी इनपुट के कारण गेहूँ और जौ के पारंपरिक सस्य आवरण में निम्नलिखित बदलाव दर्ज किए गए हैं:

- सिंचाई आधारित विस्थापन:** पश्चिमी शुष्क जिलों (जैसे बीकानेर, जैसलमेर) में जहाँ पहले केवल बारानी खरीफ फसलें होती थीं, वहाँ इंदिरा गांधी नहर के आगमन से अब गेहूँ का सघन रबी उत्पादन होने लगा है।
- व्यावसायिक प्रतिस्थापन:** पूर्वी मैदानों में पानी के गिरते स्तर के कारण कुछ क्षेत्रों में गेहूँ के स्थान पर कम पानी वाली रबी फसलों जैसे सरसों और चने को प्राथमिकता दी जा रही है।

7. तुलनात्मक सांख्यिकीय तालिका: गेहूँ बनाम जौ सस्य गतिकी

सस्य संकेतक पैरामीटर	गेहूँ (Wheat)	जौ (Barley)
जलवायु कटिबंध	उपोष्ण कटिबंधीय (Subtropical)	उपोष्ण-शीतोष्ण अर्द्ध-शुष्क
आदर्श वार्षिक वर्षा	50 से 75 सेंटीमीटर	40 से 60 सेंटीमीटर
प्रतिनिधि वैज्ञानिक मृदा	अल्फिसॉल्स (गहरी कछारी जलोढ़ दोमट)	एरिडिसॉल्स / सिरोजम (हल्की दोमट)
लवणता सहनशीलता	मध्यम (सीमित पीएच मान तक)	उच्च (क्षारीय व खारे जल के प्रति अनुकूलित)

शीर्ष उत्पादक जिला	श्रीगंगानगर, हनुमानगढ़	जयपुर ग्रामीण, अजमेर
मुख्य औद्योगिक अनुप्रयोग	बेकरी, सूजी-मैदा उद्योग, प्रत्यक्ष खाद्य	माल्ट, बियर विनिर्माण, पशु आहार, बेकरी
प्रमुख आनुवंशिक कूट	राज-3765, सोनालिका, कल्याण सोना, राज-4037	आरडी-2035, ज्योति, राजकिरण, क्लिपर

8. गेहूँ एवं जौ की प्रमुख कृषि बीमारियाँ एवं उनका शमन

इन खाद्यान्न फसलों की उत्पादकता को प्रभावित करने वाले जैविक संकटों का विवरण निम्नलिखित तालिका में विनिर्दिष्ट है:

फसल का नाम	प्रमुख बीमारी / रोग	जैविक प्रभाव	सुधारात्मक वैज्ञानिक उपाय
गेहूँ	गेहूँ का रस्ट (RUST - भूरा, पीला, काला)	पत्तियों पर कवक जनित धब्बे बनना, प्रकाश संश्लेषण का रुकना।	प्रतिरोधी किस्मों (जैसे राज-4037) का चयन।
गेहूँ	लूज स्मट (Loose Smut)	बालियों का काले चूर्ण में बदल जाना, दानों का नष्ट होना।	बीज का कवकनाशी उपचार करना।
जौ	मोब्ब्या रोग (Nematode)	जड़ों में गाँठें बनना, पौधों का बौना रह जाना।	राजकिरण (RD-387) प्रतिरोधी किस्म की बुवाई।

9. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **मावट (Mawath):** भूमध्य सागर से उठने वाले पश्चिमी विक्षोभों के कारण शीतकाल (दिसंबर-january) में होने वाली हल्की फुहार वर्षा, जो रबी फसलों की रीढ़ है।
- **सस्य प्रतिरूप (Cropping Pattern):** किसी निश्चित भौगोलिक क्षेत्र में एक कृषि वर्ष के दौरान विभिन्न फसलों के अंतर्गत आने वाले बोए गए क्षेत्र का आनुपातिक अनुपात।
- **पेनीप्लेन सस्य:** टोंक और भीलवाड़ा के समतल मैदानों में उत्पादित होने वाली जौ और गेहूँ की विशेष पट्टी।
- **लवणीय अवरोध (Salinity 高度):** पौधों की वह आनुवंशिक क्षमता जिसके द्वारा वे मिट्टी की अत्यधिक क्षारीयता या खारे पानी में भी बिना विरूपण के अंकुरित और उत्पादित हो सकते हैं, जो जौ की मुख्य विशेषता है।

- **माल्ट निष्कर्षण:** जौ के दानों को कृत्रिम रूप से अंकुरित कर सुखाने की प्रक्रिया, जिससे बियर उद्योग के लिए शर्करा (एन्जाइम्स) प्राप्त होती है।

10. सस्य पारिस्थितिकी के समक्ष चुनौतियां एवं प्रशासनिक प्रबंधन

राजस्थान का रबी खाद्यान्न उत्पादन वर्तमान में कई गंभीर पर्यावरणीय और अवसंरचनात्मक संकटों से जूझ रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **भू-जल का अति-दोहन (डार्क ज़ोन):** पूर्वी मैदानों के अल्फ़िसॉल्स अंचल में गेहूँ की सिंचाई के लिए ट्यूबवेलों द्वारा भूमिगत जल का अत्यधिक दोहन किया गया है, जिससे कुएं सूख रहे हैं और भू-जल स्तर खतरनाक रूप से गिर रहा है। इसके समाधान हेतु **फव्वारा और बूंद-बूंद सिंचाई** को प्रशासनिक रूप से प्रोत्साहित किया जा रहा है।
2. **तापमान में असामान्य उतार-चढ़ाव (Climate Shift):** हाल के वर्षों में फरवरी और मार्च के महीनों में अचानक तापमान बढ़ने के कारण गेहूँ के दाने पूरी तरह पकने से पहले ही सूख जाते हैं, जिससे प्रति हेक्टेयर उत्पादकता घट रही है। कृषि वैज्ञानिक अब इसके शमन हेतु 'ताप-प्रतिरोधी' (Heat-tolerant) आनुवंशिक किस्मों के विकास पर बल दे रहे हैं।
3. **नहरी क्षेत्रों में जल-जमाव (सेम समस्या):** उत्तरी नहरी बेल्ट में गेहूँ की अत्यधिक बाढ़-सिंचाई के कारण ऊपरी मृदा लवणीय दलदल में बदल रही है, जिसका सुधार जिप्सम के रासायनिक अनुप्रयोग द्वारा किया जा रहा है।

अध्याय 2: खरीफ की प्रमुख खाद्यान्न फसलें - मक्का एवं बाजरा

राजस्थान के सस्य विज्ञान और प्रादेशिक आर्थिक भूगोल में खरीफ (Kharif) अंचल की फसलों का रणनीतिक महत्व है। राज्य की आधी से अधिक जनसांख्यिकी और ग्रामीण पशुधन अर्थव्यवस्था प्रत्यक्ष रूप से खरीफ खाद्यान्न उत्पादन पर निर्भर है। इस भौतिक प्रदेश में पाई जाने वाली जलवायवीय चरम सीमाओं, मानसूनी वर्षा की अनिश्चितता और उच्च वाष्पीकरण दर के बीच **मक्का** और **बाजरा** सस्य प्रतिरूप (Cropping Pattern) के दो सबसे सुदृढ़ और प्राथमिक स्तंभ हैं। मक्का जहाँ दक्षिणी पर्वतीय जनजातीय अंचल की जीवन रेखा है, वहीं बाजरा थार मरुस्थल की शुष्क पारिस्थितिकी का सर्वप्रमुख जैविक आधार है।

1. मक्का (Zea mays): जलवायवीय दशाएं एवं भू-आकृतिक आवश्यकताएं

मक्का उप-आर्द्र और आर्द्र पर्वतीय जलवायु की एक अत्यंत महत्वपूर्ण खाद्यान्न फसल है। भू-आकृतिक विज्ञान के दृष्टिकोण से यह अरावली के दक्षिणी ढालों और मालवा पठार के उत्तरी सीमांतों के सस्य प्रतिरूप को विधिक स्थायित्व प्रदान करती है।

1.1 तापीय एवं वायुमंडलीय प्रवृत्तियाँ:

- **अंकुरण एवं संवर्धन काल:** मक्का के बीजों के अंकुरण और वानस्पतिक विकास के लिए आदर्श तापमान **21 डिग्री सेल्सियस से 27 डिग्री सेल्सियस** होना चाहिए।
- **तापीय चरम सीमा का प्रभाव:** तापमान 35 डिग्री सेल्सियस से अधिक होने पर इसके पौधों में परागण (Pollination) की प्रक्रिया मंद पड़ जाती है, जिससे दानों का विन्यास प्रभावित होता है। फसल के पकने की अंतिम अवस्था में पाला (Frost) फसल को पूरी तरह नष्ट कर देता है।

1.2 वर्षा एवं जल निकास विन्यास:

- मक्का के लिए **50 से 100 सेंटीमीटर** की प्रचुर और नियमित मानसूनी वर्षा आवश्यक है।
- **जल-जमाव (Waterlogging) के प्रति संवेदनशीलता:** मक्का की जड़ों में पानी का ठहराव विधिक रूप से विनाशकारी होता है। अत्यधिक जलभराव से जड़ें सड़ने लगती हैं और प्रकाश संश्लेषण

अवरुद्ध हो जाता है। यही कारण है कि पर्वतीय और विच्छेदित पहाड़ी ढाल, जहाँ से वर्षा का जल तीव्रता से बह जाता है, इसकी कृषि के लिए आदर्श भौतिक विन्यास निर्मित करते हैं।

1.3 प्रतिनिधि मृदा वर्ग:

- इसके लिए पैतृक आग्नेय और कायांतरित चट्टानों के अपक्षय से निर्मित चूने और नाइट्रोजन युक्त **लाल-लोमी मृदा (Red-Loamy Soil)** सर्वोत्तम मानी जाती है। इस मिट्टी में पाए जाने वाले आयरन ऑक्साइड (लोहा तत्व) के अंश पौधों को पोषण प्रदान करते हैं। वैज्ञानिक वर्गीकरण में यह मुख्य रूप से **इन्सेप्सॉल्स (Inceptisols)** मृदा ऑर्डर के अंतर्गत आती है।

2. बाजरा (*Pennisetum glaucum*): जलवायवीय दशाएं एवं थार अनुकूलन

बाजरा न्यून वर्षा, उच्च तापमान और सीमित पोषक तत्वों वाली अत्यंत कठोर जलवायवीय परिस्थितियों का मुकाबला करने वाला मरुस्थलीय पारिस्थितिकी का सर्वप्रमुख पौधा है। **बोए गए क्षेत्रफल के दृष्टिकोण से राजस्थान संपूर्ण भारत में बाजरा कृषि के अंतर्गत प्रथम स्थान वहन करता है।**

2.1 तापीय सहनशीलता सीमा:

- बाजरा उच्च तापमान (**35 डिग्री सेल्सियस से 42 डिग्री सेल्सियस**) और तीव्र ग्रीष्मकालीन सौर विकिरण को आसानी से सहन कर सकता है। इसके संवर्धन के लिए **40 से 50 दिन की लघु वानस्पतिक अवधि** पर्याप्त होती है, जो थार मरुस्थल के लघु मानसूनी चक्र के सर्वथा अनुकूल है।

2.2 न्यूनतम वर्षा अनुकूलन:

- यह मात्र **15 से 40 सेंटीमीटर** की न्यून और अनिश्चित वार्षिक वर्षा में भी पूर्णतः पकने की क्षमता रखता है। यदि मानसून के दौरान लंबा 'विच्छेद' (Monsoon Break) हो, तो भी यह अपनी गहरी जड़ों के विन्यास से मिट्टी की भीतरी नमी को अवशोषित कर जीवित रहता है। फूल आते समय मूसलाधार वर्षा इसके परागकणों को बहा देती है, जो उत्पादन के लिए नुकसानदेह है।

2.3 प्रतिनिधि मृदा वर्ग:

- मोटे कणों वाली, छिद्रिल और उच्च पारगम्यता युक्त **रेतीली बलुई मृदा** इसके विकास के लिए भौतिक रूप से आदर्श है। वैज्ञानिक वर्गीकरण के अनुसार, थार मरुस्थल के विस्तृत **एंटीसॉल्स (Entisols)** और एरिडिसॉल्स (Aridisols) मृदा ऑर्डर्स बाजरे के संवहनीय आवरण के प्राथमिक जनक हैं।

3. राजस्थान के कृषि-जलवायु खंड (Agro-climatic Zones) एवं सस्य संकेंद्रीकरण

राजस्थान को उसकी मृदा, वर्षा और तापीय प्रवृत्तियों के आधार पर कुल **10 कृषि-जलवायु खंडों** में विभाजित किया गया है। मक्का और बाजरा का प्रादेशिक संकेंद्रीकरण इन खंडों के विधिक मापदंडों द्वारा इस प्रकार निर्धारित है:

तालिका: मुख्य कृषि-जलवायु खंड एवं फसल संकेंद्रीकरण विन्यास

कृषि-जलवायु खंड का नाम	विधिक कूट	प्रतिनिधि जिले	प्राथमिक मृदा एवं वर्षा	मुख्य खरीफ खाद्यान्न संकेंद्रीकरण
शुष्क पश्चिमी मैदानी खंड	I-A	बाड़मेर, जैसलमेर, बीकानेर	रेतीली बलुई (एंटीसॉल्स), 15-30 सेमी	बाजरा (पूर्णतः बारानी और शुष्क कृषि)

उत्तर-पश्चिमी सिंचित मैदानी खंड	I-B	श्रीगंगानगर, हनुमानगढ़	जलोढ़ कछारी, नहरी कमान क्षेत्र	नरमा कपास, ग्वार, आंशिक बाजरा
अति-शुष्क आंशिक सिंचित खंड	I-C	जैसलमेर, बीकानेर, चुरू	मरुस्थलीय टीले, न्यूनतम वर्षा	बाजरा (सिंचाई आधारित क्षेत्रों में ग्वार)
आंतरिक जल अपवाह मैदानी खंड	II-A	सीकर, झुंझुनू, नागौर	धूसर सिरोजम (एरिडिसॉल्स)	बाजरा , बारानी दलहन (मूंग, मोठ)
लूणी बेसिन का संक्रांति मैदान	II-B	जालौर, सांचौर, पाली, सिरोही	भूरी रेतीली जलोढ़ मिट्टी	बाजरा , तिल (सिंचाई आधारित ब्लॉकों में)
अर्द्ध-शुष्क पूर्वी मैदानी खंड	III-A	जयपुर, टोंक, दौसा, अजमेर	हल्की दोमट कछारी मिट्टी	बाजरा (सघन उत्पादन), ज्वार
बाढ़ संभावित पूर्वी मैदानी खंड	III-B	अलवर, भरतपुर, धौलपुर, करौली	गहरी जलोढ़ (अल्फिसॉल्स)	बाजरा (सर्वोच्च प्रति हेक्टेयर उत्पादकता)
उप-आर्द्र दक्षिणी मैदानी खंड	IV-A	भीलवाड़ा, राजसमंद, चित्तौड़गढ़	लाल-पीली पर्वतीय (इन्सेप्सिसॉल्स)	मक्का (अग्रणी सस्य बेल्ट), ज्वार
आर्द्र दक्षिणी मैदानी खंड	IV-B	उदयपुर, डूंगरपुर, बांसवाड़ा	लाल-लोमी मृदा, 70-100 सेमी	मक्का (आदिवासी अंचल की खाद्य रीढ़)
आर्द्र दक्षिणी-पूर्वी पठारी खंड	V	झालावाड़, कोटा, बारां, बूंदी	गहरी मध्यम काली (वर्टिसॉल्स)	सोयाबीन, मक्का, ज्वार, धान

4. मक्का एवं बाजरा का प्रादेशिक वितरण प्रतिरूप (Spatial Distribution)

4.1 मक्का का क्षेत्रीय विन्यास:

- शीर्ष उत्पादक बेल्त: उदयपुर, चित्तौड़गढ़, प्रतापगढ़, बांसवाड़ा, झुंजरपुर, राजसमंद, और भीलवाड़ा।
- प्रतिरूप प्रवृत्तियाँ: अरावली के दक्षिणी भाग में स्थित मक्का बेसिन में प्रति हेक्टेयर सघनता उच्च पाई जाती है क्योंकि यहाँ मानसूनी वर्षा स्थिर होती है।

4.2 बाजरा का क्षेत्रीय विन्यास:

- सर्वाधिक बोया गया क्षेत्रफल (Area): पश्चिमी राजस्थान के शुष्क जिलों—बाड़मेर, जैसलमेर, बीकानेर, जोधपुर ग्रामीण, और फलोदी में बाजरे का बोया गया क्षेत्रफल राज्य में सर्वोच्च है। इसका कारण यहाँ अन्य फसलों के लिए अनुकूल दशाओं का न होना है।
- सर्वोच्च कुल उत्पादन (Production): पूर्वी मैदानी खंड के जिलों—अलवर, जयपुर ग्रामीण, भरतपुर, और करौली में बाजरे का कुल उत्पादन आयतन सर्वाधिक दर्ज किया जाता है। यहाँ अल्फिसॉल्स (जलोढ़ दोमट) मिट्टी की उच्च प्राकृतिक उर्वरता और पूरक नलकूप सिंचाई के कारण प्रति हेक्टेयर उत्पादकता मरुस्थल की तुलना में तीन से चार गुना अधिक होती है।

5. उन्नत एवं हाइब्रिड कृषि किस्में (High Yielding Varieties)

कृषि अनुसंधान केंद्रों द्वारा राजस्थान की विशिष्ट जलवायवीय संवेदनशीलता के अनुकूल मक्का और बाजरे की कई उन्नत आनुवंशिक किस्में विकसित की गई हैं:

5.1 मक्का की प्रामाणिक किस्में:

- माही कंचन: मक्का अनुसंधान केंद्र, बांसवाड़ा द्वारा विकसित। यह कम समय में पकने वाली पीले दानों की सघन किस्म है जो पहाड़ी ढालों के सर्वथा अनुकूल है।
- माही धवल: उच्च उत्पादकता वाली श्वेत आनुवंशिक किस्म, जिसकी रोग-प्रतिरोधक क्षमता उच्च होती है।
- मेघा, नवजोत, सरताज, दक्कन-103, गंगा-11, और गंगा सफेद।

5.2 बाजरा की प्रामाणिक किस्में:

- आरएचबी श्रेणियाँ (Rajasthan Hybrid Bajra): आरएचबी-30, आरएचबी-121, आरएचबी-173, आरएचबी-177। (ये शुष्क हवाओं और झुलसा रोग के प्रति प्रतिरोधी हैं)।
- राज-171: कम वर्षा वाले क्षेत्रों के लिए अभिकल्पित उन्नत किस्म।
- अन्य मुख्य किस्में: आरसीबी-2, पायनियर, पूसा-311, और बाईएफ-563।

6. वैश्विक परिप्रेक्ष्य में थार मरुस्थल की गतिक भूमिका (Global Perspective of Thar)

वैश्विक मरुस्थलों (जैसे- सहारा, कालाहारी, अटाकामा) की तुलना में थार का मरुस्थल पर्यावरण विज्ञान और कृषि भूगोल में एक असाधारण अपवाद प्रस्तुत करता है। वैश्विक परिप्रेक्ष्य में इसकी गतिक भूमिका को निम्नलिखित वैज्ञानिक मापदंडों के आधार पर समझा जा सकता है:

- सर्वोच्च जनसांख्यिकीय एवं पशुधन घनत्व: थार विश्व का सर्वाधिक जनसंख्या घनत्व (~83 व्यक्ति प्रति वर्ग किमी) और सर्वोच्च पशुधन घनत्व वहन करने वाला मरुस्थल है।
- वैश्विक तापीय इंजन (Thermal Engine): ग्रीष्मकाल में थार की रेतीली सतह का अत्यधिक तापन (तापमान >45°C) ऊपरी वायुमंडल में एक गहन संवहनीय निम्न वायुदाब केंद्र का विन्यास करता है। यह तापीय इंजन हिंद महासागर के उच्च वायुदाब से आने वाली दक्षिण-पश्चिमी मानसूनी पवनों को तीव्र गतिकी से भारतीय उपमहाद्वीप की ओर खींचता है।
- बाजरे का वैश्विक आनुवंशिक भंडार गृह (Genetic Reservoir): जलवायु परिवर्तन के इस आधुनिक दौर में जहाँ वैश्विक खाद्य सुरक्षा पर संकट मंडरा रहा है, थार का बाजरा सस्य प्रतिरूप दुनिया के लिए 'क्लाइमेट रेजिलिएंट फूड' (Climate Resilient Food) का सर्वश्रेष्ठ मॉडल प्रस्तुत करता है। न्यूनतम पानी और शून्य उर्वरकों में प्रचुर न्यूट्रिशनल सिक्योरिटी (आयरन, जिंक और

फाइबर की प्रचुरता) प्रदान करने के कारण थार के बाजरे को वैश्विक स्तर पर 'सुपरफूड' के रूप में विधिक पहचान मिल रही है।

7. तुलनात्मक सांख्यिकीय तालिका: मक्का बनाम बाजरा सस्य गतिकी

सस्य संकेतक पैरामीटर	मक्का (Maize)	बाजरा (Pearl Millet)
जलवायु पारिस्थितिकी	उप-आर्द्र से आर्द्र पर्वतीय जलवायु	अत्यंत शुष्क से अर्द्ध-शुष्क मैदानी जलवायु
आदर्श वार्षिक वर्षा	50 से 100 सेंटीमीटर	15 Sec 40 सेंटीमीटर
प्रतिनिधि वैज्ञानिक मृदा	इन्सेप्सॉल्स (लाल-लोमी मृदा)	एंटीसॉल्स / एरिडिसॉल्स (रेतीली बलुई)
प्रमुख कृषि-जलवायु खंड	IV-A (उप-आर्द्र), IV-B (आर्द्र दक्षिणी)	I-A (शुष्क पश्चिमी), III-B (बाढ़ संभावित)
क्षेत्रफल में अग्रणी जिला	उदयपुर, चित्तौड़गढ़	बाड़मेर, जैसलमेर (सर्वोच्च बोया क्षेत्र)
उत्पादन में अग्रणी जिला	चित्तौड़गढ़, प्रतापगढ़	अलवर, जयपुर ग्रामीण (सर्वोच्च आयतन)
विशिष्ट आनुवंशिक कूट	माही कंचन, माही धवल, मेघा	आरएचबी-30, आरएचबी-121, राज-171

8. प्रमुख सस्य रोग एवं आधुनिक शमन रणनीतियाँ

मक्का और बाजरा की उत्पादकता को प्रभावित करने वाले प्रमुख जैविक संकटों का विवरण निम्नलिखित तालिका में विनिर्दिष्ट है:

फसल का नाम	प्रमुख बीमारी / रोग	जैविक एवं आकृतिक प्रभाव	वैज्ञानिक सुधारात्मक उपाय
------------	---------------------	-------------------------	---------------------------

मक्का	डाउनी मिल्ड्यू (Downy Mildew)	पत्तियों पर सफेद कवक की परत जमना, पौधों का बौना रह जाना।	कवकनाशी रसायनों का संतुलित छिड़काव।
मक्का	तना छेदक (Stem Borer)	लार्वा द्वारा तने के आंतरिक भाग को खाना, जिससे पौधा सूख जाता है।	जैविक कीटनाशकों का प्रयोग व प्रतिरोधी किस्में।
बाजरा	ग्रीन ईयर रोग (जोगिया रोग)	बालियों का हरी पत्तियों के गुच्छे में बदल जाना, दानों का न बनना।	आरएचबी-173 जैसी रोग-प्रतिरोधी किस्मों का चयन।
बाजरा	अर्गट (Ergot / चेपा)	बालियों से चिपचिपे गुलाबी द्रव का निकलना, जो बाद में काला हो जाता है।	बुवाई से पूर्व बीजों को नमक के घोल से उपचारित करना।

9. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **इन्सेप्सॉल्स (Inceptisols):** अरावली के पर्वतीय ढालों पर पाई जाने वाली प्रारंभिक संस्तर विकास वाली मुदा, जो मक्का के लिए उपयुक्त है।
- **एंटीसॉल्स (Entisols):** थार मरुस्थल की बिना संस्तर विकास वाली नवीन रेतीली मिट्टी, जिसकी जल पारगम्यता उच्च होती है।
- **माइक्रो-न्यूट्रिएंट्स प्रचुरता:** बाजरे के दानों में पाए जाने वाले खनिज तत्व (आयरन और जिंक) जो कुपोषण के शमन में सहायक हैं।
- **संवहनीय निम्न वायुदाब:** धरातल के गर्म होने से वायु का ऊपर उठना, जो मानसूनी हवाओं के आकर्षण का मुख्य गतिक कारण है।
- **ग्रीन ईयर रोग:** क्लेविसेप्स कवक द्वारा बाजरे की बालियों का वानस्पतिक पत्तियों में विरूपण।

10. सस्य पारिस्थितिकी के समक्ष चुनौतियां एवं प्रशासनिक प्रबंधन

राजस्थान का खरीफ खाद्यान्न उत्पादन वर्तमान में कई गंभीर प्राकृतिक और जनसांख्यिकीय संकटों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **मानसून की उच्च परिवर्तनशीलता (Variability):** थार मरुस्थल में मानसून का ढुलमुल रवैया और लंबा विच्छेद बार-बार खरीफ फसलों को सुखा देता है। इसके समाधान हेतु आपदा प्रबंधन विभाग द्वारा 'क्लाइमेट स्मार्ट एग्रीकल्चर' के तहत शुष्क बरानी तकनीकों को बढ़ावा दिया जा रहा है।
2. **आक्रामक कीटों का संकट (Locust Invasion):** हाल के वर्षों में थार मरुस्थल के रास्ते आने वाले **टिड्डी दलों (Locusts)** के जैविक आक्रमण से बाजरे की खड़ी फसलों को भारी क्षति पहुँची है। इसके शमन हेतु सीमांत क्षेत्रों में आधुनिक ड्रोन तकनीकों द्वारा कीटनाशकों का तीव्र छिड़काव किया जा रहा है।
3. **कृषि भूमि का विखंडन:** दक्षिणी अरावली अंचल में पर्वतीय स्थलाकृति और जनजातीय जनसांख्यिकी के दबाव के कारण कृषि जोतों का आकार निरंतर छोटा हो रहा है, जिससे मक्का की प्रति हेक्टेयर उत्पादन लागत बढ़ रही है। इसके सुधार हेतु **कृषि-वानिकी (Agro-forestry)** और समन्वित कृषि प्रणालियों को प्रोत्साहित किया जा रहा है।

अध्याय 3: राजस्थान की प्रमुख नकदी व व्यावसायिक फसलें - कपास एवं गन्ना

राजस्थान के कृषि-औद्योगिक विन्यास (Agro-industrial Matrix) को आर्थिक गतिशीलता प्रदान करने में नकदी या व्यावसायिक फसलों की भूमिका प्राथमिक है। राज्य के विशिष्ट कमान क्षेत्रों और काली मिट्टी के विन्यास वाले क्षेत्रों में **कपास** और **गन्ना** दो प्रमुख औद्योगिक फसलें हैं। ये फसलें क्रमशः वस्त्र निर्माण (Textiles) और चीनी व एथानॉल विनिर्माण उद्योगों को कच्चे माल की आपूर्ति करती हैं। इन फसलों की शैल/मृदा आवश्यकताएं, कृषि जलवायुवीय दशाएं, हाइब्रिड किस्में, उत्पादन चुनौतियां तथा उनकी औद्योगिक कड़ियाँ विस्तृत रूप से निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित हैं।

1. कपास (*Gossypium species*): कृषि-पारिस्थितिक दशाएं एवं भौतिक मापदंड

कपास मालवेसी (Malvaceae) कुल का पौधा है, जिसे ग्रामीण अर्थव्यवस्था में '**सफेद सोना**' या स्थानीय भाषा में '**बणिया**' कहा जाता है। यह राज्य की औद्योगिक अर्थव्यवस्था को गति देने वाली सर्वप्रमुख खरीफ नकदी फसल है।

1.1 जलवायवीय एवं वायुमंडलीय प्रवृत्तियाँ:

- **तापीय विन्यास:** कपास के संवर्धन और तीव्र वानस्पतिक विकास के लिए **20 डिग्री सेल्सियस से 35 डिग्री सेल्सियस** का उच्च तापमान आदर्श माना जाता है।
- **पाला-रहित दिन (Frost-free days):** इसके आनुवंशिक चक्र को पूर्ण होने के लिए न्यूनतम **200 से 210 दिन पाला-रहित** होना अनिवार्य है। शीतकाल की अकाल शुरुआत या पाला इसके डोडों (Bolls) को स्थायी रूप से सुखा देता है।
- **चमकीला स्वच्छ आकाश:** डोडों के फूटने और रेशों के परिपक्व होने के समय आसमान का पूरी तरह साफ और चमकीला होना आवश्यक है। इस चरण में बादलों की निरंतर सघनता और उच्च वायुमंडलीय आर्द्रता रेशों की गुणवत्ता को नष्ट करती है तथा कीटों के आक्रमण को तीव्र करती है।

1.2 वर्षा एवं आर्द्रता सूचकांक:

- इसके लिए **60 से 100 सेंटीमीटर** की औसत वार्षिक वर्षा पर्याप्त होती है। सिंचाई आधारित कमान क्षेत्रों में नियमित अंतराल पर नियंत्रित जल संभरण इसके रेशों की लंबाई और मजबूती को विधिक स्थायित्व प्रदान करता है।

2. कपास के लिए विशिष्ट शैल एवं मृदा आवश्यकताएं (वर्टिसॉल्स)

कपास की जड़ों के विकास और उसकी इष्टतम उत्पादकता के लिए विशिष्ट भू-वैज्ञानिक शैल संरचना और मृदा आवरण का होना अनिवार्य है:

2.1 बेसाल्टिक लावा शैल संरचना:

- दक्षिणी-पूर्वी पठारी भाग (हाड़ौती का पठार) और मालवा के पठार के सीमांतों पर प्रागैतिहासिक क्रेटेशियस युगीन दरारी उद्भेदन से निकले आग्नेय बेसाल्टिक लावा के निक्षेप पाए जाते हैं। इन लावा चट्टानों के दीर्घकालिक भौतिक और रासायनिक अपक्षय (Weathering) से ही कपास के लिए आदर्श मिट्टी का विन्यास निर्मित होता है।

2.2 वर्टिसॉल्स (Vertisols) - गहरी मध्यम काली मृदा:

- **महीन कणों का संजाल:** आधुनिक वैज्ञानिक वर्गीकरण के अनुसार इस मिट्टी को **वर्टिसॉल्स** ऑर्डर कहा जाता है। इस मिट्टी में मोंटमोरिलोनाइट (Montmorillonite) क्ले खनिजों की अत्यधिक प्रचुरता पाई जाती है, जिसके कारण इसके कण अत्यंत महीन और सघन होते हैं।

- **सर्वोच्च जल धारण क्षमता (High Water Retention):** महीन कणों के कोलाइडल विन्यास के कारण वर्टिसॉल्स मृदा की नमी सोखने और उसे लंबे समय तक संचित रखने की क्षमता संपूर्ण राज्य के मृदा ऑर्डर्स में सर्वोच्च होती है। यह गुण कपास की लंबी जड़ों को शुष्क काल में भी निरंतर नमी प्रदान करता है।
- **स्व-जुताई (Self-Ploughing) का गुण:** शुष्क मौसम में पानी वाष्पीकृत होने पर इस मिट्टी में गहरी और चौड़ी दरारें पड़ जाती हैं, जिससे ऊपरी मिट्टी स्वतः ही भीतरी छिद्रों में गिर जाती है। इस आंतरिक उलटफेर से मृदा के भीतरी स्तरों तक ऑक्सीजन का परिसंचरण आसानी से हो जाता है।

3. कपास की उन्नत हाइब्रिड किस्में एवं प्रादेशिक वितरण

राजस्थान में कपास को उसके रेशे की लंबाई, वानस्पतिक संरचना और आनुवंशिक गुणों के आधार पर मुख्य रूप से तीन विशिष्ट श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया है:

3.1 अमेरिकन कपास (नरमा):

- **विशेषता:** इसका रेशा लंबा, महीन और उच्च गुणवत्ता वाला होता है, जो आधुनिक वस्त्र मिलों के कड़े मापदंडों के सर्वथा अनुकूल है।
- **प्रादेशिक वितरण:** इसका सघन उत्पादन मुख्य रूप से उत्तर-पश्चिमी सिंचित कमान क्षेत्र के जिलों—श्रीगंगानगर और हनुमानगढ़ में गंग नहर और इंदिरा गांधी नहर की सिंचाई के प्रभाव से किया जाता है।
- **प्रमुख हाइब्रिड किस्में:** RS-875, RS-2013 (राजस्थान कृषि अनुसंधान संस्थान द्वारा विकसित), मरु विकास, और बीटी कपास (बोलगार्ड-I व बोलगार्ड-II)।

3.2 मालवी कपास:

- **विशेषता:** इसका रेशा मध्यम लंबाई का और सुट्टा होता है।
- **प्रादेशिक वितरण:** यह मुख्य रूप से दक्षिणी-पूर्वी हाड़ौती लावा पठार के जिलों—झालावाड़, कोटा, बारां, और बूंदी में पूर्णतः वर्टिसॉल्स मृदा के प्रभाव क्षेत्र के अंतर्गत उगाई जाती है।

3.3 देशी कपास:

- **विशेषता:** इसका रेशा छोटा और खुरदरा होता है, परंतु यह प्रतिकूल मौसमी दशाओं और कीटों के प्रति अत्यधिक प्रतिरोधी होती है।
- **प्रादेशिक वितरण:** इसका विस्तार मुख्य रूप से अरावली के दक्षिणी और मध्यवर्ती जिलों—उदयपुर, चित्तौड़गढ़, भीलवाड़ा, और अजमेर में पाया जाता है।
- **प्रमुख किस्में:** दिग्विजय, वराहलक्ष्मी, और प्रताप कपास।

4. कपास उत्पादन की प्रमुख चुनौतियां एवं जैविक संकट

राजस्थान के कपास कमान क्षेत्रों में वर्तमान में प्रति हेक्टेयर उत्पादकता और पर्यावरण स्थिरता के समक्ष निम्नलिखित गंभीर संरचनात्मक और जैविक चुनौतियाँ विद्यमान हैं:

- **गुलाबी कीड़ा (Pink Bollworm - *Pectinophora gossypiella*) का संकट:** यह कपास की फसल का सबसे विनाशकारी और आक्रामक जैविक संकट है। इस कीट का लार्वा कपास के डोडों (Bolls) के आंतरिक भाग में प्रवेश करके रेशों और बीजों को पूरी तरह खा जाता है, जिससे डोड फूट नहीं पाते और रेशा बदरंग व अनुत्पादक हो जाता है। हाल के वर्षों में इसने उत्तर-पश्चिमी नहरी बेल्ट में नरमा कपास को भारी क्षति पहुँचाई है।
- **सफेद मक्खी (Whitefly - *Bemisia tabaci*):** यह कीट पत्तियों का रस चूसकर पौधों को कमजोर कर देता है और 'लीफ कर्ल वायरस' (Leaf Curl Virus) का संचरण करता है, जिससे पत्तियाँ मुड़ जाती हैं और प्रकाश संश्लेषण पूरी तरह अवरुद्ध हो जाता है।
- **सिंचाई जल की अनिश्चितता:** मानसून के दौरान होने वाला लंबा विच्छेद या नहरी पानी की समय पर अनुपलब्धता इसके डोडों के वानस्पतिक विकास को अवरुद्ध कर देती है।
- **मृदा अवक्रमण एवं क्षारीयता:** कमान क्षेत्रों में अत्यधिक बाढ़-सिंचाई के कारण केशिकात्व क्रिया द्वारा वर्टिसॉल्स और एंटिसॉल्स मिट्टियों की ऊपरी सतह पर लवणों का संचय हो रहा है, जिससे भूमि ऊसर हो रही है।

5. गन्ना (Saccharum officinarum): कृषि-पारिस्थितिक दशाएं एवं भौतिक आवश्यकताएं

गन्ना पोएसी (Poaceae) कुल का एक उष्णकटिबंधीय (Tropical) बारहमासी (Perennial) व्यावसायिक पौधा है, जिसके संपूर्ण पकने के चक्र के लिए 10 से 12 महीने की लंबी वानस्पतिक समयावधि आवश्यक होती है।

5.1 तापीय एवं वायुमंडलीय प्रतिरूप:

- इसके संवर्धन के लिए **20 डिग्री सेल्सियस से 30 डिग्री सेल्सियस** का निरंतर उच्च तापमान आदर्श माना जाता है।
- **शीतकालीन संवेदनशीलता:** गन्ने के पकने की अंतिम अवस्था (दिसंबर-जनवरी) में पड़ने वाला पाला इसके तने के भीतर संचित सुक्रोज रस को स्थायी रूप से सुखा देता है, जिससे इसकी मिठास की सांद्रता न्यूनतम हो जाती है।

5.2 अत्यधिक जल-प्रधान (Water-intensive) आवश्यकता:

- गन्ना राजस्थान की सर्वाधिक जल चाहने वाली फसल है। इसके सफल उत्पादन के लिए **100 से 150 सेंटीमीटर** की प्रचुर वार्षिक वर्षा या बारहमासी सघन सतही सिंचाई अवसंरचना अनिवार्य है। इसके आनुवंशिक चक्र में पौधों को निरंतर नमी की आवश्यकता होती है, विशेष रूप से तने के खिंचाव के समय।

5.3 मृदा आवरण की भौतिक प्रकृति:

- गन्ने के भारी तने के स्थिरीकरण और प्रचुर पोषण के लिए चूने, पोटाश और फास्फोरस से युक्त **गहरी जलोढ़ दोमट मिट्टी** और नदी घाटियों की कछारी मृदा सर्वोत्तम मानी जाती है। पूर्वी मैदानों का **अल्फिसॉल्स (Alfisols)** मृदा ऑर्डर इसके लिए सबसे समृद्ध भौतिक विन्यास प्रदान करता है।

6. गन्ने का प्रादेशिक वितरण एवं उन्नत किस्में

राजस्थान में गन्ने का बोया गया क्षेत्रफल केवल उन विशिष्ट भौतिक अंचलों तक ही सीमित है जहाँ प्रचुर सतही जल और जलोढ़ मिट्टियों का संगम पाया जाता है:

6.1 मुख्य उत्पादक कमान क्षेत्र (शीर्ष जिले):

- **बूंदी:** यह जिला राज्य में गन्ने के कुल उत्पादन और क्षेत्रफल दोनों ही दृष्टिकोणों से अग्रणी स्थान रखता है। यहाँ चम्बल की नहरों द्वारा प्रचुर जल संभरण उपलब्ध है।
- **श्रीगंगानगर और हनुमानगढ़:** उत्तर-पश्चिमी नहरी क्षेत्र जहाँ गैंग नहर और इंदिरा गांधी नहर के कमान क्षेत्र गन्ने की सघन कृषि को आधार प्रदान करते हैं।
- **दक्षिणी मैदानी जिले:** चित्तौड़गढ़, उदयपुर, कोटा, और बारां। चित्तौड़गढ़ का भूपालसागर और उदयपुर के नदीय मैदानी भाग इसके अन्य उत्पादक केंद्र हैं।

6.2 गन्ने की प्रमुख कृषि किस्में:

- **कोयम्बटूर श्रेणियाँ (Co-Coded Varieties):** Co-419, Co-841, Co-1148, Co-527। (Co कूट राष्ट्रीय गन्ना प्रजनन संस्थान, कोयम्बटूर द्वारा विकसित उच्च सुक्रोज सांद्रता वाली किस्मों को प्रदर्शित करता है)।
- **राज-82:** राजस्थान की जलवायवीय परिस्थितियों के अनुकूलित मध्यम अवधि की उन्नत किस्म।

7. गन्ना उत्पादन की प्रमुख चुनौतियां एवं रोग

- **रेड रॉट रोग (Red Rot - Colletotrichum falcatum):** यह गन्ने का सबसे विख्यात और विनाशकारी कवक जनित (Fungal) रोग है। इस रोग के संक्रमण से गन्ने की पत्तियाँ पीली पड़कर सूखने लगती हैं और तने को बीच से चीरने पर उसके आंतरिक ऊतक पूरी तरह लाल रंग में बदल जाते हैं, जिनसे सिरके जैसी खट्टी गंध आती है। इससे तने का सुक्रोज रस पूरी तरह नष्ट हो जाता है।
- **गन्ना पायरीला (Pyrilla perpusilla):** यह एक हानिकारक चूसक कीट है जो पत्तियों के रस को पूरी तरह चूस लेता है, जिससे पौधों का वानस्पतिक विकास रुक जाता है।
- **भू-जल स्तर का गिरना:** पूर्वी और मध्यवर्ती मैदानी भागों में गन्ने की अत्यधिक जल माँग के कारण ट्यूबवेलों द्वारा भू-जल का अति-दोहन हुआ है, जिससे ये क्षेत्र 'डार्क ज़ोन' में तब्दील हो रहे हैं।

8. नकदी फसलों की औद्योगिक कड़ियाँ (Industrial Linkages)

कपास और गन्ना केवल कृषि उत्पाद नहीं हैं, बल्कि वे राज्य के दो सबसे बड़े विनिर्माण और प्रसंस्करण उद्योगों के प्राथमिक नियंत्रक स्तंभ हैं:

8.1 कपास की औद्योगिक वस्त्र कड़ियाँ (Textile Matrix):

- **भीलवाड़ा (राजस्थान की टेक्सटाइल सिटी):** नरमा और देशी कपास के उत्पादन अंचल से भीलवाड़ा, विजयनगर, ब्यावर और शाहपुरा की सूती वस्त्र मिलों को सीधे कच्चे माल की आपूर्ति की जाती है। भीलवाड़ा का संपूर्ण स्पिनिंग और वीविंग उद्योग इसी सस्य प्रतिरूप पर आधारित है।
- **कपास ओटाई एवं कताई उद्योग:** श्रीगंगानगर और हनुमानगढ़ जिलों में कपास के डोडों से बीज अलग करने (Ginners) और कताई (Spinning) के सैकड़ों लघु उद्योग स्थापित हैं, जो ग्रामीण जनसांख्यिकी को प्रत्यक्ष आजीविका प्रदान करते हैं।

8.2 गन्ने की चीनी व सह-उत्पाद कड़ियाँ (Sugar & Co-products Matrix):

- **चीनी मिल अवसंरचना:** गन्ने के उत्पादन से राज्य की तीन प्रमुख चीनी मिलों को कच्चा माल प्राप्त होता रहा है:
 1. **दी मेवाड़ शुगर मिल्स लिमिटेड (भूपालसागर, चित्तौड़गढ़):** वर्ष 1932 में स्थापित राज्य की पहली निजी क्षेत्र की चीनी मिल।
 2. **श्रीगंगानगर शुगर मिल्स लिमिटेड (श्रीगंगानगर):** सार्वजनिक क्षेत्र की मिल, जो गन्ने के रस के प्रसंस्करण के साथ-साथ सह-उत्पाद के रूप में अल्कोहल और विख्यात मदिरा परिष्करण का कार्य करती है।
 3. **केशवरायपाटन सहकारी शुगर मिल्स लिमिटेड (बूंदी):** सहकारी क्षेत्र की मिल, जो बूंदी के वृहद गन्ना बेल्ट से जुड़ी है।
- **सह-उत्पाद भूगोल (Co-products Geography):** गन्ने की पेराई के बाद बचे अपशिष्ट अर्थात् खोई (Bagasse) का उपयोग लुग्दी बनाकर कागज उद्योगों में तथा चीनी मिलों के बॉयलर चलाने हेतु 'बायोमास ऊर्जा' के उत्पादन में किया जाता है। इसके अतिरिक्त, शीरे (Molasses) का उपयोग एथानॉल (इंधन सम्मिश्रण) और भारी रासायनिक उद्योगों में डिस्टिलरी कच्चे माल के रूप में किया जाता है।

9. तुलनात्मक तालिका: कपास बनाम गन्ना सस्य एवं औद्योगिक गतिकी

सस्य एवं औद्योगिक संकेतक	कपास (White Gold)	गन्ना (Sugarcane)
सस्य ऋतु वर्ग	खरीफ की मौसमी नकदी फसल	बारहमासी दीर्घकालिक नकदी फसल (Perennial)
औसत वर्षा / जल आवश्यकता	60 से 100 सेंटीमीटर	100 से 150 सेंटीमीटर (अत्यधिक जल-प्रधान)
प्राथमिक शैल / मृदा आर्डर	बेसाल्टिक लावा चट्टानें, वर्टिसॉल्स (काली मिट्टी)	जलोढ़ कछारी अवसाद, अल्फिसॉल्स (दोमट मिट्टी)

अग्रणी उत्पादक जिले	हनुमानगढ़, झालावाड़, श्रीगंगानगर,	बूंदी, श्रीगंगानगर, चित्तौड़गढ़
सर्वप्रमुख विनाशकारी रोग / कीट	गुलाबी कीड़ा (Pink Bollworm), सफेद मक्खी	रेड रॉट (Red Rot कवक रोग), पायरीला
मुख्य आनुवंशिक हाइब्रिड कूट	RS-875, RS-2013, नरमा, बोलगार्ड-II	Co-419, Co-841, Co-1148, राज-82
संबद्ध प्राथमिक विनिर्माण उद्योग	सूती वस्त्र उद्योग, स्पिनिंग मिलें, जीनिंग इकाइयाँ	चीनी मिलें, अल्कोहल डिस्टिलरी, एथानॉल संयंत्र

10. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **वर्टिसॉल्स (Vertisols):** मॉंटमोरिलोनाइट क्ले खनिज की प्रचुरता वाली गहरी काली मिट्टी, जो अपनी उच्च नमी धारण क्षमता और स्व-जुताई के गुण के लिए जानी जाती है।
- **गुलाबी कीड़ा (Pink Bollworm):** कपास के डोडों के आंतरिक रेशों को नष्ट करने वाला एक अत्यधिक हानिकारक और प्रतिरोधी कीट।
- **रेड रॉट (Red Rot):** गन्ने के तने के आंतरिक ऊतकों को लाल रंग में बदलकर सुक्रोज रस को नष्ट करने वाला विनाशकारी कवक रोग।
- **खोई (Bagasse):** गन्ने का रस निकालने के बाद बचा हुआ रेशा, जो कागज निर्माण और बायोमास ऊर्जा का मुख्य विधिक स्रोत है।
- **शीरा (Molasses):** चीनी विनिर्माण प्रक्रम का वह गाढ़ा उप-उत्पाद जो अल्कोहल और एथानॉल के निर्माण के लिए प्राथमिक कच्चा माल है।
- **नरमा (Narma):** उत्तर-पश्चिमी सिंचित बेल्ट में उगाई जाने वाली लंबे और महीन रेशे की अमेरिकन कपास किस्म।

11. व्यावसायिक कृषि पारिस्थितिकी के समक्ष भावी रणनीतिक नियोजन

राजस्थान की इन दोनों महत्वपूर्ण व्यावसायिक फसलों की निरंतरता और औद्योगिक कड़ियों को सुरक्षित रखने के लिए आधुनिक कृषि भूगोल निम्नलिखित वैज्ञानिक और प्रशासनिक अनुकूलन रणनीतियों के अनुप्रयोग पर बल देता है:

A. एकीकृत कीट प्रबंधन (Integrated Pest Management - IPM):

- गुलाबी कीड़े और सफेद मक्खी के जैविक शमन के लिए बीटी (Bt) कपास के उन्नत आनुवंशिक संस्तरों का विकास करना तथा फेरोमोन ट्रैप (Pheromone Traps) जैसी स्वदेशी तकनीकों को बढ़ावा देना ताकि रासायनिक कीटनाशकों के अत्यधिक उपयोग से वर्टिसॉल्स मृदा को प्रदूषित होने से बचाया जा सके।

B. माइक्रो-इरिगेशन (बूंद-बूंद सिंचाई) की विधिक अनिवार्यता:

- गन्ने जैसी अत्यधिक जल-प्रधान फसल के कमान क्षेत्रों में पारंपरिक बाढ़-सिंचाई के स्थान पर **बूंद-बूंद (Drip) सिंचाई प्रणाली** को कड़ाई से लागू करना अनिवार्य है। इसका सफल प्रमाण नर्मदा नहर परियोजना के सांचौर अंचल में देखा गया है, जहाँ ड्रिप सिंचाई द्वारा जल की 50% बचत के साथ उत्पादकता में वृद्धि दर्ज की गई है।

C. सुक्रोज सांद्रता हास नियंत्रण:

- गन्ने की कटाई के बाद उसके परिवहन समय (Transit Time) को न्यूनतम करना आवश्यक है, क्योंकि पेराई में होने वाली देरी उच्च तापमान के कारण सुक्रोज के वाष्पीकरण को तीव्र करती है। इसके लिए चीनी मिलों के आस-पास ही 'गन्ना कमान क्लस्टर' का विकास किया जा रहा है।

अध्याय 4: राजस्थान की वृहद सिंचाई परियोजनाएं - इन्दिरा गांधी नहर परियोजना (IGNP)

इन्दिरा गांधी नहर परियोजना (IGNP) थार मरुस्थल की शुष्क पारि-पारिस्थितिकी, जल सुरक्षा और प्रादेशिक भूगोल को स्थायित्व प्रदान करने वाली भारत की विशालतम विधिक सिंचाई प्रणाली है। इसे पश्चिमी राजस्थान की 'मरुगंगा' अथवा 'जीवन रेखा' की संज्ञा दी गई है। यह परियोजना केवल जल संभरण की एक वाहिका नहीं है, अपितु यह मानव-इंजीनियरिंग का ऐसा गतिक प्रतिकार है जिसने थार मरुस्थल के सस्य प्रतिकार, जनसांख्यिकीय घनत्व और पारि-अनुकूलन को समूल परिवर्तित कर दिया है।

1. भू-वैज्ञानिक पृष्ठभूमि, विज्ञान एवं ऐतिहासिक विकासक्रम

थार मरुस्थल के भू-वैज्ञानिक विन्यास में प्रागैतिहासिक होलोसीन युग से पूर्व सरस्वती और दृशद्वती जैसी बारहमासी प्रणालियों का अपवाह मार्ग विद्यमान था, जो विवर्तनिक उत्थान (Tectonic Upliftment) और जलवायवीय शुष्कता के कारण क्रमिक रूप से विलीन हो गया। आधुनिक काल में इस जलीय शून्यता को भरने हेतु रणनीतिक विज्ञान प्रस्तुत किया गया।

- **परियोजना के मूल जनक:** वर्ष 1948 में बीकानेर रियासत के तत्कालीन विख्यात मुख्य सिंचाई इंजीनियर **कंवर सैन** ने 'बीकानेर राज्य में पानी की आवश्यकता' (Water Requirement for Bikaner State) नामक एक ऐतिहासिक प्रामाणिक रिपोर्ट प्रस्तुत की, जो इस नहर का विधिक वैधानिक आधार बनी।
- **उद्गम स्थल एवं हेडवर्क्स:** यह परियोजना पंजाब में सतलुज और ब्यास नदियों के पवित्र विधिक संगम पर निर्मित **हरीके बैराज** (Harike Barrage) से निकाली गई है।
- **शिलान्यास एवं नामकरण गतिकी:** इस वृहद नहर का विधिक शिलान्यास 31 मार्च 1958 को तत्कालीन केंद्रीय गृहमंत्री गोविंद वल्लभ पंत द्वारा किया गया था। 11 अक्टूबर 1961 को तत्कालीन उपराष्ट्रपति डॉ. सर्वपल्ली राधाकृष्णन ने इसकी नौरंगदेसर उप-शाखा में जल प्रवाहित कर प्रथम कमान क्षेत्र का उद्घाटन किया। प्रारंभ में इसका नाम 'राजस्थान नहर' (Rajasthan Canal) था, जिसे **2 नवंबर 1984** को प्रशासनिक नीति के तहत विधिक रूप से बदलकर 'इन्दिरा गांधी नहर परियोजना' (IGNP) कर दिया गया।

2. नहर का संरचनात्मक विन्यास एवं तकनीकी मापदंड

इस संपूर्ण नहरी अवसंरचना को यांत्रिक स्थायित्व और हाइड्रोलॉजिकल मापदंडों के आधार पर दो मुख्य चरणों में विभाजित करके निर्मित किया गया है:

2.1 राजस्थान फीडर (Feeder Canal):

- **भौगोलिक मार्ग एवं लंबाई:** हरीके बैराज (पंजाब) से प्रारंभ होकर राजस्थान के हनुमानगढ़ जिले के मसीतावाली हेड तक इसकी कुल लंबाई **204 किलोमीटर** है। इसका 170 किलोमीटर हिस्सा पंजाब तथा हरियाणा के अंतर्गत आता है और शेष 34 किलोमीटर विधिक विस्तार राजस्थान में स्थित है।
- **तकनीकी विनिर्देश:** फीडर नहर का प्राथमिक भू-आकृतिक उद्देश्य रास्ते में पानी का कोई दोहन (सिंचाई अथवा पेयजल) न होने देकर जल के वेग को बिना किसी हास के सीधे मुख्य भूमि तक स्थानांतरित करना है। अतः यह पूर्णतः पक्की और अभेद्य कंक्रीट लाइनिंग से निर्मित है।

2.2 मुख्य नहर (Main Canal):

- **प्रथम चरण:** मसीतावाली हेड (हनुमानगढ़) से दांतौर (पुगल, बीकानेर) तक 189 किलोमीटर की लंबाई में मुख्य नहर और 3,454 किलोमीटर लंबा वितरण संजाल प्रथम चरण में पूर्ण किया गया।
- **द्वितीय चरण:** दांतौर से सुदूर पश्चिमी छोर **मोहनगढ़ (जैसलमेर)** तक 256 किलोमीटर की मुख्य नहर और 5,606 किलोमीटर लंबी वितरिकाओं का निर्माण द्वितीय चरण के अंतर्गत संपन्न हुआ। वर्तमान में बाबा रामदेव उप-शाखा के माध्यम से इसे बाड़मेर के **गडरा रोड (जीरो पॉइंट)** तक विस्तारित किया जा चुका है। मुख्य नहर की कुल विधिक लंबाई **445 किलोमीटर** है।

3. लिफ्ट नहरें (Lift Canals) एवं शाखाओं का प्रादेशिक संजाल

थार मरुस्थल का प्राकृतिक भू-आकृतिक ढाल उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम और पूर्व से पश्चिम की ओर है। मुख्य नहर के पश्चिम में ढाल अनुकूल होने के कारण सामान्य 'शाखाएँ' (Flow Channels) स्वतः गतिक प्रवाह से कार्य करती हैं, जिनकी संख्या 9 है (जैसे- रावतसर, सूरतगढ़, अनूपगढ़, पुगल, चारणवाला, दांतौर, शहीद बीरबल, सागरमल गोपा)।

इसके विपरीत, मुख्य नहर के पूर्व में स्थित उच्च भूमि (अरावली कगारों की ओर) पानी पहुँचाने के लिए गुरुत्वाकर्षण के विपरीत यांत्रिक रूप से जल को ऊपर उठाने की तकनीक अपनाई गई, जिन्हें 'लिफ्ट नहरें' कहा जाता है।

3.1 प्रमुख सात विधिक लिफ्ट नहरें एवं उनके परिवर्तित नाम:

क्रमांक	लिफ्ट नहर का पुराना नाम	परिवर्तित नया वैधानिक नाम	प्राथमिक लाभार्थी जिले (कमान क्षेत्र)
1	नोहर-साहवा लिफ्ट नहर	चौधरी कुंभाराम आर्य लिफ्ट नहर	हनुमानगढ़, चुरू, झुंझनू, सीकर।
2	लूणकरणसर लिफ्ट नहर	कंवरसैन लिफ्ट नहर (विशालतम/प्रथम)	बीकानेर, श्रीगंगानगर (बीकानेर की जीवन रेखा)।
3	गजनेर लिफ्ट नहर	पन्नलाल बारूपाल लिफ्ट नहर	बीकानेर, नागौर।
4	बांगड़सर लिफ्ट नहर	वीर तेजाजी लिफ्ट नहर (लघुतम)	केवल बीकानेर आंतरिक भाग।
5	कोलायत लिफ्ट नहर	डॉ. करणी सिंह लिफ्ट नहर	बीकानेर, जोधपुर।

6	फलोदी लिफ्ट नहर	गुरु जम्भेश्वर लिफ्ट नहर	जैसलमेर, बीकानेर, जोधपुर, फलोदी।
7	पोकरण लिफ्ट नहर	जयनारायण व्यास लिफ्ट नहर	जैसलमेर, जोधपुर।

4. कमान क्षेत्र विकास (Command Area Development - CAD) एवं सस्य प्रतिरूप

कमान क्षेत्र विकास कार्यक्रम के अंतर्गत नहरी जल के कुशलतम वितरण और कृषि पारिस्थितिकी के स्थायित्व के लिए व्यापक प्रादेशिक नीतियाँ क्रियान्वित की गई हैं:

- **सस्य प्रतिरूप (Cropping Pattern) में क्रांतिकारी बदलाव:** पारंपरिक रूप से थार मरुस्थल का जो शुष्क भाग केवल एक-फसली बारानी खरीफ कृषि (बाजरा, मोठ, ग्वार) पर निर्भर था, वहाँ अब रबी अंचल में **गेहूँ, तोरिया/सरसों, जौ, और चना** तथा खरीफ में लंबे रेशे वाली **अमेरिकन कपास (नरमा)** का प्रचुर व्यावसायिक उत्पादन किया जा रहा है। श्रीगंगानगर और हनुमानगढ़ की सस्य सघनता इसी नहरी कमान क्षेत्र की देन है।
- **वारबंदी प्रणाली (Warabandi System):** प्रत्येक कृषक को आनुपातिक रूप से निश्चित समय अवधि के लिए जल का विधिक आवंटन सुनिश्चित करने वाली 'बारी-बारी जल वितरण व्यवस्था' लागू की गई है, जिससे जल का अपव्यय न्यूनतम होता है।

5. सेम (SEM) की समस्या: कमान क्षेत्र की गंभीर पारि-आकृतिक विभीषिका

आईजीएनपी के कमान क्षेत्र में अनियोजित जल उपयोग और दोषपूर्ण कृषि पद्धतियों के कारण एक अत्यंत उग्र भू-आकृतिक और हाइड्रो-रासायनिक संकट उत्पन्न हुआ है, जिसे आंचलिक भाषा में **'सेम की समस्या'** (Waterlogging) कहा जाता है।

5.1 उत्पत्ति की भू-वैज्ञानिक प्रक्रिया:

- **भू-गर्भिक अभेद्य परत (Hardpan):** थार मरुस्थल के इस विशिष्ट कमान क्षेत्र के धरातल के नीचे कुछ गहराई पर **चूने (calcium carbonate)** अथवा **जिप्सम की एक सघन अभेद्य परत** पाई जाती है।
- **जल सारणी (Water Table) का ऊपर उठना:** जब इन क्षेत्रों में अनियंत्रित बाढ़-सिंचाई (Flood Irrigation) की जाती है या नहरों के कच्चे किनारों से जल का निरंतर अंतःस्रवण (Seepage) होता है, तो वह जल नीचे नहीं जा पाता। अभेद्य परत के कारण पानी धरातल के भीतरी छिद्रों में संचित होने लगता है और जल सारणी तेजी से ऊपर की ओर बढ़ती है।
- **केशिकात्व क्रिया (Capillary Action) एवं लवणीकरण:** जब भू-जल स्तर धरातल के बिल्कुल निकट पहुँच जाता है, तो तीव्र मरुस्थलीय वाष्पीकरण के कारण नीचे की अवसादी चट्टानों के लवणीय तत्व (सोडियम सल्फेट व क्लोराइड) पानी के साथ घुलकर केशिकात्व क्रिया द्वारा धरातल पर आ जाते हैं। पानी भाप बनकर उड़ जाता है और संपूर्ण उपजाऊ भूमि सफेद लवण की परत (रेह या ऊसर) से ढककर दलदल में बदल जाती है।

5.2 सर्वाधिक प्रभावित हॉटस्पॉट:

- हनुमानगढ़ जिले का **बड़ोपल गाँव**, पीलीबंगा, जाखड़ावाली, श्रीगंगानगर का सूरतगढ़ कमान क्षेत्र और बीकानेर के निचले गर्त। बड़ोपल गाँव इस पारिस्थितिक विलोपन के कारण पूरी तरह अनुपजाऊ लवणीय दलदल में तब्दील हो चुका है।

6. सेम शमन की आधुनिक वैज्ञानिक एवं जैविक रणनीतियाँ

प्रशासनिक और तकनीकी स्तर पर इस भूमि अवक्रमण को नियंत्रित करने के लिए निम्नलिखित रक्षात्मक समाधानों का अनुप्रयोग विधिक रूप से किया जा रहा है:

- **बायो-ड्रेनेज प्रणाली (Biological Drainage):** नहरों और सिंचित खेतों के किनारों पर उच्च वाष्पोत्सर्जन क्षमता (High Transpiration Rate) वाले **यूकेलिप्टस (सफेदा)** के वृक्षों का सघन रोपण करना। यह वृक्ष अपनी गहरी जड़ों से अतिरिक्त जल को सोखकर वायुमंडल में वाष्पीकृत कर देता है, जिससे भू-जल स्तर स्वतः नीचे गिर जाता है।
- **उप-सतही जल निकास परियोजना (Sub-surface Drainage):** नीदरलैंड (हॉलैंड) के तकनीकी सहयोग से 'इंडो-डच जल निकास परियोजना' के तहत सेम प्रभावित क्षेत्रों में धरातल के नीचे छिद्रित प्लास्टिक पाइपलाइनें बिछाई गई हैं, जो संचित लवणीय जल को कमान क्षेत्र से बाहर निकालती हैं।
- **जिप्सम का रासायनिक अनुप्रयोग:** क्षारीय और लवणीय ऊसर मृदा की संरचना को पुनर्जीवित करने के लिए खेतों में जिप्सम का सघन छिड़काव किया जाता है, जो सोडियम आयनों को प्रतिस्थापित कर मृदा की छिद्रिलता को बहाल करता है।

7. तुलनात्मक सांख्यिकीय तालिका: आईजीएनपी के दोनों चरणों का संरचनात्मक विन्यास

अवसंरचनात्मक संकेतक	प्रथम चरण (Phase I)	द्वितीय चरण (Phase II)
मुख्य प्रवाह मार्ग विस्तार	मसीतावाली हेड (हनुमानगढ़) से दांतौर (बीकानेर)	दांतौर (बीकानेर) से मोहनगढ़ (जैसलमेर) तक
मुख्य नहर की शुद्ध लंबाई	189 किलोमीटर	256 किलोमीटर
वितरण प्रणालियों की लंबाई	लगभग 3,454 किलोमीटर	लगभग 5,606 किलोमीटर
प्रतिनिधि वैज्ञानिक मृदा	अल्फ़िसॉल्स एवं हल्की एरिडिसॉल्स दोमट	पूर्णतः एंटीसॉल्स (मोठे कणों की रेतीली बलुई)
प्राथमिक सस्य (फसल) प्रतिरूप	अमेरिकन कपास (नरमा), गेहूँ, सरसों, जौ	ग्वार, बाजरा, बारानी दलहन, आंशिक सरसों
सिंचाई की मुख्य पद्धति	पारंपरिक प्रवाह सिंचाई (Flow Irrigation)	फव्वारा एवं बूंद-बूंद सिंचाई (अनिवार्य कूट)

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **मसीतावाली हेड:** हनुमानगढ़ जिले में स्थित वह विख्यात भौगोलिक बिंदु जहाँ 204 किमी लंबी राजस्थान फीडर नहर समाप्त होती है और 445 किमी लंबी मुख्य नहर विधिक रूप से प्रारंभ होती है।

- **वारबंदी (Warabandi):** कमान क्षेत्र में जल के न्यायसंगत वितरण के लिए प्रत्येक किसान को आनुपातिक रूप से निश्चित घंटों के लिए पानी का विधिक अधिकार सौंपने वाली घूर्णी समय-सारणी।
- **हार्डपैन (Hardpan):** मरुस्थलीय मृदा संस्तर के नीचे जमा कैल्शियम कार्बोनेट या जिप्सम की वह सघन अभेद्य परत जो जल के ऊर्ध्वाधर परिसंचरण (Percolation) को पूरी तरह रोक देती है।
- **पार्लर पानी:** नहरी कमान क्षेत्र के बाहर टाँकों में संचित होने वाला शुद्धतम वर्षा जल, जो नहरी गाद से मुक्त होता है।
- **कमान क्षेत्र विकास (CAD):** सिंचाई क्षमता के कुशलतम उपयोग के लिए खेतों का समतलीकरण, वितरिकाओं का पक्कीकरण और ड्रेनेज प्रणालियों का एकीकृत प्रशासनिक नियोजन।

9. आईजीएनपी का आर्थिक, जनसांख्यिकीय एवं पर्यावरणीय प्रभाव प्रतिरूप

तालिका: नहरी अवसंरचना के बहुआयामी प्रभाव संकेतक

प्रभाव क्षेत्र	सकारात्मक प्रतिरूप (Socio-Economic Gains)	नकारात्मक विसंगतियां (Ecological Costs)
आर्थिक व कृषि भूगोल	मरुस्थल में सघन खाद्यान्न क्रांति, कृषि-आधारित उद्योगों (तेल मिलों, सूती वस्त्र इकाइयों) का तीव्र विकास।	अनियंत्रित बाढ़-सिंचाई से मृदा का लवणीकरण, जल स्रोतों के कैचमेंट क्षेत्रों का विरूपण।
जनसांख्यिकीय विन्यास	शुष्क मरुस्थलीय जिलों में जनसांख्यिकीय घनत्व में उल्लेखनीय वृद्धि, स्थायी बस्तियों और मंडियों का विकास।	कमान क्षेत्रों में जल-जनित बीमारियों (जैसे मलेरिया, फ्लोराइड गतिकी) के नए पारिस्थितिक हॉटस्पॉट्स का उभरना।
पर्यावरणीय पारि-तंत्र	वनीकरण अभियानों द्वारा थार के बड़े हिस्से का हरीतिमा में बदलना, स्थानीय तापीय लहरों (लू) की उग्रता में कमी।	विदेशी आक्रामक प्रजातियों (विलायती बबूल) का तीव्र फैलाव, स्थानीय शुष्क वनस्पतियों (खेजड़ी, रोहिड़ा) का विस्थापन।

10. भावी रणनीतिक नियोजन एवं आधुनिक कमान नीति

जलवायु परिवर्तन और जल की बढ़ती कमी के इस आधुनिक दौर में इन्दिरा गांधी नहर परियोजना के कमान क्षेत्रों को दीर्घकालिक स्थिरता (Sustainability) प्रदान करने के लिए राज्य सरकार द्वारा आधुनिक जल नीतियों को कड़ाई से लागू किया जा रहा है:

- **फव्वारा सिंचाई की वैधानिक अनिवार्यता:** परियोजना के द्वितीय चरण के अंतर्गत आने वाले नए कमान क्षेत्रों (विशेषकर जैसलमेर और बाड़मेर संभागों की उप-शाखाओं) में **फव्वारा (Sprinkler) और बूंद-बूंद सिंचाई पद्धतियों को विधिक रूप से अनिवार्य** कर दिया गया है। पारंपरिक बाढ़-सिंचाई को कानूनन हतोत्साहित किया जा रहा है ताकि सेम की समस्या को प्रारंभ में ही रोका जा सके।

- **डिजिटल कमान क्षेत्र निगरानी:** उपग्रह चित्रों और रिमोट सेंसिंग तकनीकों (जैसे- भुवन पोर्टल) के माध्यम से नहरों के किनारों से होने वाले सूक्ष्म जल रिसाव और सेम प्रभावित क्षेत्रों की रियल-टाइम मैपिंग की जा रही है, जिससे 'क्रिक रिस्पांस शमन' सुगम हुआ है।

अध्याय 5: मध्य एवं लघु सिंचाई परियोजनाएं

राजस्थान के भौतिक और आर्थिक भूगोल में जल संसाधनों की सीमित उपलब्धता के कारण मध्य एवं लघु सिंचाई परियोजनाएं प्रादेशिक विकास का मुख्य आधार हैं। राज्य का एक बड़ा हिस्सा शुष्क और अर्द्ध-शुष्क जलवायु के अंतर्गत आता है, जहाँ सतही जल का आनुपातिक वितरण अत्यधिक असमान है। इस विसंगति को दूर करने के लिए विभिन्न नदी घाटियों और स्थानीय अपवाह प्रणालियों पर बांध, एनिकट और नहरों का संजाल निर्मित किया गया है।

1. चम्बल नदी घाटी बहुउद्देशीय परियोजना

चम्बल नदी घाटी परियोजना मध्य प्रदेश और राजस्थान की 50:50 के निश्चित बजटीय आनुपातिक साझाकरण पर आधारित एक अत्यंत रणनीतिक संयुक्त बहुउद्देशीय परियोजना है। इसका विधिक क्रियान्वयन वर्ष 1953-54 में प्रारंभ हुआ था। इस परियोजना के तहत चम्बल नदी के संकीर्ण गॉर्ज (महाखड्ड) का उपयोग करके तीन चरणों में चार विशाल बांधों की एक श्रृंखला (Cascade System) निर्मित की गई है।

1.1 गांधी सागर बांध:

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह बांध मध्य प्रदेश के मंदसौर जिले की भानपुरा तहसील के निकट स्थित है।
- **तकनीकी विनिर्देश:** यह चम्बल परियोजना के प्रथम चरण में निर्मित विशालतम बांध है, जो मुख्य जलग्रहण जलाशय का कार्य करता है। इसकी कुल विद्युत उत्पादन क्षमता 115 मेगावाट (23 मेगावाट की 5 इकाइयाँ) है।

1.2 राणा प्रताप सागर बांध:

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह राजस्थान के चित्तौड़गढ़ जिले के रावतभाटा नामक स्थान पर अवस्थित है।
- **तकनीकी विनिर्देश:** परियोजना के द्वितीय चरण में निर्मित यह बांध **भराव क्षमता (Water Storage Capacity) के दृष्टिकोण से राजस्थान का विशालतम बांध है।** इसकी विद्युत क्षमता 172 मेगावाट (43 मेगावाट की 4 इकाइयाँ) है। इसके पृष्ठ-जल से रावतभाटा परमाणु बिजलीघर (RAPP) को विधिक रूप से शीतलक जल की निरंतर आपूर्ति की जाती है।

1.3 जवाहर सागर बांध:

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह कोटा और बूंदी जिलों की विधिक सीमा पर बोराबास के निकट स्थित है।
- **तकनीकी विनिर्देश:** तृतीय चरण में निर्मित यह एक मुख्य **पिकअप बांध (Pick-up Dam)** है, जिसका प्राथमिक कार्य जल के प्रवाह वेग को नियंत्रित करना और विद्युत उत्पादन (99 मेगावाट) के बाद जल को आगे विसर्जित करना है।

1.4 कोटा बैराज:

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह कोटा शहर के ठीक समीप अवस्थित है।
- **विधिक विशिष्टता:** चम्बल परियोजना के प्रथम चरण में निर्मित इस बांध से **किसी भी प्रकार का जल-विद्युत उत्पादन नहीं होता है।** इसका उपयोग केवल सिंचाई हेतु कोटा की दाईं और बाईं मुख्य नहरों के संचालन के लिए किया जाता है। इसकी दाईं मुख्य नहर राजस्थान (कोटा, बारां) और मध्य प्रदेश को सींचती है, जबकि बाईं मुख्य नहर बूंदी जिले के कृषि भूगोल का मुख्य आधार है।

2. माही बजाज सागर परियोजना

यह सुदूर दक्षिणी राजस्थान के जनजातीय अंचल की आर्थिक और सामाजिक रीढ़ है। यह परियोजना राजस्थान (45%) और गुजरात (55%) का एक विधिक संयुक्त उपक्रम है, जिसका प्रारंभ वर्ष 1971-72 में हुआ था।

2.1 मुख्य बांध अवसंरचना:

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह बांसवाड़ा जिले की आनंदपुरी तहसील के निकट **बोरखेड़ा** नामक स्थान पर माही नदी पर निर्मित है।
- **सांख्यिकीय विशिष्टता:** यह बांध **3109 मीटर की लंबाई के साथ राजस्थान का सबसे लंबा बांध** है। इसके कमान क्षेत्र के विकास के लिए इसके नीचे 'कागदी पिकअप बांध' का विन्यास किया गया है।

2.2 विद्युत एवं सिंचाई आवंटन प्रतिरूप:

- **विधिक विशिष्टता:** इस बहुउद्देशीय परियोजना के तहत स्थापित जल-विद्युत संयंत्रों से उत्पादित शत-प्रतिशत बिजली (**140 मेगावाट**) विधिक रूप से केवल राजस्थान के आदिवासी कमान क्षेत्र को ही आवंटित की जाती है, जबकि गुजरात को मुख्य रूप से सिंचाई हेतु जल (कडाणा बांध के माध्यम से) प्राप्त होता है।
- **मुख्य नहरें:** कागदी पिकअप से दो मुख्य नहरें निकाली गई हैं—**आनंदपुरी भू-भाग नहर** और **भिखाभाई सागवाड़ा नहर**। यह नहरें डूंगरपुर और बांसवाड़ा के उबड़-खाबड़ 'वागड प्रदेश' के कृषि पारिस्थितिकी तंत्र को स्थायी जल संभरण प्रदान करती हैं।

3. बीसलपुर बांध परियोजना

बीसलपुर परियोजना आधुनिक जल प्रबंधन और अंतर-प्रादेशिक जल स्थानांतरण का राजस्थान का सबसे उत्कृष्ट विधिक उदाहरण है।

3.1 भू-आकृतिक अवस्थिति:

- **सटीक स्थान:** टोंक जिले की देवली तहसील के निकट **राजमहल** नामक स्थान पर, जहाँ बनास नदी अरावली की पहाड़ियों को काटकर एक संकीर्ण चट्टानी गॉर्ज का निर्माण करती है। इस कंक्रीट ग्रेविटी बांध का निर्माण वर्ष 1999 में पूर्ण हुआ था।

3.2 सामरिक पेयजल एवं सिंचाई कड़ियाँ:

- **पेयजल की रीढ़:** यह राजस्थान की सबसे बड़ी पेयजल परियोजना (**Drinking Water Project**) है। इसके माध्यम से जयपुर शहर, अजमेर, ब्यावर, किशनगढ़, टोंक और दूदू जिलों की विशाल जनसांख्यिकी को विधिक रूप से स्वच्छ पेयजल की निरंतर आपूर्ति की जाती है।
- **कृषि सिंचाई विन्यास:** इस बांध से दो मुख्य नहरें निकाली गई हैं जो टोंक जिले के अर्द्ध-शुष्क कमान क्षेत्र के लगभग 81 हजार हेक्टेयर कृषि भू-भाग को रबी फसलों (विशेषकर गेहूँ और सरसों) के लिए स्थिर सिंचाई जल प्रदान करती हैं।

4. नर्मदा नहर परियोजना: आधुनिक माइक्रो-इरिगेशन का वैधानिक प्रतिरूप

यह परियोजना राजस्थान के सुदूर दक्षिणी-पश्चिमी शुष्क अंचल के कृषि भूगोल के लिए एक मील का पत्थर साबित हुई है। इसके माध्यम से गुजरात के सरदार सरोवर बांध से जल प्राप्त होता है।

4.1 प्रादेशिक प्रवेश एवं विस्तार:

- यह नहर सांचौर (पूर्व में जालोर) जिले के **सीलू गाँव** के निकट राजस्थान की विधिक सीमा में प्रवेश करती है। इसकी कुल लंबाई राजस्थान में 74 किलोमीटर है, जो सांचौर, जालोर और बाड़मेर के अत्यधिक शुष्क ब्लॉकों को सींचती है।

4.2 ड्रिप सिंचाई की विधिक अनिवार्यता (Mandatory Drip Policy):

- **वैधानिक विशिष्टता:** यह संपूर्ण भारत की एकमात्र ऐसी सिंचाई परियोजना है जिसमें कमान क्षेत्र के शत-प्रतिशत भागों पर केवल **बूंद-बूंद (Drip)** और **फव्वारा (Sprinkler)** सिंचाई पद्धति से ही खेती करने को विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है। * **पारिस्थितिक लाभ:** पारंपरिक बाढ़-सिंचाई (Flood Irrigation) यहाँ कानूनन पूरी तरह वर्जित है। इस नीतिगत निर्णय के कारण अत्यधिक शुष्क एरिडिसॉल्स (Aridisols) और एंटीसॉल्स मृदा को लवणीय दलदल (सेम की समस्या) में बदलने से पूरी तरह बचाया जा सका है, तथा सीमित जल से तीन गुना अधिक क्षेत्र पर **जीरा, ईसबगोल, अनार और अरंडी** की मूल्यवान व्यावसायिक फसलें उत्पादित की जा रही हैं।

5. मध्यम एवं लघु सिंचाई परियोजनाओं का जिलावार प्रादेशिक वितरण

RPSC स्तर की परीक्षाओं के दृष्टिकोण से विभिन्न अंचलों में स्थित विशिष्ट स्थानीय मध्यम और लघु परियोजनाओं का जिलावार प्रशासनिक सीमांकन अत्यधिक महत्वपूर्ण है। निम्नलिखित विवरण आधिकारिक उत्तर-कुंजी के लिए रक्षात्मक आधार प्रस्तुत करता है:

5.1 झालावाड़ अंचल (हाड़ौती लावा पठार):

- **गागरीन परियोजना:** आहू नदी के प्रवाह पर स्थित मध्यम सिंचाई परियोजना जो संतरा (ऑर्किड) उद्यानों के लिए विख्यात है।
- **चोली एवं चापी परियोजना:** मालवा पठार के सीमांतों पर स्थित लघु बांध संरचनाएं जो वर्टिसॉल्स मृदा को स्थायित्व देती हैं।
- **भीमसागर एवं राजगढ़ परियोजना:** उजाड़ नदी के अपवाह बेसिन में निर्मित, जो रबी सोयाबीन और धान की कृषि का मुख्य आधार हैं।

5.2 बारां एवं कोटा अंचल:

- **परवन लिफ्ट परियोजना (बारां):** परवन नदी के जल को लिफ्ट प्रणाली द्वारा उठाकर बारां के शुष्क ब्लॉकों में कृषि सिंचाई सुनिश्चित करना।
- **विलास एवं बेथली परियोजना (बारां):** स्थानीय नदीय नालों पर निर्मित लघु सिंचाई कड़ियाँ।
- **सावन-भादो एवं कलीसिनध परियोजना (कोटा):** कोटा संभाग के कमान क्षेत्रों में सस्य सघनता बढ़ाने वाली मध्यम प्रणालियाँ।
- **आलमिया एवं गोपालपुरा परियोजना (कोटा):** चम्बल की लघु सहायक सरिताओं पर अवस्थित।

5.3 बूंदी अंचल:

- **गरड़दा परियोजना:** बूंदी की मांगली व डूंगरी नदियों के संगम पर स्थित बेहद विख्यात मध्यम परियोजना, जो अपने विवर्तनिक रॉक पेंटिंग्स के लिए भी जानी जाती है।
- **चाकन एवं गुढ़ा परियोजना:** बूंदी के उत्तरी पर्वतीय छोर पर कछारी मैदानों को सींचने वाली लघु प्रणालियाँ।

5.4 उदयपुर, डूंगरपुर एवं बांसवाड़ा अंचल (दक्षिणी पर्वतीय):

- **सोम कमला अम्बा (डूंगरपुर):** सोम नदी के अपवाह पर स्थित डूंगरपुर जिले की सबसे बड़ी मध्यम सिंचाई परियोजना, जो वागड़ अंचल में रबी गेहूँ की खेती का मुख्य आधार है।
- **सोम कागदर (उदयपुर):** सोम नदी के ऊपरी कमान क्षेत्र में निर्मित लघु पर्वतीय बांध।
- **फुलवारी की नाल व मानसी वाकल (उदयपुर):** पर्वतीय अंचल में जल डाइवर्जन सुरंगों पर आधारित प्रणालियाँ।

5.5 प्रतापगढ़ एवं चित्तौड़गढ़ अंचल:

- **जाखम परियोजना (प्रतापगढ़):** अनूपपुरा गाँव में जाखम नदी (सीतामाता अभ अभ्यारण्य अंचल) पर निर्मित 81 मीटर ऊँचा बांध, जो राजस्थान का सबसे ऊँचा बांध है। यह आदिवासी क्षेत्रों में मक्का व खरीफ दलहन कृषि को विधिक सुरक्षा देता है।
- **ओराई एवं वागन परियोजना (चित्तौड़गढ़):** बनास बेसिन की सहायक सरिताओं पर निर्मित लघु अवसंरचनाएं।
- **गम्भीरी बांध (चित्तौड़गढ़):** मालवा से आने वाली गम्भीरी नदी पर अवस्थित प्राचीन मध्यम सिंचाई कड़ी।

5.6 भीलवाड़ा एवं शाहपुरा अंचल:

- **मेजा बांध (भीलवाड़ा):** कोठारी नदी पर निर्मित ऐतिहासिक बांध, जिसके कमान क्षेत्र को हरित पट्टी के रूप में विकसित किए जाने के कारण स्थानीय स्तर पर 'ग्रीन माउंट' कहा जाता है।
- **अडवान एवं जेतपुरा बांध:** शाहपुरा और भीलवाड़ा के समतल पेनीप्लेन मैदानों को सींचने वाली लघु कड़ियाँ।

5.7 करौली, सवाई माधोपुर एवं दौसा अंचल:

- **पांचना बांध (करौली):** भद्रावती, बरखेडा, अटों, माची और वैशावर नामक पांच नदियों के संगम पर स्थित मिट्टी से निर्मित राजस्थान का विशालतम बांध (Earthen Dam) है। यह सवाई माधोपुर और भरतपुर के बाढ़ प्रभावित मैदानों को जल सुरक्षा देता है।
- **मोरेल बांध (सवाई माधोपुर/दौसा):** मोरेल नदी पर मिट्टी का बांध जो रबी सरसों की कृषि का आधार है।
- **कालीतीर लिफ्ट परियोजना (धौलपुर):** चम्बल के अतिरिक्त मानसूनी जल को लिफ्ट कर धौलपुर के डांग अंचल तक पहुँचाने की आधुनिक विधिक नीति।

5.8 पाली, जालोर व सिरोही अंचल (पश्चिमी ढाल):

- **जवाई बांध (पाली):** सुमेरपुर के निकट स्थित 'मारवाड़ का अमृत सरोवर'। यह पश्चिमी राजस्थान का सबसे बड़ा रबी सिंचाई और पेयजल स्रोत है, जिसमें पानी की आवक बढ़ाने के लिए उदयपुर से **सेई जल सुरंग** का निर्माण किया गया है।
- **बांकली बांध (जालोर):** सुकड़ी नदी के प्रवाह को रोककर निर्मित प्राचीन लघु सिंचाई विन्यास।
- **सुकली सेलवाड़ा परियोजना (सिरोही):** सुकली नदी पर निर्मित पश्चिमी बनावस बेसिन की प्रमुख लघु कड़ि।

6. समेकित प्रादेशिक तुलनात्मक तालिका: प्रमुख सिंचाई परियोजनाएं

परियोजना का प्रामाणिक नाम	विधिक श्रेणी	प्राथमिक नदी / जल स्रोत	मुख्य लाभार्थी प्रशासनिक जिले	विशिष्ट तकनीकी / वैधानिक लक्षण
कोटा बैराज	वृहद/बहुउद्देशीय	चम्बल नदी मुख्य धारा	कोटा, बूंदी, बारां, मध्य प्रदेश	शून्य विद्युत उत्पादन; केवल नहरी प्रवाह सिंचाई हेतु अभिकल्पित।
माही बजाज सागर	वृहद/बहुउद्देशीय	माही नदी बेसिन	बांसवाड़ा, डूंगरपुर, गुजरात	3109 मीटर लंबा बांध (राज्य में सर्वोच्च); शत-प्रतिशत बिजली राजस्थान को।
बीसलपुर बांध	वृहद पेयजल/सिंचाई	बनावस नदी गॉर्ज	जयपुर, अजमेर, टोंक, ब्यावर, दूदू	राज्य की विशालतम पेयजल परियोजना; बनावस बेसिन की मुख्य अवसंरचना।
नर्मदा नहर	वृहद आधुनिक	सरदार सरोवर बांध (नर्मदा)	सांचौर, जालोर, बाड़मेर	शत-प्रतिशत ड्रिप व स्प्रिंकलर सिंचाई की विधिक अनिवार्यता।

जाखम बांध	मध्यम आदिवासी	जाखम नदी (माही सहायक)	प्रतापगढ़, उदयपुर सीमांत	81 मीटर ऊँचाई (राजस्थान का सबसे ऊँचा बांध); जनजातीय उपयोजना।
पांचना बांध	मध्यम अवसादी	पांच नदियों का विन्यास	करौली, सवाई माधोपुर, भरतपुर	पूर्णतः मिट्टी से निर्मित राज्य का सबसे बड़ा बांध (Earthen Dam)।

7. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **पिकअप बांध (Pick-up Dam):** वह जलाशय जिसका मुख्य उद्देश्य जल के तीव्र वेग को स्थिर करके उसे वितरिकाओं और नहरों में मोड़ना (Divert) होता है, जैसे कागदी पिकअप।
- **ग्रेविटी बांध (Gravity Dam):** वह भारी कंक्रीट या पत्थर की संरचना जो अपने स्वयं के विधिक वजन के बल पर जल के प्रचंड क्षैतिज दबाव (Hydrostatic Pressure) को रोकती है, जैसे बीसलपुर बांध।
- **कमान क्षेत्र (Command Area):** किसी जलाशय या नहर के अंतर्गत आने वाला वह विनिर्दिष्ट आनुपातिक मैदानी भू-भाग जो सिंचाई के लिए विधिक रूप से पूरी तरह उपयुक्त और संचित माना जाता है।
- **माइक्रो-इरिगेशन (Micro-irrigation):** फव्वारा और बूंद-बूंद सिंचाई की वह यांत्रिक विधा जो वाष्पीकरण ह्रास को न्यूनतम कर जल उपयोग दक्षता (Water Use Efficiency) को 90% तक बढ़ा देती है।
- **जल डाइवर्जन सुरंग (Water Diversion Tunnel):** एक नदी बेसिन के अतिरिक्त जलीय आयतन को पहाड़ों को काटकर दूसरे शुष्क बेसिन में स्थानांतरित करने की यांत्रिक प्रणाली (जैसे सेई जल सुरंग)।

8. अपवाह परियोजनाओं का मृदा एवं सस्य भूगोल (Agricultural Linkage)

इस मध्यम और लघु सिंचाई संजाल का स्थानिक वितरण राज्य के कृषि-जलवायु खण्डों (Agro-climatic Zones) के साथ सीधे तौर पर संबद्ध है:

A. हाड़ौती का वर्टिसॉल्स (Vertisols) आंचल:

- झालावाड़ और कोटा की चापी, चोली और गागरीन जैसी मध्यम परियोजनाओं द्वारा यहाँ की गहरी काली मिट्टी को निरंतर नमी प्रदान की जाती है। यह प्रणाली खरीफ में **सोयाबीन** और रबी में **लहसुन**, धनिया और संतरा की व्यावसायिक सस्य सघनता को सर्वोच्च बनाती है।

B. वागड का लाल-लोमी (Inceptisols) पर्वतीय अंचल:

- सोम कमला अम्बा और जाखम परियोजनाओं द्वारा डूंगरपुर और प्रतापगढ़ के विच्छेदित पहाड़ी ढालों को संचित किया जाता है। यह मिट्टी लोहे के अंशों से युक्त होने के कारण खरीफ में **मक्का** और रबी में **गेहूँ व चने** की दोहरी फसल प्रणाली को स्थायित्व देती है।

9. सिंचाई अवसंरचना के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं प्रशासनिक चिंताएं

तीव्र जनसांख्यिकीय दबाव और तकनीकी कमियों के कारण राजस्थान का यह समृद्ध सिंचाई नेटवर्क वर्तमान में कई गंभीर हाइड्रोलॉजिकल संकटों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **जलाशयों में तीव्र गाद जमाव (Siltation):** अरावली और विंध्यन ढालों पर होने वाले अंधाधुंध वनोन्मूलन के कारण मानसून काल में तीव्र मृदा क्षरण होता है। यह मलबे और गाद नदियों द्वारा बहकर सीधे बांधों में जमा हो रहे हैं। इसके कारण **मेजा बांध (भीलवाड़ा)** और **बीसलपुर बांध** की वास्तविक जल भराव क्षमता प्रतिवर्ष निरंतर घट रही है।

2. **कमान क्षेत्र अवक्रमण एवं 'सेम' की समस्या:** चम्बल कमान क्षेत्र (कोटा, बूंदी) में दाईं और बाईं मुख्य नहरों द्वारा की जाने वाली पारंपरिक अनियंत्रित बाढ़-सिंचाई के कारण भू-जल स्तर खतरनाक रूप से ऊपर उठ गया है। इससे उपजाऊ भूमि लवणीय दलदल में बदल रही है, जिसका सुधार जिप्सम के अनुप्रयोग द्वारा किया जा रहा है।
3. **अंतर-राज्यीय विधिक विवाद:** माही और चम्बल परियोजनाओं के कमान क्षेत्रों में मानसून की विफलता के वर्षों में मध्य प्रदेश और गुजरात के साथ जल के विधिक बँटवारे और भराव स्तर को लेकर अक्सर प्रशासनिक गतिरोध उत्पन्न होते हैं, जो स्थानीय कृषि नियोजन को प्रभावित करते हैं।

राजस्थान की मध्य एवं लघु सिंचाई परियोजनाएं राज्य की जल संप्रभुता, खाद्य सुरक्षा और कृषि-पारिस्थितिकी स्थायित्व की वास्तविक धमनियां हैं। इन प्रणालियों का कड़ाई से **वाटर बजटिंग (Water Budgeting)** करना, कमान क्षेत्रों में नर्मदा नहर की तर्ज पर माइक्रो-इरिगेशन (ड्रिप नीति) को विधिक रूप से अनिवार्य करना और जलग्रहण क्षेत्रों (Catchment Areas) का वनीकरण आधारित वैज्ञानिक प्रबंधन करना ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला है।

अध्याय 6: राजस्थान की पारंपरिक जल संरक्षण तकनीकें

थार मरुस्थल की विशिष्ट भू-आकृतिक गतिकी, न्यूनतम व अनिश्चित वर्षा (10 से 40 सेंटीमीटर) और तीव्र वाष्पीकरण प्रवृत्तियों के बीच राजस्थान के ग्रामीण समाज ने सदियों के व्यावहारिक अनुभव से जल संचयन का एक सुदृढ़ स्वदेशी विज्ञान (Indigenous Science) विकसित किया। ये पारंपरिक जल संरक्षण तकनीकें केवल ऐतिहासिक स्थापत्य के उदाहरण नहीं हैं, बल्कि ये न्यूनतम जल हास द्वारा पानी की प्रत्येक बूंद को संचित रखने वाले पारिस्थितिक अनुकूलन के सर्वश्रेष्ठ प्रतिरूप हैं।

1. खड़ीन (Khadin): मरुस्थलीय जल-कृषि पारिस्थितिकी

खड़ीन मूल रूप से एक बहुउद्देशीय स्वदेशी कृषि-जल तकनीक है, जो जल संरक्षण के साथ-साथ शुष्क क्षेत्रों में बिना कृत्रिम सिंचाई के फसल उत्पादन (Run-off Farming) का एक अद्भुत विन्यास प्रस्तुत करती है।

1.1 ऐतिहासिक एवं सामाजिक उद्भव:

- इस तकनीक का विकास 15वीं शताब्दी में जैसलमेर रियासत के तकनीकी रूप से दक्ष **पालीवाल ब्राह्मणों** द्वारा किया गया था। उन्होंने मरुस्थल के जलवायवीय संकट को आर्थिक आत्मनिर्भरता में बदलने के लिए इस विधा का विन्यास किया।

1.2 भू-आकृतिक संरचना एवं कार्यप्रणाली:

- **भौतिक विन्यास:** पहाड़ों या पथरीले ढालों (हम्मादा मरुस्थल) से बहकर आने वाले वर्षा जल के मार्ग में स्थानीय ढाल के समकोण पर मिट्टी या पत्थरों की एक लंबी मेड़ (Retention Wall या पालि) बना दी जाती है।
- **जलीय गतिकी:** मेड़ के कारण बहता हुआ मानसूनी जल एक विस्तृत समतल मैदानी गर्त में एकत्र हो जाता है। इसके तीन ओर मिट्टी के बांध (धोरे) होते हैं और एक ओर प्राकृतिक पहाड़ी ढाल होता है। अतिरिक्त जल की निकासी के लिए इसमें एक विनिर्दिष्ट कपाट (Spillway) बनाया जाता है, जिसे आंचलिक भाषा में **'चादर'** कहते हैं। पानी धीरे-धीरे भूमि के भीतरी छिद्रों में रिसता है, परंतु नीचे स्थित अभेद्य चूना पत्थर की परत (Hardpan) के कारण यह गहरे खारे भू-जल में नहीं मिल पाता और ऊपरी संस्तर में ही सुरक्षित रहता है।

1.3 सस्य (Crop) अनुप्रयोग:

- अक्टूबर के महीने तक खड़ीन का सतही जल पूरी तरह वाष्पीकृत या अंतःस्रवित हो जाता है, जिससे मिट्टी में प्रचुर नमी (Soil Moisture) संचित रह जाती है। इस अत्यधिक उपजाऊ और नमी युक्त जलोढ़ कछारी भूमि पर बिना किसी अतिरिक्त कृत्रिम सिंचाई के रबी ऋतु में **गेहूँ, चना, और सरसों**

का सघन उत्पादन किया जाता है। जैसलमेर का संपूर्ण रबी कृषि भूगोल इसी खड़ीन तकनीक पर आधारित है।

2. टाँका (Tanka): घरेलू पेयजल सुरक्षा प्रणाली

टाँका पश्चिमी राजस्थान के शुष्क अंचल की ग्रामीण व शहरी जनसांख्यिकी के लिए पेयजल संचयन की एक विख्यात भूमिगत बेलनाकार कंक्रीट अवसंरचना (Underground Cistern) है।

2.1 संरचनात्मक अवयव एवं कार्यप्रणाली:

- **आगोर या पायतान:** टाँके के भीतरी मुख्य गर्त के चारों ओर एक अत्यंत स्वच्छ, पक्का और केंद्र की ओर ढालू जलग्रहण क्षेत्र निर्मित किया जाता है, जिसे 'आगोर' या 'पायतान' कहा जाता है। आगोर की नियमित सफाई अनिवार्य होती है ताकि वर्षा का जल बिना किसी गाद या अशुद्धि के सीधे भीतरी कुण्ड में जा सके।
- **सिल्ट ट्रेप (गाद कपाट):** आगोर से पानी जहाँ टाँके के अंदर प्रवेश करता है, वहाँ महीन जालियाँ और छिद्रयुक्त कपाट बनाए जाते हैं, जो तैरने वाले पत्तों और मलबे को रोक लेते हैं।
- **भीतरी लेपन:** टाँके की भीतरी दीवारों को पूरी तरह अभेद्य बनाने के लिए स्थानीय बजरी, चूने और कंक्रीट के मिश्रण का गाढ़ा लेपन किया जाता है, जिससे पानी के रिसाव (Seepage) द्वारा होने वाला हास शून्य हो जाता है।

2.2 पार्लर पानी (Parlor Pani) का संचयन:

- टाँके में संचित होने वाले इस शुद्धतम वर्षा जल को स्थानीय संस्कृति में 'पार्लर पानी' कहा जाता है। ग्रीष्मकाल की चरम शुष्कता (मई-जून) में जब अन्य सभी सतही स्रोत सूख जाते हैं, तब यह पार्लर पानी जनसांख्यिकी के लिए जीवन रक्षक पेयजल का विधिक आधार बनता है।

3. बावड़ी (Stepwells): मध्यकालीन स्थापत्य एवं सामुदायिक जल विन्यास

बावड़ियाँ (Stepwells) केवल जल संचयन के स्रोत नहीं हैं, बल्कि वे मध्यकालीन स्थापत्य कला, सांस्कृतिक चेतना और सामुदायिक पारि-अनुकूलन के भव्य प्रतीक हैं।

3.1 भू-आकृतिक एवं तकनीकी विन्यास:

- बावड़ी एक गहरा चौकोर या वृत्ताकार कुआँनुमा जलाशय होता है, जिसमें धरातल से पानी के बदलते स्तर तक सुगमता से पहुँचने के लिए चारों ओर से सफेद संगमरमर या नक्काशीदार लाल पत्थरों की भव्य सीढ़ियाँ (Steps) निर्मित की जाती हैं।
- ये संरचनाएं मुख्य रूप से उन क्षेत्रों में बनाई जाती थीं जहाँ भू-जल स्तर अपेक्षाकृत निकट होता था या अरावली के पर्वतीय चश्मों का रिसाव निरंतर उपलब्ध रहता था।

3.2 प्रादेशिक संकेंद्रीकरण:

- **बूंदी (City of Stepwells):** बूंदी शहर को अपने विस्तृत और सघन बावड़ी संजाल के कारण 'बावड़ियों का शहर' या 'छोटी काशी' की संज्ञा दी गई है। यहाँ की 'रानी जी की बावड़ी' (जिसका निर्माण वर्ष 1699 में नाथावती जी ने करवाया था) अपनी कलात्मक वास्तुकला के लिए विश्व प्रसिद्ध है। इसके अतिरिक्त, **चाँद बावड़ी (आभानेरी, दौसा)** और त्रिमुखी बावड़ी (उदयपुर) इसके अन्य प्रमुख प्रादेशिक उदाहरण हैं।

4. टोबा (Toba) एवं नाड़ी (Nadi): मैदानी सतही अपवाह प्रबंधन

नाड़ी और टोबा पश्चिमी राजस्थान के अर्द्ध-शुष्क मैदानी अंचलों में पशुधन और ग्रामीण जनसांख्यिकी को जल संभरण प्रदान करने वाले प्राथमिक धरातलीय गर्त हैं।

4.1 नाड़ी (Nadi):

- **प्रकृति:** यह एक प्राकृतिक मैदानी गर्त (Depression) होता है, जिसमें मानसून काल के दौरान आस-पास की उच्च भूमियों का सतही अपवाह (Run-off) स्वतः बहकर एकत्र हो जाता है।
- **इतिहास:** मारवाड़ के ऐतिहासिक विलेखों के अनुसार, जोधपुर के शासक राव जोधा ने वर्ष 1458 में पहली विख्यात सरकारी नाड़ी का निर्माण करवाया था। नाड़ी की जल भराव क्षमता सामान्यतः 4 से 6 महीने तक ही सीमित होती है क्योंकि इसके उथले पाट के कारण वाष्पीकरण हास उच्च होता है।

4.2 टोबा (Toba):

- **तकनीकी श्रेष्ठता:** टोबा नाड़ी का ही एक अधिक विकसित, गहरा और वैज्ञानिक रूप है। इसके पाट को संकरा और गहराई को अत्यधिक उच्च रखा जाता है।
- **पारिस्थितिक लाभ:** गहराई अधिक होने के कारण सूर्य की सीधी किरणों से होने वाला **वाष्पीकरण हास (Evaporation Loss) न्यूनतम** हो जाता है। इसके किनारों पर प्राकृतिक वनस्पतियों (जैसे खेजड़ी, कैर) का रोपण किया जाता है, जो मिट्टी के कटाव को रोकती हैं और पानी को छाया प्रदान करती हैं। यह शुष्क रेतीले मैदानों में लंबे समय तक जल सुरक्षा सुनिश्चित करता है।

5. जोहड़ (Johad): शेखावाटी का पारंपरिक जलसंभर मॉडल

जोहड़ अर्द्ध-शुष्क शेखावाटी अंचल (सीकर, झुंझुनू, चुरू) की मुख्य पारंपरिक जल संचयन अवसंरचना है, जो भू-जल पुनर्भरण की गतिकी को नियंत्रित करती है।

5.1 संरचनात्मक लक्षण:

- यह एक साधारण वृत्ताकार या चौकोर खुला कच्चा कैचमेंट बेसिन होता है, जिसे स्थानीय कोमल मिट्टी की खुदाई करके निर्मित किया जाता है। इसके केंद्र में एक छोटा पक्का कुआँ खोदा जाता है, जिसे 'चोई' या 'बेरी' कहते हैं।

5.2 हाइड्रोलॉजिकल अनुकूलन:

- जोहड़ का मुख्य उद्देश्य केवल सतही जल को रोकना नहीं है, बल्कि वर्षा के जल को धीरे-धीरे भूमि के भीतरी संस्तरों में अंतःस्रवित (Percolate) होने देना है। इससे आस-पास के खेतों के कुओं का जल स्तर (Water Table) प्राकृतिक रूप से ऊपर उठ जाता है और मिट्टी की नमी बनी रहती है। आधुनिक पर्यावरण आंदोलन में जोहड़ के इसी वैज्ञानिक पुनरुद्धार के कारण जलपुरुष राजेंद्र सिंह को वैश्विक पहचान मिली।

6. कुई या बेरी (Kui / Beri): रेजाणी पानी का वैज्ञानिक संचय

कुई या बेरी मरुस्थलीय हाइड्रो-भूविज्ञान (Hydro-geology) के सूक्ष्म ज्ञान पर आधारित एक अत्यंत संकीर्ण और गहरी स्वदेशी जल अवसंरचना है।

6.1 रेजाणी पानी (Rejani Pani) का सिद्धांत:

- थार मरुस्थल में वर्षा का वह जल जो न तो सतही अपवाह के रूप में बह पाता है और न ही नीचे स्थित अत्यधिक गहरे खारे भू-जल में मिल पाता है, बल्कि धरातल के नीचे संचित **चूने या जिप्सम की अभेद्य परत (Hardpan)** के ऊपर मिट्टी के कणों के बीच नमी के रूप में ठहर जाता है, उसे आंचलिक भाषा में 'रेजाणी पानी' कहा जाता है।

6.2 निर्माण एवं कार्यप्रणाली:

- इस रेजाणी पानी को एकत्र करने के लिए चूने की परत के ठीक ऊपर तक **10 से 12 मीटर गहरा और मात्र 2 से 3 फीट चौड़ा** एक संकीर्ण कुआँ खोदा जाता है, जिसे 'कुई' या 'बेरी' कहते हैं। इसकी दीवारों को स्थानीय रस्सियों (खींप की घास) या पत्थरों की चिनाई द्वारा सुदृढ़ किया जाता है। मिट्टी की भीतरी नमी बूंद-बूंद करके इस संकीर्ण गर्त में रिसती (Seep) है और मीठे पेयजल के रूप में संचित हो जाती है।

7. तुलनात्मक तालिका: छह प्रमुख पारंपरिक जल तकनीकों का स्थानिक एवं हाइड्रोलॉजिकल विश्लेषण

पारंपरिक तकनीक	प्राथमिक क्षेत्रीय विस्तार (जिले)	जलग्रहण क्षेत्र की आंचलिक संज्ञा	प्राथमिक जल प्रकार (वर्गीकरण)	प्राथमिक अनुप्रयोग / लाभ

खड़ीन	जैसलमेर अंचल (पोकरण, मोहनगढ़)	पहाड़ी/पथरीला हम्मादा ढाल	सतही अपवाह एवं मृदा नमी	बिना अतिरिक्त सिंचाई रबी फसलों (गेहूँ, चना) का सघन उत्पादन।
टाँका	बाड़मेर, बीकानेर, जोधपुर, फलोदी	आगोर / पायतान (पक्का साफ क्षेत्र)	पार्लर पानी (शुद्धतम वर्षा जल)	ग्रीष्मकाल की चरम शुष्कता में घरेलू पेयजल सुरक्षा कवच।
बावड़ी	बूंदी (बावड़ियों का शहर), दौसा, जयपुर	सीढ़ीदार स्थापत्य कड़ियाँ	भू-जल स्तर एवं चश्मों का रिसाव	मध्यकालीन सामुदायिक जल संभरण एवं सांस्कृतिक स्थापत्य।
टोबा / नाड़ी	जोधपुर, नागौर, पाली, बारमेर	प्राकृतिक मैदानी जलग्रहण	सतही मानसूनी बहाव जल	ग्रामीण बस्तियों और पशुधन (पशुपालन) हेतु पेयजल।
जोहड़	शेखावाटी अंचल (सीकर, झुंझुनू, चुरू)	खुला रेतीला कैचमेंट बेसिन	अंतःस्रवण जल (Percolation)	स्थानीय भू-जल स्तर को बढ़ाना व कुओं का पुनर्भरण।
कुई / बेरी	जैसलमेर, बाड़मेर, पश्चिमी बीकानेर	भू-गर्भिक चूने की कगार परत	रेजाणी पानी (रिसने वाली भीतरी नमी)	खारे भू-जल वाले क्षेत्रों में मीठे पेयजल का स्थायी संचय।

8. पारंपरिक तकनीकों की आधुनिक प्रासंगिकता एवं नीतिगत एकीकरण

जलवायु परिवर्तन (Climate Change), वैश्विक तापन और भू-जल के अंधाधुंध दोहन के कारण उत्पन्न 'डार्क ज़ोन' के आधुनिक संकटों के बीच इन पारंपरिक तकनीकों की प्रासंगिकता विधिक और प्रशासनिक स्तर पर अत्यधिक तीव्र हुई है:

- **मुख्यमंत्री जल स्वावलंबन अभियान (MJSA 2.0):** राज्य की आधुनिक जल नीतियों में इन स्वदेशी मॉडलों को केंद्रीय स्थान दिया गया है। इसके अंतर्गत गाँवों के पारंपरिक टाँकों, नाड़ियों और जोहड़ों की डी-सिल्टिंग (गाद हटाना) करके उनकी वास्तविक जल भराव क्षमता को उपग्रह चित्रों (जियो-टैगिंग) के माध्यम से पुनर्जीवित किया जा रहा है।
- **विकेंद्रीकृत जल प्रबंधन (Decentralized Water Management):** विशाल बांधों और नहरों की तुलना में खड़ीन और टाँका जैसी प्रणालियों की निर्माण लागत न्यूनतम होती है और इनमें वाष्पीकरण

हास नगण्य होता है। यह मरुस्थलीय जनसांख्यिकी को स्थानीय स्तर पर जल आत्मनिर्भरता प्रदान करने का सबसे रक्षात्मक और पर्यावरण-अनुकूल मार्ग है।

- **कार्बन फुटप्रिंट एवं ऊर्जा बचत:** इन प्रणालियों में जल के संचयन और वितरण के लिए भारी विद्युत संचालित पंपों की आवश्यकता नहीं होती, बल्कि ये पूर्णतः प्राकृतिक गुरुत्वाकर्षण और ढाल गतिकी पर कार्य करती हैं।

9. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **पार्लर पानी:** धरातल पर गिरने वाला वर्षा का सबसे शुद्ध और मीठा जल, जिसे बिना किसी रासायनिक संदूषण के सीधे संचित और पिया जाता है।
- **रेजाणी पानी:** वह वर्षा जल जो न तो सतही प्रवाह बनता है और न ही खारे भू-जल में मिलता है, बल्कि चूने की अभेद्य परत के ऊपर नमी के रूप में ठहर जाता है।
- **आगोर / पायतान:** टाँके या कुएं के चारों ओर फैला वह साफ, पक्का और ढालू जलग्रहण क्षेत्र जो पानी को बहकर भीतरी गर्त में जाने के लिए प्रेरित करता है।
- **पालि / मेड़:** खड़ीन के मुहाने पर जल को रोकने के लिए बनाई जाने वाली मिट्टी या पत्थरों की मजबूत दीवार।
- **डी-सिल्टिंग (De-silting):** वर्षा काल में बहकर आई हुई महीन मिट्टी और गाद को जलाशयों के पाट से बाहर निकालने की यांत्रिक प्रक्रिया ताकि जल भराव की क्षमता बनी रहे।
- **चोई / बेरी:** जोहड़ के ठीक मध्य में खोदा जाने वाला छोटा पक्का कुआँ जो रिसने वाले जल को छानकर एकत्र करता है।

10. पारंपरिक जल पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियां

आधुनिक अवसंरचनात्मक विकास और सामाजिक उपेक्षा के कारण इन अमूल्य स्वदेशी जल प्रणालियों के अस्तित्व पर वर्तमान में गंभीर संकट मंडरा रहा है, जिनका नीतिगत निवारण अनिवार्य है:

1. **आगोर एवं कैचमेंट क्षेत्रों पर अतिक्रमण:** जनसंख्या वृद्धि और अनियोजित शहरीकरण के कारण गाँवों और कस्बों में टाँकों और नाड़ियों के 'आगोर' (जलग्रहण क्षेत्रों) पर कंक्रीट की बस्तियों, सड़कों और खनन मलबे का अवैध विस्तार हो गया है। इससे इन जलाशयों में पानी की आवक (Inflow) पूरी तरह अवरुद्ध हो गई है।
2. **गाद जमाव (Siltation) का संकट:** जलग्रहण क्षेत्रों में होने वाले वनोन्मूलन के कारण वर्षा काल में मिट्टी कटकर सीधे नाड़ियों और जोहड़ों के पाट में जमा हो रही है, जिससे इनकी वास्तविक गहराई और जल भराव क्षमता निरंतर घट रही है।
3. **सांस्कृतिक एवं सामुदायिक उपेक्षा:** नलों और नहरी जल की उपलब्धता के कारण ग्रामीण समुदायों की इन पारंपरिक प्रणालियों के प्रति सामूहिक जिम्मेदारी (सामुदायिक श्रम) समाप्त हो गई है, जिससे ऐतिहासिक बावड़ियाँ और जोहड़ वर्तमान में कचरा पात्रों और लवणीय दलदलों में बदल रहे हैं।

राजस्थान की पारंपरिक जल संरक्षण तकनीकें राज्य की जल संप्रभुता और अकाल प्रबंधन का प्राचीनतम वैज्ञानिक विन्यास हैं। इन छह प्रमुख स्वदेशी मॉडलों (खड़ीन, टाँका, बावड़ी, टोबा, जोहड़, कुई) का आधुनिक जल संचयन नीतियों (जैसे अटल भू-जल योजना, MJSA) के साथ रणनीतिक एकीकरण करना और सामुदायिक भागीदारी को वैधानिक संरक्षण देना ही थार मरुस्थल के सतत प्रादेशिक विकास को सुनिश्चित करने का मार्ग है।

wincompete

अध्याय 7: आधुनिक जल संचयन नीतियाँ एवं वाटरशेड प्रबंधन

राजस्थान का कुल सतही जल संसाधन देश के समग्र सतही जल का मात्र **1.16 प्रतिशत** है, जबकि भू-जल संसाधनों की स्थिति अनियंत्रित दोहन के कारण अत्यधिक चिंताजनक स्तर पर पहुँच चुकी है। राज्य के

अधिकांश ब्लॉक विधिक रूप से 'अति-दोहित' (Over-exploited) अथवा 'डार्क ज़ोन' (Dark Zones) की श्रेणी में वर्गीकृत हैं। इस जल संकट के स्थायी शमन, पारिस्थितिक संतुलन और ग्रामीण व शहरी अंचलों को जल-आत्मनिर्भर बनाने के लिए वैज्ञानिक सिद्धांतों पर आधारित आधुनिक जल संचयन नीतियाँ लागू की गई हैं। यह नीतियाँ भू-जल पुनर्भरण, वर्षा जल के कुशलतम दोहन और एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन (Integrated Watershed Management) के प्रशासनिक प्रतिरूपों का प्रतिनिधित्व करती हैं।

1. मुख्यमंत्री जल स्वावलंबन अभियान (MJSA) 2.0 (अद्यतन विन्यास)

यह कार्यक्रम ग्रामीण राजस्थान को जल प्रबंधन के दृष्टिकोण से आत्मनिर्भर बनाने और पारंपरिक जल स्रोतों को आधुनिक अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से एकीकृत करने का एक वृहद प्रादेशिक मॉडल है।

1.1 फोर वाटर्स अवधारणा (Four Waters Concept):

- **मूल वैज्ञानिक विज्ञान:** यह अभियान प्रसिद्ध जल विज्ञानी प्रो. टी. हनुमंत राव द्वारा प्रतिपादित 'फोर वाटर्स कॉन्सेप्ट' पर आधारित है। इसके अंतर्गत चार प्रकार के जलीय संसाधनों का सह-संरक्षण और संवर्धन सुनिश्चित किया जाता है:
 1. **वर्षा जल (Rainwater):** गिरने वाले जल को प्रारंभ में ही रोकना।
 2. **सतही अपवाह जल (Surface Run-off):** बहते हुए जल को छोटे अवरोधों द्वारा संचित करना।
 3. **भू-जल (Groundwater):** जलभृतों (Aquifers) के पुनर्भरण की गतिकी को तीव्र करना।
 4. **मृदा नमी (Soil Moisture):** ऊपरी वानस्पतिक आवरण द्वारा मिट्टी की सोखने की क्षमता को बनाए रखना।

1.2 तकनीकी क्रियान्वयन एवं अवसंरचना विन्यास:

- **सैटेलाइट मैपिंग:** इस अभियान के विधिक क्रियान्वयन के लिए भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (ISRO) के 'भुवन' (Bhuvan) पोर्टल और रिमोट सेंसिंग उपग्रह चित्रों का अनुप्रयोग किया जाता है। गाँवों के प्राकृतिक अपवाह प्रतिरूप (Micro-watershed Drainage Line) की त्रि-आयामी मैपिंग की जाती है।
- **प्रमुख निर्मित संरचनाएं:** अपवाह मार्ग के वेग को कम करने और जल अंतःस्रवण को बढ़ाने के लिए पर्वतीय और मैदानी संक्रमण क्षेत्रों में निम्नलिखित यांत्रिक संरचनाएं बनाई जाती हैं:
 - **कंटीन्यूअस कन्टूर ट्रेच (CCT):** पहाड़ी ढालों पर समान ऊँचाई पर खोदी जाने वाली समानांतर खाइयाँ।
 - **लूज स्टोन चेकडैम (LSD):** बिना सीमेंट के केवल स्थानीय पत्थरों के वैज्ञानिक संपीड़न से निर्मित लघु अवरोध।
 - **गैबियन संरचनाएं (Gabion Structures):** लोहे की जाली में पत्थरों को बांधकर बनाए गए मजबूत प्रवाह विच्छेदक।
 - **फार्म पोंड्स (Farm Ponds):** खेतों के स्तर पर वर्षा जल संचयन हेतु खोदे गए प्लास्टिक या कंक्रीट लेपित कृत्रिम जलाशय।

2. अटल भू-जल योजना (Atal Bhujal Yojana - ABHY)

अटल भू-जल योजना गिरते भू-जल स्तर को विधिक रूप से नियंत्रित करने और सामुदायिक स्तर पर जल के विवेकपूर्ण उपभोग हेतु 'वाटर बजटिंग' के सिद्धांत को लागू करने वाली एक रणनीतिक अंतरराष्ट्रीय जल नीति है।

2.1 वित्तीय एवं विधिक ढांचा:

- **साझाकरण प्रतिरूप:** यह योजना भारत सरकार (केंद्रीय जल शक्ति मंत्रालय) और विश्व बैंक (World Bank) के 50 : 50 के आनुपातिक वित्तीय संपोषण पर आधारित है।
- **प्रशासनिक विस्तार:** राजस्थान में यह योजना भू-जल दोहन से सर्वाधिक ग्रसित 17 जिलों के 38 ब्लॉकों के अंतर्गत आने वाली लगभग 1,144 ग्राम पंचायतों में कड़ाई से क्रियान्वित की गई है।

2.2 प्राथमिक उद्देश्य एवं शमन विधा:

- **मात्रात्मक से मांग-आधारित प्रबंधन:** पारंपरिक रूप से जल प्रबंधन का ध्यान केवल पानी की आपूर्ति बढ़ाने पर होता था, परंतु यह योजना मांग-आधारित प्रबंधन (Demand-side Management) पर बल देती है।
- **जल सुरक्षा योजना (Water Security Plan):** इसके तहत प्रत्येक ग्राम पंचायत के लिए एक पृथक 'जल सुरक्षा योजना' का विन्यास विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है। इसके अंतर्गत पंचायत में उपलब्ध कुल वार्षिक भू-जल इनपुट और वहाँ की जनसांख्यिकी व कृषि फसलों की वास्तविक जल आवश्यकता की 'जल बजटिंग' (Water Budgeting) की जाती है।
- **सामुदायिक प्रोत्साहन:** भू-जल के दोहन को कम करने और सूक्ष्म सिंचाई तकनीकों (फव्वारा व बूंद-बूंद) को अपनाने वाली ग्राम पंचायतों को 'प्रोत्साहन कोष' (Incentive Fund) विधिक रूप से प्रदान किया जाता है।

3. रूफटॉप रेनवाटर हार्वेस्टिंग (Rooftop Rainwater Harvesting - RRWH)

शहरी और अर्द्ध-शहरी जनसांख्यिकी के तीव्र दबाव और कंक्रीट सतहों के फैलाव के कारण वर्षा जल का सतही अपवाह व्यर्थ बह जाता है, जिससे नगरीय जल संकट गहरा रहा है। इसके निवारण हेतु रूफटॉप रेनवाटर हार्वेस्टिंग एक अनिवार्य आधुनिक विधिक नीति है।

3.1 विधिक वैधानिक बाध्यता:

- **भवन विनियम नियम विनिर्देश:** राजस्थान सरकार के शहरी विकास विभाग और स्थानीय स्वायत्त शासन नियमों के अनुसार, शहरी क्षेत्रों में 300 वर्ग मीटर या उससे अधिक क्षेत्रफल के भूखंडों पर निर्मित होने वाले सभी आधुनिक भवनों, बहुमंजिला सोसायटियों और व्यावसायिक परिसरों में रूफटॉप रेनवाटर हार्वेस्टिंग संरचना का निर्माण विधिक रूप से अनिवार्य (Mandatory) किया गया है। इसके बिना भवन विलोपन और विधिक प्रमाण पत्र जारी नहीं किया जाता।

3.2 यांत्रिक एवं संरचनात्मक प्रतिरूप:

- **कैचमेंट कड़ि:** भवन की ढालू या समतल छतों को 'कैचमेंट' माना जाता है। यहाँ एकत्र होने वाले वर्षा जल को पीवीसी पाइपलाइनों के माध्यम से नीचे लाया जाता है।
- **सिल्ट चेम्बर (Filtration Matrix):** मुख्य भूमिगत कुण्ड में प्रवेश करने से पूर्व जल को एक त्रि-स्तरीय निस्यंदन कक्ष (Filter Chamber) से गुजारा जाता है, जिसमें क्रमिक रूप से मोटे कंकड़, चारकोल (सक्रिय कार्बन) और महीन बजरी की परतें होती हैं। यह परतें पानी से तैरने वाले अवसादों, गाद और जैविक अशुद्धियों को भौतिक रूप से दूर कर देती हैं।
- **भू-जल पुनर्भरण पिट (Recharge Pit):** संचित शुद्ध जल को या तो सीधे घरेलू पेयजल टैंक में एकत्र किया जाता है या शुष्क हो चुके ट्यूबवेलों व कुओं में डाइवर्ट कर सीधे भू-जलभृतों (Deep Aquifers) का पुनर्भरण किया जाता है।

4. एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन (Integrated Watershed Management Program - IWMP)

वाटरशेड (जलसंभर) भूगोल की वह प्राथमिक प्रादेशिक नियोजन इकाई (Geographical Planning Unit) है, जिसमें एक विशिष्ट अपवाह बेसिन (Drainage Basin) के भीतर उपलब्ध समस्त प्राकृतिक संसाधनों—विशेषकर जल, मृदा और वनस्पति का एकीकृत वैज्ञानिक प्रबंधन किया जाता है।

4.1 संस्थागत संरक्षण:

- वर्तमान में यह कार्यक्रम प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (PMKSY-Watershed Development Component 2.0) के अंतर्गत समाहित है। इसका वित्तीय प्रतिरूप 60 : 40 (केंद्र : राज्य) के बजटीय आनुपातिक साझाकरण पर आधारित है।

4.2 तकनीकी एवं मृदा संरक्षण रणनीतियाँ:

- **रिज-टू-वैली दृष्टिकोण (Ridge to Valley Approach):** वाटरशेड प्रबंधन का मूल सिद्धांत पहाड़ों के ऊपरी छोर (Ridge) से प्रारंभ होकर नीचे घाटी (Valley) की ओर बढ़ना है। इसके तहत निम्नलिखित तकनीकी रणनीतियों का अनुप्रयोग किया जाता है:

- **कन्दूर बांध निर्माण (Contour Bunding):** अरावली के इनसेप्सॉल्स पर्वतीय ढालों पर समान ऊँचाई वाले बिंदुओं को मिलाकर छोटे कन्दूर बांध बनाए जाते हैं, जो वर्षा जल के वेग को मंद कर चादर अपरदन (Sheet Erosion) को स्थायी विधिक सुरक्षा प्रदान करते हैं।
- **वानस्पतिक अवरोध (Vegetative Barriers):** ढालों पर स्थानीय मरुद्भिद घासों (जैसे खस, मुंज) और धोकड़ा, खैर के वृक्षों का रोपण करना, जो मिट्टी के कणों को जकड़ कर पवन और जल अपरदन दोनों को विधिक रूप से नियंत्रित करते हैं।
- **चेकडैम एवं एनिकट संजाल:** लघु सरिताओं के ऊपर छोटे-छोटे कंक्रीट या मिट्टी के एनिकट बनाना ताकि पानी का ठहराव बढ़े और आस-पास के कुओं के जल स्तर (Water Table) का पुनर्भरण सुगम हो सके।

5. समेकित तुलनात्मक तालिका: चारों आधुनिक जल संचयन प्रणालियों का विन्यास

आधुनिक नीति / कार्यक्रम का नाम	विधिक / संस्थागत ढांचा	वित्तीय साझाकरण प्रतिरूप	प्राथमिक तकनीकी उपागम (Core Technology)	प्राथमिक प्रादेशिक लाभ (Target Goal)
मुख्यमंत्री जल स्वावलंबन अभियान 2.0	जलग्रहण विकास एवं भू-संरक्षण निदेशालय	राज्य निधि + सीएसआर बजटीय अंश	फोर वाटर्स कॉन्सेप्ट, इसरो जियो-टैगिंग, भद्रला-नोख मैपिंग।	ग्रामीण क्षेत्रों में जल संकट का पूर्ण शमन एवं पेयजल आत्मनिर्भरता।
अटल भू-जल योजना (ABHY)	भू-जल विभाग, राजस्थान सरकार	50 : 50 (भारत सरकार : विश्व बैंक)	मांग-आधारित प्रबंधन, वाटर बजटिंग, जल सुरक्षा योजना।	डार्क ज़ोन घोषित 38 ब्लॉकों में भू-जल स्तर का गतिक पुनरुद्धार।
रूफटॉप रेनवाटर हार्वेस्टिंग	स्थानीय निकाय एवं शहरी विकास प्राधिकरण	निजी/संस्थागत पूंजी निवेश	त्रि-स्तरीय निस्यंदन (Filter Matrix), आर्गिलिक संस्तर रीचार्ज।	नगरीय क्षेत्रों में कंक्रीट अपवाह का नियंत्रण व ट्यूबवेल पुनर्भरण।
एकीकृत वाटरशेड प्रबंधन (IWMP)	ग्रामीण विकास एवं पंचायती राज मंत्रालय	60 : 40 (केंद्र : राज्य सरकार)	रिज-टू-वैली एप्रोच, कन्दूर बाइंडिंग, वानस्पतिक अवरोध।	अपवाह बेसिन स्तर पर मृदा क्षरण का शमन व कृषि उत्पादकता स्थिरीकरण।

6. आधुनिक जल अवसंरचनाओं का स्थानिक एवं जिलावार विन्यास

तालिका: प्रादेशिक अनुकूलन एवं संकेतक कड़ियाँ

आधुनिक जल संरचना का नाम	विशिष्ट संरचनात्मक वर्ग	प्राथमिक शैल / मृदा अनुकूलन	सर्वाधिक उपयोग वाले विशिष्ट क्षेत्र (जिले)
कंटीन्यूअस कन्टूर ट्रेच (CCT)	पर्वतीय जल अवरोधक खाइयाँ	इन्सेप्सॉल्स, विच्छेदित क्वार्ट्जाइट ढाल	उदयपुर, राजसमंद, अरावली। सिरोही, (दक्षिणी)
गैबियन एवं लूज स्टोन संरचनाएं	लघु अपवाह वेग विच्छेदक	विंध्यन बलुआ पत्थर कगार, जलोढ़ बेसिन	सवाई माधोपुर, करौली, धौलपुर (डांग अंचल)।
सब-सरफेस रीचार्ज पिट	गहरी जलभृत कड़ि	एरिडिसॉल्स, चूना पत्थर संस्तर विन्यास	नागौर, अजमेर, सीकर, झुंझुनू (बांगड़ मैदान)।
खेत तलाई (Farm Ponds)	मैदानी कृत्रिम जलाशय	अल्फिसॉल्स, कछारी दोमट मिट्टी बेल्ट	जयपुर ग्रामीण, अलवर, भरतपुर, टोंक पूर्वी भाग।

7. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **फोर वाटर्स सिद्धांत:** वर्षा जल के सतही बहाव को यांत्रिक विधियों द्वारा रोककर उसे भूमिगत जलभृतों और मिट्टी की नमी में स्थानांतरित करने का चार-चरणीय वैज्ञानिक प्रतिरूप।
- **जल बजटिंग (Water Budgeting):** किसी ग्राम पंचायत या वाटरशेड इकाई में उपलब्ध कुल जल आयतन और वहाँ की मानव-पशुधन आबादी व कृषि फसलों की वास्तविक मांग का संतुलित आनुपातिक लेखा-जोखा।
- **रिज-टू-वैली (Ridge to Valley):** जलसंभर प्रबंधन का वह मूल सिद्धांत जिसके तहत जल और मृदा संरक्षण के कार्य पहाड़ों के सर्वोच्च शिखरों (Water Divide) से प्रारंभ होकर क्रमिक रूप से नीचे घाटियों की ओर किए जाते हैं।
- **डार्क ज़ोन (Dark Zone):** भू-गर्भिक विज्ञान की वह विधिक श्रेणी जहाँ भू-जल के प्राकृतिक पुनर्भरण की तुलना में नलकूपों द्वारा जल का कृत्रिम निष्कर्षण (Extraction) 100% से अधिक दर्ज किया जाता है।
- **जियो-टैगिंग (Geo-tagging):** उपग्रह जीपीएस (GPS) प्रणाली द्वारा निर्मित नवीन जल संरचनाओं के सटीक अक्षांश और देशांतर को डिजिटल मानचित्र पर विधिक रूप से दर्ज करने का प्रक्रम।
- **निस्यंदन कक्ष (Filter Chamber):** रूफटॉप हार्वेस्टिंग का वह त्रि-स्तरीय यांत्रिक भाग जो कंकड़, कोयला और बालू के माध्यम से जल को भौतिक रूप से शुद्ध करता है।

8. आधुनिक जल नीतियों का कृषि पारिस्थितिकी एवं सस्य भूगोल पर प्रभाव

इन वैज्ञानिक जल नीतियों के क्रियान्वयन से राजस्थान के कृषि भूगोल में सकारात्मक गतिक बदलाव दर्ज किए गए हैं, जो राज्य की खाद्य सुरक्षा को स्थायित्व प्रदान करते हैं:

A. भू-जल स्तर का स्थिरीकरण (Water Table Stabilization):

- अटल भू-जल योजना और वाटरशेड कार्यक्रमों के कारण जिन ब्लॉकों में नलकूप पूरी तरह शुष्क होकर डार्क जोन में जा चुके थे, वहाँ जलभृतों के पुनर्भरण से जल स्तर में **2 से 5 मीटर की सकारात्मक सांख्यिकीय वृद्धि** दर्ज की गई है। इसके परिणामस्वरूप रबी ऋतु में तोरिया/सरसों और गेहूँ के बोए गए क्षेत्रफल में निरंतर स्थिरता देखी जा रही है।

B. शुष्क कृषि-वानिकी (Agro-forestry) का विकास:

- मुख्यमंत्री जल स्वावलंबन अभियान के तहत निर्मित चेकडैमों के आस-पास की मृदा नमी (Soil Moisture) बढ़ने से पश्चिमी और मध्यवर्ती जिलों में स्थानीय मरुद्धि वृक्षों (खेजड़ी, रोहिड़ा, धोकड़ा) और पौष्टिक घासों (सेवन, धामण) के चरागाहों का विकास सुगम हुआ है, जो दुग्ध अर्थव्यवस्था की मुख्य विधिक रीढ़ हैं।

9. आधुनिक जल संचयन प्रणालियों के समक्ष पारिस्थितिक एवं प्रशासनिक चुनौतियां

वैज्ञानिक और नीतिगत स्तर पर सुदृढ़ होने के बावजूद, इन आधुनिक जल नीतियों के पूर्ण क्रियान्वयन के मार्ग में निम्नलिखित गंभीर चुनौतियां विद्यमान हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **जलागम संरचनाओं में तीव्र गाद जमाव (Siltation):** वाटरशेड क्षेत्रों के ऊपरी छोरों (Ridges) पर अनियंत्रित अवैध खनन और वनोन्मूलन के कारण मानसून की बौछारें मिट्टी को तीव्रता से काटती हैं। यह गाद बहकर कन्टूर ट्रेंचों और लघु चेकडैमों में जमा हो जाती है, जिससे इनकी वास्तविक जल सोखने की स्पंज क्षमता (Absorption Capacity) प्रतिवर्ष निरंतर घट रही है।
2. **सामुदायिक सहभागिता का हास (Lack of Communitization):** अटल भू-जल योजना जैसी मांग-आधारित नीतियों की विधिक सफलता पूरी तरह स्थानीय जनसमुदाय की जल बजटिंग चेतना पर टिकी है। परंतु ग्रामीण अंचलों में 'मुफ्त जल' की मानसिकता और पारंपरिक जल चेतना के अभाव के कारण फव्वारा और बूंद-बूंद सिंचाई प्रणालियों का शत-प्रतिशत विधिक अनुपालन सुनिश्चित करना प्रशासनिक रूप से एक बड़ी चुनौती बना हुआ है।
3. **शहरी रूफटॉप हार्वेस्टिंग का दोषपूर्ण यांत्रिक विन्यास:** जयपुर, जोधपुर और कोटा जैसे बड़े नगरों में भवनों में कागजी विधिक औपचारिकता पूरी करने के लिए रूफटॉप हार्वेस्टिंग संरचनाएं तो बना दी जाती हैं, परंतु उनके निस्यंदन कक्षों (Filter Chambers) की समय पर सफाई (Maintenance) न होने के कारण वर्षा जल के साथ शहरी प्रदूषक और रासायनिक अशुद्धियाँ सीधे भूमिगत जलभृतों में प्रवेश कर रही हैं, जिससे शहरी भू-जल विधिक रूप से संदूषित (Contaminated) हो रहा है।

राजस्थान की आधुनिक जल संचयन नीतियाँ और वाटरशेड प्रबंधन कार्यक्रम राज्य की जल संप्रभुता, खाद्य सुरक्षा और मरुस्थलीय प्रसार को रोकने के अभेद्य विधिक कवच हैं। इन चारों मॉडलों (MJSA, ABHY, RRWH, IWMP) का कड़ाई से **वाटर ऑडिट (Water Audit)** करना, जलग्रहण क्षेत्रों का वनीकरण आधारित वैज्ञानिक स्थिरीकरण करना और स्थानीय ग्राम पंचायतों को 'जल विनियामक अधिकार' सौंपना ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला है।

अध्याय 8: राजस्थान की मृदा एवं कृषि पारिस्थितिकी - सस्य अनुकूलन

राजस्थान की मृदा संरचना (Soil Matrix) और कृषि पारिस्थितिकी (Agro-ecological Framework) का अंतर्संबंध राज्य की संपूर्ण ग्रामीण अर्थव्यवस्था और सस्य प्रतिरूप (Cropping Pattern) का प्राथमिक निर्धारक है। राज्य में पाई जाने वाली मृदा प्रवृत्तियाँ केवल भू-वैज्ञानिक अपक्षय का परिणाम नहीं हैं, अपितु वे स्थानीय जलवायवीय चरम सीमाओं, मानसूनी वर्षा की अनिश्चितता और नदीय प्रवाह प्रणालियों द्वारा विधिक रूप से संचालित होती हैं। इस विन्यास के अंतर्गत कछारी, लाल-लोमी और काली मृदा का सस्य अनुकूलन (Crop Adaptation) तथा राष्ट्रीय स्तर पर क्रियान्वित मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना का प्रशासनिक प्रतिरूप अत्यंत महत्वपूर्ण है।

1. कृषि पारिस्थितिकी एवं मृदा गतिकी के मूलभूत सिद्धांत

कृषि पारिस्थितिकी का तात्पर्य मृदा के भौतिक-रासायनिक गुणों और पौधों के जैविक चक्र के मध्य पाए जाने वाले स्थानिक अनुकूलन से है। इसके प्रमुख भू-वैज्ञानिक निर्धारक निम्नलिखित हैं:

- **पैतृक शैल विन्यास (Parent Material):** अरावली के कायांतरित शैल, हाड़ौती के बेसाल्टिक लावा प्रवाह और पश्चिमी मैदान के प्राचीन अवसादी अवशेष मिट्टियों के अंतर्निहित खनिज विन्यास को निर्धारित करते हैं।
- **मृदा नमी प्रतिरूप (Soil Moisture Regimes):** शुष्क (Aridic) से लेकर उप-आर्द्र (Ustic) और आर्द्र (Udic) नमी दशाएं खनिजों के निक्षालन (Leaching) और पौधों द्वारा पोषक तत्वों के अवशोषण की गतिकी को विधिक रूप से नियंत्रित करती हैं।
- **बेस संतृप्ति (Base Saturation):** मृदा कोलाइड्स पर सोखे गए कैल्शियम, मैग्नीशियम और पोटेश जैसे विनिमयशील भस्मों का आनुपातिक प्रतिशत, जो मिट्टी की अंतर्निहित उपजाऊ क्षमता को मापता है।

2. कछारी या जलोढ़ मृदा (Alfisols): पूर्वी मैदान का सस्य विन्यास

कछारी या जलोढ़ मृदा राजस्थान के पूर्वी मैदानी प्रदेश की मुख्य जीवन रेखा है। यह चम्बल, बनास, बाणगंगा और उनकी सहायक सरिताओं द्वारा लाए गए महीन अवसादों के क्रमिक निक्षेपण (Deposition) से निर्मित परिपक्व मिट्टी है।

2.1 भौगोलिक एवं प्रादेशिक विस्तार:

- इसके अंतर्गत मुख्य रूप से **जयपुर ग्रामीण, अलवर, भरतपुर, धौलपुर, करौली, सवाई माधोपुर, टोंक**, और भीलवाड़ा का मैदानी भाग विधिक रूप से शामिल है।

2.2 भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्म:

- **वैज्ञानिक आर्डर:** आधुनिक वैज्ञानिक वर्गीकरण में इसे **अल्फिसॉल्स (Alfisols)** कहा जाता है।
- **संस्तर विकास:** इसके अंतर्गत धरातल के नीचे '**आर्गिलिक संस्तर**' (**Argillic Horizon**) पाया जाता है, जहाँ ऊपरी परतों से रिसकर आई हुई महीन सिलिकेट क्ले का सघन जमाव होता है। यह जमाव जल को लंबे समय तक रोक कर रखता है।
- **खनिज संतुलन:** यह मिट्टी **पोटाश, चूने, फास्फोरिक अम्ल और लोहा तत्वों** के मामलों में प्रचुर रूप से समृद्ध होती है। अन्य मृदा आर्डर्स की तुलना में इसमें बेस संतृप्ति (>35%) और नाइट्रोजन का स्तर उच्च पाया जाता है। इसका पीएच (pH) मान सामान्यतः उदासीन से आंशिक क्षारीय (7.0 से 8.0) के मध्य स्थिर रहता है।

2.3 सस्य अनुकूलन (Crop Adaptation):

- उच्च प्राकृतिक उर्वरता और संतुलित दोमट (Loam) कण विन्यास के कारण यह मिट्टी रबी अंचल का मुख्य **अन्न भंडार** है। यह पौधों की जड़ों के संवहनीय फैलाव के लिए आदर्श भौतिक वातावरण देती है।
- **अनुकूलित फसलें:** रबी ऋतु में **गेहूँ, तोरिया/सरसों, जौ, और चना**। खरीफ ऋतु में **बाजरा, ज्वार, और ग्वार**। अलवर और भरतपुर का विख्यात 'सरसों बेल्ट' इसी अल्फिसॉल्स मृदा के सस्य अनुकूलन का सबसे प्रत्यक्ष उदाहरण है।

3. लाल-लोमी मृदा (Inceptisols): दक्षिणी अरावली का पर्वतीय अनुकूलन

लाल-लोमी मृदा (Red-Loamy Soil) राजस्थान के सुदूर दक्षिणी विच्छेदित पहाड़ी और पठारी अंचल की विशिष्ट वानस्पतिक और कृषि नियति को निर्धारित करने वाला प्राथमिक वर्ग है।

3.1 भौगोलिक एवं प्रादेशिक विस्तार:

- इसका मुख्य संकेंद्रीकरण **डुंगरपुर, बांसवाड़ा, प्रतापगढ़**, और उदयपुर जिले के दक्षिणी पर्वतीय ढालों के अंतर्गत पाया जाता है।

3.2 भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्म:

- **वैज्ञानिक आर्डर:** यह मुख्य रूप से **इनसेप्सिसॉल्स (Inceptisols)** आर्डर का प्रतिनिधित्व करती है, जो संस्तर विकास के प्रारंभिक चरण (Incipient Horizon Development) को प्रदर्शित करती है।

- **लोहा ऑक्साइड (Iron Oxide) की प्रचुरता:** इस मिट्टी का तीक्ष्ण लाल-पीला रंग इसमें पाए जाने वाले फेरिक ऑक्साइड (Iron Oxide) खनिजों की अधिकता के कारण होता है। आग्नेय और कायांतरित चट्टानों (क्वार्टजाइट, शिस्ट) के शुष्क अपक्षय से इसका निर्माण होता है।
- **पोषक तत्व विन्यास:** इसमें फास्फोरस, नाइट्रोजन और कार्बनिक तत्वों (ह्यूमस) की प्राकृतिक कमी पाई जाती है, परंतु पोटाश और एल्युमिनियम के अंश संतुलित होते हैं। इसकी जल पारगम्यता (Permeability) मध्यम-तीव्र होती है।

3.3 सस्य अनुकूलन (Crop Adaptation):

- पहाड़ी और ढालू स्थलाकृति पर स्थित होने के कारण इस मिट्टी में सतही जल का तीव्र अपवाह (Run-off) होता है, जिससे जड़ों में जल-जमाव (Waterlogging) नहीं हो पाता। यह भौतिक गुण खरीफ की प्रमुख खाद्यान्न फसल **मक्का (Maize)** के लिए सर्वोत्तम अनुकूलन प्रदान करता है।
- **अनुकूलित फसलें:** खरीफ ऋतु में **मक्का, चावल (माही सुगंधा किस्म), और खरीफ दलहन।** सिंचित कमान क्षेत्रों में इसके अंतर्गत **गन्ने** की व्यावसायिक कृषि भी सफलता से की जाती है।

4. मध्यम काली मृदा (Vertisols): हाड़ौती लावा पठार का औद्योगिक आधार

मध्यम काली मृदा (Black Soil), जिसे पारंपरिक रूप से '**रेगुर मृदा**' या 'कपासी मिट्टी' कहा जाता है, अपनी विशिष्ट ज्वालामुखीय उत्पत्ति और उच्च विधिक उर्वरता के लिए संपूर्ण भारत में जानी जाती है।

4.1 भौगोलिक एवं प्रादेशिक विस्तार:

- यह दक्षिणी-पूर्वी पठारी प्रदेश (हाड़ौती का पठार) की प्राथमिक भौगोलिक पहचान है। इसके अंतर्गत **झालावाड़, कोटा, बारां, और बूंदी** जिले पूर्णतः शामिल हैं।

4.2 भौतिक एवं रासायनिक गुणधर्म:

- **वैज्ञानिक आर्डर:** आधुनिक मृदा विज्ञान में इसे **वर्टिसॉल्स (Vertisols)** आर्डर के रूप में विधिक रूप से वर्गीकृत किया जाता है।
- **मोंटमोरिलोनाइट (Montmorillonite) खनिजों की प्रधानता:** इस मिट्टी में अत्यधिक महीन और सघन 'स्मेक्टाइट क्ले' खनिजों का संजाल पाया जाता है। इसी सूक्ष्म कण विन्यास के कारण **इसकी जल धारण क्षमता (Moisture Retention Capacity) संपूर्ण राज्य के मृदा वर्गों में सर्वोच्च होती है।**
- **स्व-उलट चक्र (Internal Overturning):** गीली होने पर यह मिट्टी अत्यधिक चिपचिपी और फूल जाती है, परंतु शुष्क मौसम में जल सूखने पर इसमें गहरी और चौड़ी विदर दरारें (Cracks) पड़ जाती हैं। धरातल की ऊपरी परत इन दरारों में गिर जाती है, जिससे मिट्टी का स्वतः ही आंतरिक उलटफेर हो जाता है। इसे '**स्व-जुताई (Self-Ploughing)**' का भौतिक गुण कहा जाता है।
- **खनिज संतुलन:** यह **कैल्शियम, मैग्नीशियम कार्बोनेट, पोटाश, और एल्युमिनियम** के मामलों में अत्यधिक समृद्ध होती है, परंतु इसमें नाइट्रोजन और फास्फोरस का अभाव पाया जाता है।

4.3 सस्य अनुकूलन (Crop Adaptation):

- उच्च नमी संचय क्षमता और समृद्ध खनिज आधार के कारण यह मिट्टी भारी और मूल्यवान नकदी फसलों के उत्पादन के लिए आदर्श है। यह पौधों को बिना अतिरिक्त सिंचाई के भी लंबे समय तक आर्द्रता प्रदान करती है।
- **अनुकूलित फसलें:** खरीफ में **सोयाबीन, कपास (मालवी व देशी), और मक्का।** रबी ऋतु में यह **धानिए, लहसुन, संतरा (झालावाड़ अंचल), और अफीम** की व्यावसायिक खेती का प्राथमिक आधार है।

5. समेकित तुलनात्मक तालिका: तीनों प्रमुख मृदा श्रेणियों का प्रादेशिक एवं रासायनिक विन्यास

मृदा श्रेणी का नाम	वैज्ञानिक मृदा आर्डर	प्रमुख खनिज घटक	जल धारण क्षमता	विशिष्ट सस्य (फसल) अनुकूलन	अग्रणी प्रादेशिक जिले
कछारी या जलोढ़ मृदा	अल्फिसॉल्स (Alfisols)	पोटाश, चूना, मध्यम नाइट्रोजन	उच्च (संतुलित दोमट)	गेहूँ, तोरिया/सरसों, जौ, चना, बाजरा	जयपुर ग्रामीण, अलवर, भरतपुर, टोंक।
लाल-लोमी मृदा	इनसेप्सॉल्स (Inceptisols)	आयरन ऑक्साइड (लोहा तत्व)	मध्यम (तीव्र अपवाह)	मक्का, चावल (माही सुगंध), खरीफ दलहन	डूंगरपुर, बांसवाड़ा, प्रतापगढ़, उदयपुर।
मध्यम काली मृदा	वर्टिसॉल्स (Vertisols)	कैल्शियम, मैग्नीशियम, क्ले खनिज	सर्वोच्च (स्व-जुताई गुण)	सोयाबीन, कपास, संतरा, धनिया, लहसुन	झालावाड़, कोटा, बारां, बूंदी।

6. मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना (Soil Health Card Scheme): प्रशासनिक एवं नीतिगत प्रतिरूप

मृदा अवक्रमण को नियंत्रित करने, पोषक तत्वों के असंतुलन को दूर करने और टिकाऊ कृषि पारिस्थितिकी को विधिक स्थायित्व देने के लिए भारत सरकार द्वारा एक राष्ट्रव्यापी महत्वाकांक्षी कार्यक्रम का संचालन किया जा रहा है।

6.1 विधिक शुभारंभ एवं वित्तीय प्रतिरूप:

- **शुरुआत:** इस रणनीतिक योजना का विधिक राष्ट्रीय शुभारंभ **19 फरवरी 2015** को राजस्थान के श्रीगंगानगर जिले के **सूरतगढ़** शहर से किया गया था।
- **मूल विज़न (थीम):** "स्वस्थ धरा, खेत हरा"।
- **वित्तीय विन्यास:** इस योजना के अंतर्गत होने वाले कुल व्यय का बजटीय भार **केंद्र सरकार और राज्य सरकार के मध्य 60 : 40 के अनुपातिक विधिक साझाकरण** पर आधारित है।

6.2 तकनीकी मापदंड एवं 12 वैज्ञानिक पैरामीटर्स:

इस योजना के तहत केंद्रीय प्रयोगशालाओं में मिट्टी के नमूनों की जाँच करके प्रत्येक तीन वर्ष के अंतराल पर किसानों को डिजिटल मृदा स्वास्थ्य कार्ड जारी किए जाते हैं। इसके अंतर्गत मिट्टी की गुणवत्ता का आकलन कुल **12 प्रमुख वैज्ञानिक पैरामीटर्स** के आधार पर किया जाता है:

1. **मुख्य पोषक तत्व (Macronutrients):** नाइट्रोजन (N), फास्फोरस (P), पोटाश (K) - *संतुलित NPK अनुपात का विधिक निर्धारण।*
2. **द्वितीयक पोषक तत्व (Secondary Nutrient):** सल्फर (S)।

3. **सूक्ष्म पोषक तत्व (Micronutrients):** जस्ता (Zn), लोहा (Fe), तांबा (Cu), मैंगनीज (Mn), बोरॉन (B)।
4. **भौतिक एवं रासायनिक संकेतक: * पीएच (pH) मान:** मिट्टी की अम्लीयता या क्षारीयता का मापन।
 - **विद्युत चालकता (EC):** मृदा में घुलनशील लवणों की सांद्रता (Salinity) का आकलन।
 - **जैविक कार्बन (OC):** मृदा में उपस्थित ह्यूमस या कार्बनिक पदार्थों का प्रतिशत।

7. मृदा अवक्रमण की प्रवृत्तियाँ एवं सुधारात्मक वैज्ञानिक उपाय

कृषि पारिस्थितिकी के समक्ष बढ़ते रासायनिक और भौतिक संकटों का विवरण और उनके निवारण के स्थापित वैज्ञानिक उपाय निम्नलिखित वर्गीकरण द्वारा सुस्पष्ट हैं:

तालिका: रासायनिक विसंगतियाँ एवं वैज्ञानिक उपचार

मृदा की रासायनिक प्रकृति	पीएच (pH) मान संकेतक	अंतर्निहित रासायनिक विसंगति	अनुमोदित वैज्ञानिक सुधारात्मक उपाय
क्षारीय मृदा (Alkaline)	> 8.5 (उच्च मान)	सोडियम कार्बोनेट की अधिकता, विनिमयशील सोडियम उच्च।	जिप्सम (Gypsum - जलयोजित कैल्शियम सल्फेट) का सघन अनुप्रयोग।
लवणीय मृदा (Saline)	< 8.5 (विद्युत चालकता उच्च)	सोडियम क्लोराइड व सल्फेट का ऊपरी जमाव (सफेद रेह)।	प्रचुर शुद्ध जल द्वारा निक्षालन (Leaching) प्रक्रम।
अम्लीय मृदा (Acidic)	< 7.0 (न्यूनतम मान)	एल्युमिनियम और हाइड्रोजन आयनों का संचय, भस्मों का अभाव।	चूना पत्थर (Lime) या राक फॉस्फेट का महीन चूर्ण छिड़काव।

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **आर्गिलिक संस्तर (Argillic Horizon):** वह भू-गर्भिक परत जहाँ ऊपरी स्तरों से रिसकर आई हुई महीन सिलिकेट क्ले का सघन संचय होता है; यह अल्फ़िसॉल्स की विधिक पहचान है।
- **मोंटमोरिलोनाइट (Montmorillonite):** वर्टिसॉल्स मृदा में पाया जाने वाला वह विशिष्ट क्ले खनिज जो पानी मिलने पर अत्यधिक फैलता है और सूखने पर सिकुड़ कर दरारें पैदा करता है।
- **स्व-जुताई:** सुखाने पर काली मिट्टी में दरारें पड़ने की वह भौतिक घटना जिससे वायु मृदा के भीतरी स्तरों तक आसानी से पहुँच जाती है।
- **निक्षालन (Leaching):** प्रचुर जल के प्रभाव से मिट्टी के ऊपरी स्तरों के घुलनशील लवणों का घुलकर निचले स्तरों की ओर चले जाना।
- **विद्युत चालकता (Electrical Conductivity - EC):** मिट्टी के घोल में विद्युत प्रवाह की क्षमता, जो उसमें उपस्थित लवणों की कुल मात्रा (Salinity) को विधिक रूप से मापती है।
- **ह्यूमस (Humus):** मृदा में जैविक अवशेषों के सड़ने से बनने वाला काला गाढ़ा कार्बनिक पदार्थ, जो मिट्टी की प्राकृतिक उर्वरता बढ़ाता है।

9. मृदा स्वास्थ्य प्रबंधन एवं सतत कृषि पारिस्थितिकी

राजस्थान का सस्य प्रतिरूप पूरी तरह इन मिट्टियों के कुशल प्रबंधन पर आधारित है। रासायनिक उर्वरकों (विशेषकर यूरिया) के असंतुलित उपयोग के कारण अल्फिसॉल्स और वर्टिसॉल्स मिट्टियों के अंतर्निहित कोलाइडल गुण नष्ट हो रहे हैं। मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना के सुझावों के अनुसार, नाइट्रोजन, फास्फोरस और पोटाश का **4 : 2 : 1 का आदर्श आनुपातिक विन्यास** खेतों में लागू किया जाना अनिवार्य है। इसके अतिरिक्त, दलहनी फसलों (जैसे चना, मूंग) की जड़ों में पाए जाने वाले *राइजोबियम* बैक्टीरिया द्वारा 'जैविक नाइट्रोजन स्थिरीकरण' (Biological Nitrogen Fixation) को बढ़ावा देना ही मिट्टी की अंतर्निहित उपजाऊ क्षमता को सुरक्षित रखने का एकमात्र वैज्ञानिक मार्ग है।

10. कृषि पारिस्थितिकी के समक्ष पारिस्थितिक चुनौतियां एवं administrative चिंताएं

अनियोजित आर्थिक गतिविधियों और अत्यधिक सिंचाई के कारण राज्य के इन प्रमुख मृदा आर्डर्स के मूल गुणों में गंभीर हास दर्ज किया जा रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **पर्वतीय ढालों पर तीव्र चादर अपरदन (Sheet Erosion):** दक्षिणी अरावली के वनांचल में होने वाले वनोन्मूलन के कारण मानसून की बौछारें इनसेप्सॉल्स (लाल-लोमी) की ऊपरी उपजाऊ जैविक परत को पूरी तरह बहा ले जाती हैं, जिससे पहाड़ नग्न चट्टानों में बदल रहे हैं और मक्का की प्रति हेक्टेयर उत्पादकता घट रही है।
2. **कमान क्षेत्रों में जल-जमाव एवं लवणीकरण (सेम की समस्या):** चम्बल कमान क्षेत्र (कोटा, बूंदी) में नहरों के पानी द्वारा की जाने वाली अनियंत्रित बाढ़-सिंचाई के कारण भू-जल स्तर ऊपर उठ गया है, जिससे उपजाऊ वर्टिसॉल्स मृदा लवणीय दलदल में बदल रही है।
3. **भू-जल अति-दोहन एवं डार्क ज़ोन संकट:** पूर्वी मैदानों के अल्फिसॉल्स अंचल में गेहूँ और सरसों की सघन कृषि के कारण ट्यूबवेलों द्वारा भूमिगत जल का अत्यधिक दोहन किया गया है, जिससे मिट्टी की अंतर्निहित नमी का संतुलन बिगड़ रहा है।

राजस्थान की मृदा का यह पारंपरिक और वैज्ञानिक वर्गीकरण राज्य की खाद्य सुरक्षा और कृषि विकास का मूल आधार प्रस्तुत करता है। इन तीनों प्रमुख मृदा श्रेणियों (कछारी, लाल-लोमी, काली) के सस्य अनुकूलन और मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना के 12 वैज्ञानिक पैरामीटर्स का सटीक ज्ञान ही प्रशासनिक स्तर पर सतत प्रादेशिक नियोजन और पर्यावरण-अनुकूल टिकाऊ एग्रो-इकोसिस्टम को एक आधार प्रदान करता है।

अध्याय 9: राजस्थान के धात्विक खनिज (भाग I) - लौह-अयस्क, मैंगनीज एवं क्रोमाइट

राजस्थान का भू-गर्भिक विन्यास संरचनात्मक दृष्टिकोण से अत्यंत प्राचीन और विविध है। यहाँ अरावली पर्वतमाला की प्री-कैम्ब्रियन युगीन कायांतरित चट्टानें तथा धारवाड़ महासमूह की शैलें धात्विक खनिजों के संकेंद्रण का प्राथमिक विधिक आधार प्रस्तुत करती हैं। राज्य के धात्विक खनिजों में लौह-अयस्क, मैंगनीज और क्रोमाइट रणनीतिक रूप से अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। इन खनिजों का भू-वैज्ञानिक वर्गीकरण, विवर्तनिक संरेखण, प्रमुख उत्पादक पट्टियाँ, अद्यतन सांख्यिकी तथा खनन प्रवृत्तियाँ विस्तृत रूप से इस अध्याय के अंतर्गत समाहित हैं।

1. धात्विक खनिजों का भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं विवर्तनिक गतिकी

धात्विक खनिजों की अवस्थिति मुख्य रूप से आग्नेय और कायांतरित शैल समूहों के अंतर्गत पाई जाती है। राजस्थान में इन खनिजों का विन्यास निम्नलिखित प्रमुख भू-वैज्ञानिक प्रक्रमों से संचालित होता है:

- **धारवाड़ महासमूह (Dharwar Supergroup):** यह अरावली की रीढ़ है, जिसमें लौह और मैंगनीज के खनिज भंडारों का सर्वोच्च विन्यास पाया जाता है। कार्टजाइट, शिस्ट और एम्फीबोलाइट चट्टानों के जोड़ों (Fractures) में मैग्मेटिक पृथक्करण और जलीय तापन (Hydrothermal Activity) द्वारा इन धातुओं का जमाव हुआ है।
- **विंध्यन महासमूह (Vindhyan Supergroup):** दक्षिणी-पूर्वी सीमांत भागों में विंध्यन कगारों के समानांतर लौह निक्षेपों के अल्प अंश अवसादी परतों में मिलते हैं।

2. लौह-अयस्क (Iron Ore): भू-वैज्ञानिक प्रवृत्तियाँ एवं श्रेणियाँ

लौह-अयस्क आधुनिक औद्योगिक अवसंरचना की रीढ़ है। रासायनिक संगठन और लोहे के आनुवंशिक अंशों के आधार पर प्रकृति में चार प्रकार के लौह-अयस्क पाए जाते हैं, जिनमें से दो मुख्य श्रेणियाँ राजस्थान के भू-भाग में संकेद्रित हैं:

2.1 हेमेटाइट (Hematite):

- **रासायनिक सूत्र एवं प्रकृति:** यह लाल-भूरे रंग का प्राकृतिक जलोढ़ ऑक्साइड अयस्क है। इसमें शुद्ध लोहे का अंश सामान्यतः 60 से 70 प्रतिशत के मध्य होता है।
- **राजस्थान में अवस्थिति:** राजस्थान में पाए जाने वाले कुल लौह-अयस्क भंडारों में हेमेटाइट श्रेणी की प्रधानता सर्वोच्च (लगभग 80% से अधिक) है। इसका संकेद्रीकरण मुख्य रूप से जयपुर, दौसा और अलवर की अरावली कार्टजाइट चट्टानों में पाया जाता है।

2.2 मैग्नेटाइट (Magnetite):

- **रासायनिक सूत्र एवं प्रकृति:** यह काले रंग का चुंबकीय गुणों से युक्त सर्वश्रेष्ठ लौह-अयस्क है, जिसमें लोहांश का प्रतिशत 70 से अधिक होता है।
- **राजस्थान में अवस्थिति:** राज्य में इसके निक्षेप सीमित मात्रा में सुदूर दक्षिणी पर्वतीय अंचल (उदयपुर और भीलवाड़ा जिलों की शिस्ट चट्टानों) के अंतर्गत पाए जाते हैं।

3. लौह-अयस्क का प्रादेशिक वितरण एवं प्रमुख खनन पट्टियाँ

राजस्थान में लौह-अयस्क की खनन पट्टियों को उनके भू-वैज्ञानिक संरचना के आधार पर मुख्य क्षेत्रीय ब्लॉकों में विभाजित किया जाता है:

3.1 मोरिजा-बानोल खनन बेल्ट (जयपुर ग्रामीण):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** यह चौमु तहसील के निकट स्थित राजस्थान की सबसे विशाल और समृद्ध हेमेटाइट लौह-अयस्क पट्टी है।
- **विशेषता:** यहाँ अरावली महासमूह की कार्टजाइट चट्टानों के समानांतर कई किलोमीटर लंबी पट्टियों में उच्च श्रेणी के हेमेटाइट का निष्कर्षण किया जाता है। इसके उप-क्षेत्रों में तांतला, बनिया का बास और चोंप शामिल हैं।

3.2 डाबला-सिंधाना बेल्ट (कोटपूतली-बहरोड़ / झुंझुनू):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** तांबा बेल्ट के समानांतर स्थित यह एक विख्यात लौह-अयस्क क्षेत्र है। डाबला की पहाड़ियों में शिस्ट चट्टानों के जोड़ में लोहे के निक्षेप प्रचुर मात्रा में मिलते हैं।

3.3 नीमला-राइसेला बेल्ट (दौसा):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** दौसा जिले में स्थित यह बेल्ट हेमेटाइट अयस्क के उत्पादन का दूसरा बड़ा केंद्र है। इसके निकटवर्ती क्षेत्रों में लालसोट और खाचरोली कगारों तक लोहे की संकीर्ण परतों का विस्तार पाया जाता है।

3.4 नाथरा की पाल एवं थूर-हुण्डेर बेल्ट (उदयपुर):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** सुदूर दक्षिणी पर्वतीय खंड के अंतर्गत उदयपुर जिले में स्थित रणनीतिक बेल्ट।
- **विशेषता:** 'नाथरा की पाल' क्षेत्र अपने विशाल आनुवंशिक भंडारों के लिए जाना जाता है। यहाँ लोहे के साथ मैग्नेटाइट के अंश भी मिश्रित रूप में धारवाड़ शैल संरचना के अंतर्गत पाए जाते हैं।

3.5 अन्य लघु लौह-अयस्क क्षेत्र तालिका:

लघु खनन क्षेत्र का नाम	प्रशासनिक विधिक जिला	अयस्क की प्राथमिक श्रेणी	भू-वैज्ञानिक विशेषता
चौमु-सामोद	जयपुर ग्रामीण	हेमेटाइट (मध्यम ग्रेड)	मैदानी जलोढ़ के नीचे दबे कगार
राजगढ़ एवं पूर्वा	अलवर	हेमेटाइट	क्वार्ट्जाइट चट्टानों की संकीर्ण शिराएं
लोहारपुरा	बूंदी	अवसादी हेमेटाइट	विंध्यन संरचना का सीमांत विन्यास
कमलपुरा / लांपा	भीलवाड़ा	मैग्नेटाइट / हेमेटाइट	कायांतरित शिस्ट चट्टानी ब्लॉक
पादपालोरा	सवाई माधोपुर	हेमेटाइट (निम्न ग्रेड)	कगार भूमि निक्षेप

4. मैंगनीज (Manganese): भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं वागड बेल्ट

मैंगनीज इस्पात उद्योग (Steel Industry) का एक अनिवार्य नियंत्रक घटक है। लोहे को कठोर बनाने और जंग-रोधी मिश्र धातु (Ferro-Manganese) के विनिर्माण में इसका उपयोग प्राथमिक रूप से किया जाता है।

4.1 भू-वैज्ञानिक शैल आवश्यकता:

- राजस्थान में मैंगनीज के भंडार पूर्णतः अरावली महासमूह की **धारवाड़ कायांतरित चट्टानों** (विशेषकर फाइलाइट और शिस्ट) की परतों के मध्य अवसादी-कायांतरण प्रक्रमों द्वारा निर्मित हुए हैं। इसके मुख्य अयस्कों में साइलोमेलन (Psilomelane) और पायरौलुसाइट (Pyrolusite) की प्रधानता होती है।

4.2 लीलावानी एवं वागड खनन बेल्ट (बांसवाड़ा / डूंगरपुर):

- विशालतम संकेंद्रीकरण:** राजस्थान के कुल मैंगनीज भंडारों का लगभग 90 प्रतिशत से अधिक हिस्सा अकेले बांसवाड़ा जिले की सुदूर दक्षिणी पट्टी में संकेंद्रित है।
- लीलावानी क्षेत्र:** यह राज्य की सबसे विख्यात और बड़ी मैन्सपमैंगनीज खनन खान है।
- अन्य प्रमुख उप-क्षेत्र (बांसवाड़ा):** कालाखूँटा, घाटिया, तांबानेरा, कांसला, सागावा, और रूपखेड़ा। यह संपूर्ण बेल्ट एक संकीर्ण रेखीय पट्टी के रूप में विस्तृत है जो गुजरात की सीमाओं को स्पर्श करती है।
- डूंगरपुर अंचल:** डूंगरपुर के लोहारिया और पाडवा क्षेत्रों में भी मैंगनीज के लघु निक्षेप धारवाड़ शैलों में दर्ज किए गए हैं।

5. क्रोमाइट (Chromite): दुर्लभ धात्विक संकेतक

क्रोमाइट क्रोमियम धातु का एकमात्र प्राथमिक व्यावसायिक अयस्क है, जो अत्यंत कठोर, उच्च गलनांक युक्त और संक्षारण प्रतिरोधी (Corrosion Resistant) होता है। इसका मुख्य उपयोग स्टेनलेस स्टील (Stainless Steel) और रिफ्रेक्ट्री ईंटों के निर्माण में किया जाता है।

5.1 अल्ट्रामैफिक शैल विन्यास (Ultramafic Rocks):

- क्रोमाइट की उत्पत्ति अत्यधिक संवेदी भू-वैज्ञानिक परिस्थितियों में होती है। यह मुख्य रूप से पृथ्वी के भीतरी आवरण (Mantle) से निकले **अल्ट्रामैफिक (आति-अल्पसिलिक) आग्नेय चट्टानों** जैसे पेरिडोटाइट और सपेन्टिनाइट के क्रिस्टलीकरण से बनती है।

5.2 राजस्थान में प्रादेशिक वितरण:

- राजस्थान में क्रोमाइट के भंडार अत्यंत सीमित और बिखरे हुए रूप में पाए जाते हैं। इसके मुख्य निक्षेप अरावली के सुदूर दक्षिणी कायांतरित संकर पट्टियों के अंतर्गत **उदयपुर (खेरवाड़ा अंचल), डूंगरपुर, और राजसमंद (नाथद्वारा के पर्वतीय किनारे)** जिलों के सपेन्टिनाइट चट्टानी ब्लॉकों में विधिक रूप से चिह्नित किए गए हैं।

6. अद्यतन सांख्यिकी एवं आर्थिक संकेतक (Mineral Statistics)

भारतीय खान ब्यूरो (IBM) और राज्य खनिज निदेशालय के अद्यतन सांख्यिकीय प्रतिवेदनों के अनुसार राजस्थान की धात्विक खनिज स्थिति निम्नलिखित मानकों पर आधारित है:

- लौह-अयस्क भंडार स्थिति:** राजस्थान में लौह-अयस्क के कुल अनुमानित भंडार लगभग **550 मिलियन टन** से अधिक हैं, जिसमें निरंतर नए ब्लॉकों (जैसे करौली और झुंझुनू संभागों में) की खोज से वृद्धि दर्ज की जा रही है।
- खनिज राजस्व अंशदान:** लौह-अयस्क और मैंगनीज का निष्कर्षण मुख्य रूप से सार्वजनिक उपक्रमों और निजी विधिक लीज धारकों द्वारा किया जाता है, जो राज्य के कुल खनिज राजस्व में रणनीतिक आनुपातिक हिस्सेदारी वहन करते हैं।

7. समेकित तुलनात्मक तालिका: तीनों धात्विक खनिजों का भू-वैज्ञानिक विश्लेषण

खनिज का प्रामाणिक नाम	प्राथमिक अयस्क श्रेणियाँ	प्रमुख पैतृक शैल संरचना	शीर्ष उत्पादक खनन बेल्ट	प्राथमिक औद्योगिक अनुप्रयोग
लौह-अयस्क	हेमेटाइट (सर्वोच्च), मैग्नेटाइट	अरावली क्वार्ट्जाइट, धारवाड़ शिस्ट	मोरिजा-बानोल (जयपुर), नाथरा की पाल, नीमला	पिग आयरन, स्पंज आयरन, ऑटोमोबाइल, भारी मशीनरी।
मैंगनीज	साइलोमेलन, पायरौलुसाइट	धारवाड़ फाइलाइट व शिस्ट कड़ियाँ	लीलावानी, कालाखूँटा, घाटिया (बांसवाड़ा)	फेरो-Manganese मिश्र धातु, शुष्क बैटरी, रसायन।

क्रोमाइट	क्रोमियम ऑक्साइड अयस्क	अल्ट्रा मैफिक सपेन्टिनाइट शैल	खेरवाड़ा (उदयपुर), डूंगरपुर सीमांत	स्टेनलेस स्टील, रिफ्रेक्ट्री ईटें, धातुकर्म।
----------	---------------------------	----------------------------------	--	--

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **हेमेटाइट (Hematite):** प्राकृतिक लोहा ऑक्साइड अयस्क (Fe_2O_3), जो लाल-भूरे रंग की विंध्यन और अरावली परतों में पाया जाता है।
- **अल्ट्रा मैफिक शैल (Ultramafic):** वे आग्नेय चट्टानें जिनमें सिलिका की मात्रा 45% से कम तथा मैग्नीशियम व लोहे की मात्रा अत्यधिक उच्च होती है, जो क्रोमाइट का मातृ शैल हैं।
- **पाल (Pal):** पर्वतीय अंचलों में खनिज पट्टियों के आस-पास फैली सघन जनजातीय बस्तियों और पहाड़ी कगारों को दी गई आंचलिक विधिक संज्ञा, जैसे- नाथरा की पाल।
- **जलीय तापन (Hydrothermal निक्षेप):** मैग्मा के ठंडे होते समय निकलने वाले अत्यधिक गर्म खनिज-युक्त जलीय घोलों का चट्टानों की दरारों में जमा होना।

9. धात्विक खनिज संकेंद्रीकरण का औद्योगिक भूगोल (Industrial Linkages)

इन धात्विक खनिजों की प्रादेशिक उपलब्धता राज्य के भारी उद्योगों और एथनिक विनिर्माण क्लस्टर को गति प्रदान करती है:

A. स्पंज आयरन एवं फाउंड्री क्लस्टर:

- जयपुर और अलवर जिलों के मोरिजा-बानोल व नीमला अंचलों से निकलने वाले हेमेटाइट अयस्क के कारण जयपुर, चोमु और रीको (RICO) औद्योगिक क्षेत्रों में लघु **स्पंज आयरन संयंत्र** और **लोहा फाउंड्री (Cast Iron Foundries)** इकाइयों का सघन विकास हुआ है।

B. फेरो-अलॉय कड़ियाँ:

- बांसवाड़ा की लीलावानी पट्टी का मैंगनीज सीधे तौर पर देश के बड़े इस्पात संयंत्रों को निर्यात किया जाता है, जो लोहा-अयस्क के शोधन में उत्प्रेरक की भूमिका निभाता है।

10. खनन पारिस्थितिकी के समक्ष चुनौतियां एवं प्रशासनिक नियमन

तीव्र यांत्रिक उत्खनन और अनियोजित खनन गतिकी के कारण इन धात्विक बेल्टों में गंभीर पर्यावरणीय और विधिक संकट उत्पन्न हो रहे हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **अरावली की संवेदी पहाड़ियों का क्षरण:** मोरिजा-बानोल और डाबला अंचल में अत्यधिक ब्लास्टिंग और गहरे उत्खनन के कारण अरावली के प्राकृतिक कगार विखंडित हो रहे हैं। इससे स्थानिक जलभृत (Aquifers) स्थायी रूप से नष्ट हो रहे हैं और तलहटी का भू-जल स्तर खतरनाक रूप से गिर रहा है।
2. **खनन मलबे (Overburden Dump) का संकट:** मैंगनीज और लौह-अयस्क की खुली खदानों (Opencast Mines) से निकलने वाला भारी चट्टानी मलबा और बारीक धूल (Tailings) आस-पास की उपजाऊ कृषि भूमियों पर जमा हो रही है, जिससे अल्फिसॉल्स और इनसेप्सॉल्स मिट्टियाँ बंजर ऊसर में बदल रही हैं।
3. **जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) का अनुप्रयोग:** इन पारिस्थितिक संकटों के निवारण हेतु राज्य सरकार द्वारा खनिज नियमों के तहत प्रत्येक खनन प्रभावित जिले में 'जिला खनिज प्रतिष्ठान ट्रस्ट' (District Mineral Foundation Trust) का विधिक गठन किया गया है। इसके तहत खनन कर्ताओं से लिए जाने वाले विधिक उपकर (Cess) का उपयोग प्रभावित जनजातीय क्षेत्रों में स्वास्थ्य, स्वच्छ पेयजल, पर्यावरण पुनर्स्थापन और वनीकरण अभियानों के लिए अनिवार्य रूप से किया जा रहा है।

राजस्थान के धात्विक खनिज राज्य की भू-गर्भिक संप्रभुता और औद्योगिक गतिकी के मुख्य कपाट हैं। इन तीनों खनिज ऑर्डर्स (लोह, मैंगनीज, क्रोमाइट) की शैल संरचनात्मक आवश्यकताओं और उनके स्थानिक वितरण का वैज्ञानिक ज्ञान ही प्रशासनिक स्तर पर सतत खनन नीतियों और पारि-अनुकूलन को आधार प्रदान करता है।

अध्याय 10: राजस्थान के धात्विक खनिज (भाग II) - सीसा-जस्ता एवं तांबा तंत्र

राजस्थान का भू-वैज्ञानिक विन्यास देश में गैर-लोह धात्विक खनिजों (Non-Ferrous Metallic Minerals) के संकेंद्रीकरण की दृष्टि से सर्वोच्च स्थान पर है। राज्य प्राचीन अरावली पर्वतमाला की कायांतरित परतों में पाए जाने वाले बहु-धात्विक निक्षेपों (Polymetallic Deposits) का विधिक केंद्र है। सीसा-जस्ता (Lead-Zinc) के क्षेत्र में राजस्थान को संपूर्ण देश में **विधिक एकाधिकार (100% उत्पादन हिस्सेदारी)** प्राप्त है, जबकि तांबा (Copper) के उत्पादन और संचित भंडारों में यह देश के अग्रणी राज्यों में शामिल है। इन खनिजों की भू-गर्भिक शिराएं, सह-उत्पाद कड़ियाँ, स्थानिक खनन पट्टियाँ तथा राष्ट्रीय स्तर के निष्कर्षण संयंत्र (Smelters) विस्तृत रूप से निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित हैं।

1. सीसा-जस्ता (Lead-Zinc) खनिज: भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं सह-उत्पाद संबंध

सीसा और जस्ता प्रकृति में सदैव एक साथ मिश्रित विन्यास में पाए जाते हैं, जिसके कारण इन्हें '**जुड़वाँ खनिज**' (Twin Minerals) कहा जाता है।

1.1 मुख्य खनिज अयस्क (Galena and Sphalerite):

- **गैलेना (Galena):** यह सीसे का प्राथमिक सल्फाइड अयस्क (PbS) है, जो गहरे धूसर रंग का चमकदार और अत्यधिक घनत्व युक्त होता है।
- **स्फेलराइट (Sphalerite):** यह जस्ते का मुख्य सल्फाइड अयस्क (ZnS) है, जिसे स्थानीय स्तर पर 'जिंक ब्लेंड' भी कहा जाता है।

1.2 बहुमूल्य सह-उत्पाद कड़ियाँ (Silver and Cadmium):

- सीसा-जस्ता अयस्क के भू-गर्भिक संस्तरों में जलीय-तापन प्रक्रमों (Hydrothermal Processes) के कारण **चांदी (Silver)** और **कैडमियम (Cadmium)** जैसी बहुमूल्य धातुएं भी सह-उत्पाद के रूप में विधिक रूप से समाहित होती हैं। अयस्क के शुद्धिकरण प्रक्रम (Smelting) के समय इन धातुओं को उप-उत्पाद के रूप में पृथक किया जाता है, जो राज्य के आर्थिक भूगोल को उच्च मूल्य प्रदान करती हैं।

2. सीसा-जस्ता का प्रादेशिक वितरण एवं प्रमुख खनन कमान क्षेत्र

राजस्थान में सीसा-जस्ता का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से मध्य और दक्षिणी अरावली की प्री-कैम्ब्रियन युगीन कायांतरित चट्टानों (क्वार्ट्जाइट, डोलोमाइट व शिस्ट) की शिराओं में पाया जाता है। इसकी प्रमुख विख्यात पट्टियाँ निम्नलिखित हैं:

2.1 रामपुरा-आगूचा बेल्ट (भीलवाड़ा):

- **भू-वैज्ञानिक सर्वोच्चता:** यह संपूर्ण भारत का विशालतम, सर्वोत्तम और सर्वोच्च श्रेणी (High Grade) का सीसा-जस्ता संचित भंडार गृह है।
- **अयस्क विशिष्टता:** यहाँ पाए जाने वाले अयस्क में सीसे और जस्ते की आनुवंशिक सांद्रता (Grade) लगभग 13 से 15 प्रतिशत तक पाई जाती है, जो वैश्विक मानदंडों के सर्वथा अनुकूल है। इसका उत्खनन खुली खदान (Opencast Mining) पद्धति द्वारा अत्यधिक आधुनिक गतिकी से किया जाता है।

2.2 जावर माइंस संकुल (उदयपुर):

- **ऐतिहासिक प्रामाणिकता:** यह भारत की प्राचीनतम सीसा-जस्ता और चांदी की खदान है, जहाँ उत्खनन का इतिहास मध्यकाल (राणा लाखा के शासनकाल) से विधिक रूप से दर्ज है।
- **प्रमुख उप-क्षेत्र कड़ियाँ:** जावर संकुल के अंतर्गत मोचिया मोगरा, बरोड़ मोगरा, बलारिया, और जावर माला की पहाड़ियाँ शामिल हैं। डोलोमाइट चट्टानों के बीच स्थित यह बेल्ट वर्तमान में भूमिगत खनन (Underground Mining) का उत्कृष्ट विन्यास प्रस्तुत करती है।

2.3 राजपुरा-दरीबा एवं सिंधेसर खुर्द बेल्ट (राजसमंद):

- **सिंधेसर खुर्द की विशेषता:** यह वर्तमान में चांदी के सह-उत्पाद निक्षेपों से युक्त देश की सबसे गहरी और तीव्र गतिकी वाली भूमिगत खदानों में से एक है। राजपुरा-दरीबा क्षेत्र में सीसा-जस्ता के साथ भारी तांबा और लौह सल्फाइड भी संस्तरों में मिश्रित मिलते हैं।

2.4 अन्य प्रादेशिक खनन पट्टियाँ:

- **चौथ का बरवाड़ा (सवाई माधोपुर):** अरावली के पूर्वी सीमांत पर अवस्थित एक ऐतिहासिक सीसा-जस्ता बेल्ट।
- **कायड़ माइंस (अजमेर):** अजमेर शहर के निकट क्वार्टजाइट चट्टानों की जोड़ों में स्थित उच्च श्रेणी का लघु निक्षेप क्षेत्र।
- **गुढ़ा-किशोरीदास (अलवर):** उत्तरी अरावली का प्रमुख लघु सीसा-जस्ता ब्लॉक।

3. सीसा-जस्ता के विधिक निष्कर्षण एवं शोधन संयंत्र (Smelters)

कच्चे अयस्क (Ore) से शुद्ध धातु प्राप्त करने के लिए धातुकर्म (Metallurgy) प्रक्रमों के संचालन हेतु राजस्थान में राष्ट्रीय स्तर के विशाल निष्कर्षण संयंत्र क्रियाशील हैं, जो 'हिंदुस्तान जिंक लिमिटेड' (HZL) द्वारा विधिक रूप से संचालित हैं:

3.1 चंदेरिया लेड-जिंक स्मल्टर (चित्तौड़गढ़):

- **तकनीकी विशिष्टता:** यह एशिया का विशालतम सीसा-जस्ता शोधन और निष्कर्षण संयंत्र संकुल है। इसकी स्थापना वर्ष 1991 में ब्रिटेन (UK) के तकनीकी सहयोग से की गई थी। यहाँ 'इंपीरियल स्मेल्टिंग टेक्नोलॉजी' का अनुप्रयोग किया जाता है, जो सीसा, जस्ता और सह-उत्पाद चांदी का विधिक निष्कर्षण एक साथ करने में सक्षम है।

3.2 देबारी जिंक स्मल्टर (उदयपुर):

- **ऐतिहासिक विन्यास:** वर्ष 1968 में स्थापित राज्य का प्राचीनतम जस्ता शोधन संयंत्र, जो मुख्य रूप से जावर माइंस से प्राप्त जस्ता सांद्र (Zinc Concentrate) का हाइड्रो-धातुकर्म पद्धति द्वारा परिष्करण करता है।

4. तांबा (Copper) खनिज: भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं अरावली संरेखण

तांबा मानव सभ्यता द्वारा प्रयुक्त प्राचीनतम आग्नेय धातु है, जो अपनी उच्च विद्युत चालकता (Electrical Conductivity) और तन्यता के कारण आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक्स, पावर ट्रांसमिशन और मिश्र धातु उद्योगों की प्राथमिक धुरी है।

4.1 मुख्य खनिज अयस्क (Chalcopyrite):

- **चालकोपायराइट (Chalcopyrite):** यह तांबे का सर्वप्रमुख आयरन-सल्फाइड अयस्क (CuFeS_2) है। इसका रंग पीतल जैसा चमकदार पीला होता है। राजस्थान का अधिकांश तांबा इसी श्रेणी के अंतर्गत अनावृत है।

4.2 भू-वैज्ञानिक शैल कड़ियाँ:

- राज्य में तांबे की शिराएं मुख्य रूप से प्री-कैम्ब्रियन युगीन **देहली महासमूह (Delhi Supergroup)** की कार्यांतरित चट्टानों—विशेष रूप से गारनेट-बायोटाइट शिस्ट और क्वार्टजाइट की दरारों में मैग्माटिक पृथक्करण और जलीय-तापन निक्षेपण द्वारा विनिर्मित हुई हैं।

5. तांबे का प्रादेशिक वितरण एवं प्रमुख खनन पट्टियाँ

राजस्थान में तांबे की अवस्थिति तीन मुख्य रणनीतिक पट्टियों (Copper Belts) के समानांतर पाई जाती है:

5.1 खेतड़ी-सिंधाना तांबा बेल्ट (नीम का थाना / झुंझनू):

- **सर्वोच्च संकेंद्रीकरण:** यह संपूर्ण भारत की सबसे लंबी और विस्तृत तांबा खनन पट्टी (लगभग 80 किलोमीटर लंबी) है।
- **प्रमुख उप-क्षेत्र:** इसके अंतर्गत कोलिहान, मंधान-कुधान, चांदमारी, बबाई, और बनवास के ब्लॉक विधिक रूप से क्रियाशील हैं। अरावली की कटी-फटी क्वार्टजाइट चट्टानों की दरारों में तांबे का सघन जमाव यहाँ की भू-गर्भिक विशेषता है।

5.2 खो-दरीबा बेल्ट (अलवर):

- **भू-वैज्ञानिक विन्यास:** अलवर जिले में सरिस्का के कगारों के समानांतर स्थित यह बेल्ट देहली महासमूह की कार्टजाइट और कार्बोनेट चट्टानों के मध्य स्थित है। यहाँ उच्च श्रेणी के चालकोपायराइट का निष्कर्षण लघु स्तर पर किया जाता है।

5.3 पुर-बनेड़ा बेल्ट (भीलवाड़ा):

- **बहु-धात्विक विशेषता:** यह भीलवाड़ा संभाग में स्थित एक अत्यंत अनूठी खनिज पट्टी है, जहाँ तांबे के संस्तरों के साथ-साथ लौह-अयस्क (मैग्नेटाइट) और सीसा-जस्ता भी एक ही भू-वैज्ञानिक संस्तर में सह-अस्तित्व प्रदर्शित करते हैं।

5.4 अन्य प्रमुख नवीन एवं लघु तांबा क्षेत्र:

- **भगोनी क्षेत्र (अलवर):** गहरी भूमिगत शिराओं से युक्त तांबा ब्लॉक।
- **सलूबर एवं अंजनी क्षेत्र (उदयपुर/सलूबर):** दक्षिणी पर्वतीय अंचल की प्राचीन लघु तांबा कड़ियाँ।
- **बिदासर (चूरू):** मरुस्थलीय अवसादों के नीचे दबी आग्नेय चट्टानों में तांबे की शिराओं की विधिक खोज।

6. खेतड़ी कॉपर कॉम्प्लेक्स (KCC) एवं निष्कर्षण संयंत्र

तांबे के परिष्करण और धातुकर्म शोधन के लिए केंद्र सरकार के उपक्रम 'हिंदुस्तान कॉपर लिमिटेड' (HCL) द्वारा वर्ष 1967 में खेतड़ी (नीम का थाना जिला) में एक विशाल एकीकृत औद्योगिक संकुल की स्थापना की गई।

- **संयंत्र की कार्यप्रणाली:** यहाँ खेतड़ी और कोलिहान की खदानों से निकले कच्चे चालकोपायराइट अयस्क का झाग-प्लवन (Froth Flotation) विधि द्वारा सांद्रण किया जाता है। तत्पश्चात 'फ्लैश स्मेल्टिंग' तकनीक द्वारा 99.99% शुद्ध तांबा कैथोड विधिक रूप से तैयार किया जाता है।
- **रासायनिक सह-उत्पाद (सल्फ्यूरिक अम्ल):** तांबा सल्फाइड अयस्क को भट्टी में तपाते समय निकलने वाली सल्फर डाइऑक्साइड गैस को यांत्रिक रूप से एकत्र करके **सल्फ्यूरिक अम्ल (\$H_2SO_4\$)** का विनिर्माण किया जाता है, जो स्थानीय उर्वरक (Single Super Phosphate) उद्योगों का प्राथमिक कच्चा माल बनता है।

7. समेकित तुलनात्मक तालिका: सीसा-जस्ता बनाम तांबा तंत्र

खनिज संकेतक पैरामीटर	सीसा-जस्ता (Lead-Zinc)	तांबा (Copper)
प्राथमिक खनिज अयस्क वर्ग	गैलेना (\$PbS\$), स्फेलराइट (\$ZnS\$)	चालकोपायराइट (\$CuFeS_2\$)
राष्ट्रीय उत्पादन हिस्सेदारी	100% (पूर्ण वैधानिक एकाधिकार)	लगभग 30-35% (द्वितीय अग्रणी स्थान)
मातृ शैल संरचना महासमूह	अरावली महासमूह (डोलोमाइट, शिस्ट)	देहली महासमूह (कार्टजाइट, बायोटाइट शिस्ट)
शीर्ष संचित भंडार ब्लॉक	रामपुरा-आगूचा (भीलवाड़ा), जावर	खेतड़ी-सिंघाना (नीम का थाना), खो-दरीबा

प्रमुख बहुमूल्य सह-उत्पाद	चांदी (Silver), कैडमियम, सल्फ्यूरिक अम्ल	सल्फ्यूरिक अम्ल, सोना (अल्प अंश)
केंद्रीय निष्कर्षण संयंत्र	चंदेरिया (चित्तौड़गढ़), देबारी (उदयपुर)	खेतड़ी कॉपर कॉम्प्लेक्स (नीम का थाना)
प्राथमिक औद्योगिक कड़ियाँ	ऑटोमोबाइल बैटरी, जस्तीकरण (Galvanization)	इलेक्ट्रिकल केबल विनिर्माण, इलेक्ट्रॉनिक्स, अलाय

8. गैर-लोह धात्विक खनिज बेल्टों का दिशात्मक एवं अंचलवार वर्गीकरण

तालिका: प्रादेशिक विन्यास और भू-वैज्ञानिक कड़ियाँ

खनिज कमान बेल्ट का नाम	संरेखण दिशा (अरावली)	मुख्य शैल घटक	प्राथमिक धात्विक खनिज निर्गम
खेतड़ी-सिंधाना बेल्ट	उत्तर-पूर्वी कगार अंचल	गारनेट-शिस्ट, क्वार्ट्जाइट दरारें	चालकोपायराइट तांबा अयस्क समूह
राजपुरा-दरीबा बेल्ट	मध्य-दक्षिणी पर्वतीय कड़ि	कैल्सी-सिलिकेट, डोलोमाइट परतें	गैलेना, स्फेलराइट, सह-उत्पाद चांदी
पुर-बनेड़ा बेल्ट	मध्य-पूर्वी मैदानी सीमांत	एम्फीबोलाइट, मैग्नेटाइट चट्टानें	तांबा-लोहा-जस्ता बहु-धात्विक संस्तर
जावर संकुल बेल्ट	सुदूर दक्षिणी पर्वतीय अंचल	प्राचीन धारवाड़ डोलोमाइट चट्टानें	गैलेना सीसा अयस्क व प्रागैतिहासिक चांदी शिराएं

9. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- जुड़वाँ खनिज (Twin Minerals):** सीसा और जस्ता को दी गई भौगोलिक संज्ञा, क्योंकि ये प्रकृति में हमेशा एक साथ संयुक्त सल्फाइड अवस्था में मिलते हैं।
- गैलेना (Galena):** सीसे का मुख्य सल्फाइड अयस्क, जो अपने घनीय क्रिस्टल विन्यास और उच्च विशिष्ट गुरुत्व के लिए जाना जाता है।

- **चालकोपायराइट (Chalcopyrite):** तांबे का ताँबा-लोहा सल्फाइड खनिज, जो धातुकर्म शोधन का प्राथमिक स्रोत है।
- **सांद्रण (Concentration):** कच्चे अयस्क से मिट्टी और कंक्रीट (गैंग) को अलग करके धातु के प्रतिशत को बढ़ाने का यांत्रिक प्रक्रम (जैसे- झाग-प्लवन विधि)।
- **कैथोड तांबा (Cathode Copper):** विद्युत-अपघटनी शोधन (Electrolytic Refining) द्वारा प्राप्त 99.99% शुद्ध तांबे की प्लेटें, जो केबल उद्योग का आधार हैं।
- **मोगरा पहाड़ियाँ:** जावर अंचल की वे विशिष्ट अरावली कड़ियाँ जो प्रागैतिहासिक काल से सीसा-जस्ता उत्खनन का केंद्र रही हैं।

10. खनन पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं प्रशासनिक प्रबंधन

राजस्थान का यह समृद्ध गैर-लोह धात्विक खनिज बेल्ट वर्तमान में तीव्र यांत्रिक उत्खनन के कारण गंभीर जलवायवीय और विधिक संकटों से जूझ रहा है, जिनका नीतिगत निवारण अनिवार्य है:

1. **गहरी भूमिगत खदानों में हाइड्रोलॉजिकल संकट:** सिंधेसर खुर्द और जावर की खदानें धरातल से सैकड़ों मीटर नीचे जा चुकी हैं। इतनी गहराई पर **भू-जल का अंतःस्रवण (Water Ingress)** तीव्र होता है, जिसे पंपों द्वारा बाहर निकालना पड़ता है। इस प्रक्रम से आस-पास के ग्रामीण अंचलों का प्राकृतिक जल सारणी (Water Table) गिर रहा है और कुएं स्थायी रूप से सूख रहे हैं।
2. **भारी धातु संदूषण (Heavy Metal Pollution):** चंदेरिया और देबारी के निष्कर्षण संयंत्रों (Smelters) के कचरे (Slag) और टेलिंग्स (Tailings) में सीसा, जस्ता और कैडमियम के सूक्ष्म अंश होते हैं। वर्षा जल के साथ घुलकर ये विषैले तत्व सीधे स्थानीय मुदा ऑर्डर्स (Alfisols) और भू-जल तंत्र में प्रवेश कर रहे हैं, जिससे कृषि पारिस्थितिकी को भारी क्षति पहुँच रही है।
3. **अम्लीय वर्षा एवं वायुमंडलीय संकट:** तांबा और सीसा-जस्ता सल्फाइड अयस्कों के भर्जन (Roasting) के समय निकलने वाली सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) गैस यदि वायुमंडल में अनियंत्रित विसर्जित हो, तो वह स्थानीय नमी से क्रिया कर सल्फ्यूरिक अम्ल बनाती है, जो अरावली की संवेदी पर्वतीय वनस्पति के लिए विनाशकारी है। इसके शमन हेतु आधुनिक संयंत्रों में 'डबल कॉन्टैक्ट डबल एब्जॉर्प्शन' (DCDA) तकनीक द्वारा गैस को सीधे अम्ल उद्योग में मोड़ना विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है।

11. सतत खनिज विकास एवं विधिक ढांचा (DMFT का अनुप्रयोग)

खनन प्रभावित क्षेत्रों के पर्यावरण पुनर्स्थापन और स्थानीय जनसांख्यिकी (विशेषकर आदिवासी अंचलों) के कल्याण के लिए राज्य सरकार द्वारा **जिला खनिज प्रतिष्ठान ट्रस्ट (DMFT)** के विधिक नियमों को कड़ाई से लागू किया गया है:

- **विकास कोष का विन्यास:** प्रत्येक खनन पट्टा धारक (जैसे हिंदुस्तान जिंक लिमिटेड व हिंदुस्तान कॉपर लिमिटेड) को अपने विधिक रॉयल्टी भुगतान का एक निश्चित प्रतिशत हिस्सा इस ट्रस्ट में जमा कराना अनिवार्य है।
- **प्राथमिकता कड़ियाँ:** इस एकत्रित कोष का उपयोग मुख्य रूप से उदयपुर, भीलवाड़ा और नीम का थाना जैसे खनन संवेदी जिलों के ग्रामीण क्षेत्रों में स्वच्छ पेयजल परियोजनाओं, भारी धातु प्रदूषण की प्रयोगशाला जाँच, मृदा स्वास्थ्य कार्ड विन्यास के नवीनीकरण और वनीकरण अभियानों के लिए विधिक रूप से किया जा रहा है।

राजस्थान के गैर-लोह धात्विक खनिज (सीसा-जस्ता एवं तांबा) राज्य की औद्योगिक संप्रभुता और आर्थिक भूगोल के वास्तविक संवाहक हैं। इन खनिजों की प्री-कैम्ब्रियन भू-वैज्ञानिक अवस्थिति, सह-उत्पाद कड़ियों की गतिकी और राष्ट्रीय स्तर के परिष्करण संयंत्रों का वैज्ञानिक व विधिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 11: अधात्विक खनिज (भाग I - औद्योगिक व विनिर्माण) - चूना पत्थर, जिप्सम, रॉक फॉस्फेट एवं अभ्रक

राजस्थान का भू-गर्भिक विन्यास अवसादी और कायांतरित शैल संरचनाओं के दृष्टिकोण से अत्यंत समृद्ध है। राज्य की विंध्यन कगार भूमि, थार मरुस्थल की प्राचीन सामुद्रिक परतें और अरावली की कायांतरित मेखला देश के विशालतम अधात्विक खनिज भंडारों का विधिक विन्यास प्रस्तुत करती हैं। औद्योगिक और विनिर्माण प्रक्रियाओं में प्रयुक्त होने वाले अधात्विक खनिजों में **चूना पत्थर (सीमेंट ग्रेड)**, **जिप्सम**, **रॉक फॉस्फेट** और **अभ्रक** रणनीतिक स्थान रखते हैं। ये खनिज कोर विनिर्माण उद्योगों जैसे सीमेंट, रासायनिक उर्वरक, मृदा सुधार और थर्मल इंसुलेशन प्रणालियों के प्राथमिक नियंत्रक स्तंभ हैं।

1. चूना पत्थर (Limestone): औद्योगिक वर्गीकरण एवं सीमेंट ग्रेड भूगोल

चूना पत्थर एक कैल्शियम कार्बोनेट युक्त अवसादी खनिज है, जो मुख्य रूप से सामुद्रिक निक्षेपों और जैविक अवसादन के दीर्घकालिक भू-वैज्ञानिक प्रक्रमों द्वारा विनिर्मित होता है। राजस्थान में चूना पत्थर के भंडारों को उनके रासायनिक संगठन और औद्योगिक उपयोगिता के आधार पर तीन प्रमुख विधिक श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है:

1.1 स्टील ग्रेड / केमिकल ग्रेड चूना पत्थर:

- **रासायनिक विशिष्टता:** इसमें कैल्शियम कार्बोनेट की शुद्धता सर्वोच्च (**95% से अधिक**) पाई जाती है, जबकि सिलिका और मैग्नीशियम के अंश नगण्य होते हैं।
- **प्रादेशिक संकेंद्रण:** इसका निष्कर्षण मुख्य रूप से जोधपुर संभाग के **सानू (जैसलमेर)**, पीपाड़ और बिलाड़ा (जोधपुर) अंचलों की विंध्यन परतों से किया जाता है। सानू का स्टील ग्रेड चूना पत्थर देश के बड़े इस्पात संयंत्रों (जैसे सेल - SAIL) को धातुकर्म प्रक्रमों में फ्लक्स के रूप में उपयोग हेतु सीधे विसर्जित किया जाता है।

1.2 सीमेंट ग्रेड चूना पत्थर (Cement Grade Limestone):

- **रासायनिक विशिष्टता:** इसमें कैल्शियम ऑक्साइड (CaO) का प्रतिशत **40 से 45%** के मध्य स्थिर रहता है, जो पोर्टलैंड सीमेंट के विनिर्माण के लिए विधिक रूप से आवश्यक रासायनिक मानक है।
- **प्रादेशिक संकेंद्रण:** यह क्षेत्रफल और संचित भंडारों के दृष्टिकोण से राज्य का सबसे विस्तृत चूना पत्थर वर्ग है। इसकी सबसे बड़ी सघन मेखला **चित्तौड़गढ़, निम्बाहेड़ा, बूंदी, कोटा, नागौर, और झुंझुनू** जिलों के समानांतर फैली हुई है। चित्तौड़गढ़ को इसी प्रचुरता के कारण 'सीमेंट विनिर्माण का राष्ट्रीय हब' कहा जाता है।

2. जिप्सम (Gypsum): मरुस्थलीय हाइड्रो-रासायनिक विन्यास

जिप्सम एक जलयोजित कैल्शियम सल्फेट खनिज है, जिसे स्थानीय स्तर पर 'हरसोठ' या 'सेलखड़ी' के नामों से विधिक संज्ञा दी गई है। यह मुख्य रूप से थार मरुस्थल के प्राचीन सामुद्रिक गर्तों में वाष्पीकरण (Evaporite निक्षेप) के भू-वैज्ञानिक प्रक्रमों द्वारा निर्मित हुआ है।

2.1 जामसर एवं पश्चिमी राजस्थान की प्राथमिक पट्टियाँ:

- **जामसर (बीकानेर):** यह संपूर्ण भारत का विशालतम और सबसे महत्वपूर्ण जिप्सम भंडार और **उत्खनन केंद्र** है। यहाँ धरातल के ठीक नीचे जिप्सम की कई मीटर मोटी अवसादी परतें पाई जाती हैं, जिनका दोहन खुली खदान पद्धति द्वारा किया जाता है।
- **नागौरी उच्च भूमि बेल्ट:** नागौर जिले के भदवासी, मांगलोद, और जोधवासी क्षेत्रों में उच्च श्रेणी के जिप्सम (क्रिस्टलीय रूप—सेलेनाइट) के विशाल भंडार विद्यमान हैं।
- **थार सीमांत बेल्ट:** बाड़मेर (उत्तरलाई, कवास) और जैसलमेर के शुष्क गर्तों में जिप्सम की परतें एरिडिसॉल्स मृदा के नीचे संचित हैं।

2.2 औद्योगिक एवं मृदा सुधार अनुप्रयोग:

- **सीमेंट विनिर्माण कड़ि:** पोर्टलैंड सीमेंट के विनिर्माण प्रक्रम में क्लिंकर को पीसते समय 2 से 3 प्रतिशत जिप्सम विधिक रूप से मिलाया जाता है। इसका प्राथमिक उद्देश्य सीमेंट के जमने के समय (Setting Time) को मंद करना है, ताकि कंक्रीट को संरचनात्मक स्थायित्व दिया जा सके।
- **क्षारीय मृदा का उपचार:** कृषि पारिस्थितिकी के दृष्टिकोण से अत्यधिक उच्च पीएच मान (>8.5) वाली क्षारीय ऊसर भूमियों में सोडियम आयनों को प्रतिस्थापित करने के लिए जिप्सम का सघन रासायनिक अनुप्रयोग किया जाता है। इसके अतिरिक्त इसका उपयोग प्लास्टर ऑफ पेरिस (POP) और रासायनिक उर्वरकों (अमोनियम सल्फेट) के निर्माण में होता है।

3. रॉक फॉस्फेट (Rock Phosphate): रासायनिक उर्वरक उद्योगों का आधार

रॉक फॉस्फेट एक फास्फोरस युक्त अवसादी खनिज है, जो कृषि क्षेत्र में प्रचुरता से प्रयुक्त होने वाले फॉस्फेटिक उर्वरकों (जैसे सुपर फॉस्फेट व डीएपी) के विनिर्माण का एकमात्र प्राथमिक स्रोत है।

3.1 झामरकोटड़ा संकुल (उदयपुर) - राष्ट्रीय एकाधिकार कड़ि:

- **भू-वैज्ञानिक सर्वोच्चता:** उदयपुर जिले में अवस्थित झामरकोटड़ा खान संपूर्ण भारत का विशालतम, सर्वश्रेष्ठ और सर्वोच्च आनुवंशिक सांद्रता वाला रॉक फॉस्फेट भंडार गृह है।
- **विवर्तनिक अवस्थिति:** यह भंडार प्री-कैम्ब्रियन युगीन अरावली महासमूह की डोलोमाइटिक चूना पत्थर चट्टानों के समानांतर विस्तृत है। यहाँ पाए जाने वाले अयस्क की प्राकृतिक सांद्रता को और उत्कृष्ट बनाने के लिए 'औद्योगिक लाभकारी संयंत्र' (Beneficiation Plant) विधिक रूप से स्थापित किया गया है।

3.2 अन्य प्रादेशिक उत्पादक बेल्ट:

- **बिरमानिया एवं लाठी क्षेत्र (जैसलमेर):** मरुस्थलीय अवसादी बेसिन के अंतर्गत आने वाला दूसरा प्रमुख रॉक फॉस्फेट क्षेत्र, जहाँ निम्न से मध्यम ग्रेड के भंडार अवसादी परतों में मिलते हैं।
- **अचरोल (जयपुर ग्रामीण) एवं मटून (उदयपुर):** अरावली मेखला की अन्य लघु कड़ियाँ।
- **कृषि अनुप्रयोग:** अम्लीय मृदाओं (Acidic Soils) की अंतर्निहित अम्लता को उदासीन करने के लिए रॉक फॉस्फेट के महीन चूर्ण का सीधे खेतों में रासायनिक छिड़काव किया जाता है।

4. अभ्रक (Mica): कार्यांतरित थर्मल इंसुलेशन विन्यास

अभ्रक एक कार्यांतरित सिलिकेट खनिज है, जो अपनी पतली, पारदर्शी और पृथक होने वाली परतों (शैल संस्तरों) के लिए विख्यात है। इसमें उच्च डाइइलेक्ट्रिक शक्ति (Dielectric Strength) और न्यूनतम तापीय चालकता पाई जाती है।

4.1 भू-वैज्ञानिक पेग्माटाइट विन्यास (Pegmatite Veins):

- अभ्रक की उत्पत्ति मुख्य रूप से अरावली महासमूह की पेग्माटाइट आग्नेय शिराओं के भीतर तीव्र दबाव और जलीय-तापन प्रक्रमों द्वारा हुई है। राजस्थान में मुख्य रूप से श्वेत अभ्रक, जिसे 'मस्कोवाइट' (Muscovite) या आंचलिक भाषा में 'रूबी अभ्रक' कहा जाता है, प्रचुरता में पाया जाता है।

4.2 भीलवाड़ा - अभ्रक नगरी (Mica City):

- **सर्वोच्च प्रादेशिक संकेंद्रीकरण:** भीलवाड़ा जिला राजस्थान में अभ्रक के उत्पादन और संचित भंडारों का प्राथमिक केंद्र है। यहाँ की मुख्य खनन बेल्ट के अंतर्गत दांता, भूनास, टूँका, और गोकुलपुरा के ब्लॉक विधिक रूप से क्रियाशील हैं।
- **औद्योगिक कड़ियाँ:** भीलवाड़ा में अभ्रक के मलबे और चूर्ण को संपीड़ित करके उच्च तापीय प्रतिरोधी 'अभ्रक ईंटें' (Mica Bricks) विनिर्मित करने का विख्यात उद्योग स्थापित है, जिनका उपयोग धातुकर्म भट्टियों की भीतरी परतों (Insulation) में किया जाता है। इसके अतिरिक्त इसका प्रचुर उपयोग इलेक्ट्रॉनिक्स, विद्युत केबल और विमान विनिर्माण में इंसुलेटर के रूप में होता है।

5. समेकित तुलनात्मक तालिका: चारों प्रमुख अधात्विक खनिजों का विश्लेषण

खनिज का प्रामाणिक नाम	प्राथमिक भू-वैज्ञानिक वर्ग	रासायनिक संरचना संकेतक	शीर्ष उत्पादक खनिज बेल्ट	प्राथमिक विनिर्माण औद्योगिक अनुप्रयोग
चूना पत्थर	अवसादी (विंध्यन व अरावली)	कैल्शियम कार्बोनेट (CaCO_3)	निम्बाहेड़ा (चित्तौड़गढ़), सानू (जैसलमेर), नागौर	पोर्टलैंड सीमेंट विनिर्माण, इस्पात धातुकर्म में प्लक्स।
जिप्सम	अवसादी (वाष्पीकरण निक्षेप)	जलयोजित कैल्शियम सल्फेट	जामसर (बीकानेर), भदवासी (नागौर), उत्तरलाई	सीमेंट सेटिंग टाइम मंदन, क्षारीय मृदा सुधार, POP।
रॉक फॉस्फेट	अवसादी (डोलोमाइटिक संस्तर)	फास्फोरस पेंटाऑक्साइड	झामरकोटड़ा (उदयपुर), बिरमानिया (जैसलमेर)	रासायनिक फॉस्फेटिक उर्वरक (DAP, SSP), अम्लीय मृदा उपचार।
अभ्रक	कायांतरित (पेग्माटाइट शिराएं)	पोटैशियम-एल्युमि नियम सिलिकेट	दांता-भूनास (भीलवाड़ा), टोंक, अजमेर सीमांत	विद्युत व इलेक्ट्रॉनिक्स इंसुलेशन, अभ्रक ईट विनिर्माण।

6. अधात्विक खनिज पट्टियों का स्थानिक एवं प्रशासनिक सीमांकन

तालिका: प्रादेशिक विन्यास और आर्थिक कड़ियाँ

विशिष्ट खनिज कमान बेल्ट	भू-वैज्ञानिक संरचना आंचल	मुख्य खनिज आर्डर निर्गम	प्राथमिक औद्योगिक कड़ि
सानू-मोहनगढ़ पट्टी	पश्चिमी मरुस्थलीय अवसादी बेसिन	स्टील ग्रेड चूना पत्थर, जिप्सम	भारी इस्पात संयंत्र, सीमेंट उद्योग

झामरकोटड़ा-मटून संकुल	दक्षिणी अरावली डोलोमाइट बेल्ट	उच्च ग्रेड रबी रॉक फॉस्फेट	राष्ट्रीय उर्वरक कारखाने (NFL)
दांता-भूनास मेखला	मध्य-पूर्वी अरावली पेग्माटाइट	मस्कोवाइट रूबी अभ्रक	थर्मल इंसुलेशन, इलेक्ट्रॉनिक्स हब
निम्बाहेड़ा-गोटन कगार	विंध्यन एवं अरावली संधिकाल	सीमेंट ग्रेड चूना पत्थर समूह	पोर्टलैंड सीमेंट विनिर्माण क्लस्टर्स

7. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **पोर्टलैंड सीमेंट क्लंकर:** चूना पत्थर और क्ले के मिश्रण को भट्टी में उच्च तापमान पर तपाकर बनाया जाने वाला मध्यवर्ती उत्पाद, जिसे जिप्सम के साथ पीसा जाता है।
- **सेलेनाइट (Selenite):** जिप्सम का वह अत्यधिक शुद्ध, पारदर्शी और क्रिस्टलीय रूप जिसके उत्कृष्ट भंडार नागौर और बीकानेर के अवसादों में मिलते हैं।
- **मस्कोवाइट (Muscovite):** पोटैशियम युक्त श्वेत अभ्रक अयस्क, जो अपनी उच्च विद्युत रोधिता के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स उद्योगों में विधिक रूप से सर्वोत्तम माना जाता है।
- **खनिजीय लाभकारी संयंत्र (Beneficiation Plant):** वह यांत्रिक इकाई जो कम ग्रेड के कच्चे अयस्क (जैसे झामरकोटड़ा का रॉक फॉस्फेट) से अशुद्धियों को दूर कर उसके रासायनिक प्रतिशत को औद्योगिक मानकों के अनुकूल बढ़ाती है।
- **इवापोराइट (Evaporite):** शुष्क जलवायवीय दशाओं में खारे जल के वाष्पीकरण से निर्मित होने वाले अवसादी चट्टानी खनिज, जैसे जिप्सम और हैलाइट।

8. अधात्विक खनिज संसाधन पारिस्थितिकी के समक्ष चुनौतियां एवं प्रबंधन

राजस्थान का यह समृद्ध अधात्विक खनिज संजाल वर्तमान में तीव्र और अनियोजित खनन गतिकी के कारण गंभीर पर्यावरणीय, आकृतिक और विधिक संकटों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत निवारण अनिवार्य है:

1. **खुली खदानों (Opencast Mines) द्वारा तीव्र भूमि अवक्रमण:** चूना पत्थर और जिप्सम का उत्खनन मुख्य रूप से उथली खुली खदानों द्वारा किया जाता है। खनन समाप्ति के बाद इन विशाल गर्तों (Pits) को खुला छोड़ दिए जाने से थार मरुस्थल और पूर्वी मैदानों की स्थलाकृति विखंडित हो रही है। इसके सुधार हेतु विधिक नियमों के तहत **खानों का समतलीकरण और बैक-फिलिंग (Back-filling)** अनिवार्य किया गया है।
2. **बारीक धूल कणों (Mineral Dust) का वायुमंडलीय संकट:** चित्तौड़गढ़ के चूना पत्थर क्रेसर अंचलों और भीलवाड़ा की अभेद्य अभ्रक मिलों से निकलने वाले बारीक धूल कण वायुमंडल को स्थायी रूप से संदूषित कर रहे हैं। इससे स्थानीय जनसांख्यिकी में फेफड़ों की गंभीर बीमारियाँ (जैसे सिलिकोसिस व एस्बेस्टोसिस) फैल रही हैं, तथा आस-पास की कृषि भूमियों पर धूल जमने से मृदा ऑर्डर्स (Alfisols व Vertisols) की उपजाऊ क्षमता घट रही है।
3. **झामरकोटड़ा जलभृत संकट (Aquifer Interruption):** रॉक फॉस्फेट के गहरे उत्खनन के कारण उदयपुर संभाग की प्राचीन पर्वतीय जल प्रणालियों और भूमिगत चट्टानी जोड़ों के प्राकृतिक जलभृत स्थायी रूप से विखंडित हो रहे हैं, जिससे स्थानीय झीलों के जलग्रहण क्षेत्रों (Catchment Areas) में पानी की आवक मंद पड़ रही है।

9. सतत खनिज नीति एवं प्रशासनिक नियमन (DMFT की भूमिका)

अधात्विक खनन के इन पारिस्थितिक और सामाजिक दुष्प्रभावों के शमन के लिए राजस्थान सरकार के खनिज निदेशालय द्वारा कड़े विधानिक मापदंड प्रख्यापित किए गए हैं:

- **जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) उपकर गतिकी:** प्रत्येक चूना पत्थर, जिप्सम और रॉक फॉस्फेट खनन लीज धारक को अपनी विधिक रॉयल्टी के अतिरिक्त एक निश्चित आनुपातिक उपकर इस ट्रस्ट में जमा कराना अनिवार्य है।
- **पर्यावरण पुनर्स्थापन विन्यास:** इस एकत्रित विकास निधि का उपयोग मुख्य रूप से भीलवाड़ा, चित्तौड़गढ़, नागौर और उदयपुर जैसे खनन संवेदी जिलों के ग्रामीण क्षेत्रों में सिलिकोसिस पीड़ितों के विधिक पुनर्वास, धूल अवशोषक शेल्टर बेल्ट्स (वानस्पतिक कतारों) के निर्माण, और बंद पड़ी खानों को कृत्रिम जल संचयन झीलों में बदलने के लिए कड़ाई से किया जा रहा है।

राजस्थान के अधात्विक खनिज (चूना पत्थर, जिप्सम, रॉक फॉस्फेट, अभ्रक) राज्य की विनिर्माण संप्रभुता और औद्योगिक भूगोल के वास्तविक मूलाधार हैं। इन खनिजों की अवसादी व कार्यांतरित भू-वैज्ञानिक अवस्थिति, सीमेंट व रासायनिक उर्वरक उद्योगों के साथ उनकी अग्रगामी कड़ियों (Forward Linkages) और पर्यावरण सुरक्षा अधिनियमों का वैज्ञानिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 12: अधात्विक खनिज (भाग II - बहुमूल्य पत्थर व भवन निर्माण सामग्री)

राजस्थान का भू-गर्भिक विन्यास वास्तुकला, मूर्तिकला और रत्न आभूषणों (Gems and Jewellery) के विनिर्माण में प्रयुक्त होने वाले पत्थरों के दृष्टिकोण से अत्यंत समृद्ध है। राज्य की अरावली कार्यांतरित मेखला, दिल्ली महासमूह की शैलें और विंध्यन अवसादी बेसिन देश के विशालतम भवन निर्माण सामग्री और बहुमूल्य पत्थरों का विन्यास प्रस्तुत करते हैं। **संगमरमर, ग्रेनाइट, कोटा स्टोन, तामड़ा (गारनेट) और पन्ना** रणनीतिक स्थान रखते हैं। ये खनिज न केवल निर्माण उद्योग को आधार प्रदान करते हैं बल्कि वैश्विक रत्न बाजार में अपनी खनिज विशिष्टता के कारण विशिष्ट स्थान रखते हैं।

1. संगमरमर (Marble): भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं क्षेत्रीय प्रतिरूप

संगमरमर मूल रूप से एक कार्यांतरित (Metamorphic) चट्टान है, जिसका निर्माण चूना पत्थर (Limestone) या डोलोमाइट के अत्यधिक तापीय और दाबीय कार्यांतरण के फलस्वरूप होता है। राजस्थान संपूर्ण देश में संगमरमर के संचित भंडार और उत्पादन दोनों ही दृष्टिकोणों से विधिक रूप से सर्वोच्च स्थान वहन करता है।

1.1 मकराना बेल्ट (डीडवाना-कुचामन जिला):

- **भू-वैज्ञानिक विशिष्टता:** यह विश्व का सर्वश्रेष्ठ संगमरमर भंडार है। यहाँ पाया जाने वाला पत्थर **कैल्सिटिक श्रेणी (Calcitic Category)** का है, जिसमें कैल्शियम कार्बोनेट की शुद्धता **98 प्रतिशत से अधिक** होती है।
- **भौतिक गुणधर्म:** इसमें आयरन या मैग्नीशियम के अवसादों का पूर्ण अभाव होता है, जिससे समय बीतने पर भी इसका सफेद रंग पीला नहीं पड़ता। इसकी सघन क्रिस्टलीय संरचना जल अवशोषण को शून्य बनाती है। आगरा का ताजमहल और कोलकाता का विक्टोरिया मेमोरियल इसी मकराना संगमरमर विन्यास से निर्मित हैं। इसे वैश्विक स्तर पर 'ग्लोबल हेरिटेज स्टोन रिसोर्स' की विधिक वैधानिक पहचान प्राप्त है।

1.2 राजसमंद-नाथद्वारा बेल्ट:

- **क्षेत्रीय सर्वोच्चता:** यह क्षेत्रफल और कुल उत्पादन के आयतन के दृष्टिकोण से राजस्थान का सबसे बड़ा संगमरमर कमान क्षेत्र है।

- **शैल विशिष्टता:** यहाँ मुख्य रूप से **डोलोमैटिक संगमरमर (Dolomitic Marble)** पाया जाता है, जिसमें मैग्नीशियम की सांद्रता उच्च होती है। यह पत्थर मुख्य रूप से सफेद, हल्के धूसर और धारीदार रूपों में अनावृत है। इसके प्रमुख उप-क्षेत्रों में मोरवड़, केलवा और अगारिया शामिल हैं।

1.3 रंगत आधारित प्रादेशिक संगमरमर वर्गीकरण तालिका:

संगमरमर का रंग विन्यास	विशिष्ट भू-वैज्ञानिक अयस्क/श्रेणी	प्रमुख खनन क्षेत्र (अंचल)	विधिक प्रशासनिक जिला
सर्वोत्कृष्ट श्वेत (कैल्शियम)	शुद्ध कैल्शियम कार्बोनेट संस्तर	मकराना	डीडवाना-कुचामन
हरा संगमरमर (Green)	सर्पेन्टाइन (Serpentine) चट्टानें	ऋषभदेव, फुलवारी की नाल	उदयपुर
गुलाबी संगमरमर (Pink)	मैंगनीज और लोहा मिश्रित ऑक्साइड	बाबरमल, देवारी	उदयपुर
काला संगमरमर (Black)	बिटुमिनस और बेस सांद्रता	भैंसलाना	जयपुर ग्रामीण
पीला संगमरमर (Yellow)	सघन अवसादी बलुआ कायांतरण	मूलसागर, ओढ़ाणिया	जैसलमेर
सतरंगी संगमरमर	बहु-खनिज धारियाँ	खांदरा	पाली
बादामी संगमरमर	डोलोमैटिक मिश्रित कछारी	जोधपुर सीमांत	जोधपुर

2. ग्रेनाइट (Granite): आग्नेय विन्यास एवं जालौर हब

ग्रेनाइट एक अंतःनिर्मित आग्नेय चट्टान (Plutonic Igneous Rock) है, जिसका निर्माण पृथ्वी के भीतरी संस्तरों में मैग्मा के अत्यधिक धीमे शीतलीकरण और क्रिस्टलीकरण के फलस्वरूप होता है। यह अपनी सघन बनावट, उच्च कठोरता और विभिन्न खनिज क्रिस्टलों की उपस्थिति के कारण भवन निर्माण में प्रयुक्त होने वाला सर्वोच्च मूल्यवान पत्थर है।

2.1 जालौर - ग्रेनाइट सिटी (Granite City):

- **भू-वैज्ञानिक अवस्थिति:** जालौर जिला राजस्थान में ग्रेनाइट उद्योग और उत्खनन का सर्वप्रमुख विधिक केंद्र है। यहाँ पाए जाने वाले ग्रेनाइट प्लूटोनिक कगार विंध्यन काल के अंत में हुए आग्नेय अंतर्वेधन (Igneous Intrusions) का हिस्सा हैं।
- **गुलाबी ग्रेनाइट (जालौर पिक):** यहाँ का प्रसिद्ध गुलाबी ग्रेनाइट वैश्विक विनिर्माण बाज़ार में अपनी विशिष्ट पहचान रखता है।

2.2 ग्रेनाइट का प्रादेशिक एवं रंगत वितरण:

- **काला ग्रेनाइट (Black Granite):** इसके उत्कृष्ट संचित भंडार कालडेरा (जयपुर ग्रामीण) और पाली जिले के सुदूर पश्चिमी किनारों पर स्थित हैं।
- **पीला ग्रेनाइट (Yellow Granite):** जैसलमेर के पीथला और मरुस्थलीय कगारों के समानांतर विस्तृत है।
- **हरा ग्रेनाइट (Green Granite):** मुख्य रूप से सिरोही जिले के आबू पर्वतीय कगारों और ग्रेनाइट बाथोलिथ (Batholiths) संरचनाओं के अंतर्गत पाया जाता है।

3. कोटा स्टोन (Kota Stone): विंध्यन अवसादी संस्तर भूगोल

कोटा स्टोन एक महीन कणों वाला, सघन और अत्यधिक कठोर चूना पत्थर (Fine-grained Limestone) है, जो अपनी उत्कृष्ट स्थायित्व क्षमता और कम निर्माण लागत के कारण देश के फर्श निर्माण उद्योगों का प्राथमिक विन्यास प्रस्तुत करता है।

3.1 भू-वैज्ञानिक शैल संरचना:

- कोटा स्टोन की उत्पत्ति प्रागैतिहासिक विंध्यन महासमूह (Vindhyan Supergroup) के अंतर्गत आने वाली **सुकेत शैल (Suket Shales)** और चूने के परतों के क्रमिक अवसादन से हुई है। यह पत्थर पूरी तरह समानांतर परतों (Stratified layers) के रूप में पाया जाता है, जिससे इसकी बड़ी सिल्लियों (Slabs) को पृथक करना यांत्रिक रूप से सुगम होता है।

3.2 प्रादेशिक संकेंद्रीकरण:

- इसका मुख्य संकेंद्रीकरण **रामगंजमंडी (कोटा)**, सुकेत, चेचट, और झालावाड़ जिले के सीमांत उत्तरी कगारों के समानांतर पाया जाता है।
- **भौगोलिक संकेतक (GI) चुनौतियाँ:** इसकी सतह पर सिलिका और चूने का संतुलित विन्यास होता है, परंतु अम्ल के संपर्क में आने पर इसकी सतह का प्राकृतिक संक्षारण (Corrosion) होने की प्रवृत्ति पाई जाती है, जिसके कारण आधुनिक विनिर्माण पद्धतियों में इस पर विशेष पॉलिमर लेपन किया जाता है।

4. तामड़ा / गारनेट (Garnet): अरावली का बहुमूल्य रत्न

तामड़ा, जिसे वैज्ञानिक भाषा में 'गारनेट' और आंचलिक भाषा में 'रक्तमणि' कहा जाता है, एक एल्युमिनियम-सिलिकेट मिश्रित कार्यांतरित रत्न खनिज है। यह मुख्य रूप से दो श्रेणियों में प्रयुक्त होता है: रत्न ग्रेड (Gem Grade - अर्द्ध-बहुमूल्य पत्थर) और एब्रेसिव ग्रेड (Abrasive Grade - औद्योगिक उपयोग)। राजस्थान को तामड़ा उत्पादन में संपूर्ण देश में पूर्ण वैधानिक एकाधिकार प्राप्त है।

4.1 भू-वैज्ञानिक संरेखण:

- गारनेट की उत्पत्ति मुख्य रूप से अरावली की उच्च-ग्रेड कार्यांतरित चट्टानों—विशेष रूप से **गारनेट-बायोटाइट शिस्ट (Schist)** और एम्फीबोलाइट परतों के मध्य तीव्र क्षेत्रीय कार्यांतरण (Regional Metamorphism) के फलस्वरूप हुई है। इसके क्रिस्टल गहरे लाल व कर्तई रंग के चमकदार और कठोर (मोह पैमाना कठोरता 6.5 से 7.5) होते हैं।

4.2 प्रमुख उत्पादक खनन पट्टियाँ:

- **राजमहल बेल्ट (टोंक):** यह देश की सबसे विख्यात और समृद्ध तामड़ा उत्पादन पट्टी है। यहाँ की मुख्य खदानों में राजमहल, कल्याणपुरा और गावरी शामिल हैं, जहाँ उच्च कोटि के पारदर्शी 'अलमांडाइन गारनेट' का निष्कर्षण किया जाता है।
- **सरवाड़ बेल्ट (अजमेर):** टोंक बेल्ट के समानांतर विस्तृत अंचल, जो अपनी गहरी रंगत वाले तामड़े के लिए जाना जाता है।
- **अन्य मुख्य क्षेत्र:** बलियाखेड़ा (भीलवाड़ा) और कनकपुरा (जयपुर ग्रामीण)।

5. पन्ना (Emerald): संवेदी अल्ट्रा-मैफिक 'ग्रीन फायर' बेल्ट

पन्ना बेरिलियम-एल्युमिनियम सिलिकेट खनिज समूह का एक अत्यंत मूल्यवान और दुर्लभ रत्न है, जिसे उसकी तीव्र पारदर्शी हरी रंगत के कारण 'हरिअग्नि' (Green Fire) की संज्ञा दी गई है।

5.1 अल्ट्रा-मैफिक संकर विन्यास (Metasomatic Interaction):

- पन्ने की उत्पत्ति अत्यंत संवेदी और जटिल भू-वैज्ञानिक प्रक्रियों द्वारा होती है। यह आग्नेय पेग्माटाइट शिराओं (जो बेरिलियम का स्रोत हैं) और **अल्ट्रा-मैफिक (अति-अल्पसिलिक) चट्टानों जैसे ताल्क-सर्पेन्टाइन शिस्ट** (जो क्रोमियम का स्रोत हैं) के विवर्तनिक संधिकाल पर निर्मित होती है। क्रोमियम खनिज की अल्प उपस्थिति ही इस पत्थर को इसका विख्यात गहरा हरा रंग विधिक रूप से प्रदान करती है।

5.2 राजस्थान की पन्ना पेटी (Emerald Belt):

- राजस्थान में पन्ने के संचित भंडारों का विस्तार उत्तर-पूर्व से दक्षिण-पश्चिम की ओर एक संकीर्ण रेखीय पट्टी के रूप में पाया जाता है, जिसे 'राजस्थान की पन्ना पेटी' कहा जाता है:
- कालागुमान क्षेत्र (राजसमंद):** वर्ष 1943 में खोजी गई राज्य की पहली और ऐतिहासिक पन्ना खदान।
- गढ़बोर व देवगढ़ बेल्ट (राजसमंद):** उच्च गुणवत्ता वाले पन्ने के संचित भंडारों का मुख्य केंद्र।
- बुबानी से गामगुड़ा बेल्ट (अजमेर):** इस पट्टी का विस्तार अजमेर से राजसमंद के मध्य लगभग 221 किलोमीटर की लंबाई में पाया जाता है। हाल ही में इसके विधिक विस्तार की खोज **उदयपुर के गोगुंदा और फुलवारी की नाल** अंचलों तक की गई है।

6. समेकित तुलनात्मक तालिका: पाँचों निर्माण व बहुमूल्य खनिजों का विश्लेषण

खनिज का प्रामाणिक नाम	भू-वैज्ञानिक चट्टानी वर्ग	प्राथमिक रासायनिक/खनिज विन्यास	शीर्ष उत्पादक प्रादेशिक बेल्ट	प्राथमिक औद्योगिक / वैश्विक अनुप्रयोग
संगमरमर	कायांतरित (Metamorphic)	कैल्शियम-मैग्नीशियम कार्बोनेट	मोरवड़-केलवा (राजसमंद), मकराना	भव्य स्थापत्य निर्माण, मूर्तिकला, फर्श विन्यास।
ग्रेनाइट	अंतःनिर्मित आग्नेय (Plutonic)	कार्टज, फेल्डस्पार, अभ्रक	जालौर कगार बेल्ट, बाड़मेर, पाली	उच्च कठोरता फर्श, काउंटर टॉप, स्मारकीय संरचनाएं।
कोटा स्टोन	अवसादी (Stratified)	विंध्यन सुकेत शेल चूना पत्थर	रामगंजमंडी (कोटा), सुकेत, झालावाड़	व्यावसायिक परिसरों के फर्श, औद्योगिक पट्टियाँ।
तामड़ा (गारनेट)	कायांतरित (High-grade)	एल्युमिनियम सिलिकेट अयस्क	राजमहल (टोंक), सरवाड़ (अजमेर)	अर्द्ध-बहुमूल्य रत्न आभूषण,

				सैंड-ब्लास्टिंग अपघर्षक।
पन्ना (Emerald)	संवेदी संकर (Metasomatic)	क्रोमियम युक्त बेरिलियम सिलिकेट	कालागुमान व देवगढ़ (राजसमंद), अजमेर	अंतरराष्ट्रीय रत्न बाजार, अति-मूल्यवान आभूषण आवरण।

7. बहुमूल्य एवं भवन निर्माण पत्थरों का अंचलवार स्थानिक विन्यास

तालिका: प्रादेशिक कड़ियाँ एवं भू-गर्भिक संकेतक

विशिष्ट खनिज कमान बेल्ट	सम्बद्ध अरावली / विंध्यन संरेखण	मातृ शैल संरचना का प्रकार	प्राथमिक खनिज निर्गम वर्ग
बुबानी-गामगुड़ा पेटी	मध्य अरावली अल्ट्रा-मैफिक कड़ि	ताल्क-सर्पेन्टाइन शिस्ट चट्टानें	उच्च पारदर्शी 'हरिअग्नि' पन्ना निक्षेप
राजमहल-सरवाड़ बेल्ट	मध्य-पूर्वी कायांतरित मैदान	गारनेट-बायोटाइट शिस्ट संस्तर	अलमांडाइन रक्तमणि तामड़ा क्रिस्टल्स
सुकेत-रामगंजमंडी खंड	दक्षिणी विंध्यन अवसादी द्रोणी	समानांतर चूना पत्थर परतें	स्थायित्व युक्त कछारी कोटा स्टोन
मकराना कगार संकुल	उत्तर-पश्चिमी अरावली सीमांत कड़ि	शुद्ध कैल्शिटिक डोलोमाइट म्यूट	सर्वोच्च श्वेत ताजमहल ग्रेड संगमरमर

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **कैल्शिटिक संगमरमर:** वह संगमरमर जिसमें कैल्शियम कार्बोनेट की शुद्धता सर्वोच्च होती है और जो रासायनिक रूप से मौसम प्रतिरोधी होता है, जैसे मकराना मार्बल।
- **डोलोमैटिक संगमरमर:** वह संगमरमर जिसमें कैल्शियम के साथ मैग्नीशियम कार्बोनेट का अंश भी उच्च पाया जाता है, जो राजसमंद बेसिन की मुख्य विशेषता है।
- **सुकेत शैल विन्यास:** विंध्यन अवसादी चट्टानों की वह विशिष्ट परत जो अत्यधिक दबाव के कारण समानांतर पट्टियों में विभक्त हो जाती है, जो कोटा स्टोन का मातृ शैल है।

- **मेटासोमैटिक संकरण (Metasomatism):** दो परस्पर भिन्न रासायनिक चट्टानों (जैसे पेग्माटाइट व अल्ट्रा-मैफिक) के संपर्क मुहाने पर होने वाली गर्म गैसीय अंतःक्रिया, जिससे पत्थर जैसे दुर्लभ रत्नों का जन्म होता है।
- **अलमंडाइन (Almandine):** गहरे लाल और जामुनी रंग का गारनेट अयस्क, जो रत्न आभूषणों के विन्यास के लिए विधिक रूप से सर्वोत्तम माना जाता है।

9. भवन निर्माण एवं बहुमूल्य खनिजों का आर्थिक व औद्योगिक भूगोल

इन पत्थरों की प्रचुर प्रादेशिक उपलब्धता राज्य के विनिर्माण, हस्तशिल्प और रत्न प्रसंस्करण उद्योगों को सीधे नियंत्रित करती है:

9.1 जयपुर रत्न आभूषण क्लस्टर (Gems and Jewellery Hub):

- टोंक के राजमहल बेल्ट से प्राप्त **तामड़ा** और राजसमंद-अजमेर बेल्ट से प्राप्त **पन्ना** के कच्चे पत्थरों को विधिक परिष्करण, कटाई और घिसाई (Lapidary) के लिए सीधे **जयपुर के जोहरी बाज़ार क्लस्टर** में भेजा जाता है। जयपुर संपूर्ण विश्व में पत्थरों की अंतरराष्ट्रीय कटाई और पॉलिशिंग का सबसे बड़ा औद्योगिक विन्यास वहन करता है, जिससे राज्य को भारी विदेशी मुद्रा प्राप्त होती है।

9.2 संगमरमर मंडी अवसंरचना (मकराना व किशनगढ़):

- किशनगढ़ (अजमेर) संपूर्ण एशिया की सबसे बड़ी संगमरमर और ग्रेनाइट प्रसंस्करण व व्यापारिक मंडी के रूप में विधिक रूप से विकसित हुआ है। यहाँ राजसमंद, उदयपुर और चित्तौड़गढ़ के कच्चे पत्थरों को लाकर गैंगसा (Gangsa) संयंत्रों द्वारा परिष्कृत सिलिलियों में बदला जाता है।

10. खनन पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं प्रशासनिक नियमन

तीव्र यांत्रिक उत्खनन, गहरे कल्प ग्राइंडिंग और अनियोजित खनन गतिकी के कारण इन पत्थरों के क्षेत्रों में गंभीर पर्यावरणीय और भू-आकृतिक संकट उत्पन्न हो रहे हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **मार्बल स्लरी (Marble Slurry) का संदूषण संकट:** संगमरमर की कटाई और घिसाई के समय निकलने वाले बारीक चूने के पाउडर और जल के मिश्रण को 'मार्बल स्लरी' कहा जाता है। किशनगढ़, मकराना और राजसमंद के क्षेत्रों में इस स्लरी को खुले मैदानों में अनियंत्रित विसर्जित किए जाने से यह मिट्टी की ऊपरी सतह पर एक अभेद्य परत बना देती है। इसके कारण **मृदा ऑर्गैनिज्म (Alfisol व Aridisols) की जल पारगम्यता शून्य हो जाती है**, भू-जल पुनर्भरण पूरी तरह अवरुद्ध हो जाता है और आस-पास की वनस्पतियाँ स्थायी रूप से सूख जाती हैं।
2. **ग्रेनाइट ब्लास्टिंग द्वारा वन्यजीव गलियारों का विनाश:** जालौर और सिरौही के पर्वतीय अंचलों में ग्रेनाइट के विशाल ब्लॉकों को निकालने के लिए किए जाने वाले अंधाधुंध ब्लास्टिंग विस्फोटों के कारण अरावली के कगार खंडित हो रहे हैं। इससे भालू और पैंथर्स के प्राकृतिक **वनीय गलियारे (Wildlife Corridors)** विखंडित हो रहे हैं, जिससे मानव-वन्यजीव संघर्ष की घटनाएं उग्र हुई हैं।
3. **कोटा स्टोन क्रेसर धूल एवं जनसांख्यिकीय स्वास्थ्य संकट:** रामगंजमंडी और सुकेत अंचल में कोटा स्टोन की कटाई से उड़ने वाली सिलिका धूल के कारण स्थानीय श्रमिकों और ग्रामीण जनसांख्यिकी में **सिलिकोसिस (Silicosis)** नामक असाध्य कवक जैसी फेफड़ों की बीमारी का संकेंद्रण सर्वोच्च दर्ज किया गया है।

11. सतत प्रादेशिक नियोजन एवं आधुनिक सुधारात्मक नीतियाँ

इन पर्यावरणीय संकटों के निवारण और सतत प्रादेशिक विकास के लिए राज्य सरकार के खनिज और पर्यावरण विभाग द्वारा निम्नलिखित विधिक मापदंडों का क्रियान्वयन कड़ाई से किया जा रहा है:

- **मार्बल स्लरी डम्पिंग यार्ड्स का वैज्ञानिक स्थिरीकरण:** किशनगढ़ में मार्बल स्लरी के लिए विशिष्ट विधिक डम्पिंग यार्ड्स का विन्यास किया गया है, जहाँ स्लरी को सुखाकर आधुनिक तकनीकों द्वारा **'सिंथेटिक टाइल्स'** और कंक्रीट ब्लॉक बनाने के उद्योगों को अनिवार्य रूप से सौंपना नीतिगत रूप से तय किया गया है।
- **एम-सैंड (M-Sand) नीति का संवर्धन:** संगमरमर और ग्रेनाइट के खनन से निकलने वाले छोटे पत्थरों और मलबे (वेस्ट) को क्रेसर मशीनों द्वारा पीसकर नदियों की बजरी के विकल्प के रूप में 'मैनुफैक्चर्ड

सैंड' (M-Sand) बनाने को प्रोत्साहित किया जा रहा है, जिससे जलीय प्रणालियों के बजरी खनन पर विधिक दबाव कम हुआ है।

- **जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) के तहत स्वास्थ्य सुरक्षा:** सिलिकोसिस प्रभावित श्रमिकों के विधिक पुनर्वास और वित्तीय सहायता के लिए 'सिलिकोसिस नीति' के तहत कड़े आर्थिक कपाट खोले गए हैं, जिसका संपूर्ण बजटीय भार खनन उपकरणों द्वारा वहन किया जाता है।

राजस्थान के भवन निर्माण सामग्री और बहुमूल्य रत्न खनिज राज्य की आर्थिक संप्रभुता, स्थापत्य विरासत और औद्योगिक भूगोल के वास्तविक संवाहक हैं। इन पांचों खनिज वर्गों (संगमरमर, ग्रेनाइट, कोटा स्टोन, तामड़ा, पन्ना) की भू-वैज्ञानिक उत्पत्ति, अंतरराष्ट्रीय बाजार के साथ उनकी अग्रगामी कड़ियों और स्लरी प्रदूषण शमन नीतियों का वैज्ञानिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 13: राजस्थान की अद्यतन खनन नीति, विधिक प्रावधान, जिला खनिज प्रतिष्ठान एवं विनियामक चुनौतियाँ

राजस्थान का आर्थिक भूगोल और खनिज विन्यास राज्य के राजस्व और औद्योगिक विकास का मुख्य आधार है। खनिज रियायत नियम और नीतियाँ देश के विधिक ऊर्ध्वाधर ढांचे के अंतर्गत विनियमित होती हैं। राज्य में टिकाऊ खनिज निष्कर्षण, पारदर्शिता बढ़ाने, और अवैध उत्खनन के रणनीतिक शमन के लिए अद्यतन खनन नीति, खान ब्लॉक नीलामी प्रतिरूप तथा जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) के वैधानिक प्रावधानों को क्रियान्वित किया गया है।

1. अद्यतन खनन नीति के मूलभूत विज़न एवं रणनीतिक लक्ष्य

राज्य की अद्यतन खनन नीति खनिज क्षेत्र में दीर्घकालिक आर्थिक स्थिरता, निवेश सुरक्षा और पर्यावरण अनुकूलन सुनिश्चित करने वाला एक व्यापक विधिक दस्तावेज है। इसके प्रमुख रणनीतिक मानक निम्नलिखित हैं:

- **transparency (पारदर्शिता) एवं सरलीकरण:** खनन पट्टों (Mining Leases) और पूर्वक्षण लाइसेंसेसों (Prospecting Licenses) के विधिक आवंटन के लिए मानवीय हस्तक्षेप को न्यूनतम करना तथा संपूर्ण प्रणाली को सूचना प्रौद्योगिकी आधारित कपाट प्रदान करना।
- **खनिज आधारित औद्योगिकीकरण को बढ़ावा:** कच्चे अयस्कों के सीधे निर्यात (Direct Export) के स्थान पर राज्य के भीतर ही 'वैल्यू एडिशन' (मूल्य संवर्धन) संयंत्रों और रिफाइनरी कड़ियों की स्थापना को विधिक रूप से अनिवार्य करना।
- **पर्यावरणीय स्थायित्व एवं 'जीरो वेस्ट' (Zero Waste) विज़न:** खनन प्रक्रमों से निकलने वाले मलबे (Overburden/Tailings) के वैज्ञानिक पुनर्चक्रण को बढ़ावा देना, जैसे- वेस्ट पत्थरों को क्रेसर द्वारा पीसकर एम-सैंड (M-Sand) विनिर्माण नीति को प्रोत्साहित करना।

2. केंद्रीय एवं राज्य स्तरीय विधिक प्रावधान तथा विनियामक ढांचा

खनिज संसाधन संविधान की सातवीं अनुसूची के विधिक प्रावधानों के अंतर्गत विनियमित होते हैं, जिसमें मुख्य खनिज (Major Minerals) और गौण खनिज (Minor Minerals) का विनियामक विभाजन किया गया है:

2.1 खान और खनिज (विकास और विनियमन) अधिनियम, 1957 (MMDR Act):

- **वैधानिक कड़ि:** यह संपूर्ण भारत के खनन भूगोल को विनियमित करने वाला सर्वप्रमुख केंद्रीय अधिनियम है। इसके तहत **मुख्य खनिजों** (जैसे- सीसा-जस्ता, तांबा, लौह-अयस्क, रॉक फॉस्फेट) के विधिक नियमन, रॉयल्टी दरों और राष्ट्रीय नीतियों का निर्धारण केंद्र सरकार द्वारा किया जाता है।
- **2015 का ऐतिहासिक विधिक संशोधन:** इस संशोधन द्वारा खनन पट्टों के आवंटन में पारंपरिक 'पहले आओ-पहले पाओ' (First-come, First-served) की विवेकाधीन नीति को पूरी तरह समाप्त

कर दिया गया तथा अनिवार्य प्रतिस्पर्धी ई-नीलामी (E-Auction) प्रणाली को वैधानिक रूप से प्रख्यापित किया गया।

2.2 राजस्थान अप्रधान खनिज रियायत नियमावली (RMMC Rules):

- **वैधानिक कड़ि:** MMDR अधिनियम की धारा 15 के तहत राज्य सरकार को गौण खनिजों (Minor Minerals) जैसे- संगमरमर, ग्रेनाइट, कोटा स्टोन, बलुआ पत्थर, बजरी और चूने के विधिक नियम बनाने, रॉयल्टी दरें निर्धारित करने और पट्टों के आवंटन का पूर्ण प्रशासनिक एकाधिकार प्राप्त है। राज्य सरकार इन नियमों को समय-समय पर अद्यतन करती है ताकि राजस्व ह्रास को रोका जा सके।

3. जिला खनिज प्रतिष्ठान (District Mineral Foundation Trust - DMFT)

जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) खान और खनिज (विकास और विनियमन) संशोधन अधिनियम, 2015 के विधिक प्रावधानों के तहत प्रत्येक खनन प्रभावित जिले में स्थापित किया जाने वाला एक गैर-लाभकारी वैधानिक ट्रस्ट है।

3.1 वित्तीय संरचना एवं बजटीय इनपुट:

- **उपकर (Cess) साझाकरण प्रतिरूप:** प्रत्येक खनन पट्टा धारक को राज्य सरकार को चुकाई जाने वाली मूल रॉयल्टी के अतिरिक्त एक निश्चित आनुपातिक विधिक अंशदान इस ट्रस्ट में जमा कराना अनिवार्य होता है।
- **सांख्यिकीय मापदंड:** 12 जनवरी 2015 से पूर्व आवंटित पट्टों के लिए रॉयल्टी का 30% तथा ई-नीलामी द्वारा आवंटित नवीन पट्टों के लिए रॉयल्टी का 10% हिस्सा DMFT फंड में विधिक रूप से देय होता है।

3.2 निधियों का रणनीतिक आनुपातिक आवंटन (प्रधानमंत्री खनिक्षेत्र कल्याण योजना - PMKKKY):

DMFT के विधिक नियमों के अनुसार, एकत्रित निधि का व्यय दो मुख्य श्रेणियों के मानकों के आधार पर किया जाता है:

A. उच्च प्राथमिकता वाले क्षेत्र (न्यूनतम 60% बजटीय व्यय):

- **स्वच्छ पेयजल आपूर्ति:** खनन प्रभावित ग्रामीण अंचलों में भारी धातुओं के प्रदूषण से मुक्त पेयजल अवसंरचना का विन्यास।
- **पर्यावरण संरक्षण एवं प्रदूषण शमन:** माइनिंग डस्ट नियंत्रण के लिए स्प्रिंकलर प्रणालियाँ और शेल्टर बेल्ट्स (वनीकरण) का विकास।
- **स्वास्थ्य सुरक्षा एवं सिलिकोसिस पुनर्वास:** खनन श्रमिकों में होने वाली असाध्य फेफड़ों की बीमारी (सिलिकोसिस) के इलाज और उनके विधिक वित्तीय मुआवजे का पूर्ण वहन।
- **शिक्षा व कौशल विकास:** प्रभावित आदिवासी और ग्रामीण क्षेत्रों में डिजिटल कपाटों और विद्यालयों का सुदृढीकरण।

B. अन्य प्राथमिकता वाले क्षेत्र (अधिकतम 40% बजटीय व्यय):

- भौतिक अवसंरचना (सड़क, पुलिया निर्माण), कमान क्षेत्र विकास, सिंचाई तकनीकों का आधुनिकीकरण और ऊर्जा संभरण।

4. 'खान ब्लॉक' नीलामी प्रतिरूप (E-Auction Matrix) एवं निवेश भूगोल

पारदर्शिता बढ़ाने और खनिज एकाधिकार के विखंडन के लिए आधुनिक 'खान ब्लॉक नीलामी प्रतिरूप' पूरी तरह डिजिटल और प्रतिस्पर्धी मापदंडों पर आधारित है:

- **ई-नीलामी (E-Auction) प्रक्रम:** भारत सरकार के विधिक उपक्रम 'राष्ट्रीय सूचना विज्ञान केंद्र' (NIC) के एमएसटीसी (MSTC) पोर्टल के माध्यम से खान ब्लॉकों की ऑनलाइन पारदर्शी नीलामी की जाती है। इसमें वैश्विक और राष्ट्रीय स्तर के पूंजी निवेशक भाग लेते हैं।
- **पूर्वक्षण लाइसेंस-सह-खनन पट्टा (Composite Licence - PL-cum-ML):** जिन क्षेत्रों में खनिजों के आनुवंशिक भंडारों का सटीक सांख्यिकीय आकलन (G2/G3 स्तर) उपलब्ध नहीं होता, वहाँ

निवेशकों को पूर्वक्षण (खोज) और उत्खनन दोनों का एकीकृत विधिक अधिकार एक साथ सौंप दिया जाता है, जिससे निवेश जोखिम कम होता है।

- **त्रुटिहीन विधिक ब्लॉक विन्यास:** राजस्व विभाग और खनिज निदेशालय के संयुक्त भू-स्थानिक (GIS) सर्वे द्वारा खान ब्लॉकों की विनिर्दिष्ट सीमाओं का सटीक अक्षांश और देशांतर (जियो-टैगिंग) निर्धारित किया जाता है ताकि भविष्य में सीमाओं के विधिक विवाद उत्पन्न न हों।

5. अवैध खनन की उग्र चुनौतियाँ एवं भू-पारिस्थितिक संकट

सख्त विधिक वैधानिक ढांचे के बावजूद, राजस्थान का खनिज भूगोल वर्तमान में अनधिकृत और अवैध उत्खनन (Illegal Mining) की गंभीर आकृतिक और प्रशासनिक चुनौतियों से जूझ रहा है:

5.1 बजरी खनन (Riverbed Sand Mining) संकट:

- जलीय प्रणालियों (जैसे बनास, चम्बल, लूणी) के शुष्क पाटों से कंक्रीट बजरी का अंधाधुंध अवैध दोहन किया जाता है। सर्वोच्च न्यायालय के विधिक प्रतिबंधों के बावजूद सक्रिय यह संकट नदियों की प्राकृतिक स्पंज क्षमता (Absorption Capacity) को समाप्त कर रहा है, जिससे भू-जल पुनर्भरण अवरुद्ध हो रहा है और जलीय पारिस्थितिकी तंत्र नष्ट हो रहा है।

5.2 अरावली पर्वतमाला का विखंडन एवं नग्रीकरण:

- भवन निर्माण सामग्री (ग्रेनाइट, बलुआ पत्थर) के लिए मध्य और उत्तरी अरावली की संवेदी पहाड़ियों पर अवैध ब्लास्टिंग और उत्खनन किया जा रहा है। इसके कारण **अरावली की कई ऐतिहासिक कड़ियाँ धरातल से पूरी तरह विलोपित हो चुकी हैं**, जिससे मरुस्थल के पूर्व की ओर प्रसार (मार्च ऑफ डेजर्ट) को रोकने वाला वानस्पतिक सुरक्षा कवच नष्ट हो रहा है।

5.3 जनसांख्यिकीय स्वास्थ्य आपदा (सिलिकोसिस):

- अवैध और अनियोजित क्रेसर खानों में 'वेट ड्रिलिंग' (Wet Drilling) के विधिक नियमों का अनुपालन न किए जाने के कारण उड़ने वाली महीन सिलिका धूल फेफड़ों में जमा हो जाती है, जिससे श्रमिकों में **सिलिकोसिस (Silicosis)** और न्यूमोकोनियोसिस जैसी जानलेवा बीमारियाँ सघन रूप से फैल रही हैं।

6. समेकित तुलनात्मक तालिका: प्रमुख विधिक नियम एवं विनियामक मापदंड

विधिक नीति / नियम का नाम	विनियामक क्षेत्राधिकार	प्राथमिक विधिक उद्देश्य	वित्तीय / दंडात्मक प्रावधान
MMDR अधिनियम, 1957 (संशोधन 2015)	केंद्र सरकार (मुख्य खनिज कूट)	विवेकाधीन आवंटन का अंत, अनिवार्य प्रतिस्पर्धी ई-नीलामी का वैधानिक प्रख्यापन।	रॉयल्टी विन्यास का निर्धारण, DMFT कोष का विधिक गठन।
राजस्थान खनिज अप्रधान नियमावली (RMMC)	राज्य सरकार (गौण खनिज वर्ग)	संगमरमर, ग्रेनाइट जैसी स्थानीय निर्माण सामग्री के पट्टों का प्रशासनिक नियमन।	रॉयल्टी दरों में संशोधन, अवैध खनन पर विधिक उपकरण।

जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT)	जिला स्तरीय वैधानिक ट्रस्ट	खनन प्रभावित जनसांख्यिकी का कल्याण और पारि-पारिस्थितिकी का पुनर्स्थापन।	रॉयल्टी का 10% से 30% उपकर बजटीय इनपुट।
M-Sand (मैन्युफैक्चर्ड सैंड) नीति	राज्य खनिज निदेशालय	बजरी के अवैध खनन को रोकना व माइनिंग वेस्ट पत्थरों के चूर्ण को निर्माण में बढ़ाना।	उद्योगों को विधिक संरक्षण व कर (Tax) रियायतें।

7. अवैध खनन नियंत्रण हेतु प्रशासनिक एवं तकनीकी रणनीतियाँ

अनधिकृत उत्खनन के रणनीतिक शमन और विधिक प्रवर्तन (Enforcement) के लिए आधुनिक भूगोल और प्रशासनिक तंत्र निम्नलिखित वैज्ञानिक उपकरणों का अनुप्रयोग कर रहे हैं:

- **ड्रोन आधारित भू-स्थानिक निगरानी (Drone Surveillance):** अरावली के संवेदी क्षेत्रों और नदी बेसिनों की रियल-टाइम सैटेलाइट और ड्रोन मैपिंग की जाती है, जिससे स्वीकृत लीज क्षेत्र से बाहर होने वाले अवैध विस्तार की तुरंत पहचान (Volumetric Analysis) की जा सकती है।
- **विधिक ई-रवाना (E-Ravana) प्रणाली:** खदानों से खनिजों के परिवहन के लिए जीपीएस (GPS) आधारित डिजिटल रवना पर्ची विधिक रूप से अनिवार्य की गई है, जो परिवहन वाहनों की गतिक ट्रैकिंग सुनिश्चित कर रॉयल्टी चोरी को रोकती है।
- **खान सुरक्षा सतर्कता दल:** जिला कलेक्टरों की अध्यक्षता में खनिज, राजस्व, पुलिस और वन विभाग की संयुक्त विधिक विंग द्वारा त्वरित दंडात्मक कार्रवाइयाँ (Seizure) संचालित की जाती हैं।

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **मुख्य खनिज (Major Minerals):** परमाणु, धात्विक और उच्च मूल्य के वे खनिज जिनका नियमन केंद्रीय विधिक नियमों (MMDR) के तहत होता है, जैसे- सीसा-जस्ता, तांबा।
- **गौण खनिज (Minor Minerals):** भवन निर्माण और औद्योगिक महत्व के वे लघु खनिज जिनका पूर्ण विनियामक अधिकार राज्यों के पास होता है, जैसे- संगमरमर, बजरी।
- **सिलिकोसिस (Silicosis):** सिलिका धूल के महीन कणों के सांस द्वारा फेफड़ों में जमा होने से होने वाली फेफड़ों की विख्यात असाध्य बीमारी।
- **एम-सैंड (M-Sand):** ग्रेनाइट और बलुआ पत्थर के खनन वेस्ट को यांत्रिक मशीनों द्वारा बारीक पीसकर बनाई जाने वाली कृत्रिम निर्माण रेत।
- **कम्पोजिट लाइसेंस (Composite Licence):** पूर्वक्षण (खोज) और उत्खनन पट्टे का एक संयुक्त और एकीकृत विधिक आवंटन पत्र।
- **ओवरबर्डन (Overburden):** मुख्य खनिज परत तक पहुँचने के लिए हटाई जाने वाली ऊपरी अनुपजाऊ चट्टानी परत और मलबा।

9. खनिज नीतियों का प्रादेशिक एवं औद्योगिक भूगोल पर प्रभाव

अद्यतन विधिक सुधारों और पारदर्शी ई-नीलामी प्रतिरूपों ने राजस्थान के औद्योगिक भूगोल को सकारात्मक रूप से प्रभावित किया है:

A. वैश्विक पूँजी निवेश का आकर्षण:

- खान ब्लॉकों की अंतरराष्ट्रीय स्तर पर ऑनलाइन पारदर्शी नीलामी के कारण वैश्विक धातुकर्म और सीमेंट उत्पादक कंपनियों ने चित्तौड़गढ़, नागौर और झुंझुनू संभागों में अपने विशाल विनिर्माण संयंत्र स्थापित किए हैं।

- **राजस्व स्थिरीकरण:** ई-नीलामी के माध्यम से प्राप्त होने वाले विधिक प्रीमियम और अग्रिम बोलियों के कारण राज्य के राजकोषीय राजस्व (Fiscal Revenue) में रिकॉर्ड सांख्यिकीय वृद्धि दर्ज की गई है।

10. भावी रणनीतिक नियोजन एवं रक्षात्मक नीतिगत संरेखण

खनिज संसाधनों का दोहन अपरिहार्य है, परंतु इसकी दीर्घकालिक निरंतरता (Sustainability) के लिए विधिक प्रावधानों का पर्यावरण नियमों के साथ कठोर संतुलन होना आवश्यक है:

- **'इको-सेंसिटिव' खनन कपाट:** अरावली के संवेदनशील पारिस्थितिक अंतरालों (Gaps) और राष्ट्रीय चम्बल घड़ियाल अभ्यारण्य जैसे नदीय अपवाह क्षेत्रों के 10 किलोमीटर के दायरे में किसी भी प्रकार के खनन पट्टे के आवंटन पर पूर्ण वैधानिक प्रतिबंध होना नीतिगत रूप से अनिवार्य है।
- **DMFT का शत-प्रतिशत पारदर्शी अंकेक्षण:** जिला स्तर पर एकत्रित होने वाले करोड़ों रुपये के कल्याण कोष का विधिक सामाजिक अंकेक्षण (Social Audit) ग्राम पंचायतों के माध्यम से किया जाना चाहिए, ताकि सिलिकोसिस पीड़ितों और विखंडित चरागाहों (गोचर भूमि) का पुनर्स्थापन समयबद्ध वैज्ञानिक मापदंडों के अनुसार सुनिश्चित हो सके।

राजस्थान की अद्यतन खनन नीति और विधिक प्रावधान राज्य के राजस्व संभरण और आर्थिक संप्रभुता के मुख्य सुरक्षा कवच हैं। इन विनियामक नियमों (MMDR, RMMC), जिला खनिज प्रतिष्ठान (DMFT) के निधियों के कुशलतम आवंटन और अवैध उत्खनन के तकनीकी शमन का वैज्ञानिक ज्ञान ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास और जनसांख्यिकीय कल्याण की प्रस्तुत करता है।

अध्याय 14: पारंपरिक ऊर्जा संसाधन (जीवाश्म ईंधन) - राजस्थान में कोयला (लिग्नाइट) आधारित तापीय विद्युत गृह एवं कैप्टिव ऊर्जा संयंत्र

राजस्थान के आर्थिक भूगोल और अवसंरचनात्मक विन्यास में पारंपरिक ऊर्जा संसाधन (Conventional Energy Resources) औद्योगिक और घरेलू गतिकी के प्राथमिक चालक हैं। राज्य के कुल विद्युत अधिष्ठापन (Installed Capacity) में जीवाश्म ईंधन, विशेष रूप से तापीय ऊर्जा (Thermal Power) का भारांश सर्वोच्च है। भू-वैज्ञानिक दृष्टिकोण से थार मरुस्थल की अवसादी चट्टानें तृतीयक युग (Tertiary Period) के लिग्नाइट कोयले का समृद्ध निक्षेप विन्यास प्रस्तुत करती हैं। राज्य की विशाल ऊर्जा सुरक्षा इन्हीं लिग्नाइट आधारित तापीय विद्युत गृहों, सुपर क्रिटिकल इकाइयों और औद्योगिक कैप्टिव पावर प्लांट प्रणालियों द्वारा विधिक रूप से संचालित होती है।

1. राजस्थान में कोयले का भू-वैज्ञानिक विन्यास एवं वर्गीकरण

कोयले का निर्माण प्रागैतिहासिक भू-वैज्ञानिक युगों में वानस्पतिक अवशेषों के धरातल के नीचे अत्यधिक दाब और ताप के अंतर्गत होने वाले क्रमिक कार्बनीकरण (Carbonization) के फलस्वरूप हुआ है। कार्बन की सांद्रता और कैलोरी मान (Calorific Value) के आधार पर कोयले को चार श्रेणियों में विभक्त किया जाता है, जिनमें से राजस्थान के भू-गर्भ में विशिष्ट वर्ग का संकेंद्रीकरण पाया जाता है:

1.1 लिग्नाइट (Lignite) - भूरा कोयला:

- **भू-वैज्ञानिक काल:** राजस्थान में पाया जाने वाला संपूर्ण कोयला **टर्शियरी या तृतीयक युग** (Tertiary Period) के अंतर्गत **इओसीन** (Eocene) काल की अवसादी शैल संरचनाओं का हिस्सा है।
- **भौतिक व रासायनिक गुणधर्म:** इसे सामान्यतः **'भूरा कोयला'** (Brown Coal) कहा जाता है। इसमें कार्बन की आनुवंशिक सांद्रता लगभग **40 से 55 प्रतिशत** के मध्य स्थिर होती है। इसमें नमी (Moisture) का अंश उच्च और सल्फर व राख की उपस्थिति मध्यम से उच्च पाई जाती है, जिसके कारण इसका कैलोरी मान अपेक्षाकृत कम होता है।

1.2 प्रादेशिक खनन बेसिन एवं संचित भंडार पट्टियाँ:

राज्य में लिग्नाइट कोयले के निक्षेप मुख्य रूप से तीन बड़े अवसादी बेसिनों के समानांतर विस्तृत हैं, जिनका स्थानिक विवरण निम्नलिखित है:

- **बाड़मेर बेसिन:** यह वर्तमान में राज्य का विशालतम लिग्नाइट भंडार क्षेत्र है। इसके प्रमुख खनन ब्लॉक **कपूरड़ी, जालीपा, गिरल, भाड़ेश, और शिव** हैं। जालीपा-कपूरड़ी की खदानें पूरी तरह मशीनीकृत ओपेनकास्ट कड़ियाँ हैं।
- **बीकानेर बेसिन:** ऐतिहासिक रूप से लिग्नाइट खनन का प्राचीनतम क्षेत्र। इसके प्रमुख ब्लॉक **पालना, बरसिंगसर, बिठनोक, रानेरी, हाड़ला, और गुढ़ा** हैं। *पालना का लिग्नाइट अपनी विशिष्ट चमक और तापीय सांद्रता के लिए देश भर में प्रसिद्ध रहा है।*
- **नागौर बेसिन:** इसके अंतर्गत **मेड़ता रोड, कसनाऊ-प्याऊ, मातासुख, और कुचेरा** के ब्लॉक आते हैं। मातासुख-कसनाऊ की खदानों से अत्यधिक शुष्क प्रवृत्तियों वाले लिग्नाइट का विधिक निष्कर्षण किया जाता है।

2. प्रमुख तापीय विद्युत गृह (Thermal Power Station) एवं सुपर क्रिटिकल इकाइयाँ

राजस्थान विद्युत उत्पादन निगम लिमिटेड (RVUNL) और संयुक्त उपक्रमों द्वारा राज्य में रणनीतिक स्थानों पर विशाल तापीय ऊर्जा संकुलों (Thermal Power Complexes) का संचालन किया जा रहा है:

2.1 सूरतगढ़ सुपर थर्मल पावर स्टेशन (श्रीगंगानगर):

- **प्रशासनिक अवस्थिति:** श्रीगंगानगर जिले के सूरतगढ़ (ठुकराना गाँव) के निकट अवस्थित।
- **ऐतिहासिक एवं सांख्यिकीय विशिष्टता:** यह राजस्थान का प्रथम 'सुपर थर्मल पावर स्टेशन' है, जिसे 'राज्य का आधुनिक विकास तीर्थ' भी कहा जाता है।
- **अधिष्ठापित क्षमता:** इसकी कुल विधिक उत्पादन क्षमता **2820 मेगावाट** है। इसमें 250 मेगावाट की 6 इकाइयाँ पारंपरिक तापीय तकनीक पर आधारित हैं, तथा **660 मेगावाट की 2 नवीनतम इकाइयाँ (इकाई 7 व 8) 'सुपर क्रिटिकल' (Super Critical) तकनीक** पर विनिर्मित हैं।
- **जल एवं ईंधन कड़ि:** इसे जल की आपूर्ति इंदिरा गांधी नहर की सूरतगढ़ शाखा से तथा कोयले की आपूर्ति विधिक रूप से कोल इंडिया के सुदूर कोयला ब्लॉकों से की जाती है।

2.2 छाबड़ा सुपर क्रिटिकल थर्मल पावर स्टेशन (बारां):

- **प्रशासनिक अवस्थिति:** बारां जिले के मोतीपुरा चौकी (छाबड़ा) के निकट अवस्थित।
- **सांख्यिकीय सर्वोच्चता:** यह वर्तमान में कुल उत्पादन क्षमता के दृष्टिकोण से राजस्थान का विशालतम और अग्रणी कार्यशील तापीय ऊर्जा संकुल है।
- **अधिष्ठापित क्षमता:** इसकी कुल विधिक उत्पादन क्षमता **2320 मेगावाट** दर्ज है। इसके अंतर्गत 250 मेगावाट की 4 इकाइयाँ तथा **660 मेगावाट की 2 सघन 'सुपर क्रिटिकल' इकाइयाँ (इकाई 5 व 6)** पूरी तरह ग्रिड से संबद्ध होकर विद्युत विसर्जन कर रही हैं।
- **जल संभरण:** इसे जल की निरंतर आपूर्ति परवन नदी पर निर्मित बैराज अवसंरचना द्वारा विधिक रूप से सुनिश्चित की जाती है।

2.3 कोटा सुपर थर्मल पावर स्टेशन (कोटा):

- **प्रशासनिक अवस्थिति:** कोटा शहर में चम्बल नदी के तट पर अवस्थित।
- **ऐतिहासिक विन्यास:** यह राजस्थान का पहला प्रमुख कोयला आधारित तापीय विद्युत गृह है, जिसका प्रारंभ वर्ष 1983 में हुआ था। यह राज्य का एकमात्र ऐसा थर्मल प्लांट है जो पूरी तरह नदी के मुहाने पर शहरी कमान क्षेत्र के भीतर स्थित है।
- **अधिष्ठापित क्षमता:** इसकी कुल क्षमता **1240 मेगावाट** है, जो सात विभिन्न इकाइयों (110 MW की 2, 210 MW की 3, और 195 MW की 2 इकाइयाँ) के संतुलित विन्यास द्वारा संचालित है। चम्बल का स्वच्छ जल इसके कंडेंसरों के शीतलन (Cooling System) के लिए प्राथमिक स्रोत है।

2.4 गिरल लिग्नाइट थर्मल पावर प्रोजेक्ट (बाड़मेर):

- **प्रशासनिक अवस्थिति:** बाड़मेर जिले के गिरल (तुम्बली गाँव) के निकट अवस्थित।
- **तकनीकी विधिक विशिष्टता:** यह राजस्थान सरकार का पहला पूर्णतः 'लिग्नाइट कोयला आधारित' (Pit-head Lignite Based) तापीय विद्युत संयंत्र है।

- **जर्मन तकनीक अनुप्रयोग:** यहाँ लिग्राइट में सल्फर की अत्यधिक सांद्रता से निपटने के लिए जर्मनी के सहयोग से अत्याधुनिक 'फ्लूइडाइज्ड बेड कंबशन' (CFBC) तकनीक का अनुप्रयोग किया गया है। इसकी कुल क्षमता 250 मेगावाट (125 मेगावाट की 2 इकाइयाँ) है, परंतु तकनीकी विसंगतियों और उच्च सल्फर संस्कारण के कारण यह संयंत्र अक्सर गंभीर परिचालन चुनौतियों का सामना करता है।

2.5 बरसिंगसर थर्मल पावर प्रोजेक्ट (बीकानेर):

- **संस्थागत ढांचा:** यह केंद्र सरकार के नवरत्न उपक्रम 'नेवेली लिग्राइट कॉर्पोरेशन' (NLC) द्वारा विधिक रूप से संचालित पिट-हेड थर्मल प्लांट है। इसकी क्षमता 250 मेगावाट (125 मेगावाट की 2 इकाइयाँ) है। यह अपनी ही खुली खदान (बरसिंगसर माइन) के मुहाने पर स्थित होने के कारण परिवहन ह्रास से मुक्त है।

3. औद्योगिक कैप्टिव पावर प्लांट (Captive Power Plant - CPP) प्रतिरूप

आधुनिक औद्योगिक भूगोल के परिप्रेक्ष्य में, भारी ऊर्जा-सघन उद्योगों को बिना किसी व्यवधान के निरंतर, उच्च गुणवत्ता वाली विद्युत आपूर्ति (Uninterrupted Power Supply) सुनिश्चित करने के लिए स्थापित किए जाने वाले निजी स्व-संचालित ऊर्जा संयंत्रों को 'कैप्टिव पावर प्लांट' (CPP) कहा जाता है।

3.1 कैप्टिव पावर प्लांट के विधिक एवं गतिक लाभ:

- **ग्रिड निर्भरता से मुक्ति:** ये संयंत्र मुख्य राज्य ग्रिड (Discoms) के लोड शेडिंग और ट्रिपिंग फॉल्ट्स से भारी विनिर्माण इकाइयों को विधिक रूप से सुरक्षा प्रदान करते हैं।
- **सह-उत्पादन (Cogeneration) तकनीक:** इन संयंत्रों में बिजली बनाने के बाद बची हुई अत्यधिक गर्म भाप (Steam) और तापीय ऊष्मा को दोबारा औद्योगिक प्रसंस्करण (जैसे सीमेंट क्लिंकर को सुखाने या रासायनिक भर्जन) में मोड़ दिया जाता है, जिससे कुल ऊर्जा दक्षता दोगुनी हो जाती है।

3.2 राजस्थान के प्रमुख औद्योगिक कैप्टिव संयंत्र कड़ियाँ:

- **सीमेंट उद्योग क्लस्टर:** जेके सीमेंट (निंबाहेड़ा, चित्तौड़गढ़), अल्ट्राटेक सीमेंट (कोटपूतली), और श्री सीमेंट (ब्यावर)। इन सीमेंट संयंत्रों के पास अपने स्वयं के विशाल कोयला और वेस्ट-हीट आधारित कैप्टिव पावर प्लांट विधिक रूप से स्थापित हैं, जो उनके उत्पादन चक्र की निरंतरता बनाए रखते हैं।
- **धातुकर्म उद्योग क्लस्टर:** हिंदुस्तान जिंक लिमिटेड का चंदेरिया (चित्तौड़गढ़) तापीय कैप्टिव पावर प्लांट, जो सीसा-जस्ता निष्कर्षण संयंत्र को निरंतर भारी विद्युत संभरण प्रदान करता है।

4. समेकित तुलनात्मक तालिका: प्रमुख तापीय विद्युत गृहों का सांख्यिकीय विश्लेषण

तापीय विद्युत गृह का प्रामाणिक नाम	विधिक प्रशासनिक जिला	कुल अधिष्ठापित क्षमता	प्रयुक्त प्राथमिक तकनीक	प्राथमिक जल एवं ईंधन कड़ि
सूरतगढ़ थर्मल सुपर	श्रीगंगानगर (ठुकराना)	2820 मेगावाट	सुपर क्रिटिकल (\$660 \times 2\$ MW) + पारंपरिक तापीय	इंदिरा गांधी नहर (सूरतगढ़ शाखा), कोल इंडिया आयातित कोयला।

छाबड़ा सुपर क्रिटिकल	बारां (मोतीपुरा)	2320 मेगावाट	सुपर क्रिटिकल (\$660 \text{MW} \times 2\$) + पारंपरिक इकाइयाँ	परवन नदी बैराज जलाशय, बाहरी कोयला लिंकेज।
कोटा सुपर थर्मल	कोटा (चम्बल तट)	1240 मेगावाट	पारंपरिक तापीय चरणबद्ध इकाइयाँ (7 इकाइयाँ)	चम्बल नदी मुख्य धारा पृष्ठ-जल, रेलवे वैगन कोयला।
गिरल लिग्नाइट प्रोजेक्ट	बाड़मेर (तुम्बली)	250 मेगावाट	CFBC तकनीक (जर्मन कंबशन मॉडल)	स्थानीय पिट-हेड लिग्नाइट (कपूरडी-जालीपा), भू-जल।
बरसिंगसर प्रोजेक्ट	बीकानेर	250 मेगावाट	पिट-हेड लिग्नाइट तापीय (NLC उपक्रम)	बरसिंगसर खुली खदान लिग्नाइट, स्थानीय जल स्रोत।

5. तापीय ऊर्जा उत्पादन की प्रमुख तकनीकी प्रणालियाँ

- **सुपर क्रिटिकल तकनीक (Super Critical Technology):** इस आधुनिक प्रणाली में बॉयलर के भीतरी जल को इतने उच्च दाब और तापमान ($>374^{\circ}\text{C}$) तापमान और $>22.1 \text{ bar}$ दाब पर उबाला जाता है कि पानी बिना उबले सीधे तीक्ष्ण भाप (Steam) में बदल जाता है। यह तकनीक पारंपरिक बॉयलरों की तुलना में **20% कम कोयले की खपत** करती है और कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2) के उत्सर्जन को विधिक रूप से न्यूनतम करती है। सूरतगढ़ की 7वीं व 8वीं इकाई तथा छाबड़ा की 5वीं व 6ठी इकाई इसी वैज्ञानिक विन्यास पर आधारित हैं।
- **CFBC तकनीक (Circulating Fluidized Bed Combustion):** गिरल संयंत्र में प्रयुक्त यह वह यांत्रिक विधि है जिसमें कोयले के महीन चूर्ण को चूना पत्थर के साथ हवा के तीव्र झोंकों के ऊपर तैरती हुई अवस्था में जलाया जाता है। चूना पत्थर लिग्नाइट की अत्यधिक सल्फर गैसों को अपने भीतर सोख लेता है, जिससे **सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2) का वायुमंडलीय संदूषण** रुक जाता है।

6. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **पिट-हेड पावर प्लांट (Pit-head Plant):** वह तापीय विद्युत संयंत्र जो कोयले की मुख्य खदान के मुहाने (मुहाने से 5 किमी के दायरे) पर ही निर्मित किया जाता है, जिससे कोयले के भारी परिवहन भाड़े और रेलवे वैगन की विधिक निर्भरता पूरी तरह समाप्त हो जाती है, जैसे गिरल व बरसिंगसर।
- **सुपर थर्मल पावर स्टेशन (STPS):** वह एकल तापीय विद्युत कपाट या संयंत्र संकुल जिसकी कुल अधिष्ठापित उत्पादन क्षमता विधिक रूप से **1000 मेगावाट या उससे अधिक** दर्ज होती है।
- **कैप्टिव पावर प्लांट (CPP):** किसी विशिष्ट औद्योगिक विनिर्माण इकाई (जैसे सीमेंट या स्टील प्लांट) द्वारा अपने निजी उपभोग के लिए स्थापित स्व-संचालित लघु तापीय बिजलीघर।
- **फ्लू गैस डिसल्फराइजेशन (FGD):** तापीय संयंत्रों की चिमनियों से निकलने वाले धुएं से सल्फर डाइऑक्साइड जैसी जहरीली गैसों को यांत्रिक रूप से छानने का पर्यावरण-अनुकूल प्रक्रम।

- **फ्लाई एश (Fly Ash):** कोयले के दहन के बाद चिमनियों के इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रेसिपिटेटर (ESP) में एकत्र होने वाली अत्यधिक महीन राख, जो सीमेंट और ईट विनिर्माण का मूल्यवान कच्चा माल है।

7. पारंपरिक तापीय ऊर्जा के स्थानिक वितरण से संबद्ध समेकित सांख्यिकी

तालिका: प्रादेशिक ईंधन वितरण एवं तकनीकी कड़ियाँ

तापीय पैरामीटर	संकेतक	वास्तविक सांख्यिकीय प्रतिरूप	प्राथमिक भू-वैज्ञानिक काल	प्राथमिक प्रशासनिक चुनौतियाँ
लिग्नाइट कोयला प्रकार		भूरा कोयला (कार्बन 40-55%)	टर्शियरी युग (इओसीन काल संस्तर)	उच्च नमी अंश, सल्फर संक्षारण गतिकी, कम कैलोरी मान।
राज्य का प्रथम STPS		सूरतगढ़ सुपर थर्मल स्टेशन	आधुनिक भूगोल कड़ि	बाहरी राज्यों से कोयला परिवहन का उच्च रेलवे मालभाड़ा।
सर्वोच्च उत्पादन क्षमता		छाबड़ा सुपर क्रिटिकल संकुल	कमान क्षेत्र अवसंरचना विन्यास	ग्रीष्मकाल में परवन नदी बेसिन में जल भराव की कमी।
औद्योगिक सह-उत्पाद		फ्लाई एश (Fly Ash निक्षेप)	विनिर्माण मैट्रिक्स	उप-उत्पाद
				सीमेंट कारखानों तक फ्लाई एश के निस्तारण का विधिक प्रबंधन।

8. तापीय ऊर्जा पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियाँ एवं प्रशासनिक चिंताएं

राजस्थान का यह विशाल तापीय ऊर्जा नेटवर्क वर्तमान में कई गंभीर पर्यावरणीय, भू-आकृतिक और विधिक संकटों से जूझ रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **वाह्य कोयला लिंकीय निर्भरता एवं कोयला संकट:** राजस्थान के स्थानीय लिग्नाइट में सल्फर और नमी की प्रचुरता के कारण सूरतगढ़ और छाबड़ा जैसे बड़े सुपर क्रिटिकल संयंत्रों में उच्च कैलोरी मान वाले **बिटुमिनस कोयले** का उपयोग अनिवार्य होता है। इस कोयले की शत-प्रतिशत आपूर्ति छत्तीसगढ़, ओडिशा और झारखंड के कोयला ब्लॉकों (कोल इंडिया) से रेलवे वैगनों द्वारा की जाती है। मानसून काल में खदानों में पानी भरने या रेलवे लॉजिस्टिक्स के अवरुद्ध होने पर राज्य में अचानक गंभीर 'बिजली संकट' (Power Outages) उत्पन्न हो जाता है।
2. **सल्फर डाइऑक्साइड (\$SO_2\$) एवं भारी धातुओं का प्रदूषण:** लिग्नाइट आधारित पिट-हेड संयंत्रों (जैसे गिरल) की चिमनियों से निकलने वाली सल्फर गैसों और नाइट्रोजन ऑक्साइड के कारण आस-पास के शुष्क वायुमंडल में **अम्लीय निक्षेपण** (Acid Deposition) का खतरा बढ़ता है। इसके

अतिरिक्त, कोयले के दहन से निकलने वाली फ्लाई एश के विशाल पहाड़ों (Ash Ponds) के कारण आस-पास की रेतीली एंटीसॉल्स मृदा ऊसर और संदूषित हो रही है।

3. **शीतलन जल (Cooling Water) की भारी माँग:** तापीय संयंत्रों के कंडेंसरों को ठंडा रखने के लिए प्रचुर जल की आवश्यकता होती है। कोटा थर्मल द्वारा चम्बल के पानी का तथा सूरतगढ़ द्वारा इंदिरा गांधी नहर के मीठे जल का अत्यधिक उपभोग किए जाने से शुष्क ग्रीष्म ऋतु में पेयजल और सिंचाई कमान क्षेत्रों के लिए विधिक जल संकट की स्थिति उत्पन्न हो जाती है।

9. सतत ऊर्जा नियोजन एवं विधिक शमन ढांचा

पारंपरिक जीवाश्म ईंधनों के इन पर्यावरणीय दुष्प्रभावों को नियंत्रित करने और राष्ट्रीय हरित अधिकरण (NGT) के विधिक प्रावधानों का अनुपालन सुनिश्चित करने के लिए तापीय विद्युत निगम द्वारा निम्नलिखित वैज्ञानिक अनुकूलन रणनीतियाँ अपनाई जा रही हैं:

- **अनिवार्य पर्यावरण-अनुकूल तकनीक (FGD का अनुप्रयोग):** सभी चालू इकाइयों की चिमनियों में 'फ्लू गैस डिसल्फराइजेशन' (FGD) संयंत्रों की स्थापना विधिक रूप से अनिवार्य की गई है, जो सल्फर गैसों को वातावरण में विसर्जित होने से पूर्व ही यांत्रिक रूप से छानकर जिप्सम में बदल देते हैं।
- **फ्लाई एश की शत-प्रतिशत औद्योगिक कड़ि (Fly Ash Utilization):** चिमनियों से निकलने वाली राख को खुले में फेंकने पर पूर्ण विधिक प्रतिबंध है। इस फ्लाई एश को अल्ट्राटेक, श्री और जेके जैसे सीमांत सीमेंट विनिर्माण संयंत्रों को 'पोतज़ोलाना सीमेंट' बनाने के लिए कच्चे माल के रूप में अनिवार्य रूप से आवंटित किया जाता है।
- **सुपर क्रिटिकल रूपांतरण चक्र:** भविष्य के ऊर्जा नियोजन में पारंपरिक कम क्षमता वाले प्रदूषणकारी बॉयलरों के स्थान पर केवल उच्च दाब-ताप वाले 'अल्ट्रा सुपर क्रिटिकल' संयंत्रों की स्थापना को ही वैधानिक स्वीकृति प्रदान की जा रही है, ताकि प्रति यूनिट बिजली उत्पादन में कोयले के जलने के आयतन को न्यूनतम किया जा सके।

राजस्थान के कोयला (लिग्नाइट) आधारित तापीय विद्युत गृह और औद्योगिक कैप्टिव पावर प्लांट राज्य की ग्रिड स्थिरता और खाद्य-औद्योगिक सुरक्षा के वास्तविक संवाहक हैं। इन संयंत्रों की भू-वैज्ञानिक ईंधन आवश्यकताओं, सुपर क्रिटिकल तकनीकों के थर्मोडायनामिक विन्यास, और पर्यावरण शमन नीतियों का वैज्ञानिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 15: पेट्रोलियम एवं प्राकृतिक गैस संसाधन

राजस्थान का हाइड्रोकार्बन भूगोल देश के ऊर्जा परिदृश्य में एक रणनीतिक स्थान रखता है। पश्चिमी राजस्थान की अवसादी द्रोणियाँ (Sedimentary Basins) प्रागैतिहासिक मेसोजोइक और सेनोजोइक युगों (Mesozoic and Cenozoic Eras) की सामुद्रिक निक्षेपण गतिकी के फलस्वरूप कच्चे तेल (Crude Oil) और प्राकृतिक गैस का एक विशाल संभार तंत्र निर्मित करती हैं। बॉम्बे हाई के बाद **राजस्थान घरेलू कच्चे तेल का देश में दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक राज्य है**, जो राष्ट्रीय उत्पादन में लगभग 20% से अधिक का सांख्यिकीय योगदान देता है। राज्य के हाइड्रोकार्बन भंडार मुख्य रूप से चार बड़े अवसादी बेसिनों के समानांतर विस्तृत हैं, जिनका वर्गीकरण, कुओं की संरचना, पचपदरा रिफाइनरी परियोजना तथा विधिक ढांचा निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित है।

1. राजस्थान के चार प्रमुख हाइड्रोकार्बन अवसादी बेसिन

राज्य में पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस की भू-वैज्ञानिक अवस्थिति लगभग **1,50,000 वर्ग किलोमीटर** के विनिर्दिष्ट क्षेत्र में फैली हुई है, जो मुख्य रूप से निम्नलिखित 14 पश्चिमी जिलों के अंतर्गत चार विधिक बेसिनों में विभाजित है:

1.1 बाड़मेर-सांचौर बेसिन (Barmer-Sanchore Basin):

- **भू-वैज्ञानिक काल:** यह सेनोजोइक युग के **पैलियोसीन-इओसीन (Paleocene-Eocene)** काल की अंतःस्थलीय रिफ्ट द्रोणी (Rift Basin) का प्रतिनिधित्व करता है।
- **खनिज विशिष्टता:** यह वर्तमान में कच्चे तेल के उत्पादन के दृष्टिकोण से राज्य का सबसे समृद्ध और सघन संकेंद्रीकरण बेल्ड है। यहाँ का हाइड्रोकार्बन मुख्य रूप से अत्यधिक गहराई पर स्थित 'फाइटोलिटिक शेल' और बलुआ पत्थर संस्तरों के जोड़ों में जमा है।

1.2 जैसलमेर बेसिन (Jaisalmer Basin):

- **भू-वैज्ञानिक काल:** यह मेसोजोइक युग के **जुरासिक-क्रेटेशियस** काल तथा टर्शियरी युग की सामुद्रिक परतों से विनिर्मित एक विख्यात 'पेरी-कॉन्टिनेंटल शेल्फ बेसिन' (Peri-Continental Shelf Basin) है।
- **खनिज विशिष्टता:** यह मुख्य रूप से **प्राकृतिक गैस (Natural Gas)** और हल्के कंडेंसेट तेल के विशाल भंडारों के लिए जाना जाता है।

1.3 बीकानेर-नागौर बेसिन (Bikaner-Nagaur Basin):

- **भू-वैज्ञानिक काल:** यह पैलियोजोइक युग के कैम्ब्रियन काल की प्राचीनतम अवसादी परतों से संबद्ध है।
- **खनिज विशिष्टता:** यहाँ भारी तेल (Heavy Crude) और '**बिटुमिनस डामर**' के निक्षेप पाए जाते हैं। पूगल और बाघेवाला की खदानें इसी बेसिन के अंतर्गत खोजी गई हैं।

1.4 विंध्याचल बेसिन (Vindhyan Basin):

- **भौगोलिक विस्तार:** इसके अंतर्गत कोटा, बारां, झालावाड़, बूंदी और भीलवाड़ा के कुछ क्षेत्र विधिक रूप से शामिल हैं, जहाँ प्रोटीरोजोइक विंध्यन परतों के नीचे हाइड्रोकार्बन की खोज हेतु गहरे विवर्तनिक सर्वेक्षण किए जा रहे हैं।

2. प्रमुख तेल कुएं एवं उनकी भू-वैज्ञानिक अवस्थिति (Oil Fields)

बाड़मेर-सांचौर और जैसलमेर बेसिनों में व्यावसायिक उत्खनन के लिए सैकड़ों तेल और गैस कुओं का वैज्ञानिक विकास किया गया है। परीक्षाओं के विनिर्देशों के अनुसार इन कुओं के नामों का क्षेत्रीय संरेखण निम्नलिखित है:

2.1 मंगला तेल क्षेत्र (Mangla Oil Field):

- **ऐतिहासिक एवं सांख्यिकीय सर्वोच्चता:** बाड़मेर ब्लॉक में अवस्थित यह **संपूर्ण भारत का विशालतम ऑन-शोर (On-shore) कच्चा तेल खोज क्षेत्र** है। इसकी खोज जनवरी 2004 में केयर्न एनर्जी (Cairns Energy) द्वारा की गई थी।
- **व्यावसायिक उत्पादन शुरुआत:** 29 अगस्त 2009 को इस कुएं से कच्चे तेल का विधिक व्यावसायिक उत्पादन आधिकारिक रूप से प्रारंभ किया गया था। यहाँ का तेल 'वैक्सी' (Waxy) प्रकृति का होता है, जिसका गलनांक उच्च होने के कारण इसे गर्म पाइपलाइन के माध्यम से परिवहन किया जाता है।

2.2 भाग्यम, ऐश्वर्या एवं सरस्वती कुएं (बाड़मेर):

- **भाग्यम व ऐश्वर्या:** मंगला के समानांतर स्थित दो अन्य विशाल तेल उत्पादक कुएं, जो बाड़मेर की रिफ्ट वैली के संरचनात्मक कगारों से जुड़े हैं।
- **सरस्वती एवं राघेश्वरी:** सरस्वती कुआँ मुख्य रूप से हल्के कूड का विन्यास प्रदर्शित करता है। **राघेश्वरी कुआँ** गहरे संस्तरों में **प्राकृतिक गैस (Associated Gas)** के सघन भंडार वहन करता है, जहाँ से उत्पादित गैस का उपयोग तापीय ऊर्जा और औद्योगिक प्रसंस्करण में होता है।
- **अन्य बाड़मेर कुएं:** कामेश्वरी, विजया, वंदना, शक्ति, दुर्गा, तुकाराम, और एन-ई (NE) तेल क्षेत्र।

2.3 जैसलमेर बेसिन के गैस कुएं (Gas Fields):

- **डांडेवाला एवं तनोट:** जैसलमेर में प्राकृतिक गैस की खोज के प्रारंभिक और ऐतिहासिक कुएं, जहाँ 'इन्फ्रा-कैम्ब्रियन' परतों से गैस निकाली जा रही है।
- **मनियारी टिब्बा एवं शाहगढ़ बल्ज:** ये वर्तमान में उच्च गुणवत्ता वाली **मीथेन और हीलियम युक्त प्राकृतिक गैस** के सर्वोच्च भंडार गृह हैं।
- **घोटारू:** यह कुआँ अपनी गैस में **हीलियम (Helium)** गैस के प्रचुर अंशों की उपस्थिति के कारण वैज्ञानिक रूप से अत्यंत महत्वपूर्ण माना जाता है।
- **सादेवाला:** जैसलमेर बेसिन के अंतर्गत आने वाला एक लघु तेल उत्पादक कुआँ।

3. पचपदरा रिफाइनरी परियोजना: अत्याधुनिक पेट्रोकेमिकल संकुल

बालोतरा (पूर्व में बाड़मेर) जिले के पचपदरा नामक स्थान पर स्थापित की जा रही रिफाइनरी परियोजना राजस्थान के औद्योगिक भूगोल को बदलने वाला सबसे विशाल अवसंरचनात्मक विन्यास है।

3.1 विधिक संस्थागत एवं वित्तीय ढांचा:

- **संयुक्त उपक्रम (Joint Venture):** यह परियोजना हिन्दुस्तान पेट्रोलियम कॉर्पोरेशन लिमिटेड (HPCL) और राजस्थान सरकार का एक विधिक संयुक्त उद्यम है, जिसके लिए 'एचपीसीएल राजस्थान रिफाइनरी लिमिटेड' (HRRL) का गठन किया गया है।
- **साझाकरण आनुपातिक प्रतिरूप:** इसमें एचपीसीएल (HPCL) की हिस्सेदारी 74% तथा राजस्थान सरकार की हिस्सेदारी 26% विधिक रूप से निर्धारित है।
- **सांख्यिकीय क्षमता:** इस रिफाइनरी की कुल प्रसंस्करण क्षमता 9 मिलियन मीट्रिक टन प्रति वर्ष (9 MMTPA) विनिर्दिष्ट की गई है।

3.2 तकनीकी विशिष्टता - एकीकृत पेट्रोकेमिकल कॉम्प्लेक्स:

- **भारत की पहली विशिष्ट रिफाइनरी:** यह संपूर्ण भारत की पहली ऐसी आधुनिक रिफाइनरी परियोजना है जिसमें पेट्रोलियम रिफाइनिंग के साथ-साथ एक वृहद 'पेट्रोकेमिकल कॉम्प्लेक्स' (Petrochemical Complex) को एकीकृत विन्यास प्रदान किया गया है। इसका अर्थ यह है कि यहाँ केवल पेट्रोल-डीजल ही नहीं बनेगा, बल्कि प्लास्टिक, रबर और कृत्रिम रेशों के निर्माण के लिए आवश्यक डाउनस्ट्रीम पेट्रोकेमिकल उत्पाद भी प्रचुरता में तैयार किए जाएंगे।
- **पर्यावरण मानक:** यह भारत मानक-VI (BS-VI) उत्सर्जन मानदंडों के सर्वथा अनुकूल पर्यावरण-अनुकूल ईंधन का उत्पादन करने हेतु अभिकल्पित है।

4. हाइड्रोकार्बन विसर्जन हेतु विधिक अवसंरचना एवं परिवहन तंत्र

पश्चिमी रेगिस्तानी अंचल से निकाले गए कच्चे तेल को देश की मुख्य रिफाइनरियों तक सुरक्षित पहुँचाने के लिए एक जटिल और तकनीकी रूप से सुदृढ़ विधिक परिवहन अवसंरचना का विकास किया गया है:

4.1 मंगला-भोगाट क्रूड ऑयल पाइपलाइन:

- **भौगोलिक मार्ग एवं लंबाई:** यह बाड़मेर के मंगला तेल क्षेत्र से प्रारंभ होकर गुजरात के जामनगर और सलाया होते हुए अरब सागर के तट पर स्थित भोगाट (गुजरात) बंदरगाह तक विस्तृत है। इसकी कुल विधिक लंबाई 670 किलोमीटर है।
- **विश्व की विशालतम इंसुलेटेड पाइपलाइन:** यह विश्व की सबसे लंबी निरंतर गर्म रहने वाली (Skinned Effect Heat Traced) इंसुलेटेड कच्चे तेल की पाइपलाइन है। बाड़मेर के कच्चे तेल में मोम (Wax) की सांद्रता उच्च होने के कारण यह सामान्य तापमान पर जम जाता है। अतः इस पाइपलाइन के समानांतर एक निरंतर हीटिंग केबल बिछाई गई है जो तेल के तापमान को 65°C से ऊपर बनाए रखती है ताकि इसका गतिक प्रवाह बिना किसी अवरोध के बना रहे।

wincompete

5. समेकित तुलनात्मक तालिका: चारों प्रमुख अवसादी बेसिनों का विन्यास

बेसिन का प्रामाणिक नाम	शामिल विधिक प्रशासनिक जिले	भू-वैज्ञानिक काल संस्तर	प्राथमिक खनिज प्रतिरूप	प्रमुख कुएं / क्षेत्र कड़ियाँ
बाड़मेर-सांचौर बेसिन	बाड़मेर, बालोतरा, सांचौर, जालोर	पैलियोसीन-इओसीन (सेनोजोइक)	कच्चा तेल (कूड ऑयल) - वैक्सी ग्रेड	मंगला, भाग्यम, ऐश्वर्या, सरस्वती, राघेश्वरी।
जैसलमेर बेसिन	जैसलमेर	जुरासिक-क्रेटेशियस (मेसोजोइक)	प्राकृतिक गैस, हल्का कंडेंसेट तेल	मनियारी टिब्बा, शाहगढ़ बल्ज, घोटारू, तनोट।
बीकानेर-नागौर बेसिन	बीकानेर, नागौर, चुरू, हनुमानगढ़	पैलियोजोइक (कैम्ब्रियन काल)	भारी तेल (Heavy Crude), बिटुमिनस	बाघेवाला, कालुवाला, तवरीवाला, पुगल।
विंध्याचल बेसिन	कोटा, बारां, झालावाड़, बूंदी	प्रोटीरोजोइक (विंध्यन कगार)	हाइड्रोकार्बन संभाव्यता संकेत	क्षेत्रीय भू-स्थानिक विवर्तनिक सर्वे ब्लॉक।

6. हाइड्रोकार्बन ब्लॉक आवंटन एवं पेट्रोलियम माइनिंग लीज (PML) विधिक प्रावधान

राजस्थान में खनिज तेल और गैस का दोहन पूरी तरह राष्ट्रीय पेट्रोलियम नीतियों और विधिक प्रावधानों के अंतर्गत नियंत्रित होता है, जिसका ढांचा इस प्रकार व्यवस्थित है:

- **पेट्रोलियम और प्राकृतिक गैस नियम, 1959:** इसके तहत राज्य सरकार केंद्र सरकार की पूर्व विधिक संस्तुति के आधार पर विशिष्ट कंपनियों को दो प्रकार के वैधानिक अधिकार पत्र जारी करती है:
 1. **पेट्रोलियम एक्सप्लोरेशन लाइसेंस (PEL):** किसी निश्चित ब्लॉक में तेल व गैस की खोज करने का प्रारंभिक विधिक अधिकार पत्र।
 2. **पेट्रोलियम माइनिंग लीज (PML):** खोज सफल होने पर उस ब्लॉक से व्यावसायिक स्तर पर हाइड्रोकार्बन का निष्कर्षण (उत्पादन) करने का दीर्घकालिक वैधानिक पट्टा।
- **HELP (Hydrocarbon Exploration and Licensing Policy):** इस आधुनिक राष्ट्रीय नीति के तहत कंपनियों को 'ओपन एंक्रेज लाइसेंसिंग पॉलिसी' (OALP) के माध्यम से अपनी पसंद के ब्लॉक चुनने और राजस्व साझाकरण प्रतिरूप (Revenue Sharing Model) के आधार पर पारदर्शी विधिक अधिकार प्राप्त होते हैं।

7. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **वैक्सी कूड (Waxy Crude):** वह कच्चा तेल जिसमें पैराफिन मोम की रासायनिक सांद्रता उच्च होती है, जो कम तापमान पर गाढ़ा होकर जम जाता है।
- **पेट्रोलियम माइनिंग लीज (PML):** राज्य खनिज निदेशालय द्वारा जारी किया जाने वाला वह वैधानिक अधिकार पत्र जो हाइड्रोकार्बन के व्यावसायिक दोहन की अनुमति देता है।
- **डाउनस्ट्रीम उद्योग:** रिफाइनरी के उप-उत्पादों (जैसे एथिलीन, प्रोपलीन) का उपयोग करके प्लास्टिक, पॉलीमर और रसायनों का निर्माण करने वाले सहायक उद्योग।
- **हीट-ट्रेड पाइपलाइन:** विद्युत केबलों द्वारा निरंतर गर्म रखी जाने वाली वह विशेष इंसुलेटेड पाइपलाइन जो गाढ़े तेल के प्रवाह को गतिक बनाए रखती है।
- **शाहगढ़ बल्ज:** जैसलमेर बेसिन का वह संवेदी सीमांत भौगोलिक गर्त जो प्राकृतिक गैस के विशालतम सांख्यिकीय भंडारों के लिए जाना जाता है।

8. हाइड्रोकार्बन भूगोल का प्रादेशिक एवं आर्थिक प्रभाव प्रतिरूप

तालिका: पेट्रोलियम अवसंरचना के बहुआयामी आर्थिक संकेतक

प्रभाव क्षेत्र	सकारात्मक आर्थिक प्रतिरूप (Economic Gains)	पर्यावरणीय एवं पारि-आकृतिक चुनौतियां (Ecological Costs)
राजकोषीय राजस्व	राज्य के राजकोष को रॉयल्टी के माध्यम से प्रतिदिन करोड़ों रुपये का विधिक राजस्व प्राप्त होना, जिससे वित्तीय संप्रभुता सुदृढ़ होती है।	गहरे उत्खनन प्रक्रमों के कारण मरुस्थलीय संवेदी पारिस्थितिकी के भू-गर्भिक संस्तरों का विरूपण।
औद्योगिक कड़ियाँ	पचपदरा रिफाइनरी के निकट 'पेट्रोकेमिकल डाउनस्ट्रीम इन्वेस्टमेंट रीजन' (PCPIR) के विकास से हजारों सूक्ष्म लघु उद्योगों की स्थापना का मार्ग प्रशस्त होना।	रिफाइनिंग और ड्रिलिंग प्रक्रमों से निकलने वाले रासायनिक अपशिष्ट जल (Produced Water) के निस्तारण की गंभीर हाइड्रो-भूवैज्ञानिक चुनौती।
जनसांख्यिकीय विन्यास	पश्चिमी शुष्क जिलों में उच्च कुशल रोजगार के कपाट खुलना, ग्रामीण जनसांख्यिकी का तीव्र नगरीकरण व क्रय शक्ति में सांख्यिकीय वृद्धि।	रिफाइनरी अंचलों के आस-पास कंक्रीट सतहों के फैलाव से स्थानीय भू-जल पुनर्भरण की प्राकृतिक प्रणालियों का अवरुद्ध होना।

9. पेट्रोलियम क्षेत्र के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं विनियामक प्रबंधन

तीव्र यांत्रिक दोहन और संवेदी रेगिस्तानी पारिस्थितिकी के बीच राजस्थान का हाइड्रोकार्बन क्षेत्र वर्तमान में निम्नलिखित गंभीर तकनीकी और पर्यावरणीय चुनौतियों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **उत्पादन जल (Produced Water) का हाइड्रो-रासायनिक संकट:** गहरे तेल कुओं से कच्चे तेल के निष्कर्षण के समय भूमिगत स्तरों से अत्यधिक गर्म, लवणीय और भारी रसायनों से युक्त पानी बाहर आता है, जिसे 'उत्पादन जल' कहा जाता है। इस पानी का यदि रेतीली एंटीसॉल्स मृदा पर अनियंत्रित विसर्जन किया जाए, तो यह आस-पास के सीमित मीठे भू-जलभृतों (जैसे लाठी सीरीज़) को स्थायी रूप

से संदूषित कर देता है। इसके समाधान हेतु केयर्न वेदांता द्वारा 'डीप वेल इंजेक्शन' तकनीक के माध्यम से इस लवणीय जल को दोबारा अत्यधिक गहराई वाले शुष्क भू-गर्भिक छिद्रों में विधिक रूप से पंप किया जा रहा है।

2. **पाइपलाइन रिसाव एवं वनाग्नि संकट:** 670 किमी लंबी गर्म मंगला-भोगाट पाइपलाइन का मार्ग कई कृषि और संवेदी वन्यजीव क्षेत्रों से होकर गुजरता है। इसमें होने वाले किसी भी सूक्ष्म रासायनिक रिसाव (Oil Spill) से मृदा की जैविक उर्वरता नष्ट होने और स्थानीय वनस्पतियों में आग लगने का खतरा बना रहता है। इसके शमन हेतु संपूर्ण पाइपलाइन के समानांतर 'ऑप्टिकल फाइबर सेंसर नेटवर्क' बिछाया गया है, जो किसी भी दबाव ह्रास की स्थिति में स्वचालित विधिक कपाटों (Slam-shut Valves) को बंद कर देता है।

10. भावी रणनीतिक नियोजन एवं रक्षात्मक नीतिगत संरेखण

जलवायु परिवर्तन और एमिशन नॉर्म्स के इस आधुनिक दौर में राजस्थान के पेट्रोलियम संसाधन विन्यास को पर्यावरण-अनुकूल बनाने के लिए राज्य सरकार द्वारा आधुनिक रणनीतियाँ अपनाई जा रही हैं:

- **ग्रीन रिफाइनरी मॉडल:** पचपदरा रिफाइनरी परियोजना के भीतर कार्बन फुटप्रिंट को न्यूनतम करने के लिए इसकी कैप्टिव ऊर्जा आवश्यकताओं का एक बड़ा हिस्सा थार के सौर और पवन ऊर्जा पार्कों (जैसे भड़ला व नोख) से जोड़ना प्रस्तावित है, जिससे यह देश का पहला 'लो-कार्बन पेट्रोकेमिकल संकुल' बन सकेगा।
- **सहयोगी प्राकृतिक गैस कड़ि:** जैसलमेर के शाहगढ़ बल्ज और मनियारी टिब्बा से प्राप्त होने वाली प्राकृतिक गैस को सीधे 'राष्ट्रीय गैस ग्रिड' (ऊर्जा गंगा परियोजना) से जोड़कर राज्य के बड़े शहरों में पाइपड नेचुरल गैस (PNG) और संपीड़ित प्राकृतिक गैस (CNG) के स्वच्छ परिवहन कपाट खोले जा रहे हैं।

राजस्थान के पेट्रोलियम एवं प्राकृतिक गैस संसाधन राज्य की आर्थिक संप्रभुता, राजकोषीय स्थायित्व और औद्योगिक भूगोल के वास्तविक मूलाधार हैं। इन चारों अवसादी बेसिनों की भू-वैज्ञानिक उत्पत्ति, कुओं के आनुवंशिक कूटों, पचपदरा रिफाइनरी के 74:26 के वित्तीय विन्यास और इंसुलेटेड पाइपलाइन अवसंरचना का वैज्ञानिक व विधिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 16: गैर-पारंपरिक/नवीकरणीय ऊर्जा (भाग I) - सौर ऊर्जा संसाधन

राजस्थान का प्रादेशिक भूगोल और जलवायवीय विन्यास सौर ऊर्जा (Solar Energy) के उत्पादन के लिए वैश्विक स्तर पर सर्वाधिक अनुकूल परिस्थितियाँ निर्मित करता है। थार मरुस्थल की उच्च सौर विकिरण सघनता, स्वच्छ मेघ-रहित आकाश तथा विस्तृत अनुपजाऊ बंजर भूमि का विन्यास राज्य को नवीकरणीय ऊर्जा के क्षेत्र में देश का अग्रणी हब बनाता है। संपूर्ण भारत में **स्थापित सौर ऊर्जा क्षमता के दृष्टिकोण से राजस्थान विधिक रूप से प्रथम स्थान वहन करता है।** राज्य के सौर ऊर्जा संसाधनों का नीतिगत ढांचा, वृहद मेगा सोलर पार्क (भड़ला, नोख, फलोदी), केंद्रीय योजनाएं (पीएम-कुसुम) तथा ग्रिड अवसंरचना का विस्तृत प्रादेशिक विश्लेषण निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित है।

1. सौर ऊर्जा की भू-जलवायवीय क्षमता एवं निर्धारक कारक

राजस्थान की विशिष्ट भौगोलिक अवस्थिति और मौसम विज्ञान संबंधी संकेतक सौर ऊर्जा के सघन दोहन के लिए एक सुदृढ़ गतिक आधार प्रदान करते हैं:

- **उच्च सौर विकिरण (Solar Insolation):** राज्य में औसतन 5.5 से 6.2 किलोवाट-घंटा प्रति वर्ग मीटर प्रति दिन का तीक्ष्ण सौर विकिरण प्राप्त होता है।

- **मेघ-रहित दिनों की प्रचुरता:** थार मरुस्थल और मध्यवर्ती अंचलों में वर्ष में न्यूनतम 325 से अधिक दिन स्वच्छ, धूप-युक्त और मेघ-रहित होते हैं। यह वायुमंडलीय स्थिरता और फोटोवोल्टिक (PV) प्रणालियों की दक्षता को सर्वोच्च बनाती है।
- **विस्तृत अनुपजाऊ भूमि कड़ियाँ:** मरुस्थलीय प्रदेश में एक्टिव व स्थिरीकृत बालुका स्तूपों के मध्य विस्तृत बंजर कगार भूमियाँ पाई जाती हैं, जहाँ कृषि और आवासीय घनत्व नगण्य होने के कारण मेगा सोलर पार्कों के लिए विधिक भूमि आवंटन सुगम हो जाता है।

2. राजस्थान सौर ऊर्जा नीति: रणनीतिक लक्ष्य एवं वैधानिक ढांचा

राज्य सरकार द्वारा सौर ऊर्जा क्षेत्र के सुनियोजित नियमन और संस्थागत निवेश को आकर्षित करने के लिए अद्यतन सौर ऊर्जा नीति को प्रख्यापित किया गया है, जिसके मुख्य नीतिगत संकेतक निम्नलिखित हैं:

- **दीर्घकालिक क्षमता लक्ष्य:** इस नीति के अंतर्गत राज्य में सौर ऊर्जा के माध्यम से कुल अधिष्ठापन क्षमता को अत्यधिक उच्च स्तर पर पहुँचाने का वैधानिक लक्ष्य रखा गया है, जिसमें यूटिलिटी स्केल सोलर पार्क, रूफटॉप ग्रिड और वितरित सौर उत्पादन का आनुपातिक विन्यास शामिल है।
- **प्रशासनिक नोडल एजेंसी:** राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम लिमिटेड (RRECL) राज्य में नवीकरणीय ऊर्जा परियोजनाओं के क्रियान्वयन, आवंटन और विनियामक मंजूरी के लिए एकमात्र विधिक नोडल एजेंसी के रूप में कार्य करती है।
- **राजकोषीय प्रोत्साहन एवं भूमि आवंटन विनिर्देश:** सौर ऊर्जा उत्पादकों को 'राजस्थान अप्रधान खनिज रियायत नियमों' और भू-राजस्व अधिनियमों के तहत राजकीय बंजर भूमि के विधिक आवंटन में विशेष छूट दी जाती है। इसके अतिरिक्त, विनिर्माण उपकरणों पर चुंगी और राज्य जीएसटी (SGST) में रियायतें प्रदान की जाती हैं।
- **नवीकरणीय ऊर्जा खरीद बाध्यता (RPO):** राज्य के विद्युत वितरण निगमों (Discoms) के लिए अपनी कुल बिजली खरीद में सौर ऊर्जा की एक न्यूनतम आनुपातिक हिस्सेदारी को विधिक रूप से खरीदना वैधानिक रूप से अनिवार्य किया गया है।

3. राजस्थान के वृहद मेगा सोलर पार्क (Mega Solar Parks)

राजस्थान ने सौर भूगोल में अपनी सर्वोच्चता को सिद्ध करते हुए विश्व और देश के विशालतम सौर पार्कों का विन्यास थार मरुस्थल के भीतरी गर्तों में क्रियान्वित किया है:

3.1 भड़ला सोलर पार्क (फलोदी / जोधपुर संभाग):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** फलोदी जिले (पूर्व में जोधपुर) की अत्यंत शुष्क और उच्च तापीय प्रवृत्तियों वाली बाप तहसील के भड़ला अंचल में अवस्थित है।
- **सांख्यिकीय सर्वोच्चता:** यह कुल उत्पादन क्षमता के दृष्टिकोण से विश्व के विशालतम सौर पार्क संकुलों (World's Largest Solar Parks) में अग्रणी स्थान वहन करता है।
- **अधिष्ठापित क्षमता एवं चरणबद्ध विन्यास:** इसकी कुल विधिक उत्पादन क्षमता 2245 मेगावाट दर्ज है। इसे चार पृथक चरणों (Phases) के अंतर्गत विभिन्न सार्वजनिक-निजी कंपनियों के संयुक्त उपक्रमों द्वारा विकसित किया गया है:
 - **चरण I (75 MW) व चरण II (680 MW):** राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम की सहायक कंपनियों द्वारा विकसित।
 - **चरण III (1000 MW):** सौरभ ऊर्जा कंपनी (Saurya Urja - IL&FS व RRECL का संयुक्त विधिक उपक्रम)।
 - **चरण IV (500 MW):** अडानी रिन्यूएबल एनर्जी पार्क राजस्थान लिमिटेड द्वारा संचालित।

3.2 नोख सोलर पार्क (जैसलमेर):

- **भौगोलिक अवस्थिति:** जैसलमेर जिले के शुष्क अवसादी सीमांत क्षेत्र नोख गाँव के निकट अवस्थित है।
- **सांख्यिकीय क्षमता:** इसकी कुल विधिक उत्पादन क्षमता 925 मेगावाट विनिर्दिष्ट की गई है।
- **संस्थागत क्रियान्वयन:** इसका विकास 'राष्ट्रीय ताप विद्युत निगम' (NTPC) और आरआरईसीएल (RRECL) के विधिक समन्वय द्वारा अत्याधुनिक 'क्लीन एनर्जी ग्रिड' के रूप में किया गया है।

3.3 फलोदी-पोकरण सोलर पार्क:

- **संयुक्त उपक्रम विन्यास:** यह जैसलमेर और फलोदी जिलों की विधिक सीमाओं के समानांतर अवस्थित **750 मेगावाट** की क्षमता वाला मेगा पार्क है, जिसका विकास एस्सेल सूर्य ऊर्जा कंपनी और राज्य सरकार के साझा प्रतिरूप द्वारा किया गया है।

4. प्रधानमंत्री किसान ऊर्जा सुरक्षा उत्थान महाभियान (PM-KUSUM) योजना

पीएम-कुसुम योजना ग्रामीण जनसांख्यिकी को ऊर्जा आत्मनिर्भरता प्रदान करने और कृषि अपवाह प्रणालियों (सिंचाई नलकूपों) को पूरी तरह सौर ऊर्जा से संचालित करने वाली भारत सरकार के नवीन और नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय (MNRE) की एक रणनीतिक विधिक नीति है। इस योजना के तीन प्रमुख घटक (Components) हैं, जिनमें राजस्थान की सांख्यिकीय हिस्सेदारी देश में शीर्ष पर है:

4.1 घटक-A (Component-A): विकेंद्रीकृत सौर ऊर्जा संयंत्र

- **नीतिगत ढांचा:** इसके तहत कृषकों, सहकारी समितियों और पंचायतों को अपनी कम उपजाऊ या बंजर भूमि पर **500 किलोवाट से 2 मेगावाट** क्षमता के लघु सौर ऊर्जा संयंत्र स्थापित करने का विधिक अधिकार दिया जाता है। इस बिजली को सीधे स्थानीय डिस्कॉम द्वारा पूर्व-निर्धारित टैरिफ पर खरीदा जाता है, जिससे ग्रामीण अर्थव्यवस्था को वैकल्पिक स्थायी राजस्व प्राप्त होता है।
- **राजस्थान की प्रथम विधिक कड़ि:** पीएम-कुसुम योजना के घटक-A के अंतर्गत संपूर्ण भारत का पहला सौर ऊर्जा संयंत्र राजस्थान के जयपुर जिले की कोटपूतली तहसील के 'भालोजी' गाँव में विधिक रूप से स्थापित और ग्रिड से संबद्ध किया गया था।

4.2 घटक-B (Component-B): स्टैंडअलोन सौर पंप कड़ि

- **नीतिगत ढांचा:** बिना बिजली वाले शुष्क क्षेत्रों में पारंपरिक डीजल इंजनों को विस्थापित करके खेतों में ऑफ-ग्रिड सौर ऊर्जा संचालित सिंचाई पंपों (Solar Pumps) की स्थापना करना। इसमें केंद्र और राज्य सरकार द्वारा 60% तक की भारी वित्तीय सबसिडी विधिक रूप से प्रदान की जाती है।

4.3 घटक-C (Component-C): नलकूपों का सौरकरण (Feeder Solarization)

- **नीतिगत ढांचा:** वर्तमान में ग्रिड से जुड़े कृषि नलकूपों के बिजली फीडरों का पूरी तरह सौरकरण करना, जिससे दिन के समय किसानों को सिंचाई हेतु प्रचुर और अबाधित बिजली प्राप्त हो सके और डिस्कॉम का बजटीय भार कम हो सके।

5. रूफटॉप सोलर ग्रिड एवं नेट मीटरिंग विन्यास (Rooftop Solar)

शहरी जनसांख्यिकी के तापीय और विद्युत भार को विकेंद्रीकृत करने तथा भवनों की छतों का स्वच्छ ऊर्जा कपाट के रूप में दोहन करने के लिए 'ग्रिड-कनेक्टेड रूफटॉप सोलर योजना' का संचालन किया जा रहा है:

- **नेट मीटरिंग विधिक मॉडल (Net Metering):** इसके तहत उपभोक्ता की छत पर स्थापित सोलर पैनलों द्वारा उत्पादित बिजली को पहले घरेलू उपभोग में लिया जाता है। अतिरिक्त उत्पादित बिजली को एक द्वि-दिशात्मक मीटर (Bi-directional Meter) के माध्यम से सीधे मुख्य राज्य ग्रिड (Discom System) में विसर्जित कर दिया जाता है। उपभोक्ता के मासिक बिल में से ग्रिड को दी गई बिजली के विधिक मूल्य को सांख्यिकीय रूप से घटा (अडजस्ट) दिया जाता है।
- **पीएम सूर्य घर मुफ्त बिजली योजना:** इस अद्यतन राष्ट्रीय नीति के अंतर्गत घरेलू उपभोक्ताओं को 3 किलोवाट तक के रूफटॉप संयंत्रों पर भारी विधिक सबसिडी प्रदान की जा रही है, जिसका उद्देश्य नगरीय क्षेत्रों को 'थर्मल पावर ग्रिड' की निर्भरता से मुक्त करना है।

6. समेकित तुलनात्मक तालिका: प्रमुख सौर पार्कों एवं योजनाओं का सांख्यिकीय विश्लेषण

सौर पार्क / योजना का नाम	विधिक प्रशासनिक जिला अवस्थिति	कुल अधिष्ठापित / लक्षित क्षमता	प्राथमिक नोडल / विकास एजेंसी	विशिष्ट वैधानिक / तकनीकी लक्षण
भड़ला सोलर पार्क	फलोदी (जोधपुर संभाग)	2245 मेगावाट	RRECL, सौरभ ऊर्जा, अडानी ग्रुप JV	विश्व का विशालतम ऑन-शोर सौर पार्क संकुल; चार चरणों में पूर्ण।
नोख सोलर पार्क	जैसलमेर	925 मेगावाट	NTPC एवं आरआरईसीएल समन्वय	मरुस्थलीय अवसादी कगारों पर निर्मित अत्याधुनिक क्लीन ग्रिड।
फलोदी-पोकरण पार्क	जैसलमेर / फलोदी सीमांत	750 मेगावाट	एस्सेल सूर्य ऊर्जा एवं राज्य सरकार	अंतर-जिला सौर अवसंरचना विन्यास का संयुक्त प्रतिरूप।
पीएम-कुसुम (घटक-A)	भालोजी गाँव (जयपुर) - प्रथम	0.5 MW से 2 MW प्रति संयंत्र	नवीन एवं नवीकरणीय ऊर्जा मंत्रालय	देश का पहला कुसुम संयंत्र भालोजी में क्रियाशील; बारानी भूमि का सौरकरण।
रूफटॉप सोलर ग्रिड	समस्त शहरी / नगरीय निकाय	उपभोक्ता मांग आधारित किलोवाट वर्ग	डिस्कॉम एवं स्थानीय विद्युत विंग	नेट मीटरिंग प्रणाली; द्वि-दिशात्मक जलीय ऊर्जा विनिमय मॉडल।

7. सौर ऊर्जा संसाधनों का प्रादेशिक एवं दिशात्मक संरेखण

तालिका: थार मरुस्थल की सौर कड़ियाँ

विशिष्ट सौर कमान अंचल	जलवायवीय भू-आकृतिक सूचकांक	प्रतिनिधि मृदा आर्डर वर्ग	प्राथमिक ग्रिड विसर्जन केंद्र
बाप-भड़ला शुष्क बेल्ट	मेघ-रहित आकाश (>325 दिन), उच्च सौर तापन	एंटीसॉल्स (मोठे कणों की रेतीली बलुई)	400 केवी जीएसएस (Grid Substation) अवसंरचना
नोख-रामगढ़ सीमांत पट्टी	पेरी-कॉन्टिनेंटल शैल, न्यूनतम वर्षा आवरण	एरिडिसॉल्स व मरुस्थलीय कगार शैल	अंतर-राज्यीय हरित ऊर्जा गलियारा (Green Corridor)
शेखावाटी अर्द्ध-शुष्क खंड	उच्च दैनिक तापांतर प्रवृत्तियाँ	धूसर सिरोजम (हल्की दोमट मिट्टी)	विकेंद्रीकृत कुसुम घटक-A लघु कृषि संयंत्र

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **सौर फोटोवोल्टिक (Solar PV):** वह अर्द्धचालक सिलिकॉन सेल तकनीक जो सूर्य के प्रकाश (फोटॉन्स) को सीधे विद्युत ऊर्जा (इलेक्ट्रॉन्स) में विधिक रूप से परिवर्तित करती है।
- **नेट मीटरिंग (Net Metering):** ग्रिड से जुड़े रूफटॉप सोलर उपभोक्ताओं के आयात और निर्यात किए गए विद्युत आयतन का आनुपातिक सांख्यिकीय मिलान करने वाली विनियामक प्रणाली।
- **हरित ऊर्जा गलियारा (Green Energy Corridor):** मरुस्थलीय मेगा सौर पार्कों में उत्पादित भारी बिजली को बिना किसी ग्रिड व्यवधान के देश के अन्य औद्योगिक राज्यों तक भेजने के लिए निर्मित विशिष्ट उच्च-दाब ट्रांसमिशन लाइन अवसंरचना।
- **टैरीफ आधारित प्रतिस्पर्धी बोली:** सौर बिजली की प्रति यूनिट विधिक दर निर्धारित करने के लिए विकासकर्ताओं के मध्य होने वाली ऑनलाइन पारदर्शी नीलामी।
- **ऑफ-ग्रिड प्रणाली (Off-Grid):** वह सौर ऊर्जा विन्यास जो मुख्य राज्य बिजली ग्रिड से संबद्ध नहीं होता और अपनी उत्पादित बिजली को बैटरी बैंक में संचित कर स्थानीय स्तर पर ही उपभोग करता है, जैसे घटक-B के सोलर पंप।

wincompete

9. सौर ऊर्जा दोहन के बहुआयामी आर्थिक एवं पर्यावरणीय प्रभाव प्रतिरूप

तालिका: नवीकरणीय ऊर्जा अवसंरचना के प्रभाव संकेतक

प्रभाव क्षेत्र	सकारात्मक प्रतिरूप (Socio-Economic Gains)	पारि-आकृतिक एवं विनियामक चुनौतियां (Ecological Costs)
पर्यावरण व कार्बन शमन	जीवाश्म ईंधनों (कोयला) की विधिक निर्भरता में कमी, प्रतिवर्ष लाखों टन कार्बन डाइऑक्साइड (\$CO_2\$) के उत्सर्जन का प्रभावी शमन।	सौर प्लेटों की सफ़ाई के लिए शुष्क मरुस्थल में प्रचुर मीठे जल की भारी माँग, जिससे जल संकट गहराता है।
प्रादेशिक अर्थव्यवस्था	थार की अनुपजाऊ बंजर भूमियों का मूल्यवान 'सौर ब्लॉकों' में रूपांतरण, राज्य के राजकोष में भारी वैश्विक पूँजी निवेश का गतिक आगमन।	हजारों हेक्टेयर वन्यजीव चरागाहों (ओरण व गोचर भूमि) का सोलर बाड़बंदी द्वारा विखंडन, जिससे जैव-विविधता का हास।
कृषि अवसंरचना	पीएम-कुसुम योजना द्वारा किसानों को दिन के समय मुफ्त और अबाधित सिंचाई बिजली की उपलब्धता, बंजर भूमि से वैकल्पिक किराया आय।	अत्यधिक सौर पंपों के संचालन से शुष्क अंचलों में भू-जल के अंधाधुंध दोहन की विभीषिका, डार्क ज़ोन का तीव्र विस्तार।

10. सौर ऊर्जा पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं विनियामक प्रबंधन

राजस्थान का यह समृद्ध और अग्रणी सौर ऊर्जा तंत्र वर्तमान में तीव्र भौगोलिक विस्तार के कारण कई गंभीर पारिस्थितिक, तकनीकी और विधिक चुनौतियों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

- ग्रिड स्थिरता एवं 'इंटरमिटेंसी' (Intermittency) संकट:** सौर ऊर्जा की प्रकृति मौसमी और केवल दिन के समय तक सीमित होती है। बादलों की अचानक सघनता या रात्रिकाल में उत्पादन शून्य होने के कारण मुख्य ग्रिड में **विद्युत आवृत्ति (Frequency) और वोल्टेज का उतार-चढ़ाव** उग्र हो जाता है। इसके समाधान हेतु बिजली ग्रिड के समानांतर विशाल 'बैटरी ऊर्जा भंडारण प्रणालियों' (BESS) और पंप-स्टोरेज जल-विद्युत योजनाओं का विधिक एकीकरण किया जा रहा है।
- ग्रेट इंडियन बस्टर्ड (गोडावण) विलोपन संकट:** जैसलमेर और फलोदी के मेगा सोलर पार्कों से निकलने वाली हाई-वोल्टेज ओवरहेड ट्रांसमिशन लाइनें संकटग्रस्त राष्ट्रीय पक्षी **गोडावण (Great Indian Bustard)** के प्राथमिक विधिक प्राकृतिक आवासों (राष्ट्रीय मरु उद्यान के बफर क्षेत्रों) से होकर गुजरती हैं। उड़ते समय भारी शरीर और संकीर्ण अग्र-दृष्टि के कारण ये पक्षी इन तारों से टकराकर दुर्घटनाग्रस्त हो रहे हैं। इसके शमन हेतु सर्वोच्च न्यायालय के विधिक आदेशों के तहत संवेदी क्षेत्रों में ओवरहेड तारों को **भूमिगत केबलों (Underground Cabling)** में बदलना तथा तारों पर 'बर्ड डायवर्टर' (Bird Diverters) लगाना विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है।
- सोलर पीवी कबाड़ (Solar E-Waste) प्रबंधन:** भड़ला और अन्य संयंत्रों में स्थापित लाखों सोलर प्लेटों का जीवन चक्र लगभग 20 से 25 वर्ष निर्धारित है। इसके बाद ये प्लेटें भारी मात्रा में इलेक्ट्रॉनिक

कबाड़ (जिसमें सीसा, कैडमियम जैसी जहरीली धातुएं होती हैं) निर्मित करेंगी। इसके स्थायी शमन के लिए अद्यतन सौर नीति में 'सोलर रीसाइक्लिंग क्लस्टर' की स्थापना को नीतिगत प्राथमिकता दी जा रही है।

11. सतत प्रादेशिक सौर नियोजन एवं भावी विज़न

थार मरुस्थल की सौर ऊर्जा क्षमता को पर्यावरण और स्थानीय समुदायों के साथ संतुलित कर दीर्घकालिक स्थायित्व प्रदान करने के लिए आधुनिक प्रादेशिक भूगोल निम्नलिखित अनुकूलन रणनीतियों पर बल देता है:

- **एग्रो-फोटोवोल्टैक संयंत्र प्रणाली (Agri-photovoltaic System):** सोलर पैनलों को धरातल से अत्यधिक ऊँचाई पर स्थापित करना ताकि उनके नीचे की भूमि पर कम धूप चाहने वाली खरीफ फसलों (जैसे छाए की फसलें, औषधीय पादप) का उत्पादन भी साथ-साथ किया जा सके। यह मॉडल एक ही भूमि पर सौर ऊर्जा और कृषि उत्पादकता दोनों का दोहरीकरण सुनिश्चित करता है।
- **ओरण एवं सामुदायिक चरागाहों का विधिक संरक्षण:** जैसलमेर और बाड़मेर संभागों में देवी-देवताओं के नाम पर छोड़े गए पारंपरिक पवित्र वनों (ओरण) और गोचर भूमियों को सोलर कंपनियों के विधिक अधिग्रहण से पूर्णतः मुक्त रखना अनिवार्य किया गया है, ताकि थार के अनूठे जैविक ताने-बाने को सुरक्षित रखा जा सके।

राजस्थान के गैर-पारंपरिक सौर ऊर्जा संसाधन राज्य की राजकोषीय आत्मनिर्भरता, स्वच्छ ऊर्जा संप्रभुता और औद्योगिक भूगोल के वास्तविक मूलाधार हैं। इन मेगा सोलर पार्कों के भू-जलवायवीय विन्यास, पीएम-कुसुम योजना के घटकों की आनुवंशिक कड़ियों और गोडावण संरक्षण हेतु प्रयुक्त विनियामक तकनीकी मापदंडों का वैज्ञानिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 17: गैर-पारंपरिक/नवीकरणीय ऊर्जा (भाग II) - पवन, बायोगैस एवं बायोमास ऊर्जा

राजस्थान का प्रादेशिक विन्यास और जलवायवीय प्रतिरूप सौर ऊर्जा के साथ-साथ पवन ऊर्जा, बायोगैस और बायोमास ऊर्जा के दोहन के लिए अत्यधिक उच्च तकनीकी क्षमता प्रस्तुत करता है। राज्य के सुदूर पश्चिमी शुष्क अंचल की तीव्र पवन गतिकी तथा दक्षिणी व पूर्वी भागों का प्रचुर पशुधन व कृषि अपशिष्ट (Crop Residue) नवीकरणीय ऊर्जा के विविधीकरण के मुख्य विधिक मूलाधार हैं। इन गैर-पारंपरिक ऊर्जा संसाधनों की तकनीकी प्रणालियाँ, जिलावार स्थानिक संकेंद्रीकरण (विशेषकर जैसलमेर व प्रतापगढ़ अंचल), अद्यतन सांख्यिकी, उत्पादन चुनौतियाँ तथा नवीन राज्य स्तरीय नीतियाँ विस्तृत रूप से निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित हैं।

1. पवन ऊर्जा (Wind Energy): भू-जलवायवीय गतिकी एवं तकनीकी क्षमता

पवन ऊर्जा एक गतिक अक्षय ऊर्जा स्रोत है, जिसका दोहन वायु के गतिज प्रवाह (Kinetic Energy) को टरबाइन के माध्यम से यांत्रिक और तत्पश्चात विद्युत ऊर्जा में विधिक रूप से परिवर्तित करके किया जाता है।

1.1 पवन वेग एवं वायुमंडलीय निर्धारक कारक:

- **आदर्श पवन गतिकी:** पवन टरबाइन के सफल संचालन के लिए न्यूनतम 12 से 16 किलोमीटर प्रति घंटा (3.5 से 4.5 मीटर प्रति सेकंड) की निरंतर वायु गतिकी अनिवार्य है, जबकि इष्टतम उत्पादन 40 से 50 किलोमीटर प्रति घंटा के वेग पर दर्ज होता है।
- **हब हाइट (Hub Height) का महत्व:** राजस्थान के पश्चिमी अंचल में धरातल से ऊँचाई बढ़ने पर पवन का घर्षण ह्रास कम होता है और वेग तीव्र हो जाता है। आधुनिक प्रौद्योगिकियों के अंतर्गत टरबाइनों की हब हाइट को 100 से 120 मीटर या उससे अधिक पर विन्यास दिया जाता है, जिससे ब्लेड बड़े चक्र में घूमकर अधिक ऊर्जा उत्पादित कर सकते हैं।

1.2 थार मरुस्थल का विशिष्ट जलवायवीय अनुकूलन:

- ग्रीष्मकाल (मई-सितंबर) के दौरान थार मरुस्थल की रेतीली सतह पर सघन और गहन निम्न वायुदाब केंद्र विकसित होता है। यह विवर्तनिक-तापीय इंजन हिंद महासागर से आने वाली दक्षिण-पश्चिमी मानसूनी पवनों को तीव्र वेग प्रदान करता है। यही कारण है कि राज्य में वार्षिक पवन विद्युत उत्पादन का लगभग 65% से अधिक हिस्सा इसी मानसूनी अवधि के दौरान सांख्यिकीय रूप से दर्ज किया जाता है।

2. पवन ऊर्जा का प्रादेशिक वितरण एवं प्रमुख उत्पादक अंचल

राजस्थान में पवन ऊर्जा परियोजनाओं का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से उन उच्च पठारी कगारों और मरुस्थलीय टीलों के समानांतर पाया जाता है जहाँ वायु प्रवाह अबाधित होता है। इसके दो प्राथमिक प्रादेशिक गढ़ निम्नलिखित हैं:

2.1 जैसलमेर अंचल - 'पंखों की नगरी' (Windmill City):

- भू-वैज्ञानिक सर्वोच्चता: जैसलमेर जिला संपूर्ण राजस्थान में पवन ऊर्जा की स्थापित क्षमता और कुल उत्पादन दोनों ही दृष्टिकोणों से विधिक रूप से प्रथम स्थान वहन करता है।
- अमरसागर पवन ऊर्जा परियोजना: वर्ष 1999 में स्थापित राजस्थान की प्रथम आधिकारिक पवन ऊर्जा परियोजना। इसका विकास राजस्थान राज्य विद्युत निगम लिमिटेड द्वारा किया गया था।
- बड़ाबाग एवं सोडा-बंधन बेल्ट: जैसलमेर के इन शुष्क कगारों पर निजी क्षेत्र की कंपनियों (जैसे सुजलॉन - Suzlon) द्वारा सैकड़ों मेगावाट क्षमता के 'विंड फार्म' (Wind Farms) विनिर्मित किए गए हैं।
- आकल एवं धंधनिया पट्टी: जीवाश्म पार्क अंचल के समानांतर विस्तृत उच्च तापीय पवन मेखला।

2.2 प्रतापगढ़ अंचल - मालवा पठार सीमांत:

- भू-आकृतिक विशिष्टता: सुदूर दक्षिणी-पूर्वी अंचल में अवस्थित प्रतापगढ़ जिला पवन ऊर्जा उत्पादन की दूसरी मुख्य प्रादेशिक धुरी है। यह क्षेत्र भौगोलिक रूप से मालवा के ऊंचे लावा पठार का उत्तरी विधिक विस्तार है।
- देवगढ़ पवन ऊर्जा परियोजना: वर्ष 2001 में प्रतापगढ़ के देवगढ़ पर्वतीय कगार पर स्थापित राजस्थान की दूसरी प्रमुख पवन ऊर्जा परियोजना। इसकी ऊँचाई अरावली और मालवा के संधिकाल पर होने के कारण यहाँ शीतकाल के दौरान भी उत्तर-पूर्वी मानसूनी हवाओं से निरंतर विद्युत उत्पादन सुगम होता है।

2.3 अन्य उत्पादक बेल्ट तालिका:

विंड फार्म / परियोजना का नाम	विधिक प्रशासनिक जिला	विकासकर्ता / संस्थागत विन्यास	भू-आकृतिक / तकनीकी विशिष्टता
बीठड़ी पवन ऊर्जा	जोधपुर (फलोदी संभाग)	निजी-सार्वजनिक संयुक्त प्रतिरूप	मरुस्थलीय मैदानी कड़क धरातलीय कगार।
हर्ष पर्वत परियोजना	सीकर	निजी क्षेत्र निवेश मॉडल	उत्तरी अरावली की संकीर्ण तीक्ष्ण ऊँची चोटी।
धोटिया / बड़ाबाग	जैसलमेर	सुजलॉन एनर्जी एवं अन्य	यूटिलिटी स्केल सघन विंड टरबाइन क्लस्टर।

प्रतापगढ़ हब	प्रतापगढ़	आरआरईसीएल अनुमोदित लीज	मालवा लावा पठारी कगारों की तीव्र वायु गतिकी।
--------------	-----------	---------------------------	--

3. बायोमास ऊर्जा (Biomass Energy): कृषि अपशिष्ट आधारित विन्यास

बायोमास ऊर्जा से तात्पर्य उस गैसीय या तापीय विद्युत से है जो कृषि उप-उत्पादों, वानस्पतिक मलबे और जैविक अपशिष्टों के दहन (Combustion) या गैसीकरण (Gasification) द्वारा विनिर्मित होती है।

3.1 कच्चे माल की प्रादेशिक प्रचुरता:

- राजस्थान में बायोमास ऊर्जा की तकनीकी क्षमता मुख्य रूप से दो प्राथमिक वानस्पतिक स्रोतों पर आधारित है:
 - सरसों की तूड़ी (Mustard Stalks):** पूर्वी और मध्यवर्ती मैदानी भागों (अल्फिसॉल्स मृदा अंचल) में उत्पादित होने वाली सरसों का सूखा डंठल बायोमास का सर्वोच्च स्रोत है।
 - विलायती बबूल (Prosopis juliflora):** मरुस्थलीय और अर्द्ध-शुष्क जिलों की बंजर भूमियों पर उगने वाली यह आक्रामक झाड़ी उच्च तापीय क्षमता वहन करती है, जिसका उपयोग बायोमास संयंत्रों के बॉयलरों में ईंधन के रूप में किया जाता है।

3.2 प्रमुख क्रियाशील बायोमास ऊर्जा संयंत्र:

- पदमपुर संयंत्र (श्रीगंगानगर):** चावल की भूसी (Husk) और नहरी वानस्पतिक मलबे पर आधारित राज्य का अग्रणी संयंत्र।
- खेड़ली संयंत्र (अलवर):** पूरी तरह सरसों की तूड़ी के आनुवंशिक संभरण पर आधारित पूर्वी मैदान का मुख्य ऊर्जा कपाट।
- रंगपुर (कोटा) एवं देवली (टोंक):** चम्बल और बनास बेसिन के कृषि अपशिष्टों का दोहन करने वाले संयंत्र।
- कोटपूतली संयंत्र:** औद्योगिक कड़ि के समीप स्थित मिश्रित बायोमास बिजलीघर।

4. बायोगैस ऊर्जा (Biogas Energy): दुग्ध पशुधन पारिस्थितिकी

बायोगैस मुख्य रूप से ग्रामीण जनसांख्यिकी के घरेलू अपशिष्टों और पशुधन के गोबर (Cow Dung) के अवायवीय पाचन (Anaerobic Digestion) से उत्पन्न होने वाली एक स्वच्छ गैसीय ईंधन प्रणाली है। इसमें मुख्य रूप से **मीथेन (CH_4 - लगभग 55-65%)** और कार्बन डाइऑक्साइड गैसों का विन्यास पाया जाता है।

4.1 तकनीकी क्षमता एवं पशुधन घनत्व:

- राजस्थान संपूर्ण भारत में पशुधन घनत्व (विशेषकर गोवंश और भैंस वंश) के दृष्टिकोण से अग्रणी राज्यों में शामिल है। अजमेर, जयपुर ग्रामीण, टोंक और उदयपुर संभागों में सघन दुग्ध अर्थव्यवस्था के कारण बायोगैस के दोहन की तकनीकी क्षमता सर्वोच्च है।

4.2 आधुनिक बायोगैस नीतियाँ एवं 'गोवर्धन' (GALVANIZING ORGANIC BIO-AGRO RESOURCES DHAN) योजना:

- सीबीजी (Compressed Biogas) संयंत्र:** पारंपरिक घरेलू 'दीनबंधु' मॉडल के स्थान पर अब बड़े पैमाने पर व्यावसायिक **कम्प्रेस्ड बायोगैस (CBG)** संयंत्रों की स्थापना की जा रही है।
- उदयपुर संभाग कड़ि:** सुदूर दक्षिणी राजस्थान के उदयपुर और राजसमंद जिलों में सामुदायिक बायोगैस संयंत्रों का सफल विन्यास किया गया है। इसके तहत पशुपालकों से गोबर विधिक दर पर खरीदकर गैस बनाई जाती है तथा सह-उत्पाद के रूप में प्राप्त होने वाली **'स्लरी जैविक खाद'** (Organic Manure) को मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना के मानकों के अनुसार खेतों में अल्फिसॉल्स और इनसेप्सॉल्स मृदा के पोषण चक्र को बहाल करने हेतु वितरित किया जाता है।

5. नवीन नवीकरणीय ऊर्जा नीतियाँ एवं संस्थागत विन्यास

गैर-पारंपरिक ऊर्जा के तीव्र दोहन और ग्रिड अवसंरचना के आधुनिकीकरण के लिए राज्य सरकार द्वारा एकीकृत नवीन नीतियाँ प्रख्यापित की गई हैं, जिनका विनियामक ढांचा निम्नलिखित वैधानिक मापदंडों पर आधारित है:

- **प्रशासनिक नोडल नियंत्रक: राजस्थान अक्षय ऊर्जा निगम लिमिटेड (RRECL)** राज्य में पवन, बायोमास और हाइब्रिड ऊर्जा परियोजनाओं के पंजीकरण, विधिक भूमि आवंटन और सुरक्षा मानकों की विनियामक मंजूरी के लिए एकमात्र वैधानिक संस्थागत कड़ी है।
- **पवन-सौर हाइब्रिड ऊर्जा नीति (Wind-Solar Hybrid Policy): यह आधुनिक ऊर्जा भूगोल की एक क्रांतिकारी विधिक नीति है।** इसके तहत एक ही भौगोलिक भूखंड पर सौर पैनल और पवन टरबाइन दोनों को एक साथ स्थापित करने (Co-location) को विधिक मान्यता प्रदान की गई है।
 - **तकनीकी लाभ:** दिन के समय सौर पैनल अधिकतम बिजली बनाते हैं और रात्रिकाल में तीव्र होने वाली मरुस्थलीय हवाओं से पवन टरबाइन ग्रिड को निरंतर ऊर्जा संभरण प्रदान करते हैं। यह संयोजन ग्रिड की 'इंटरमिटेंसी' (अस्थिरता) के संकट को स्थायी रूप से शमित करता है।
- **हरित ऊर्जा गलियारा (Green Energy Corridor) चरण-II:** जैसलमेर, फलोदी और बाड़मेर संभागों के पवन व सौर फार्मों से उत्पादित होने वाली भारी विद्युत को बिना किसी वोल्टेज ह्रास के सीधे देश के प्रमुख औद्योगिक विनिर्माण केंद्रों तक भेजने के लिए अंतः-राज्यीय विधिक ट्रांसमिशन ग्रिड अवसंरचना का विकास किया जा रहा है।

6. समेकित तुलनात्मक तालिका: पवन, बायोमास एवं बायोगैस ऊर्जा प्रणालियाँ

ऊर्जा संसाधन का प्रामाणिक नाम	प्राथमिक तकनीकी स्रोत / इनपुट	प्राथमिक भू-वैज्ञानिक / जलवायवीय अंचल	शीर्ष उत्पादक प्रादेशिक बेल्ट	प्राथमिक औद्योगिक / घरेलू अनुप्रयोग
पवन ऊर्जा	तीव्र गतिज वायु प्रवाह, बड़े रोटार ब्लेड्स	शुष्क मरुस्थलीय कगार, उच्च लावा पठार	जैसलमेर अंचल (अमरसागर), प्रतापगढ़ (देवगढ़)	ग्रिड संबद्ध वृहद विद्युत संभरण, हरित ऊर्जा गलियारा विसर्जन।
बायोमास ऊर्जा	सरसों की तूड़ी, विलायती बबूल, धान भूसी	पूर्वी जलोढ़ मैदान, उत्तर-पश्चिमी सिंचित कमान	खेड़ली (अलवर), पदमपुर (श्रीगंगानगर), कोटपूतली	तापीय बाँयलर विद्युत गृह, कृषि-वानिकी उप-उत्पाद गतिकी।
बायोगैस ऊर्जा	पशुधन गोबर, अवायवीय पाचन मीथेन	मध्यवर्ती अर्द्ध-शुष्क बांगड़, पर्वतीय दक्षिणी	उदयपुर संभाग, अजमेर, जयपुर ग्रामीण ब्लॉक	सीबीजी ईंधन संपीड़न, घरेलू स्वच्छ ऊर्जा, जैविक स्लरी खाद।

7. गैर-पारंपरिक ऊर्जा संसाधनों की पारि-आकृतिक एवं तकनीकी चुनौतियाँ

तीव्र यांत्रिक विस्तार और अनूठे भू-आकृतिक संरक्षण के बीच इन संसाधनों के समक्ष निम्नलिखित गंभीर तकनीकी, पर्यावरणीय और विधिक चुनौतियां विद्यमान हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **ग्रेट इंडियन बस्टर्ड (गोडावण) का विलोपन संकट:** जैसलमेर अंचल के विंड फार्मों से निकलने वाली हाई-वोल्टेज ओवरहेड ट्रांसमिशन लाइनें संकटग्रस्त राष्ट्रीय पक्षी **गोडावण (Great Indian Bustard)** के प्राथमिक विधिक प्राकृतिक आवासों (जैसे डोडिया व रामदेवरा के बफर जोन) से होकर गुजरती हैं। उड़ते समय भारी शरीर और संकीर्ण अग्र-दृष्टि के कारण ये पक्षी इन तारों और टरबाइन के विशाल ब्लेडों से टकराकर दुर्घटनाग्रस्त हो रहे हैं। इसके शमन हेतु सर्वोच्च न्यायालय के विधिक आदेशों के तहत संवेदी क्षेत्रों में तारों को **भूमिगत केबलों** में बदलना तथा टरबाइनों की ब्लेड गतिकी को पक्षी प्रवास काल में नियंत्रित करना विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है।
2. **पवन टरबाइन ध्वनि प्रदूषण (Noise Pollution) संकट:** विंड मिलों के विशाल रोटार ब्लेड जब तीव्र वेग से घूमते हैं, तो उनसे एक निरंतर निम्न-आवृत्ति की ध्वनि (Infrasound) उत्पन्न होती है। यह ध्वनि तरंगें आस-पास की जनसांख्यिकी और वन्यजीवों (विशेषकर थार के मरुस्थलीय लोमड़ी व चिंकारा) के मानसिक व जैविक चक्र को विखंडित करती हैं, जिसके कारण बस्तियों से विंड फार्मों की विधिक दूरी निर्धारित करने के नियम कड़े किए जा रहे हैं।
3. **बायोमास आपूर्ति श्रृंखला (Supply Chain) की अनिश्चितता:** सरसों की तूड़ी और कृषि अपशिष्ट मौसमी प्रकृति के होते हैं। रबी कटाई के तुरंत बाद इनकी उपलब्धता उच्च होती है, परंतु शीतकाल के चरम महीनों में इनकी कमी होने के कारण बायोमास संयंत्रों को अपने बॉयलर चालू रखने के लिए भारी लागत वहन करनी पड़ती है, जिससे यह इकाइयाँ विधिक रूप से वित्तीय घाटे (NPAs) का सामना करती हैं।

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **हब हाइट (Hub Height):** धरातल के स्तर से पवन टरबाइन के रोटार ब्लेड्स के केंद्रीय अक्ष (Nacelle) तक की शुद्ध लंबवत दूरी।
- **अवायवीय पाचन (Anaerobic Digestion):** ऑक्सीजन की पूर्ण अनुपस्थिति में सूक्ष्म जीवाणुओं द्वारा जैविक अपशिष्टों का अपघटन, जिससे मीथेन गैस का जन्म होता है।
- **पवन-सौर हाइब्रिड ग्रिड:** सौर और पवन ऊर्जा प्रणालियों का एक ही स्थान पर तकनीकी एकीकरण जो चौबीस घंटे विद्युत प्रवाह की स्थिरता सुनिश्चित करता है।
- **गैसीकरण (Gasification):** बायोमास को सीमित ऑक्सीजन की उपस्थिति में उच्च तापमान पर तपाकर 'सिनगैस' (सिंथेटिक गैस) में बदलने का यांत्रिक प्रक्रम।
- **सीबीजी (Compressed Biogas):** बायोगैस को शुद्ध करके उसमें से कार्बन डाइऑक्साइड हटाकर उच्च दाब पर संपीड़ित करना, जो वाहनों के लिए सीएनजी के समतुल्य स्वच्छ ईंधन है।
- **मस्कोवाइट स्लरी:** बायोगैस संयंत्रों के पाचन के बाद बचा हुआ नाइट्रोजन युक्त गाढ़ा जैविक अपशिष्ट, जो मिट्टी की उर्वरता बढ़ाने का सर्वोत्तम विधिक साधन है।

9. नवीकरणीय ऊर्जा संसाधनों का कृषि पारिस्थितिकी एवं प्रादेशिक अर्थव्यवस्था पर प्रभाव

तालिका: गैर-पारंपरिक ऊर्जा अवसंरचना के प्रभाव संकेतक

प्रभाव क्षेत्र	सकारात्मक प्रतिरूप (Economic Gains)	पारि-आकृतिक एवं विनियामक चुनौतियां (Ecological Costs)
राजकोषीय राजस्व एवं निवेश	थार के अनुपजाऊ और विच्छेदित पहाड़ी कगारों (जैसलमेर, प्रतापगढ़) का 'ऊर्जा ब्लॉकों' में	हजारों हेक्टेयर वन्यजीव चरागाहों (ओरण व गोचर भूमि) का विंड फार्मों द्वारा विखंडन, जिससे पशुधन चारण का विधिक संकट।

	रूपांतरण। अरबों रुपये के वैश्विक पूँजी निवेश का गतिक आगमन।	
कृषि व मृदा पारिस्थितिकी	बायोगैस स्लरी खाद के प्रयोग से अल्फिसॉल्स और इनसेप्सॉल्स मृदाओं में जैविक कार्बन (Organic Carbon) के प्रतिशत में सांख्यिकीय वृद्धि।	बायोमास संयंत्रों हेतु विलायती बबूल के अंधाधुंध कटाव से शुष्क मृदाओं का नग्रीकरण, पवन अपरदन (Wind Erosion) का तीव्र होना।
ग्रामीण सामाजिक भूगोल	विकेंद्रीकृत बायोगैस और बायोमास परियोजनाओं द्वारा दूर-दराज के ढाणियों व गाँवों को स्थानीय स्तर पर स्वच्छ घरेलू ईंधन व बिजली कपाट की उपलब्धता।	विंड टरबाइनों के कंपन से स्थानीय जनसांख्यिकी में 'विंड टरबाइन सिंड्रोम' (अनिद्रा, तनाव) के नए स्वास्थ्य हॉटस्पॉट्स का उभरना।

10. सतत प्रादेशिक नवीकरणीय नियोजन एवं भावी विज़न

जलवायु परिवर्तन के इस आधुनिक दौर में राजस्थान के इन समृद्ध गैर-पारंपरिक ऊर्जा संसाधनों को पर्यावरण और स्थानीय जनसांख्यिकी के साथ संतुलित कर दीर्घकालिक स्थायित्व प्रदान करना अनिवार्य है:

- **'इको-सेंसिटिव' वनीय कॉरिडोर का विधिक संरक्षण:** प्रतापगढ़ के देवगढ़ अंचल की सीतामाता अभ्यारण्य से सटी पहाड़ियों और जैसलमेर के राष्ट्रीय मरु उद्यान के क्रिटिकल बफर क्षेत्रों में नए विंड टरबाइनों की स्थापना पर पूर्ण वैधानिक प्रतिबंध होना नीतिगत रूप से तय किया गया है, ताकि गोडावण और उड़न गिलहरी जैसे दुर्लभ जीवों का विलोपन रोका जा सके।
- **स्मार्ट बायोमास लॉजिस्टिक्स नेटवर्क:** सरसों की तूड़ी के संग्रहण को सुगम बनाने के लिए सहकारी समितियों के माध्यम से 'कृषि अपशिष्ट बैंक' (Biomass Banks) की स्थापना करना आवश्यक है। यह व्यवस्था कृषकों को उनके सस्य मलबे का विधिक मूल्य प्रदान करेगी तथा खेतों में पराली जलाने (Stubborn Burning) की पर्यावरणीय विभीषिका को स्वतः ही समाप्त कर देगी।

राजस्थान के गैर-पारंपरिक ऊर्जा संसाधन (पवन, बायोमास, बायोगैस) राज्य की राजकोषीय आत्मनिर्भरता, स्वच्छ ऊर्जा संप्रभुता और औद्योगिक भूगोल के वास्तविक मूलाधार हैं। इन परियोजनाओं के भू-जलवायवीय विन्यास, जैसलमेर व प्रतापगढ़ अंचलों के विशिष्ट पठारी उच्चावच अनुकूलन, और गोडावण संरक्षण अधिनियमों का वैज्ञानिक व विधिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 18: राजस्थान का जनसांख्यिकीय विन्यास - जनसंख्या वृद्धि दर एवं जिलावार प्रवृत्तियों का सांख्यिकीय विश्लेषण

राजस्थान का जनसांख्यिकीय विन्यास (Demographic Structure) प्रादेशिक विकास, आर्थिक नियोजन और सामाजिक-आर्थिक संकेतकों का मूल आधार है। राज्य की भौगोलिक विषमताएँ—जैसे थार मरुस्थल की शुष्कता, अरावली का पर्वतीय उच्चावच और पूर्वी जलोढ़ मैदानों की उच्च कृषि अनुकूलता—जनसंख्या के

स्थानिक प्रतिरूप (Spatial Pattern) और क्षेत्रीय वितरण को गहराई से प्रभावित करती हैं। जनसांख्यिकीय भूगोल के मानकों के अनुसार, राज्य की दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर, कुल जनसंख्या का स्थानिक वितरण और जिलावार प्रवृत्तियों का क्रमिक सांख्यिकीय विश्लेषण प्रादेशिक नियोजन के विनिर्देशों को समझने के लिए विधिक आधार प्रस्तुत करता है।

1. राजस्थान की जनसंख्या का ऐतिहासिक एवं सांख्यिकीय अवलोकन

जनसंख्या का ऐतिहासिक विकासक्रम किसी भी भौगोलिक क्षेत्र के जनसांख्यिकीय संक्रमण (Demographic Transition) की विभिन्न अवस्थाओं को प्रदर्शित करता है। बीसवीं शताब्दी के प्रारंभ से लेकर वर्तमान तक राजस्थान की जनसंख्या प्रवृत्तियों में व्यापक उतार-चढ़ाव दर्ज किए गए हैं:

- **कुल जनसांख्यिकीय आयतन:** आधिकारिक अद्यतन जनगणना सांख्यिकी के अनुसार, राजस्थान की कुल जनसंख्या **6,85,48,437** (लगभग 6.85 करोड़) है। यह संपूर्ण भारत की कुल जनसांख्यिकी का लगभग **5.66 प्रतिशत** वहन करती है।
- **क्षेत्रफल बनाम जनसांख्यिकी विसंगति:** भू-आकृतिक दृष्टिकोण से राजस्थान भारत का सबसे बड़ा राज्य है, जो देश के कुल भौगोलिक क्षेत्रफल का **10.41 प्रतिशत** घेरे हुए है, परंतु यहाँ देश की मात्र **5.66%** आबादी निवास करती है। यह अंतर थार मरुस्थल की शुष्क चरम जलवायु और अरावली की दुर्गम पर्वतीय स्थलाकृति के कारण है।
- **जनसंख्या का लैंगिक विन्यास:** कुल जनसांख्यिकी में पुरुषों की संख्या **3,55,50,997** (51.86%) तथा महिलाओं की संख्या **3,29,97,440** (48.14%) है।

2. दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर (Decadal Population Growth Rate) का विश्लेषण

दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर किसी निश्चित भौगोलिक क्षेत्र में दस वर्षों के अंतराल में जनसंख्या में होने वाले आनुपातिक परिवर्तन (प्रतिशत वृद्धि) को व्यक्त करती है। यह जन्म दर, मृत्यु दर और प्रवास (Migration) के विधिक प्रतिरूपों का परिणाम होती है।

2.1 राष्ट्रीय स्तर से तुलनात्मक प्रतिरूप:

- **राजस्थान की दशकीय वृद्धि दर:** वर्ष 2001 से 2011 के दशकीय अंतराल में राजस्थान की कुल जनसंख्या वृद्धि दर **21.31 प्रतिशत** दर्ज की गई थी।
- **राष्ट्रीय सूचकांक से अंतर:** भारत की राष्ट्रीय दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर इस अवधि में **17.7 प्रतिशत** थी। सांख्यिकीय तुलना से यह स्पष्ट होता है कि राजस्थान की जनसंख्या वृद्धि दर राष्ट्रीय औसत से **3.61 प्रतिशत अधिक** रही है, जो तीव्र जनसांख्यिकीय विस्तार की अवस्था को प्रदर्शित करती है।

2.2 ऐतिहासिक जनसांख्यिकीय विभाजक वर्ष (Great Demographic Divide):

- **1911-1921 का दशक:** संपूर्ण भारतीय इतिहास की भाँति राजस्थान के जनसांख्यिकीय भूगोल में भी यह दशक **'ऋणात्मक वृद्धि' (Negative Growth)** का काल था। इस दौरान राज्य की जनसंख्या वृद्धि दर **-6.29 प्रतिशत** दर्ज की गई थी। इसका प्राथमिक कारण इन्फ्लूएंजा (प्लेग) महामारी, भीषण महाद्वीपीय सूखा और अकाल (त्रिकाल) की विभीषिका थी, जिसने मृत्यु दर को चरम पर पहुँचा दिया था।
- **1971-1981 का दशक (जनसंख्या विस्फोट का काल):** यह राजस्थान के इतिहास में **सर्वाधिक दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर (32.97%)** का काल था। स्वास्थ्य सुविधाओं के प्रशासनिक विस्तार से मृत्यु दर में तीव्र गिरावट आई, जबकि जन्म दर उच्च बनी रही, जिससे जनसांख्यिकीय विस्फोट की स्थिति उत्पन्न हुई।

3. दशकीय वृद्धि दर का जिलावार स्थानिक वर्गीकरण (District-wise Growth)

राजस्थान के 33 पारंपरिक जिलों के जनसांख्यिकीय आंकड़ों के अनुसार, दशकीय वृद्धि दर का स्थानिक वितरण अत्यधिक क्षेत्रीय विषमता को प्रदर्शित करता है। इसे दो मुख्य विधिक श्रेणियों (सर्वोच्च व न्यूनतम) के अंतर्गत वर्गीकृत किया जाता है:

3.1 सर्वोच्च दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर वाले अग्रणी जिले:

तीव्र जनसंख्या वृद्धि दर का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से सुदूर पश्चिमी शुष्क जिलों और सीमांत क्षेत्रों में पाया जाता है, जहाँ जनजातीय और ग्रामीण जनसांख्यिकी में जन्म दर अपेक्षाकृत उच्च बनी हुई है:

1. **बाड़मेर:** यह जिला संपूर्ण राज्य में **सर्वोच्च दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर (32.5 प्रतिशत)** के साथ प्रथम स्थान वहन करता है। यह सांख्यिकी राज्य के औसत (21.31%) से बहुत अधिक है।
2. **जैसलमेर:** द्वितीय अग्रणी जिला, जहाँ दशकीय वृद्धि दर **31.8 प्रतिशत** दर्ज की गई है।
3. **जोधपुर (जोधपुर ग्रामीण सहित):** तृतीय स्थान पर स्थित, जहाँ वृद्धि दर **27.7 प्रतिशत** रही है।
4. **बांसवाड़ा:** सुदूर दक्षिणी आदिवासी अंचल, जहाँ दशकीय विस्तार **26.5 प्रतिशत** दर्ज किया गया।

3.2 न्यूनतम दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर वाले अग्रणी जिले:

न्यूनतम जनसंख्या वृद्धि दर का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से उत्तर-पूर्वी अर्द्ध-शुष्क मैदानी और शेखावाटी अंचलों में पाया जाता है, जहाँ साक्षरता के उच्च स्तर और सघन प्रवासन (Out-migration) के कारण जनसंख्या स्थिर होने की प्रवृत्ति प्रदर्शित करती है:

1. **श्रीगंगानगर:** यह जिला संपूर्ण राजस्थान में **न्यूनतम दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर (10.0 प्रतिशत)** के साथ सबसे निचले पायदान पर अवस्थित है। नहरी कमान क्षेत्र की आर्थिक समृद्धि और साक्षरता दर यहाँ जनसंख्या स्थिरीकरण का मुख्य कारक है।
2. **झुंझुनू:** शेखावाटी अंचल का यह जिला **11.7 प्रतिशत** की न्यून वृद्धि दर के साथ द्वितीय स्थान वहन करता है।
3. **पाली:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ दशकीय जनसांख्यिकीय विस्तार मात्र **11.9 प्रतिशत** दर्ज किया गया।
4. **चित्तौड़गढ़:** चतुर्थ न्यूनतम जिला, जहाँ वृद्धि दर **16.1 प्रतिशत** रही।

4. जनसंख्या के स्थानिक वितरण का प्रादेशिक प्रतिरूप (Spatial Pattern)

राजस्थान की कुल जनसांख्यिकी का प्रादेशिक वितरण राज्य के कृषि-जलवायु खंडों और भौतिक प्रदेशों के सर्वथा अनुरूप है। इसे मुख्य भू-आकृतिक अंचलों के आधार पर तीन प्रतिरूपों में विभाजित किया जा सकता है:

4.1 पूर्वी जलोढ़ मैदानी अंचल (अल्फ़िसॉल्स मृदा क्षेत्र):

- **विशेषता:** बनास, चम्बल और बाणगंगा नदियों के अपवाह बेसिनों के अंतर्गत आने वाला यह क्षेत्र राज्य के कुल भौगोलिक क्षेत्रफल का मात्र **23 प्रतिशत** वहन करता है, परंतु यहाँ राज्य की लगभग **39 प्रतिशत** जनसांख्यिकी सघन रूप से निवास करती है।
- **कारण:** उच्च मृदा उर्वरता, प्रचुर सतही जल, नलकूपों का सघन संजाल और समतल मैदानी उच्चावच कृषि और स्थायी औद्योगिक बस्तियों के विन्यास को विधिक स्थायित्व प्रदान करते हैं।

4.2 पश्चिमी रेतीला मैदान (थार मरुस्थलीय एंटीसॉल्स आंचल):

- **विशेषता:** यह मरुस्थलीय प्रदेश राज्य के कुल भौगोलिक क्षेत्रफल का **61.11 प्रतिशत** (विशालतम भाग) घेरे हुए है, परंतु यहाँ राज्य की मात्र **40 प्रतिशत** आबादी निवास करती है।
- **कारण:** क्षेत्रफल की तुलना में यहाँ जनसंख्या का आयतन अत्यंत विरल है। शुष्क जलवायु, पेयजल की तीव्र कमी और बालुका स्तूपों की गतिक प्रकृति जनसांख्यिकीय संकेंद्रीकरण को हतोत्साहित करती है। इंदिरा गांधी नहर के कमान क्षेत्रों (श्रीगंगानगर, हनुमानगढ़, बीकानेर) को छोड़कर शेष मरुस्थल पूरी तरह विरल जनसांख्यिकी का प्रतिरूप है।

4.3 अरावली पर्वतीय प्रदेश (इन्सेप्सॉल्स आंचल):

- **विशेषता:** राज्य के लगभग **9 प्रतिशत** क्षेत्रफल पर विस्तृत इस पर्वतीय मेखला में राज्य की **10 प्रतिशत** आबादी निवास करती है, जिसमें मुख्य रूप से जनजातीय जनसांख्यिकी (भील, गरासिया) का बाहुल्य पाया जाता है।

5. समेकित सांख्यिकीय तालिका: दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर प्रवृत्तियाँ

जनसांख्यिकीय संकेतक पैरामीटर	वास्तविक सांख्यिकीय मान (प्रतिशत / संख्या)	अग्रणी जिला / अंचल प्रतिरूप	न्यूनतम जिला / अंचल प्रतिरूप
कुल राज्य जनसांख्यिकी आयतन	6,85,48,437 व्यक्ति	जयपुर जिला (सर्वोच्च आबादी)	जैसलमेर जिला (न्यूनतम आबादी)
औसत दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर	21.31 प्रतिशत	बाड़मेर (32.5% - सर्वोच्च वृद्धि)	श्रीगंगानगर (10.0% - न्यूनतम वृद्धि)
ऐतिहासिक सर्वोच्च वृद्धि दर दशक	32.97% (1971-1981 का काल)	संपूर्ण राज्य (जनसंख्या विस्फोट)	स्वास्थ्य सुधार व अनियंत्रित जन्म दर कड़ि।
ऐतिहासिक ऋणात्मक वृद्धि दर दशक	-6.29 प्रतिशत (1911-1921 का काल)	संपूर्ण राज्य (महान विभाजक वर्ष)	इन्फ्लूएंजा महामारी, अकाल व त्रिकाल विभीषिका।
ग्रामीण जनसांख्यिकी वृद्धि दर	19.0 प्रतिशत	पश्चिमी शुष्क ग्रामीण ब्लॉक	उत्तर-पूर्वी सिंचित मैदानी कमान क्षेत्र।
शहरी जनसांख्यिकी वृद्धि दर	29.0 प्रतिशत	तीव्र नगरीकरण वाले औद्योगिक जिले	दुर्गम जनजातीय पर्वतीय अंचल।

6. दशकीय वृद्धि दर प्रवृत्तियों का जिलावार सांख्यिकीय विन्यास

RPSC स्तर की परीक्षाओं के प्रारंभिक और मुख्य प्रश्नपत्रों की आधिकारिक उत्तर-कुंजी के दृष्टिकोण से शीर्ष पाँच जिलों का सही क्रम (आरोही व अवरोही) कंठस्थ होना विधिक रूप से अनिवार्य है। निम्नलिखित सूचियाँ इसका रक्षात्मक आधार प्रस्तुत करती हैं:

6.1 सर्वोच्च दशकीय वृद्धि दर वाले शीर्ष 5 जिले (घटता हुआ अवरोही क्रम):

1. बाड़मेर $\rightarrow$ 32.5%
2. जैसलमेर $\rightarrow$ 31.8%
3. जोधपुर $\rightarrow$ 27.7%
4. बांसवाड़ा $\rightarrow$ 26.5%
5. जालौर / सांचौर $\rightarrow$ 25.2%

6.2 न्यूनतम दशकीय वृद्धि दर वाले शीर्ष 5 जिले (बढ़ता हुआ आरोही क्रम):

1. श्रीगंगानगर $\rightarrow$ 10.0%
2. झुंझुनू $\rightarrow$ 11.7%

3. पाली $\rightarrow$ 11.9%
4. चित्तौड़गढ़ $\rightarrow$ 16.1%
5. हनुमानगढ़ $\rightarrow$ 16.9%

7. ग्रामीण बनाम शहरी जनसांख्यिकीय वृद्धि गतिकी (Rural vs Urban Growth)

राजस्थान का जनसांख्यिकीय विन्यास ग्रामीण और शहरी अंचलों के मध्य तीव्र जलवायवीय और आर्थिक विस्थापन को प्रदर्शित करता है:

- **ग्रामीण जनसंख्या वृद्धि दर:** राज्य की ग्रामीण जनसंख्या में दशकीय वृद्धि दर 19.0 प्रतिशत दर्ज की गई थी। चूंकि राज्य की लगभग 75.1 प्रतिशत आबादी गाँवों में निवास करती है, अतः ग्रामीण वृद्धि दर सीधे तौर पर संपूर्ण राज्य के औसत को नियंत्रित करती है।
- **शहरी जनसंख्या वृद्धि दर:** इसके विपरीत, शहरी क्षेत्रों में दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर 29.0 प्रतिशत की तीव्र गतिकी से दर्ज की गई।
- **शहरीकरण का आर्थिक भूगोल:** शहरी वृद्धि दर का राष्ट्रीय और प्रादेशिक औसत से अधिक होना स्वाभाविक जन्म दर के कारण नहीं, बल्कि ग्रामीण क्षेत्रों से शहरी केंद्रों (जैसे जयपुर, कोटा, भिवाड़ी, जोधपुर) की ओर होने वाले तीव्र आर्थिक प्रवासन (Rural-to-Urban Migration) का परिणाम है। रोजगार, उच्च शिक्षा और स्वास्थ्य अवसरों के कपाट शहरों में केंद्रित होने के कारण यह जनसांख्यिकीय विस्थापन दर्ज किया जा रहा है।

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **दशकीय वृद्धि दर (Decadal Growth Rate):** दस वर्षों की समयावधि के भीतर किसी निश्चित भौगोलिक क्षेत्र की जनसांख्यिकी में होने वाले शुद्ध परिवर्तन का आनुपातिक प्रतिशत।
- **जनसांख्यिकीय संक्रमण (Demographic Transition):** उच्च जन्म दर और उच्च मृत्यु दर वाली पिछड़ी कृषि अर्थव्यवस्था का क्रमिक रूप से न्यून जन्म दर और न्यून मृत्यु दर वाली आधुनिक औद्योगिक अर्थव्यवस्था में विस्थापन का मॉडल।
- **महान विभाजक वर्ष (Demographic Divide):** वर्ष 1921 को दी गई संज्ञा, क्योंकि इसके बाद राज्य की जनसंख्या में कभी भी ऋणात्मक वृद्धि दर्ज नहीं की गई।
- **स्थानिक प्रतिरूप (Spatial Pattern):** धरातल के ऊपर जनसंख्या के फैलाव और संकेंद्रीकरण का क्षेत्रीय भू-आकृतिक विन्यास।
- **प्रवासन (Migration) गतिकी:** आजीविका और जलवायवीय विवशताओं के कारण जनसांख्यिकी का एक स्थान से दूसरे स्थान पर होने वाला भौतिक विस्थापन।
- **सस्य सघनता जनसांख्यिकी:** कृषि सिंचाई परियोजनाओं (जैसे आईजीएनपी कमान) के प्रभाव से विरल शुष्क क्षेत्रों का सघन आबादी वाले अंचलों में तब्दील होना।

9. जनसांख्यिकीय प्रवृत्तियों का प्रादेशिक अर्थव्यवस्था एवं नियोजन पर प्रभाव

तीव्र दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर और असमान Spatial Distribution राज्य के योजनाबद्ध सतत प्रादेशिक विकास के समक्ष गंभीर विनियामक चुनौतियां उत्पन्न करते हैं:

A. पश्चिमी शुष्क एटिऑल्स अंचल पर जनसांख्यिकीय दबाव:

- बाड़मेर (32.5%) और जैसलमेर (31.8%) जैसे अत्यधिक शुष्क और न्यूनतम जल संपदा वाले जिलों में जनसंख्या की यह तीव्र वृद्धि दर मरुस्थलीय पारिस्थितिकी तंत्र के सीमित संसाधनों पर भारी दबाव निर्मित करती है। इससे पेयजल संकट गहराता है और पारंपरिक चरागाहों (ओरण व गोचर भूमि) का आवासीय विखंडन तीव्र होता है, जो स्थानीय पशुधन अर्थव्यवस्था के लिए संवेदी है।

B. शहरी अवसंरचनात्मक संकट (Urban Sprawl):

- शहरों की 29% की उग्र वृद्धि दर के कारण जयपुर, कोटा और जोधपुर जैसे महानगरों में झुग्गी बस्तियों (Slums) का अनियोजित विस्तार हो रहा है, जिससे नगरीय जल आपूर्ति, सीवेज प्रबंधन और वायुमंडलीय स्वच्छता पर विधिक दबाव बढ़ रहा है। इसके नियमन हेतु 'सैटेलाइट टाउन्स' और स्मार्ट सिटी नीतियों का क्रियान्वयन प्रशासनिक स्तर पर किया जा रहा है।

10. भावी जनसांख्यिकीय रणनीतियाँ एवं नीतिगत अनुकूलन

जलवायु परिवर्तन, जल की कमी और आर्थिक विषमताओं के इस आधुनिक दौर में राजस्थान के जनसांख्यिकीय विन्यास को स्थिर और संतुलित करने के लिए राज्य सरकार के स्वास्थ्य और आयोजना विभाग द्वारा निम्नलिखित वैज्ञानिक नीतियों को कड़ाई से लागू किया जा रहा है:

- **जनसंख्या स्थिरीकरण संकल्प:** जिन जिलों में दशकीय वृद्धि दर राज्य के औसत से अधिक है (जैसे वागड और पश्चिमी शुष्क ब्लॉक), वहाँ प्राथमिक स्वास्थ्य केंद्रों (PHCs) के माध्यम से परिवार कल्याण कार्यक्रमों और संस्थागत प्रसव कड़ियों को सुदृढ़ किया जा रहा है।
- **साक्षरता संवर्द्धन द्वारा जन्म दर नियंत्रण:** श्रीगंगानगर (10%) और झुंझुनू (11.7%) के जनसांख्यिकीय मॉडल यह प्रामाणिक रूप से सिद्ध करते हैं कि महिला साक्षरता और आर्थिक आत्मनिर्भरता का सीधा नकारात्मक (Inversely Proportional) संबंध उच्च जन्म दर के साथ होता है। अतः सीमांत और जनजातीय क्षेत्रों में बालिका शिक्षा को वैधानिक प्रोत्साहन दिया जा रहा है।

राजस्थान का जनसांख्यिकीय विन्यास (जनगणना अद्यतन आँकड़े) राज्य के सतत प्रादेशिक नियोजन, संसाधन आवंटन और बजटीय विन्यास का वास्तविक नीतिगत मूलाधार प्रस्तुत करता है। राज्य की दशकीय वृद्धि दर की जिलावार प्रवृत्तियों, ग्रामीण-शहरी प्रवासन की गतिकी और भू-आकृतिक वितरण प्रतिरूपों का वैज्ञानिक ज्ञान ही प्रशासनिक स्तर पर लोक कल्याणकारी नीतियों और पर्यावरण-अनुकूल टिकाऊ प्रादेशिक विकास को एक आधार प्रदान करता है।

अध्याय 19: जनसंख्या का क्षेत्रीय वितरण - जनसंख्या घनत्व, लिंगानुपात एवं सामाजिक-आर्थिक कारक

राजस्थान का जनसांख्यिकीय भूगोल प्रादेशिक विषमताओं और विशिष्ट सामाजिक-आर्थिक संकेतकों का एक गतिक प्रतिरूप प्रस्तुत करता है। राज्य में जनसंख्या का क्षेत्रीय वितरण समरूप नहीं है, अपितु यह भू-आकृतिक कारकों (भौतिक उच्चावच), जल की प्रादेशिक उपलब्धता, मृदा ऑर्डर्स की उर्वरता और औद्योगिक संकेंद्रीकरण द्वारा विधिक रूप से नियंत्रित होता है। इस अध्याय के अंतर्गत **जनसंख्या घनत्व, लिंगानुपात (ग्रामीण, शहरी एवं शिशु लिंगानुपात शून्य से छह आयु वर्ग) तथा उनके अंतर्निहित सामाजिक-आर्थिक कारकों** का विस्तृत सांख्यिकीय प्रतिरूप समाहित है।

1. जनसंख्या घनत्व (Population Density): भू-आकृतिक एवं प्रादेशिक प्रतिरूप

जनसंख्या घनत्व प्रति इकाई भौगोलिक क्षेत्रफल (प्रति वर्ग किलोमीटर) पर निवास करने वाले व्यक्तियों की आनुपातिक संख्या को प्रदर्शित करता है। यह किसी क्षेत्र के मानव-भूमि अनुपात (Man-Land Ratio) और आर्थिक वहन क्षमता (Carrying Capacity) का प्राथमिक संकेतक है।

- **राजस्थान का औसत जनसंख्या घनत्व:** आधिकारिक अद्यतन जनगणना सांख्यिकी के अनुसार, राजस्थान का कुल जनसंख्या घनत्व **200 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** दर्ज है। वर्ष 2001 की जनगणना में यह सूचकांक 165 व्यक्ति प्रति वर्ग किमी था, जो यह सिद्ध करता है कि दशकीय अंतराल में राज्य के जनसांख्यिकीय घनत्व में **35 अंकों की सांख्यिकीय वृद्धि** दर्ज की गई है।

1.1 सर्वोच्च जनसंख्या घनत्व वाले अग्रणी जिले (अवरोही क्रम):

सर्वोच्च घनत्व का स्थानिक संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से पूर्वी और उत्तर-पूर्वी जलोढ़ मैदानी अंचलों (Alfisols मृदा क्षेत्र) में पाया जाता है। यहाँ समतल उच्चावच, सघन परिवहन अवसंरचना और पूरक सिंचाई सुविधाएँ जनसांख्यिकीय संकेंद्रण को तीव्र करती हैं:

1. **जयपुर (जयपुर ग्रामीण सहित):** यह अंचल संपूर्ण राज्य में **सर्वोच्च जनसंख्या घनत्व (595 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर)** वहन करता है। प्रशासनिक और आर्थिक धुरी होने के कारण यहाँ जनसांख्यिकीय जमाव सर्वोच्च है।
2. **भरतपुर:** द्वितीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ घनत्व **503 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** दर्ज है। यह बाढ़ संभावित उपजाऊ जलोढ़ मैदान का हिस्सा है।
3. **दौसा:** तृतीय अग्रणी जिला, जहाँ घनत्व का मान **476 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** स्थिर है।
4. **अलवर:** चतुर्थ स्थान पर अवस्थित, जहाँ औद्योगिक गलियारे (भिवाड़ी) के प्रभाव से घनत्व **438 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** दर्ज है।

1.2 न्यूनतम जनसंख्या घनत्व वाले अग्रणी जिले (आरोही क्रम):

न्यूनतम घनत्व का विस्तार मुख्य रूप से थार मरुस्थल के सुदूर पश्चिमी शुष्क मैदानों (Entisols मृदा क्षेत्र) में पाया जाता है। यहाँ चरम जलवायवीय शुष्कता, पेयजल की भारी कमी और विषम बालुका स्तूप स्थलाकृति जनसांख्यिकीय संकेंद्रीकरण को विधिक रूप से हतोत्साहित करती है:

1. **जैसलमेर:** यह जिला संपूर्ण राजस्थान में **न्यूनतम जनसंख्या घनत्व (17 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर)** के साथ सबसे निचले पायदान पर है। यह घनत्व सूचकांक वैश्विक मरुस्थलीय मानकों के समतुल्य है।
2. **बाड़मेर (बालोतरा सहित):** द्वितीय न्यूनतम जिला, जहाँ घनत्व का मान मात्र **92 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** है।
3. **बीकानेर:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ जनसांख्यिकीय घनत्व **78 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** दर्ज है।
4. **चुरू:** चतुर्थ न्यूनतम जिला, जहाँ घनत्व का मान **147 व्यक्ति प्रति वर्ग किलोमीटर** स्थिर है।

2. लिंगानुपात (Sex Ratio): विधिक विन्यास एवं प्रादेशिक प्रवृत्तियाँ

लिंगानुपात प्रति हजार पुरुषों पर महिलाओं की आनुपातिक संख्या को प्रदर्शित करता है। यह समाज में लैंगिक संतुलन, सामाजिक-आर्थिक विकास और जनसांख्यिकीय स्थिरता का एक संवेदी संकेतक है।

- **राजस्थान का औसत लिंगानुपात:** अद्यतन जनगणना सांख्यिकी के अनुसार, राजस्थान का कुल औसत लिंगानुपात **928** दर्ज है। यह सूचकांक राष्ट्रीय औसत (943) से **15 अंक न्यून** है, जो राज्य के सामाजिक विन्यास में एक रणनीतिक अंतराल को प्रदर्शित करता है। वर्ष 2001 में राज्य का लिंगानुपात 921 था, जिससे दशकीय प्रवृत्तियों में **7 अंकों का आनुपातिक सुधार** विधिक रूप से स्पष्ट है।

2.1 सर्वोच्च लिंगानुपात वाले अग्रणी जिले (घटता हुआ क्रम):

सर्वोच्च लिंगानुपात का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से अरावली के दक्षिणी पर्वतीय और जनजातीय अंचलों में पाया जाता है। इन समाजों में पारंपरिक रूप से लैंगिक विभेद कम होना और कन्या शिशु सुरक्षा उच्च होना इसका प्राथमिक सामाजिक कारक है:

1. **डूंगरपुर:** यह जिला संपूर्ण राज्य में **सर्वोच्च लिंगानुपात (994)** के साथ शीर्ष स्थान वहन करता है।
2. **राजसमंद:** द्वितीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ लिंगानुपात का मान **990** दर्ज है।
3. **पाली:** तृतीय अग्रणी जिला, जहाँ लिंगानुपात का सूचकांक **987** स्थिर है।
4. **प्रतापगढ़:** चतुर्थ स्थान पर अवस्थित, जहाँ लिंगानुपात का मान **983** दर्ज है।

2.2 न्यूनतम लिंगानुपात वाले अग्रणी जिले (बढ़ता हुआ क्रम):

न्यूनतम लिंगानुपात का क्षेत्रीय विस्तार मुख्य रूप से सुदूर पूर्वी सीमांत जिलों (चम्बल बेसिन) और अत्यधिक शुष्क मरुस्थलीय खंडों में पाया जाता है, जहाँ सामाजिक कुप्रथाओं और लैंगिक पूर्वाग्रहों का प्रभाव सांख्यिकीय रूप से उग्र है:

1. **धौलपुर:** यह जिला संपूर्ण राजस्थान में **न्यूनतम लिंगानुपात (846)** के साथ सबसे निचले पायदान पर है। यह सूचकांक तीव्र लैंगिक विरूपण को प्रदर्शित करता है।
2. **जैसलमेर:** द्वितीय न्यूनतम जिला, जहाँ लिंगानुपात का मान **852** दर्ज है।
3. **करौली:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ लिंगानुपात का सूचकांक **861** स्थिर है।
4. **भरतपुर:** चतुर्थ न्यूनतम जिला, जहाँ लिंगानुपात का मान **880** दर्ज किया गया है।

3. ग्रामीण बनाम शहरी लिंगानुपात (Rural vs Urban Sex Ratio) का विश्लेषण

राजस्थान के जनसांख्यिकीय भूगोल में ग्रामीण और शहरी समाजों के मध्य लैंगिक प्रवृत्तियों का विचलन व्यापक आर्थिक और सामाजिक कारकों द्वारा निर्देशित होता है:

3.1 ग्रामीण लिंगानुपात प्रतिरूप:

- **औसत मान:** राज्य का कुल ग्रामीण लिंगानुपात **933** दर्ज है, जो शहरी लिंगानुपात से सांख्यिकीय रूप से उच्च है।
- **शीर्ष ग्रामीण जिला (पाली):** पाली जिला संपूर्ण राजस्थान में एकमात्र ऐसा विधिक जिला है जिसका ग्रामीण लिंगानुपात **1000** की विधिक सीमा को पार करके **1003** दर्ज किया गया है। इसका प्राथमिक भौगोलिक कारण पुरुषों का रोजगार हेतु बाह्य राज्यों (जैसे महाराष्ट्र व गुजरात) की ओर होने वाला सघन **प्रवासन (Out-migration)** है, जिससे गाँवों में महिलाओं की संख्या आनुपातिक रूप से बढ़ जाती है।
- **न्यूनतम ग्रामीण जिला (धौलपुर):** धौलपुर में ग्रामीण लिंगानुपात मात्र **841** है, जो सामाजिक संवेदनशीलता को प्रदर्शित करता है।

3.2 शहरी लिंगानुपात प्रतिरूप:

- **औसत मान:** राज्य का कुल शहरी लिंगानुपात मात्र **914** दर्ज है, जो नगरीय क्षेत्रों में लैंगिक विषमता को पुष्ट करता है।
- **शीर्ष शहरी जिला (टोंक):** टोंक जिला शहरी लिंगानुपात में **985** के मान के साथ राज्य में अग्रणी है।
- **न्यूनतम शहरी जिला (जैसलमेर):** जैसलमेर का शहरी लिंगानुपात संपूर्ण राज्य में **न्यूनतम (807)** दर्ज किया गया है, जो नगरीय जनसांख्यिकी में गंभीर असंतुलन का सूचक है।

4. शिशु लिंगानुपात - शून्य से छह आयु वर्ग (Child Sex Ratio: 0-6 Years)

शिशु लिंगानुपात (Child Sex Ratio) शून्य से छह वर्ष के आयु वर्ग में प्रति हजार बालकों पर बालिकाओं की आनुपातिक संख्या को प्रदर्शित करता है। यह जनसांख्यिकी का सबसे महत्वपूर्ण और संवेदी सूचकांक है, क्योंकि यह समाज की तात्कालिक प्रवृत्तियों और भविष्य के विधिक स्वरूप को सीधे निर्धारित करता है।

- **राजस्थान का औसत शिशु लिंगानुपात:** अद्यतन सांख्यिकी के अनुसार, राजस्थान का औसत शिशु लिंगानुपात मात्र **888** दर्ज है। यह सूचकांक राज्य के औसत लिंगानुपात (928) से **40 अंक न्यून** है, जो कन्या भ्रूण हत्या और बालिकाओं के प्रति स्वास्थ्य-पोषण उपेक्षा जैसी गंभीर सामाजिक-आर्थिक विसंगतियों का सांख्यिकीय प्रामाणिक प्रमाण प्रस्तुत करता है। वर्ष 2001 में यह 909 था, जिससे दशकीय प्रवृत्तियों में **21 अंकों की भारी गिरावट** दर्ज की गई है।

4.1 सर्वोच्च शिशु लिंगानुपात वाले अग्रणी जिले:

1. **बांसवाड़ा:** यह आदिवासी बहुल जिला संपूर्ण राज्य में **सर्वोच्च शिशु लिंगानुपात (934)** के साथ शीर्ष स्थान वहन करता है।
2. **प्रतापगढ़:** द्वितीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ शिशु लिंगानुपात का मान **933** दर्ज है।
3. **भीलवाड़ा:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ शिशु लिंगानुपात का मान **928** स्थिर है।

4.2 न्यूनतम शिशु लिंगानुपात वाले अग्रणी जिले:

1. **झुंझुनू:** शेखावाटी अंचल का यह जिला संपूर्ण राजस्थान में **न्यूनतम शिशु लिंगानुपात (837)** के साथ सबसे निचले पायदान पर है। यह एक गंभीर विरोधाभास प्रस्तुत करता है क्योंकि यह जिला सामान्य साक्षरता में अग्रणी है।
2. **सीकर:** द्वितीय न्यूनतम जिला, जहाँ शिशु लिंगानुपात का मान **848** दर्ज है।
3. **करौली:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ शिशु लिंगानुपात का मान **852** स्थिर है।

5. जनसांख्यिकीय वितरण एवं लिंगानुपात के अंतर्निहित सामाजिक-आर्थिक कारक

राजस्थान के जनसांख्यिकीय भूगोल में पाए जाने वाले इन क्षेत्रीय विचलनों और विषमताओं के पीछे निम्नलिखित जटिल भौतिक, सामाजिक और आर्थिक कारक विधिक रूप से उत्तरदायी हैं:

5.1 भू-आकृतिक एवं जल संसाधन कारक (Density Drivers):

- पूर्वी मैदानों में कछारी जलोढ़ मिट्टी (Alfisols) और चम्बल-बनास बेसिन के सतही जल की प्रचुरता के कारण कृषि उत्पादकता (सस्य सघनता) उच्च है, जिससे **जयपुर (595)** और **भरतपुर (503)** में जनसंख्या घनत्व राज्य में सर्वोच्च दर्ज किया गया। इसके विपरीत, थार मरुस्थल की अत्यधिक शुष्कता और कड़क धरातलीय उच्चावच के कारण **जैसलमेर (17)** में मानव-भूमि अनुपात न्यूनतम बना हुआ है।

5.2 रोजगार प्रवासन गतिकी (Migration Matrix):

- पश्चिमी और मध्यवर्ती जिलों (जैसे पाली, नागौर) से ग्रामीण पुरुषों का औद्योगिक और व्यापारिक केंद्रों की ओर होने वाला तीव्र बाह्य प्रवासन स्थानीय लिंगानुपात को प्रभावित करता है। यही कारण है कि **पाली का ग्रामीण लिंगानुपात (1003)** पुरुष जनसांख्यिकी के विस्थापन के कारण एक हजार की सीमा को पार कर गया। इसके विपरीत, शहरी क्षेत्रों में पुरुष श्रमिकों के एकल प्रवासन के कारण शहरों का औसत लिंगानुपात (914) सदैव ग्रामीण लिंगानुपात (933) से न्यून बना रहता है।

5.3 सामाजिक कुप्रथाएँ एवं लैंगिक पूर्वाग्रह (Sex Ratio Deterioration):

- सुदूर पूर्वी सीमांत जिलों (धौलपुर 846, करौली 861) में ऐतिहासिक और सामाजिक कारणों से कन्या जन्म के प्रति नकारात्मक प्रवृत्तियाँ उग्र रही हैं। बाल विवाह की उच्च आवृत्ति, दहेज प्रथा का आर्थिक बोझ और पुत्र प्राप्ति की विधिक सामाजिक विवशता कन्या शिशुओं के जीवन चक्र को संवेदी बनाती है।

5.4 साक्षरता बनाम शिशु लिंगानुपात विरोधाभास (The Literacy Paradox):

- शेखावाटी अंचल (झुंझनू 837, सीकर 848) संपूर्ण राज्य में महिला साक्षरता और शैक्षिक स्तर में अग्रणी स्थान रखता है, परंतु यहाँ शिशु लिंगानुपात का न्यूनतम स्तर पर होना एक गंभीर जनसांख्यिकीय विरोधाभास निर्मित करता है। इसका प्राथमिक आर्थिक-तकनीकी कारक यह है कि इन समृद्ध और शिक्षित अंचलों में आधुनिक प्रसव-पूर्व लिंग चयन तकनीकों (Diagnostic Techniques) तक जनसांख्यिकी की पहुँच सुगम रही है, जिसके दुरुपयोग से कन्या भ्रूण हत्या की प्रवृत्तियों को गति मिली है। इसके विपरीत, बांसवाड़ा (934) और प्रतापगढ़ (933) जैसे जनजातीय और आर्थिक रूप से पिछड़े जिलों में इन आधुनिक तकनीकों के अभाव और पारंपरिक समतावादी सामाजिक मूल्यों के कारण शिशु लिंगानुपात राज्य में सर्वोच्च बना हुआ है।

6. समेकित सांख्यिकीय तालिका: जनसंख्या वितरण, घनत्व एवं लिंगानुपात सूचकांक

जनसांख्यिकीय संकेतक पैरामीटर	वास्तविक सांख्यिकीय मान (औसत)	सर्वोच्च संकेंद्रीकरण वाला अग्रणी जिला	न्यूनतम संकेंद्रीकरण वाला जिला
औसत जनसंख्या घनत्व	200 व्यक्ति / वर्ग किमी	जयपुर (~595 व्यक्ति / वर्ग किमी)	जैसलमेर (~17 व्यक्ति / वर्ग किमी)
औसत लिंगानुपात कुल	928 महिला प्रति 1000 पुरुष	झुंझनू (~994)	धौलपुर (~846)

ग्रामीण लिंगानुपात सूचकांक	933 महिला प्रति 1000 पुरुष	पाली (~1003 - एकमात्र >1000)	धौलपुर (~841)
शहरी लिंगानुपात सूचकांक	914 महिला प्रति 1000 पुरुष	टोंक (~985)	जैसलमेर (~807)
शिशु लिंगानुपात (0-6 आयु वर्ग)	888 बालिका प्रति 1000 बालक	बांसवाड़ा (~934)	झुंझुनू (~837 - न्यूनतम स्तर)

7. जनसंख्या घनत्व एवं लिंगानुपात का जिलावार विस्तृत सांख्यिकीय विन्यास

प्रशासनिक और परीक्षा उत्तर-कुंजी के मानदंडों के अनुसार शीर्ष चार जिलों के सटीक सांख्यिकीय क्रमों का ज्ञान अनिवार्य है, जो सूचियों के मिलान में बार-बार प्रयुक्त होता है:

7.1 जनसंख्या घनत्व शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- **सर्वोच्च घनत्व क्रम:** जयपुर (595) $\rightarrow$ भरतपुर (503) $\rightarrow$ दौसा (476) $\rightarrow$ अलवर (438)
- **न्यूनतम घनत्व क्रम:** जैसलमेर (17) $\rightarrow$ बीकानेर (78) $\rightarrow$ बाड़मेर (92) $\rightarrow$ चुरू (147)

7.2 कुल लिंगानुपात शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- **सर्वोच्च लिंगानुपात क्रम:** झुंझुनू (994) $\rightarrow$ राजसमंद (990) $\rightarrow$ पाली (987) $\rightarrow$ प्रतापगढ़ (983)
- **न्यूनतम लिंगानुपात क्रम:** धौलपुर (846) $\rightarrow$ जैसलमेर (852) $\rightarrow$ करौली (861) $\rightarrow$ भरतपुर (880)

7.3 शिशु लिंगानुपात (0-6 वर्ष) शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- **सर्वोच्च शिशु लिंगानुपात क्रम:** बांसवाड़ा (934) $\rightarrow$ प्रतापगढ़ (933) $\rightarrow$ भीलवाड़ा (928) $\rightarrow$ उदयपुर (924)
- **न्यूनतम शिशु लिंगानुपात क्रम:** झुंझुनू (837) $\rightarrow$ सीकर (848) $\rightarrow$ करौली (852) $\rightarrow$ श्रीगंगानगर (854)

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **मानव-भूमि अनुपात (Man-Land Ratio):** किसी निश्चित भौगोलिक क्षेत्र की कुल जनसंख्या और वहाँ के कुल उपलब्ध क्षेत्रफल का गणितीय संबंध, जो जनसंख्या घनत्व के रूप में व्यक्त होता है।
- **शिशु लिंगानुपात (Child Sex Ratio):** जन्म से छह वर्ष तक के विशिष्ट आयु वर्ग में प्रति हजार बालकों पर जीवित बालिकाओं की आनुपातिक संख्या।
- **साक्षरता विरोधाभास (Literacy Paradox):** शिक्षा के उच्च स्तर के बावजूद सामाजिक संकेतकों (जैसे शिशु लिंगानुपात) का उग्र रूप से नकारात्मक होना, जो शेखावाटी बेल्ट की विशेषता है।
- **बाह्य प्रवासन (Out-migration):** स्थानीय स्तर पर रोजगार के अभाव के कारण पुरुष जनसांख्यिकी का अन्य औद्योगिक राज्यों की ओर होने वाला भौतिक विस्थापन, जो पाली के ग्रामीण लिंगानुपात को नियंत्रित करता है।
- **अल्फ़िसॉल्स घनत्व संकेंद्रीकरण:** पूर्वी मैदानी जलोढ़ मिट्टियों के उच्च सस्य उत्पादन के प्रभाव से निर्मित सघन जनसांख्यिकीय भूगोल।

- **पीसीपीएनडीटी (PCPNDT) वैधानिक ढांचा:** प्रसव-पूर्व लिंग चयन प्रतिषेध अधिनियम, जिसका उद्देश्य शिशु लिंगानुपात के ह्रास को विधिक रूप से रोकना है।

9. जनसांख्यिकीय विषमताओं का प्रादेशिक नियोजन एवं प्रशासनिक नीतियों पर प्रभाव

जनसंख्या का यह असमान क्षेत्रीय वितरण और गिरता हुआ शिशु लिंगानुपात राज्य के सतत प्रादेशिक विकास और सामाजिक न्याय के समक्ष गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न करता है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

9.1 पूर्वी कमान अंचल पर जनसांख्यिकीय भार:

- जयपुर और भरतपुर जैसे उच्च घनत्व वाले जिलों में भूमि के ऊपर जनसांख्यिकीय भार निरंतर बढ़ रहा है। इससे शहरी क्षेत्रों में **कंक्रीट सतहों का अत्यधिक फैलाव (Urban Sprawl)** हो रहा है, जिससे स्थानीय भू-जल पुनर्भरण प्रणालियाँ अवरुद्ध हो रही हैं और नगरीय जलापूर्ति पर विधिक दबाव बढ़ रहा है।

9.2 शिशु लिंगानुपात शमन रणनीतियाँ:

- शिशु लिंगानुपात में दर्ज की गई 21 अंकों की भारी ऐतिहासिक गिरावट (**909 से 888**) से निपटने के लिए राज्य सरकार के चिकित्सा एवं स्वास्थ्य विभाग द्वारा राष्ट्रीय नीतियों के तहत कड़े विनियामक कदम उठाए गए हैं:
 - **'बेटी बचाओ, बेटी पढ़ाओ' योजना का सघन क्रियान्वयन:** इसके तहत न्यूनतम शिशु लिंगानुपात वाले जिलों (विशेषकर झुंझुनू और सीकर) को 'स्टैटेजिक कमान ब्लॉक' के रूप में चिह्नित कर प्रशासनिक निगरानी तीव्र की गई है।
 - **पीसीपीएनडीटी अधिनियम का विधिक प्रवर्तन:** सोनोग्राफी केंद्रों की डिजिटल ट्रैकिंग, सक्रिय 'इन्फॉर्मेट स्कीम' (मुखबिर योजना) और भ्रूण लिंग जाँच करने वाले गिरोहों पर 'डिकॉय ऑपरेशन्स' (Decoy Operations) के माध्यम से विधिक दंडात्मक कार्रवाइयाँ की जा रही हैं, जिसके परिणामस्वरूप हाल के वर्षों में शिशु लिंगानुपात की प्रवृत्तियों में आंशिक सकारात्मक सुधार दर्ज किया गया है।

10. जनसांख्यिकीय संतुलन हेतु भावी रणनीतिक नियोजन

जलवायु परिवर्तन, संसाधनों की कमी और सतत विकास लक्ष्यों (SDGs) के इस आधुनिक दौर में राजस्थान के जनसांख्यिकीय वितरण और लैंगिक विन्यास को संतुलित करने के लिए आधुनिक भूगोल निम्नलिखित रणनीतियों के अनुप्रयोग पर बल देता है:

- **स्मार्ट विलेज एवं ग्रामीण रोजगार विन्यास:** पश्चिमी शुष्क और अर्द्ध-शुष्क जिलों से होने वाले पुरुष बाह्य प्रवासन को रोकने के लिए स्थानीय स्तर पर ही **पशुपालन, डेयरी उद्योगों, और सौर-पवन ऊर्जा पार्कों** (जैसे भड़ला व नोख) के सहायक उद्योगों में स्थानीय जनसांख्यिकी को कौशल संवर्द्धन प्रदान करना अनिवार्य है। यह नीतिगत बदलाव ग्रामीण लिंगानुपात की विसंगतियों को स्वतः ही शमित करेगा।
- **जनजातीय उपयोजना (TASP) का सुदृढ़ीकरण:** सुदूर दक्षिणी आदिवासी अंचल (बांसवाड़ा, प्रतापगढ़) के उन समतावादी सामाजिक मूल्यों और सांस्कृतिक प्रथाओं का प्रलेखन और संरक्षण किया जाना आवश्यक है, जिन्होंने आधुनिक तकनीकी चकाचौंध से दूर रहकर भी शिशु लिंगानुपात को राज्य में सर्वोच्च (934) बनाए रखने में विधिक रूप से सफलता पाई है।

राजस्थान का जनसांख्यिकीय विन्यास (जनसंख्या का क्षेत्रीय वितरण, घनत्व एवं लिंगानुपात) राज्य की बजटीय नीतियों, संसाधन आवंटन और सामाजिक-आर्थिक न्याय का वास्तविक मूलाधार प्रस्तुत करता है। राज्य के औसत घनत्व (200), कुल लिंगानुपात (928) और शिशु लिंगानुपात (888) के जिलावार क्षेत्रीय विचलनों और उनके अंतर्निहित साक्षरता-रोजगार कारकों का वैज्ञानिक ज्ञान ही प्रशासनिक स्तर पर लोक कल्याणकारी विकास योजनाओं और संतुलित प्रादेशिक नियोजन को एक आधार प्रदान करता है।

अध्याय 20: राजस्थान की साक्षरता प्रवृत्तियाँ

राजस्थान का सामाजिक-आर्थिक विकास और मानव संसाधन प्रतिरूप प्रत्यक्ष रूप से साक्षरता की प्रवृत्तियों द्वारा निर्धारित होता है। साक्षरता केवल अक्षरों के ज्ञान को प्रदर्शित नहीं करती, अपितु यह प्रादेशिक जनसांख्यिकी के गुणात्मक विन्यास, चेतना स्तर, लैंगिक समानता और आर्थिक गतिकी का प्राथमिक सूचकांक है। राज्य की विशिष्ट भू-आकृतिक संरचना और ऐतिहासिक विन्यास के कारण यहाँ साक्षरता के स्थानिक प्रतिरूप में व्यापक जिलावार क्षेत्रीय विषमताएँ पाई जाती हैं। इस अध्याय के अंतर्गत कुल साक्षरता, पुरुष व महिला साक्षरता दर, क्षेत्रीय विषमताओं के अंतर्निहित सामाजिक-आर्थिक कारक तथा साक्षरता संवर्द्धन के प्रशासनिक प्रयासों का समेकित सांख्यिकीय विश्लेषण समाहित है।

1. साक्षरता का विधिक संरेखण एवं ऐतिहासिक अवलोकन

जनगणना विनिर्देशों के अनुसार, सात वर्ष या उससे अधिक आयु का वह व्यक्ति जो किसी भी भाषा को समझकर लिख और पढ़ सकता है, उसे साक्षर (Literate) माना जाता है। राजस्थान के जनसांख्यिकीय इतिहास में साक्षरता के विकास का क्रमिक प्रतिरूप निम्नलिखित सांख्यिकीय मानकों पर आधारित है:

- **कुल राज्य साक्षरता दर:** आधिकारिक अद्यतन जनगणना सांख्यिकी के अनुसार, राजस्थान की कुल साक्षरता दर 66.11 प्रतिशत दर्ज है। यह सूचकांक यह प्रदर्शित करता है कि राज्य की लगभग एक-तिहाई जनसांख्यिकी अभी भी औपचारिक साक्षरता के दायरे से बाहर है।
- **लैंगिक विचलनात्मक विन्यास:** कुल साक्षर जनसांख्यिकी में पुरुषों की साक्षरता दर 79.19 प्रतिशत तथा महिलाओं की साक्षरता दर मात्र 52.12 प्रतिशत स्थिर है। यह लैंगिक अंतराल (27.07%) राज्य के सामाजिक भूगोल की एक प्रमुख विसंगति है।
- **राष्ट्रीय औसत से तुलनात्मक प्रतिरूप:** भारत की राष्ट्रीय साक्षरता दर (73.0%) की तुलना में राजस्थान का सूचकांक (66.11%) काफी न्यून है। विशेष रूप से महिला साक्षरता (52.12%) के मामले में राजस्थान राष्ट्रीय स्तर पर सबसे निचले पायदानों में शामिल है, जो सघन नीतिगत शमन की आवश्यकता को पुष्ट करता है।

2. पुरुष एवं महिला साक्षरता दर की प्रादेशिक प्रवृत्तियाँ

साक्षरता का लैंगिक विन्यास ग्रामीण और शहरी समाजों के मध्य अवसरों की उपलब्धता और पारंपरिक दृष्टिकोण को स्पष्ट रूप से परिलक्षित करता है।

2.1 पुरुष साक्षरता (Male Literacy) का प्रादेशिक विन्यास:

- **राज्य औसत:** 79.19 प्रतिशत।
- **शीर्ष पुरुष साक्षरता वाला अग्रणी जिला:** झुंझुनू जिला संपूर्ण राज्य में सर्वोच्च पुरुष साक्षरता (86.9 प्रतिशत) वहन करता है। शेखावाटी अंचल का यह सामाजिक प्रतिरूप शैक्षिक निवेश को प्रदर्शित करता है। इसके बाद कोटा (86.3%) और जयपुर (86.1%) का स्थान आता है।
- **न्यूनतम पुरुष साक्षरता वाला जिला:** सुदूर दक्षिणी आदिवासी कमान क्षेत्र का प्रतापगढ़ जिला न्यूनतम पुरुष साक्षरता (69.5 प्रतिशत) के साथ सबसे निचले स्थान पर है। इसके बाद बांसवाड़ा (69.6%) का स्थान है। यह सांख्यिकी दर्शाती है कि जनजातीय अंचलों में पुरुष साक्षरता दर भी राज्य के औसत से लगभग 10% न्यून बनी हुई है।

2.2 महिला साक्षरता (Female Literacy) का प्रादेशिक विन्यास:

- **राज्य औसत:** 52.12 प्रतिशत।
- **शीर्ष महिला साक्षरता वाला अग्रणी जिला:** कोटा जिला संपूर्ण राज्य में सर्वोच्च महिला साक्षरता (65.9 प्रतिशत) वहन करता है। शहरीकरण और कोचिंग हब के रूप में विकसित होने के कारण यहाँ महिला शैक्षिक स्तर सर्वोच्च है। इसके बाद जयपुर (64.0%) और झुंझुनू (61.0%) का स्थान है।
- **न्यूनतम महिला साक्षरता वाला जिला:** अर्द्ध-शुष्क लूणी बेसिन में अवस्थित जालौर जिला न्यूनतम महिला साक्षरता (38.5 प्रतिशत) के साथ संपूर्ण राज्य में सबसे पिछड़े पायदान पर है। इसके बाद सुदूर पश्चिमी शुष्क क्षेत्र के जैसलमेर (39.7%) और बाड़मेर (40.6%) जिलों का स्थान आता है। जालौर का यह न्यून सूचकांक महिला सशक्तिकरण के मार्ग में एक गंभीर प्रादेशिक चुनौती है।

3. साक्षरता की जिलावार क्षेत्रीय विषमताएं (Regional Disparities)

राजस्थान के मानचित्र पर साक्षरता प्रवृत्तियों का स्थानिक वितरण (Spatial Distribution) अत्यधिक असमान है। उत्तर-पूर्वी मैदानी अंचल और दक्षिण-पश्चिमी शुष्क व दक्षिणी पर्वतीय अंचलों के मध्य साक्षरता का एक सुस्पष्ट प्रादेशिक विभाजन (Regional Divide) विद्यमान है।

3.1 कुल साक्षरता दर के शीर्ष जिले (अवरोही क्रम):

1. **कोटा:** यह जिला संपूर्ण राज्य में **सर्वोच्च कुल साक्षरता दर (76.6 प्रतिशत)** वहन करता है। नगरीय जनसांख्यिकी की अधिकता इसका मुख्य कारण है।
2. **जयपुर (जयपुर ग्रामीण सहित):** द्वितीय अग्रणी अंचल, जहाँ कुल साक्षरता दर **75.5 प्रतिशत** दर्ज है।
3. **झुंझुनू:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ साक्षरता दर का मान **74.1 प्रतिशत** स्थिर है।
4. **सीकर:** चतुर्थ अग्रणी जिला, जहाँ कुल साक्षरता सूचकांक **71.9 प्रतिशत** दर्ज है।

3.2 कुल साक्षरता दर के न्यूनतम जिले (आरोही क्रम):

1. **जालौर:** यह जिला संपूर्ण राजस्थान में **न्यूनतम कुल साक्षरता दर (54.9 प्रतिशत)** के साथ सबसे निचले स्थान पर है।
2. **सिरोही:** द्वितीय न्यूनतम जिला, जहाँ दुर्गम पर्वतीय उच्चावच के प्रभाव से साक्षरता दर मात्र **55.3 प्रतिशत** दर्ज है।
3. **प्रतापगढ़:** तृतीय स्थान पर अवस्थित, जहाँ कुल साक्षरता दर का मान **56.0 प्रतिशत** स्थिर है।
4. **बांसवाड़ा:** चतुर्थ न्यूनतम जिला, जहाँ साक्षरता का सूचकांक **56.3 प्रतिशत** वहन होता है।

4. ग्रामीण बनाम शहरी साक्षरता प्रतिरूप (Rural vs Urban Literacy)

राज्य की लगभग 75.1% आबादी गाँवों में निवास करती है, अतः साक्षरता का वास्तविक मूल्यांकन ग्रामीण और शहरी विन्यास के तुलनात्मक सांख्यिकीय विश्लेषण द्वारा ही विधिक रूप से संभव है:

- **ग्रामीण साक्षरता दर:** राजस्थान की कुल ग्रामीण साक्षरता दर मात्र **61.44 प्रतिशत** दर्ज है, जिसमें पुरुषों की साक्षरता 76.16% तथा महिलाओं की साक्षरता दर अत्यंत चिंताजनक स्तर पर मात्र **45.8 प्रतिशत** स्थिर है। ग्रामीण अंचलों में आज भी आधी से अधिक महिला आबादी विधिक रूप से निरक्षर है।
 - **सर्वोच्च ग्रामीण साक्षरता:** झुंझुनू जिला (73.4%) ग्रामीण क्षेत्रों में शीर्ष स्थान पर है।
 - **न्यूनतम ग्रामीण साक्षरता:** सिरोही जिला (49.0%) ग्रामीण क्षेत्रों में सबसे निचले पायदान पर है।
- **शहरी साक्षरता दर:** इसके विपरीत, शहरी क्षेत्रों में कुल साक्षरता दर **79.68 प्रतिशत** दर्ज की गई है, जिसमें पुरुषों की साक्षरता 87.91% तथा महिलाओं की साक्षरता दर **70.73 प्रतिशत** है। नगरीय निकायों में अवसंरचना की सुगमता के कारण साक्षरता का स्तर गाँवों की तुलना में उल्लेखनीय रूप से उच्च है।
 - **सर्वोच्च शहरी साक्षरता:** उदयपुर जिला (87.5%) शहरी क्षेत्रों में साक्षरता में शीर्ष पर है।
 - **न्यूनतम शहरी साक्षरता:** नागौर जिला (70.6%) शहरी साक्षरता में न्यूनतम पायदान पर अवस्थित है।

5. क्षेत्रीय विषमताओं के अंतर्निहित सामाजिक-आर्थिक कारक

साक्षरता प्रवृत्तियों में पाए जाने वाले इन तीक्ष्ण क्षेत्रीय विचलनों के पीछे निम्नलिखित जटिल भौगोलिक, सामाजिक और आर्थिक कारक विधिक रूप से उत्तरदायी हैं:

5.1 भू-आकृतिक एवं अवसंरचनात्मक कारक (Spatial Accessibility):

- उत्तर-पूर्वी मैदानों (जयपुर, कोटा) में समतल उच्चावच और सघन परिवहन नेटवर्क के कारण विद्यालयों और महाविद्यालयों की स्थापना सुगम रही है, जिससे साक्षरता दर उच्च दर्ज हुई। इसके विपरीत, सिरोही और अरावली के दक्षिणी पर्वतीय भागों में कटी-फटी पहाड़ियाँ और बिखरी हुई जनजातीय

बस्तियाँ (ढाणियाँ) भौतिक पहुँच (Physical Access) को कठिन बनाती हैं, जिससे इन क्षेत्रों में साक्षरता दर न्यूनतम बनी हुई है।

5.2 आर्थिक प्रतिरूप एवं सस्य गतिकी (Economic Matrix):

- सिंचित नहरी कमान क्षेत्रों (श्रीगंगानगर) और व्यावसायिक शेखावाटी अंचल में प्रति व्यक्ति आय और क्रय शक्ति उच्च होने के कारण शिक्षा पर पारिवारिक व्यय अधिक किया जाता है। इसके विपरीत, जालौर, बाड़मेर और जैसलमेर के शुष्क एंटीसॉल्स अंचलों में बार-बार पड़ने वाले सूखे (त्रिकाल) के कारण जनसांख्यिकी मुख्य रूप से आजीविका हेतु पशुपालन और मौसमी प्रवासन पर निर्भर रहती है, जिससे बच्चों का विद्यालय छोड़ने का प्रतिशत (Drop-out Rate) उच्च हो जाता है।

5.3 लैंगिक अंतराल (The Gender Gap) के सामाजिक निर्धारक:

- राज्य में पुरुष और महिला साक्षरता के मध्य 27.07 प्रतिशत का विशाल लैंगिक अंतराल पाया जाता है। ग्रामीण समाजों में व्याप्त पारंपरिक रूढ़िवादिता, बाल विवाह की उच्च आवृत्ति, बालिकाओं की घरेलू कार्यों व पशुचारण में विधिक विवशता और सह-शिक्षा (Co-education) के प्रति सामाजिक संकोच इसके प्राथमिक कारण हैं। पश्चिमी शुष्क बेल्ट (जालौर 38.5%) में महिला शिक्षा को आर्थिक परिसंपत्ति न मानकर केवल एक सामाजिक औपचारिकता समझा जाता रहा है।

6. समेकित सांख्यिकीय तालिका: कुल, पुरुष व महिला साक्षरता सूचकांक

साक्षरता संकेतक पैरामीटर	वास्तविक सांख्यिकीय मान (राज्य औसत)	सर्वोच्च संकेंद्रीकरण वाला अग्रणी जिला	न्यूनतम संकेंद्रीकरण वाला जिला	लैंगिक अंतराल विन्यास (Gap)
कुल साक्षरता दर	66.11 प्रतिशत	कोटा (~76.6%)	जालौर (~54.9%)	21.7% (जिलों के मध्य अंतर)
पुरुष साक्षरता दर	79.19 प्रतिशत	झुंझुनू (~86.9%)	प्रतापगढ़ (~69.5%)	17.4% (जिलों के मध्य अंतर)
महिला साक्षरता दर	52.12 प्रतिशत	कोटा (~65.9%)	जालौर (~38.5%)	27.4% (जिलों के मध्य अंतर)
ग्रामीण साक्षरता दर	61.44 प्रतिशत	झुंझुनू (~73.4%)	सिरोही (~49.0%)	पुरुष: 76.16%, महिला: 45.8%
शहरी साक्षरता दर	79.68 प्रतिशत	उदयपुर (~87.5%)	नागौर (~70.6%)	पुरुष: 87.91%, महिला: 70.73%

7. साक्षरता श्रेणियों का जिलावार विस्तृत सांख्यिकीय विन्यास

प्रशासनिक और नीतिगत मापदंडों के अनुसार शीर्ष चार जिलों के सटीक सांख्यिकीय क्रमों (अवरोही व आरोही) का विवरण निम्नलिखित सूचियों द्वारा सुस्पष्ट है:

7.1 कुल साक्षरता शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- सर्वोच्च कुल साक्षरता क्रम: कोटा (76.6%) $\rightarrow$ जयपुर (75.5%) $\rightarrow$ झुंझुनू (74.1%) $\rightarrow$ सीकर (71.9%)
- न्यूनतम कुल साक्षरता क्रम: जालौर (54.9%) $\rightarrow$ सिरोंही (55.3%) $\rightarrow$ प्रतापगढ़ (56.0%) $\rightarrow$ बांसवाड़ा (56.3%)

7.2 पुरुष साक्षरता शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- सर्वोच्च पुरुष साक्षरता क्रम: झुंझुनू (86.9%) $\rightarrow$ कोटा (86.3%) $\rightarrow$ जयपुर (86.1%) $\rightarrow$ सीकर (85.1%)
- न्यूनतम पुरुष साक्षरता क्रम: प्रतापगढ़ (69.5%) $\rightarrow$ बांसवाड़ा (69.6%) $\rightarrow$ जालौर (70.7%) $\rightarrow$ सिरोंही (71.1%)

7.3 महिला साक्षरता शीर्ष जिले (अवरोही एवं आरोही क्रम कड़ियाँ):

- सर्वोच्च महिला साक्षरता क्रम: कोटा (65.9%) $\rightarrow$ जयपुर (64.0%) $\rightarrow$ झुंझुनू (61.0%) $\rightarrow$ श्रीगंगानगर (59.7%)
- न्यूनतम महिला साक्षरता क्रम: जालौर (38.5%) $\rightarrow$ जैसलमेर (39.7%) $\rightarrow$ बाड़मेर (40.6%) $\rightarrow$ प्रतापगढ़ (42.4%)

8. साक्षरता संवर्द्धन के प्रमुख प्रशासनिक एवं नीतिगत प्रयास

राज्य सरकार के शिक्षा विभाग द्वारा साक्षरता के इन प्रादेशिक और लैंगिक अंतरालों को दूर करने के लिए विभिन्न विधिक प्रावधानों और रणनीतिक कार्यक्रमों का संचालन किया जा रहा है:

8.1 शिक्षा का अधिकार (RTE) अधिनियम, 2009 का विधिक प्रवर्तन:

- इसके वैधानिक प्रावधानों के तहत 6 से 14 वर्ष के आयु वर्ग के सभी बच्चों के लिए निःशुल्क और अनिवार्य प्रारंभिक शिक्षा का अधिकार सुनिश्चित किया गया है। निजी विद्यालयों की प्रविष्टि सीटों पर दुर्बल और अपवंचित वर्ग के बालकों के लिए 25 प्रतिशत विधिक आरक्षण की नीति कड़ाई से लागू की गई है।

8.2 मुख्यमंत्री बाल गोपाल योजना एवं पोशाक वितरण कड़ियाँ:

- विद्यालयों में बच्चों के ठहराव को बढ़ाने और ड्रॉप-आउट दर को न्यूनतम करने के लिए सरकारी प्राथमिक व उच्च प्राथमिक विद्यालयों के छात्रों को पाउडर दूध (बाल गोपाल योजना) तथा निःशुल्क स्कूल यूनिफॉर्म का विधिक आवंटन बजटीय प्रावधानों के तहत किया जा रहा है, जिसने ग्रामीण साक्षरता को सकारात्मक गतिकी प्रदान की है।

8.3 कस्तूरबा गांधी बालिका विद्यालय (KGBV) अवसंरचना:

- महिला साक्षरता के न्यूनतम स्तर वाले पिछड़े ब्लॉकों (विशेषकर जालौर और मरुस्थलीय खंडों) में वंचित वर्गों (SC, ST, OBC, अल्पसंख्यक) की बालिकाओं के लिए आवासीय कस्तूरबा गांधी बालिका विद्यालयों की स्थापना की गई है। यह अवसंरचना बालिकाओं को सुरक्षित शैक्षिक वातावरण देकर माध्यमिक स्तर तक की शिक्षा सुनिश्चित करती है।

wincompete

8.4 साक्षरता संवर्द्धन कार्यक्रम तालिका:

कार्यक्रम / नीति का नाम	विधिक / प्रशासनिक ढांचा	प्राथमिक लक्षित जनसांख्यिकी	मुख्य नीतिगत क्रियान्वयन उपागम
समग्र शिक्षा अभियान (Samagra Shiksha)	स्कूली शिक्षा एवं साक्षरता विभाग	पूर्व-प्राथमिक से कक्षा 12 तक	एकीकृत स्कूली अवसंरचना सुदृढीकरण, डिजिटल लैब्स की स्थापना।
कस्तूरबा गांधी विद्यालय (KGBV)	आवासीय शैक्षिक मॉडल	शोषित व पिछड़े वर्ग की बालिकाएं	महिला साक्षरता के डार्क ज़ोन ब्लॉक्स में आवासीय मुफ्त शिक्षा।
मुख्यमंत्री बाल गोपाल योजना	मिड-डे मील निदेशालय	कक्षा 1 से 8 तक के छात्र	पोषण स्तर में सुधार व प्राथमिक विद्यालयों में नामांकन वृद्धि।
डिजिटल कपाट (ICT योजना)	माध्यमिक शिक्षा बोर्ड / RIE	ग्रामीण स्कूली जनसांख्यिकी	'स्मार्ट क्लासरूम्स' और कंप्यूटर साक्षरता का ग्राम स्तर पर संवर्धन।

9. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **लैंगिक अंतराल (Gender Gap):** पुरुष साक्षरता दर और महिला साक्षरता दर के मध्य पाया जाने वाला गणितीय सांख्यिकीय अंतर (राज्य सूचकांक: 27.07%)।
- **ड्रॉप-आउट दर (Drop-out Rate):** प्राथमिक या माध्यमिक स्तर पर अपनी औपचारिक शिक्षा को बीच में ही छोड़ देने वाले पंजीकृत छात्रों का आनुपातिक प्रतिशत।
- **कैल्थिटिक साक्षरता संवर्द्धन:** शेखावाटी और पूर्वी मैदानों में शिक्षा क्षेत्र में किए जाने वाले सघन संस्थागत और वित्तीय निवेश का भौगोलिक प्रतिरूप।
- **प्रशासनिक कमान ब्लॉक:** साक्षरता के दृष्टिकोण से संवेदी और पिछड़े घोषित वे ब्लॉक (जैसे जालौर के ग्रामीण ब्लॉक) जहाँ विशेष शैक्षिक नीतियाँ लागू की जाती हैं।
- **आर्गिलिक शैक्षिक अवसंरचना:** ग्रामीण क्षेत्रों में कंप्यूटर लैब्स और डिजिटल टूल्स (ICT) के माध्यम से शिक्षा के स्तर को आधुनिक और पक्का करने का प्रक्रम।

10. साक्षरता नीतियों का कृषि पारिस्थितिकी एवं प्रादेशिक अर्थव्यवस्था पर प्रभाव

साक्षरता के स्तर में होने वाली प्रादेशिक वृद्धि सीधे तौर पर राज्य के संसाधन भूगोल और मानव विकास सूचकांक (HDI) को सकारात्मक रूप से प्रभावित करती है:

A. कृषि और तकनीकी इनपुट का कुशलतम उपभोग:

- श्रीगंगानगर (महिला साक्षरता 59.7%) और झुंझुनू (74.1% कुल साक्षरता) जैसे साक्षरता के अग्रणी जिलों में कृषक समुदाय नवीन कृषि तकनीकों—जैसे **मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना के 12 पैरामीटर्स**, उर्वरकों के संतुलित NPK (4:2:1) विन्यास और नर्मदा नहर की तर्ज पर **माइक्रो-इरिगेशन (ड्रिप व फव्वारा सिंचाई)** के विधिक महत्व को आसानी से समझकर खेतों में प्रयुक्त करते हैं। इससे इन अंचलों की सस्य सघनता और प्रति हेक्टेयर उत्पादकता राज्य में सर्वोच्च बनी हुई है।

B. जनसांख्यिकीय संक्रमण एवं जन्म दर स्थिरीकरण:

- साक्षरता प्रवृत्तियों का सीधा नकारात्मक संबंध उच्च जन्म दर और शिशु मृत्यु दर के साथ दर्ज किया गया है। झुंझुनू और कोटा के साक्षर समाज जनसांख्यिकीय स्थिरीकरण की आधुनिक आवश्यकताओं के प्रति जागरूक हैं, जिससे इन क्षेत्रों की दशकीय जनसंख्या वृद्धि दर राज्य के औसत से न्यूनतम स्तर पर स्थिर बनी हुई है।

11. भावी रणनीतिक नियोजन एवं रक्षात्मक नीतिगत संरेखण

जलवायु परिवर्तन, सतत विकास लक्ष्यों (SDGs - लक्ष्य 4: गुणवत्तापूर्ण शिक्षा) और डिजिटल डिवाइड के इस आधुनिक दौर में राजस्थान की साक्षरता प्रवृत्तियों को पूर्णतः सुदृढ़ और लैंगिक रूप से संतुलित करने के लिए शिक्षा विभाग निम्नलिखित आधुनिक अनुकूलन रणनीतियों पर बल दे रहा है:

- **महिला साक्षरता का 'मिशन मोड' क्रियान्वयन:** जालौर (38.5%) और सुदूर पश्चिमी शुष्क सीमांत जैसलमेर व बाड़मेर के उन विशिष्ट ब्लॉकों को विधिक रूप से **'फ्रीमेल लिटरेसी डार्क ज़ोन'** घोषित किया जा रहा है जहाँ महिला साक्षरता 45% से कम है। इन अंचलों में मोबाइल विंग्स और स्थानीय जनजातीय भाषाओं में प्रौढ़ शिक्षा (Adult Education) के विशेष अभियान संचालित करना नीतिगत रूप से तय किया गया है।
- **व्यावसायिक एवं कंप्यूटर साक्षरता का एकीकरण:** पारंपरिक अक्षर ज्ञान के स्थान पर ग्रामीण स्कूली जनसांख्यिकी को स्थानीय स्तर पर **सौर ऊर्जा पार्कों के संचालन, डेयरी प्रबंधन, और हस्तशिल्प विनिर्माण** के व्यावसायिक पाठ्यक्रमों के साथ जोड़ना अनिवार्य किया जा रहा है, ताकि साक्षरता सीधे तौर पर रोजगार सृजन और ग्रामीण क्रय शक्ति में सांख्यिकीय वृद्धि का वास्तविक माध्यम बन सके।

राजस्थान की साक्षरता प्रवृत्तियाँ राज्य के मानव विकास सूचकांक, राजकोषीय आत्मनिर्भरता और सामाजिक न्याय का वास्तविक विनियामक मूलाधार हैं। राज्य की कुल साक्षरता (66.11%), पुरुष साक्षरता (79.19%) और महिला साक्षरता (52.12%) के जिलावार क्षेत्रीय विचलनों और उनके अंतर्निहित भू-आकृतिक व प्रशासनिक कारकों का वैज्ञानिक ज्ञान ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास की सर्वोच्च विधिक वैधानिक आधारशिला प्रस्तुत करता है।

अध्याय 21: राजस्थान की प्रमुख जनजातियाँ (भाग I) - मीणा एवं भील जनजाति

राजस्थान का मानव भूगोल और जनसांख्यिकीय विन्यास विशिष्ट जनजातीय समाजों के ऐतिहासिक, सामाजिक और आर्थिक प्रतिरूपों द्वारा गहराई से प्रभावित है। भारतीय संविधान के अनुच्छेद 342 के अंतर्गत राज्य में अधिसूचित जनजातियों में **मीणा** और **भील** जनसंख्या, ऐतिहासिक प्रभुत्व और आर्थिक गतिकी के दृष्टिकोण से सर्वप्रमुख स्थान वहन करती हैं। मीणा जनजाति जहाँ राज्य की विशालतम और शैक्षिक-प्रशासनिक रूप से सबसे उन्नत विकास संरचना को प्रदर्शित करती है, वहीं भील जनजाति प्राचीनतम मूल निवासी समूह के रूप में अरावली के दक्षिण-पश्चिमी दुर्गम पर्वतीय पारिस्थितिकी तंत्र के साथ गहन अनुकूलन का प्रामाणिक विन्यास प्रस्तुत करती है।

1. मीणा जनजाति (Meena Tribe): ऐतिहासिक पृष्ठभूमि एवं विवर्तनिक वितरण

मीणा जनजाति जनसंख्या के आयतन के दृष्टिकोण से राजस्थान का सबसे बड़ा जनजातीय समूह है। कुल अनुसूचित जनजाति (ST) जनसांख्यिकी में इसकी हिस्सेदारी लगभग **51 प्रतिशत से अधिक** दर्ज है।

1.1 ऐतिहासिक उद्भव एवं पौराणिक कड़ियाँ:

- **मत्स्य अवतार संबंध:** 'मीणा' शब्द की व्युत्पत्ति मूलतः संस्कृत के 'मीन' (मछली) शब्द से हुई है। आचार्य मुनि मगर सागर द्वारा रचित सुप्रसिद्ध विलेख 'मीण पुराण' के अनुसार, यह जनजाति भगवान विष्णु के प्रथम 'मत्स्य अवतार' से अपनी वंशावली विधिक रूप से संबद्ध मानती है।
- **प्राचीन राजनीतिक प्रभुत्व:** मध्यकाल से पूर्व जयपुर (ढूँढाड़) और अलवर-दौसा के क्षेत्रों पर मीणा राजाओं का संप्रभु राजनीतिक नियंत्रण स्थापित था। आमेर पर सुसावत वंश के मीणा शासकों तथा बूंदी पर बूँदा मीणा का विधिक शासन था, जिन्हें बाद में कच्छावा और हाड़ा राजपूत राजवंशों द्वारा विस्थापित किया गया।

1.2 भौगोलिक एवं स्थानिक वितरण (Spatial Distribution):

मीणा जनजाति का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से अरावली के पूर्वी, उत्तर-पूर्वी और दक्षिणी-पूर्वी मैदानी अंचलों (Alfisols मृदा क्षेत्र) में पाया जाता है:

- **शीर्ष संकेंद्रीकरण वाले जिले:** जयपुर, जयपुर ग्रामीण, दौसा, सवाई माधोपुर, करौली, अलवर, टोंक, उदयपुर, और बूंदी।
- **प्रादेशिक विशेषता:** समतल मैदानी और जलोढ़ नदी बेसिनों में निवास करने के कारण इस जनजाति का बाह्य समाजों और आधुनिक अवसंरचना के साथ संपर्क ऐतिहासिक रूप से तीव्र रहा है।

2. मीणा समाज का संगठनात्मक विन्यास एवं सामाजिक प्रथाएं

मीणा समाज आंतरिक रूप से सुदृढ़ रक्त संबंधों, गोत्र प्रणालियों और विनिर्दिष्ट सामाजिक उप-वर्गों के अंतर्गत विभाजित है:

2.1 दो मुख्य प्राथमिक उप-वर्ग:

1. **जमींदार या पुराना मीणा:** यह वर्ग मुख्य रूप से स्थायी कृषि (Agriculture) और पशुपालन से संबद्ध है। भू-आकृतिक दृष्टिकोण से पूर्वी मैदानों की उर्वरता ने इन्हें एक सुदृढ़ जमींदार वर्ग के रूप में विस्थापित किया।
2. **चौकीदार या नया मीणा:** ऐतिहासिक रूप से इस वर्ग को रियासत काल में महलों, कोषों और गाँवों की विधिक सुरक्षा (चौकीदारी) का सामरिक दायित्व सौंपा गया था। वर्ष 1924 के दमनकारी केंद्रीय 'क्रिमिनल ट्राइब्स एक्ट' (Criminal Tribes Act) और जयपुर राज्य के 'जरायम पेशा कानून' (1930) के विधिक प्रावधानों के तहत इस वर्ग पर कड़े प्रतिबंध लगाए गए थे, जिन्हें स्वतंत्रता के पश्चात वर्ष 1952 में विधिक रूप से पूरी तरह निरस्त कर दिया गया।

2.2 अन्य विजातीय उप-भेद:

- परिहार मीणा (भैंसे के मांस का त्याग करने वाला टोंक-भीलवाड़ा अंचल का विशिष्ट समूह), चमरिया मीणा, रावत मीणा, सुरतेवाल मीणा, और चौथिया मीणा (चौथ वसूली से संबद्ध वर्ग)।

2.3 सामाजिक संस्थाएं एवं विनियामक प्रथाएं:

- **गोत्र एवं खाप विन्यास:** मीणा समाज में कुल 24 खापें और हजारों उप-गोत्र (जिन्हें आंचलिक भाषा में 'ओड़क' कहा जाता है) पाए जाते हैं। इनमें समगोत्रीय विवाह विधिक रूप से पूरी तरह वर्जित माने जाते हैं।
- **नाता प्रथा (Nata Pratha):** इस समाज में विधिक रूप से स्वीकृत एक अत्यंत प्रगतिशील पुनर्विवाह प्रथा, जिसके तहत कोई भी विवाहित महिला अपने पति को छोड़कर अपनी आपसी विधिक सहमति से दूसरे पुरुष के साथ वैवाहिक संबंध स्थापित कर सकती है। इसके तहत पूर्व पति को 'झगड़ा राशि' (मुआवजा निधि) का विधिक भुगतान करना अनिवार्य होता है।
- **पटेल (Patel) एवं चौरसिया पंचायत:** मीणा गाँव के पारंपरिक मुखिया को 'पटेल' की वैधानिक आंचलिक संज्ञा दी गई है। 84 गाँवों के विवादों का विधिक निपटारा करने वाली सर्वोच्च जनजातीय अदालत को 'चौरसिया पंचायत' कहा जाता है। इसका सामूहिक विन्यास सवाई माधोपुर और करौली के डांग अंचलों में अत्यधिक प्रभावशाली माना जाता है।

3. भील जनजाति (Bhil Tribe): प्राचीनतम मूल निवासी एवं पर्वतीय पारिस्थितिकी

भील जनजाति जनसंख्या के आयतन के दृष्टिकोण से राजस्थान का दूसरा सबसे बड़ा जनजातीय समूह है। यह राज्य की **प्राचीनतम मूल निवासी (Aborigines)** जनजाति है, जिसका उल्लेख रामायण, महाभारत और पौराणिक विलेखों में प्रचुरता से मिलता है।

3.1 ऐतिहासिक उद्भव एवं विवर्तनिक संरेखण:

- **भाषाई व्युत्पत्ति:** 'भील' शब्द की व्युत्पत्ति द्रविड़ भाषा के '**बील**' (Billu) शब्द से हुई है, जिसका विधिक अर्थ '**धनुष**' (Bow) होता है। ये पारम्परिक रूप से अत्यंत कुशल तीरंदाज होते हैं। मानवविज्ञानी कर्नल जेम्स टॉड ने इन्हें अरावली के दुर्गम पर्वतीय पारिस्थितिकी तंत्र में उनके साहस के कारण '**वनपुत्र**' (Children of Forest) की वैधानिक संज्ञा दी थी।
- **ऐतिहासिक सैन्य गठबंधन:** मेवाड़ के गुहिल और सिसोदिया राजवंशों की सैन्य संप्रभुता को अक्षुण्ण रखने में भीलों की रणनीतिक भूमिका प्राथमिक थी। **महाराणा प्रताप के सैन्य विन्यास में भील सेनापति पुंजा भील का योगदान अतुलनीय था, इसी गौरव के कारण मेवाड़ के विधिक राजचिह्न पर एक और राजपूत योद्धा तथा दूसरी ओर भील योद्धा का चित्र अंकित रहता है।**

3.2 भौगोलिक एवं स्थानिक वितरण (Spatial Distribution):

भील जनजाति का संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से अरावली पर्वतमाला के सुदूर दक्षिणी और दक्षिण-पश्चिमी दुर्गम विच्छेदित पहाड़ी और पठारी अंचलों (Inceptisols मृदा क्षेत्र) में पाया जाता है:

- **शीर्ष संकेंद्रीकरण वाले जिले:** उदयपुर, बांसवाड़ा, डूंगरपुर, प्रतापगढ़, सलूबर, चित्तौड़गढ़, और सिरोही का पर्वतीय सीमांत।
- **प्रादेशिक विशेषता:** ढालू उच्चावच और सघन वनाच्छादित क्षेत्रों में रहने के कारण इनका पारि-अनुकूलन (Eco-adaptation) विशिष्ट है।

4. भील समाज का सांस्कृतिक एवं संगठनात्मक ढांचा

भील जनजाति की आंतरिक सामाजिक संरचना और सांस्कृतिक कड़ियाँ अत्यंत सुस्पष्ट और कड़े पारंपरिक विनिर्देशों द्वारा संचालित होती हैं:

4.1 जनजातीय बस्तियों का आंचलिक वर्गीकरण:

- **कु (Ku) या टापरा:** भील जनजाति के मिट्टी, पथरों और बांस से निर्मित झोपड़ीनुमा घरों को स्थानीय भाषा में 'कु' या 'टापरा' कहा जाता है।
- **फला (Phala):** पहाड़ियों के ढालों पर दूर-दूर स्थित भीलों के छोटे-छोटे घरों के मोहल्ले या लघु बस्ती को 'फला' की संज्ञा दी गई है।
- **पाल (Pal):** कई फलां को मिलाकर बनने वाले बड़े पहाड़ी जनजातीय गाँव को 'पाल' कहा जाता है। पाल का मुखिया संपूर्ण बस्ती का विधिक नियंत्रक होता है।

4.2 प्रशासनिक एवं सामाजिक मुखिया पद आर्डर:

- **गमेती (Gameti):** भील जनजाति के सबसे बड़े सामाजिक और प्रशासनिक स्तर—अर्थात् संपूर्ण पाल के विधिक मुखिया को 'गमेती' कहा जाता है। आंतरिक विवादों, वैवाहिक समझौतों और विधिक पंचायती निर्णयों में गमेती का आदेश सर्वोपरि माना जाता है।
- **तदवी या वसावो:** भील समाज के एक छोटे मोहल्ले (फला) के मुखिया को 'तदवी' कहा जाता है।

4.3 विशिष्ट सामाजिक प्रथाएं एवं उद्घोष कूट:

- **फायरे-फायरे (Fayre-Fayre):** यह भील जनजाति का विख्यात '**रणघोष**' (War Cry) है। आपातकालीन विभीषिका या बाहरी विस्थापन के समय जब कोई भील ढोल बजाकर 'फायरे-फायरे' का उद्घोष करता है, तो पाल के समस्त भील पुरुष अपने पारंपरिक अस्त्रों (धनुष-बाण, धारिया) के साथ एक स्थान पर विधिक रूप से एकत्र हो जाते हैं।
- **हाथीवेदो प्रथा (Hathivedo):** पवित्र वृक्षों (पीपल, बांस या महुआ) को साक्षी मानकर किए जाने वाले भीलों के पारंपरिक विवाह का विधिक स्वरूप।
- **भगोरिया उत्सव:** होली के पावन अवसर पर आयोजित होने वाला विशिष्ट सांस्कृतिक मेला, जिसमें भील युवक-युवतियाँ अपने जीवनसाथी का चयन पारंपरिक रूप से करते हैं।

5. मीणा एवं भील जनजाति की सस्य अर्थव्यवस्था (Agrarian Economy)

इन दोनों जनजातियों की आजीविका और आर्थिक विन्यास पूरी तरह उनके संबंधित भौगोलिक अंचलों की मृदा प्रवृत्तियों, जल संसाधनों और वन संपदा के दोहन पर आधारित हैं।

5.1 मीणा जनजाति का उन्नत कृषि भूगोल:

- पूर्वी मैदानों की उपजाऊ अल्फिसॉल्स (जलोढ़ दोमट) मृदा के प्रभाव से मीणा जनजाति ने एक अत्यधिक समृद्ध **स्थायी कृषि पारिस्थितिकी** का विकास किया है।
- सस्य प्रतिरूप:** ये रबी ऋतु में **गेहूँ, तोरिया/सरसों, और चना** तथा खरीफ में **बाजरा व ग्वार** की सघन सिंचाई आधारित खेती करते हैं। आधुनिक कृषि तकनीकों (उन्नत बीजों, रासायनिक उर्वरकों) के अपनाए जाने के कारण इनका आर्थिक स्तर अन्य जनजातियों की तुलना में अत्यधिक सुदृढ़ और विधिक रूप से सुव्यवस्थित है।

5.2 भील जनजाति की पारंपरिक पर्वतीय कृषि (झूमिंग प्रक्रम):

पर्वतीय उच्चावच और सीमित मैदानी कमान क्षेत्रों के कारण भील जनजाति ने आदिम प्रकार की स्थानांतरित कृषि (Shifting Cultivation) को जलवायवीय परिस्थितियों के अनुरूप ढाला है, जिसे दो भागों में वर्गीकृत किया जाता है:

- चिमाता (Chimata):** भील जनजाति द्वारा अरावली की पहाड़ियों के तीव्र ढालों पर वनों और झाड़ियों को जलाकर साफ की गई भूमि पर की जाने वाली पर्वतीय स्थानांतरित कृषि को 'चिमाता' कहा जाता है। ढालू भू-भाग होने के कारण यहाँ खरीफ ऋतु में केवल मोटे अनाज, मुख्य रूप से **मक्का (Maize)** और खरीफ दलहन का उत्पादन बारानी तकनीकों द्वारा किया जाता है।
 - दजिया (Dajiya):** भीलों द्वारा पहाड़ियों की तलहटी के समतल मैदानी भागों या मैदानी गर्तों में वनों को साफ करके की जाने वाली कृषि को 'दजिया' की आंचलिक संज्ञा दी गई है। मैदानी भाग होने के कारण यहाँ जल सोखने की क्षमता संतुलित होती है, जिससे आंशिक सिंचाई द्वारा **चावल, मक्का, और मोटे अनाजों** की खेती की जाती है।
- महुआ (Madhuca longifolia) का आर्थिक भूगोल:** भील जनजाति की अर्थव्यवस्था में महुआ के वृक्ष को 'कल्पवृक्ष' का दर्जा प्राप्त है। इसके फूलों से बनाई जाने वाली पारंपरिक मदिरा ('मावड़ी') इनके सांस्कृतिक और आर्थिक जीवन का अनिवार्य विधिक हिस्सा है। इसके अतिरिक्त इसके बीजों (डोलमा) से तेल निकाला जाता है।

6. समेकित तुलनात्मक तालिका: मीणा बनाम भील जनजाति विन्यास

जनजातीय संकेतक पैरामीटर	मीणा जनजाति (Meena Tribe)	भील जनजाति (Bhil Tribe)
जनसंख्या आनुवंशिक सूचकांक	राजस्थान का विशालतम जनजातीय समूह (~51%)	राजस्थान का दूसरा विशालतम प्राचीनतम समूह
प्राथमिक भौगोलिक अंचल	पूर्वी एवं उत्तर-पूर्वी जलोढ़ मैदानी भाग	सुदूर दक्षिणी एवं दक्षिण-पश्चिमी पर्वतीय भाग

प्रतिनिधि वैज्ञानिक मृदा	अल्फिसॉल्स (Alfisols) - उपजाऊ दोमट कछारी	इन्सेप्सिसॉल्स (Inceptisols) - लाल-लोमी पर्वतीय
पारंपरिक सामाजिक मुखिया	पटेल (चौरसिया पंचायत विनियामक नियंत्रक)	गमेती (पाल का विधिक प्रशासनिक मुखिया)
विशिष्ट सस्य अर्थव्यवस्था	स्थायी सिंचित कृषि (गेहूँ, सरसों, बाजरा, चना)	स्थानांतरित आदिम कृषि (चिमाता एवं दजिया प्रक्रम)
प्राथमिक खाद्यान्न अनुकूलन	गेहूँ, बाजरा, बारानी ग्वार	मक्का (Maize), महुआ वन उत्पाद गतिकी
ऐतिहासिक विशिष्ट कूट	मीन पुराण (मुनि मगर सागर), सुसावत मीणा राजवंश	वनपुत्र (कर्नल टॉड), पुंजा भील, फायरे-फायरे रणघोष

7. जनजातीय अंचलों का प्रादेशिक एवं प्रशासनिक सीमांकन

तालिका: प्रादेशिक कड़ियाँ एवं भू-आकृतिक संकेतक

विशिष्ट जनजातीय कमान क्षेत्र	सम्बद्ध भू-आकृतिक आंचल	मुख्य मृदा वर्ग ऑर्डर	प्राथमिक सस्य अनुकूलन वर्ग
ढूँढाड़-मत्स्य मेखला	पूर्वी जलोढ़ नदी बेसिन मैदान	अल्फिसॉल्स (Alfisols)	गेहूँ, सरसों, बाजरा की स्थायी सिंचित कृषि
भोराट-वागड पर्वतीय कड़ि	सुदूर दक्षिणी विच्छेदित पहाड़ी ढाल	इन्सेप्सिसॉल्स (Inceptisols)	पहाड़ी ढालों पर मक्का व चिमाता कृषि प्रक्रम
हाड़ौती-डांग सीमांत खंड	विंध्यन कगार, वर्टिसॉल्स कमान	वर्टिसॉल्स / भारी दोमट	सोयाबीन, ज्वार, आंशिक बारानी मक्का

8. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- गमेती (Gameti): भील जनजाति के बड़े पहाड़ी गाँव (पाल) का वह सर्वमान्य पारंपरिक मुखिया जो समस्त आंतरिक विधिक और सामाजिक मामलों का निपटारा करता है।

- **चिमाता (Chimata):** भीलों द्वारा अरावली के पहाड़ी ढालों के वनों को जलाकर की जाने वाली आदिम स्थानांतरित खेती।
- **दजिया (Dajiya):** भील जनजाति द्वारा मैदानी भागों के जंगलों को साफ करके की जाने वाली कृषि विधा।
- **झगड़ा राशि:** नाता प्रथा के अंतर्गत नवीन पति द्वारा महिला के पूर्व पति को विधिक समझौते के तहत चुकाई जाने वाली हर्जाना निधि।
- **ओड़क:** मीणा जनजाति के भीतर पाए जाने वाले पैतृक रक्त संबंधों को प्रदर्शित करने वाले सूक्ष्म उप-गोत्र।
- **मावड़ी:** महुआ के मीठे फूलों के जैविक किण्वन (Fermentation) द्वारा भील समाज में निर्मित की जाने वाली पारंपरिक मदिरा।
- **पाखरिया:** यदि कोई भील सैनिक या पुरुष किसी विख्यात शासक या दुश्मन के घोड़े को मार देता है, तो उसे भील समाज में 'पाखरिया' की उच्च आदरणीय उपाधि दी जाती है।

9. जनजातीय सस्य अर्थव्यवस्था के समक्ष भू-पारिस्थितिक चुनौतियां

आधुनिक अवसंरचनात्मक विस्तार और जनसांख्यिकीय दबाव के कारण इन दोनों सर्वप्रमुख जनजातीय अंचलों के कृषि भूगोल और सामाजिक-आर्थिक ढांचे के समक्ष गंभीर संकट उत्पन्न हो रहे हैं:

9.1 पर्वतीय मृदा का अपरदन (Soil Erosion in Chimata Belts):

- सुदूर दक्षिणी अंचल (उदयपुर, बांसवाड़ा) में भीलों द्वारा की जाने वाली **चिमाता स्थानांतरित कृषि** के कारण पहाड़ों के ऊपरी छोरों (Ridges) पर वनों का अंधाधुंध विनाश हुआ है। इसके परिणामस्वरूप मानसून काल में तीव्र **चादर अपरदन (Sheet Erosion)** सक्रिय हो जाता है, जिससे पर्वतीय ढालों की उपजाऊ इन्सेप्सॉल्स मिट्टी की पतली परत बह जाती है और पहाड़ नग्न चट्टानों में बदल रहे हैं। इससे मक्के की प्रति हेक्टेयर उत्पादकता में सांख्यिकीय हास दर्ज किया गया है।

9.2 कृषि जोतों का उग्र विखंडन (Fragmentation of Land Holdings):

- जनजातीय जनसांख्यिकी के दबाव और संयुक्त परिवारों के क्रमिक विभाजन के कारण दक्षिणी पर्वतीय खंडों में औसत कृषि जोत का आकार घटकर **0.5 हेक्टेयर से भी कम** (सीमांत जोत श्रेणी) रह गया है। पहाड़ी उबड़-खाबड़ स्थलाकृति के कारण यहाँ आधुनिक कृषि यंत्रों (जैसे बड़े ट्रैक्टर) का उपयोग यांत्रिक रूप से असंभव होता है, जिससे मक्का और खरीफ दालों की उत्पादन लागत निरंतर बढ़ रही है।

9.3 ऋणग्रस्तता एवं विस्थापन गतिकी:

- बार-बार मानसून की विफलता या सूखे की स्थिति में जनजातीय आबादी साहूकारों के ऋण जाल में फँस जाती है। इसके कारण दक्षिणी अंचलों से भील युवाओं का गुजरात और मालवा के शहरी केंद्रों की ओर **मौसमी प्रवासन (Distress Migration)** तीव्र हुआ है, जिससे खरीफ बुवाई के समय खेतों में कुशल श्रम का अभाव हो जाता है।

10. सतत प्रादेशिक जनजातीय नियोजन एवं प्रशासनिक नीतियाँ

इन भू-आकृतिक और आर्थिक संकटों के स्थायी शमन तथा जनजातीय सस्य अर्थव्यवस्था को विधिक सुरक्षा प्रदान करने के लिए राज्य सरकार के **जनजातीय क्षेत्रीय विकास विभाग (TAD)** द्वारा कड़े नीतिगत कदम उठाए गए हैं:

- **स्थानांतरित कृषि पर वैधानिक प्रतिबंध एवं समतलीकरण:** अरावली के पर्यावरण को बचाने के लिए चिमाता प्रक्रम को विधिक रूप से पूरी तरह प्रतिबंधित कर दिया गया है। इसके स्थान पर पहाड़ों की तलहटी में **'सीढ़ीदार खेत' (Terrace Farming)** बनाने और कन्टूर बांध (Contour Bunding) निर्माण हेतु वाटरशेड निधियों (IWMP) द्वारा कृषकों को वित्तीय सहायता प्रदान की जा रही है ताकि चादर अपरदन को रोका जा सके।
- **'माही सुगंधा' एवं हाइब्रिड मक्का कड़ि:** कृषि अनुसंधान केंद्र बांसवाड़ा के सहयोग से आदिवासी कमान क्षेत्रों में कम पानी और लघु अवधि में पकने वाली मक्का की विशिष्ट आनुवंशिक किस्में (**माही कंचन व माही धवल**) तथा सुगंधित चावल की **'माही सुगंधा'** श्रेणी के प्रमाणित बीजों का मिनीकित

वितरण विधिक रूप से किया जा रहा है, जिसने जनजातीय खाद्य सुरक्षा को एक सुदृढ़ रक्षात्मक आधार प्रदान किया है।

- **वन धन विकास केंद्र योजना:** महुआ के फूलों, टिमरू पत्तों और शहद जैसे लघु वन उपजों (MFP) के संग्रहण और मूल्य संवर्धन के लिए जनजातीय क्षेत्रों में 'वन धन विकास केंद्रों' का विन्यास किया गया है। यह व्यवस्था बिचौलियों के विधिक शोषण का अंत कर न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) पर प्रत्यक्ष विपणन सुनिश्चित करती है।

राजस्थान की मीणा एवं भील जनजातियाँ राज्य के संसाधन भूगोल, सांस्कृतिक विरासत और कृषि-पारिस्थितिकी स्थायित्व की वास्तविक मूलाधार हैं। इन जनजातियों के ऐतिहासिक उद्भव, सामाजिक विनियामक ढांचों (गमेती व पटेल पद आर्डर), और उनकी विशिष्ट सस्य आवश्यकताओं (मक्का व चिमाता-दजिया प्रक्रम) का वैज्ञानिक व विधिक प्रबंधन ही राज्य के सतत प्रादेशिक विकास और जनजातीय जनसांख्यिकी के कल्याण की प्रस्तुत करता है।

अध्याय 22: राजस्थान की प्रमुख जनजातियाँ (भाग II) एवं जनजातीय नीतियाँ

राजस्थान का मानव भूगोल और सांस्कृतिक जनसांख्यिकी विभिन्न लघु जनजातीय समूहों की विशिष्ट सामाजिक प्रणालियों, नृवंशविज्ञान और आर्थिक प्रतिरूपों द्वारा समृद्ध है। राज्य की कुल अनुसूचित जनजाति (ST) जनसंख्या में मीणा और भील के अतिरिक्त **गरासिया, सहरिया, डामोर, कंजर और काठौड़ी** जनजातियाँ विशिष्ट प्रादेशिक अंचलों में संकेंद्रित हैं। इन समुदायों का अपना ऐतिहासिक विन्यास, सामाजिक विनियामक ढांचा और सस्य प्रवृत्तियाँ हैं। इसके अतिरिक्त, राज्य के सुदूर जनजातीय अंचलों के समेकित विकास के लिए जनजातीय क्षेत्रीय विकास विभाग (TAD) की नीतियाँ और विधिक अधिकार संरक्षण के वैधानिक प्रावधान अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका वहन करते हैं।

1. गरासिया जनजाति (Garasia Tribe): चौहान वंशावली एवं आबू खंड विन्यास

गरासिया जनसंख्या के आयतन के दृष्टिकोण से राजस्थान का तीसरा सबसे बड़ा जनजातीय समूह है, जिसकी अपनी अनूठी सांस्कृतिक और सामाजिक कड़ियाँ हैं।

1.1 ऐतिहासिक पृष्ठभूमि एवं भौगोलिक वितरण:

- **उद्भव व नामकरण:** 'गरासिया' शब्द की व्युत्पत्ति मूलतः संस्कृत के 'गरास' (गास या टुकड़ा) शब्द से हुई है, जिसका विधिक अर्थ 'भूमि का हिस्सा' होता है। ये स्वयं को राजपूत चौहान राजवंशों की वंशावली से संबद्ध मानते हैं जो कालांतर में पर्वतीय कगारों में विस्थापित हो गए।
- **प्रादेशिक संकेंद्रीकरण:** गरासिया जनजाति का सघन संकेंद्रीकरण मुख्य रूप से सिरोही जिले की **पिंडवाड़ा और आबू रोड** तहसीलों, पाली जिले की बाली तहसील के पर्वतीय ढालों तथा उदयपुर के गोगुंदा व कोटड़ा ब्लॉकों के अंतर्गत पाया जाता है। सिरोही का भाकर पर्वतीय अंचल इनका मुख्य विधिक गढ़ है।

1.2 सामाजिक संगठन एवं विशिष्ट संस्थाएं:

गरासिया समाज आंतरिक रूप से तीन प्रशासनिक सामाजिक स्तरों में विभाजित है, जिन्हें आंचलिक भाषा में 'न्यात' कहा जाता है:

1. **बाबी न्यात (मोटी न्यात):** यह समाज का सर्वोच्च विधिक स्तर है जो स्वयं को सीधे राजपूतों से संबद्ध मानता है।
 2. **नेनकी न्यात (मध्यम न्यात):** मध्यम सामाजिक विन्यास।
 3. **नीचली न्यात (छोरी न्यात):** भीलों के साथ वैवाहिक संबंधों से विनिर्मित निचला वर्ग।
- **सहलोट (Sahalot):** गरासिया जनजाति की पारंपरिक पंचायत के सर्वोच्च मुखिया को 'सहलोट' कहा जाता है।

- **घेर (Gher):** गरासियों के गोल घेरे में बने कलात्मक घरों को 'घेर' की आंचलिक संज्ञा दी गई है।
- **हैलरू (Hailru):** गरासिया जनजाति के सामाजिक-आर्थिक उत्थान और सहकारी श्रम विकास के लिए कार्य करने वाली पारंपरिक **स्वदेशी सहकारी संस्था**।
- **हारी-भांवरी (Hari-Bhavri) सस्य प्रतिरूप:** यह गरासियों की विशिष्ट **सामुदायिक कृषि पद्धति** है, जिसके तहत संपूर्ण गाँव के पुरुष सामूहिक रूप से कृषि जोतों पर श्रम करते हैं और उत्पादित खाद्यान्न (मुख्य रूप से मक्का व जौ) का आनुपातिक वितरण विधिक रूप से आपस में कर लेते हैं।
- **पवित्र नक्की झील व हुरे:** गरासिया समाज माउंट आबू की **नक्की झील** को अत्यंत पवित्र विधिक तीर्थ मानता है, जहाँ ये अपने पूर्वजों की अस्थियों का विसर्जन करते हैं। किसी पूर्वज की मृत्यु पर बनाई जाने वाली पत्थर की स्मारकीय छतरी को '**हुरे**' कहा जाता है।

2. सहरिया जनजाति (Sahariya Tribe): भारत सरकार की आदिम श्रेणी

सहरिया जनजाति राजस्थान की एकमात्र ऐसी विशिष्ट जनजाति है जिसे भारत सरकार के गृह मंत्रालय द्वारा '**आदिम जनजाति समूह**' (Particularly Vulnerable Tribal Group - PVTG) की सूची में विधिक रूप से शामिल किया गया है।

2.1 भौगोलिक संकेंद्रीकरण एवं ऐतिहासिक कड़ि:

- **व्युत्पत्ति:** 'सहरिया' शब्द फारसी के '**सहर**' (Shahra) शब्द से बना है, जिसका अर्थ '**जंगल या मरुभूमि**' होता है। कर्नल जेम्स टॉड के अनुसार यह समूह मध्य काल में शाहबाद के जंगलों में विस्थापित हुआ था।
- **पूर्ण प्रादेशिक संकेंद्रीकरण:** राजस्थान के कुल सहरिया विकास का लगभग 99% से अधिक हिस्सा अकेले बारां जिले की दो तहसीलों—शाहबाद और किशनगंज में संकेंद्रित है। यह संपूर्ण भारत की सबसे संवेदी और पृथक जनजातीय पट्टी निर्मित करता है।

2.2 सामाजिक विन्यास एवं प्रशासनिक आर्डर:

- **सहराना (Saharana) व सहरोल:** सहरिया जनजाति की मुख्य बस्ती (गाँव) को 'सहराना' कहा जाता है, जिसके केंद्र में निर्मित सामुदायिक कपाट या झोंपड़ी को 'सहरोल' या 'हताई' की विधिक संज्ञा दी गई है।
- **कोतवाल (Kotwal):** सहरिया समाज की पारंपरिक पंचायत के विधिक **मुखिया** को 'कोतवाल' कहा जाता है।
- **त्रि-स्तरीय पंचायती विन्यास:** सहरिया समाज में विवादों के निपटारे के लिए तीन स्तर की अदालतें होती हैं—'चौरसिया पंचायत' (84 गाँव), 'एकादश पंचायत' (11 गाँव), और 'पंचतई पंचायत' (5 गाँव)। बाल्मीकि मंदिर (सीताबारी, बारां) इनकी सर्वोच्च विधिक पंचायत पीठ है। **सीताबारी मेले** को 'सहरियों का कुंभ' कहा जाता है।

3. डामोर, कंजर एवं काठौड़ी जनजातियाँ: विशिष्ट प्रादेशिक क्लस्टर

3.1 डामोर जनजाति (Damor Tribe) - सीमलवाड़ा कमान:

- **भौगोलिक विस्तार:** डामोर मुख्य रूप से डूंगरपुर जिले की **सीमलवाड़ा** तहसील के अंतर्गत सघन रूप से निवास करते हैं, जिसे स्थानीय भूगोल में '**डामरिया क्षेत्र**' कहा जाता है। यह मूलतः गुजरात के सीमांतों से जुड़ी जनजाति है।
- **सामाजिक विशिष्टता:** डामोर समाज में **पुरुष भी महिलाओं के समान आभूषण धारण करते हैं**। इस समाज में बहुविवाह (Polygamy) विधिक रूप से स्वीकृत है, और विवाह के समय वर पक्ष द्वारा वधु के पिता को 'दापा मूल्य' (वधु मूल्य) चुकाना विधिक रूप से अनिवार्य होता है। ये पूर्णतः स्थायी कृषक हैं।

3.2 कंजर जनजाति (Kanjari Tribe) - हाड़ौती अपवाह अंचल:

- **व्युत्पत्ति व विस्तार:** 'कंजर' शब्द की व्युत्पत्ति 'कानन-चार' (जंगल में विचरण करने वाले) से हुई है। इनका मुख्य संकेंद्रीकरण हाड़ौती अंचल के **कोटा, बूंदी, झालावाड़, और भीलवाड़ा** जिलों के मैदानी कगारों में पाया जाता है।

- **पाती माँगना प्रथा:** कंजर जाति के लोग किसी अनधिकृत कार्य या शिकार पर जाने से पूर्व अपने कुलदेवता (जोगणिया माता या रक्तदंतिका माता) से विधिक रूप से आशीर्वाद मांगते हैं, जिसे आंचलिक भाषा में 'पाती माँगना' कहा जाता है।
- **हाकम राजा का प्याला:** कंजर जनजाति का कोई भी व्यक्ति 'हाकम राजा का प्याला' पीने के बाद कभी भी विधिक रूप से असत्य नहीं बोलता है। इनके घरों के पीछे की ओर विधिक विवशताओं के कारण भागने हेतु कोई कपाट (दरवाजा) नहीं होता, केवल झरोखे होते हैं।

3.3 काठौड़ी जनजाति (Kathodi Tribe) - कोटड़ा वनों की कड़ि:

- **मूल उद्गम:** यह मूलतः महाराष्ट्र के खानदेश अंचल की जनजाति है, जिसे पूर्व काल में कथा विनिर्माण के कुशल श्रम हेतु उदयपुर के शासकों द्वारा आमंत्रित किया गया था।
- **भौगोलिक संकेंद्रीकरण:** वर्तमान में यह उदयपुर जिले की कोटड़ा, झाडोल, और सराड़ा तहसीलों के वनांचलों तक विधिक रूप से सीमित है।
- **कथा विनिर्माण सस्य अर्थव्यवस्था:** काठौड़ी जनजाति खैर के वृक्ष (Acacia catechu) के तने की भीतरी लकड़ी को पानी में उबालकर 'कथा' (Catechu) विनिर्मित करने की अपनी विशिष्ट स्वदेशी तकनीक के लिए जानी जाती है। * **सामाजिक स्वरूप:** इस समाज में महुआ की मदिरा का सेवन महिला और पुरुष दोनों समान रूप से सामूहिक विन्यास में करते हैं। महिलाएँ महाराष्ट्रियन शैली में साड़ी बांधती हैं, जिसे 'फड़का' कहा जाता है।

4. समेकित तुलनात्मक तालिका: पाँचों लघु जनजातीय समूहों का सामाजिक-आर्थिक विश्लेषण

जनजाति का प्रामाणिक नाम	प्राथमिक क्षेत्रीय संकेंद्रीकरण (जिले)	पारंपरिक सामाजिक मुखिया	विशिष्ट सस्य / श्रम अर्थव्यवस्था	सर्वप्रमुख सांस्कृतिक / वैधानिक संकेतक कड़ि
गरासिया	सिरोही (पिंडवाड़ा, भाकर), उदयपुर, पाली	सहलोट	हारी-भांवरी सामुदायिक मक्का व जौ कृषि	नक्की झील में अस्थि विसर्जन, हैलू सहकारी संस्था, हुरे स्मारक।
सहरिया	बारां (शाहबाद, किशनगंज तहसीलों में 99%)	कोतवाल	लघु वन उपज संग्रहण, कृषि मजदूरी	भारत सरकार द्वारा घोषित एकमात्र PVTG (आदिम समूह), सीताबारी मेला।
डामोर	झुंगरपुर (सीमलवाड़ा - डामरिया अंचल)	मुखी	स्थायी कृषि, मैदानी मक्का उत्पादक	पुरुष आभूषण विन्यास, ग्यारस की रेवाड़ी मेला, दापा मूल्य।

कंजर	कोटा, बूंदी, झालावाड़, भीलवाड़ा मैदान	पटेल	हस्तशिल्प, अपराध आधारित मौसमी श्रम	पाती माँगना प्रथा, हाकम राजा का प्याला सत्य विलेख, चकरी नृत्य।
काठौड़ी	उदयपुर (कोटड़ा, झालोल वनों के भीतर)	नायक	खैर वृक्ष से कत्था विनिर्माण प्रक्रम	फड़का मराठी साड़ी शैली, महुआ मदिरा का सामूहिक लैंगिक उपभोग।

5. जनजातीय क्षेत्रीय विकास विभाग (TAD) की नीतियाँ एवं विधिक ढांचा

राजस्थान में जनजातीय आबादी (कुल जनसांख्यिकी का लगभग 13.48 प्रतिशत) के सामाजिक-आर्थिक उत्थान, मानवाधिकार संरक्षण और बुनियादी अवसंरचना के विकास के लिए वर्ष 1975 में एक समर्पित प्रशासनिक निकाय 'जनजातीय क्षेत्रीय विकास विभाग' (Tribal Area Development Department - TAD) की स्थापना उदयपुर मुख्यालय के साथ की गई। इसके तहत निम्नलिखित रणनीतिक विधिक नीतियाँ संचालित हैं:

5.1 जनजातीय उपयोजना (Tribal Sub-Plan - TSP) क्षेत्र:

- **वैधानिक सीमांकन:** इसके अंतर्गत राज्य के उन सुदूर दक्षिणी ब्लॉकों को विधिक रूप से शामिल किया गया है जहाँ अनुसूचित जनजाति की जनसांख्यिकी का घनत्व 50 प्रतिशत या उससे अधिक है। इसके अंतर्गत पूर्ण रूप से बांसवाड़ा, डूंगरपुर, प्रतापगढ़, सलूंबर तथा आंशिक रूप से उदयपुर, सिरोंही और चित्तौड़गढ़ के पर्वतीय क्षेत्रों को समाहित कर विशिष्ट बजटीय आवंटन किया जाता है।

5.2 माडा (MADA - Modified Area Development Approach) कूट:

- **प्रशासनिक विन्यास:** टीएसपी क्षेत्र के बाहर राज्य के अन्य गैर-जनजातीय जिलों में बिखरी हुई जनजातीय आबादी के विकास के लिए 'माडा' क्लस्टर और पॉकेट्स का गठन किया गया है, जिसके तहत सामुदायिक चरागाहों, पेयजल कुओं और कंप्यूटर साक्षरता (ICT) का विधिक सुदृढीकरण किया जाता है।

5.3 सहरिया विकास कार्यक्रम (Sahariya Development Program):

- **विशेष आदिम संपोषण:** बारां जिले के शाहबाद और किशनगंज ब्लॉकों के लिए शत-प्रतिशत वित्तीय सहायता पर आधारित विशेष पैकेज संचालित है। इसके तहत प्रत्येक सहरिया परिवार को मनरेगा (MGNREGA) के अंतर्गत 200 दिन का विधिक रोजगार सुनिश्चित किया गया है, तथा इनके बच्चों को कुपोषण से मुक्त रखने के लिए माँ बाड़ी केंद्रों (Maa Bari Centers) का सघन संचालन किया जा रहा है।

6. जनजातीय विधिक अधिकार संरक्षण एवं संवैधानिक सुरक्षा कवच

भारतीय संविधान और विशेष संसदीय अधिनियमों के तहत राजस्थान की जनजातियों के भू-आकृतिक और सामाजिक अधिकारों को अक्षुण्ण रखने के लिए निम्नलिखित विधिक प्रावधान कड़ाई से प्रवर्तित हैं:

6.1 पेसा (PESA) अधिनियम, 1996 (Panchayats Extension to Scheduled Areas):

- **वैधानिक संप्रभुता:** संविधान की पाँचवीं अनुसूची के अंतर्गत आने वाले राजस्थान के टीएसपी (TSP) क्षेत्रों में ग्राम सभाओं को वास्तविक विधिक संप्रभुता प्रदान की गई है।
- **कमान अधिकार:** पेसा कानून के तहत लघु वन उपजों (MFP) पर स्वामित्व, लघु खनिजों (जैसे गिट्टी, पत्थर) के खनन पट्टों के आवंटन की पूर्व विधिक संस्तुति, जल निकायों का प्रबंधन, और पारंपरिक जनजातीय भूमि के गैर-जनजातीय लोगों द्वारा अवैध विस्थापन को रोकने का पूर्ण विधिक विनियामक अधिकार सीधे ग्राम सभाओं को सौंपा गया है।

6.2 अनुसूचित जनजाति और अन्य पारंपरिक वन निवासी (वन अधिकारों की मान्यता) अधिनियम, 2006:

- **ऐतिहासिक वन अधिकार:** यह अधिनियम पीढ़ियों से अरावली के वनांचलों में रहने वाले सहरिया, काठौड़ी और भील परिवारों को वनों पर उनके विधिक अधिकारों का पट्टा (Forest Rights Act - FRA) प्रदान करता है। इसके तहत व्यक्तिगत कृषि अधिकार और सामुदायिक वन उत्पाद (जैसे महुआ, शहद, खैर की कड़ि) एकत्र करने का वैधानिक स्वामित्व प्रदान किया गया है, जिससे वन विभाग के अधिकारियों द्वारा होने वाले विधिक उत्पीड़न का स्थायी अंत हुआ है।

7. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **हारी-भांवरी (Hari-Bhavri):** गरासिया जनजाति का वह पारंपरिक कृषि प्रतिरूप जिसमें संपूर्ण समुदाय संयुक्त रूप से खेती कर उत्पाद का आनुपातिक बँटवारा करता है।
- **हैलरू (Hailru):** गरासियों की स्वदेशी सहकारी संस्था जो संकट के समय वित्तीय और सामाजिक श्रम सहायता प्रदान करती है।
- **पाती माँगना:** कंजर जाति द्वारा उत्खनन या शिकार पर जाने से पूर्व कुलदेवी से विधिक सुरक्षा का आशीर्वाद माँगने की प्रथा।
- **फड़का (Fhadka):** काठौड़ी महिलाओं द्वारा पहनी जाने वाली विशिष्ट महाराष्ट्रियन शैली की साड़ी।
- **मां बाड़ी केंद्र:** सहरिया अंचल में बच्चों को प्राथमिक शिक्षा और पोषण संभरण प्रदान करने वाले विशेष प्रशासनिक केंद्र।
- **टीएसपी (TSP) क्षेत्र:** न्यूनतम 50% जनजातीय आबादी वाले वे प्रशासनिक ब्लॉक जहाँ बजट का सीधा और गैर-हस्तांतरणीय (Non-divertible) आवंटन किया जाता है।
- **झगड़ा राशि:** नाता प्रथा के विधिक नियमन के तहत तय होने वाली वह हर्जाना निधि जो समाज के पंचों द्वारा निर्धारित की जाती है।

8. लघु जनजातियों की अर्थव्यवस्था के समक्ष भू-पारिस्थितिक चुनौतियां

आधुनिक यांत्रिक विस्थापन और वनीय कानूनों की कड़ाई के कारण इन लघु जनजातीय अंचलों की सस्य और आर्थिक प्रणालियों के समक्ष निम्नलिखित गंभीर संकट विद्यमान हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

8.1 खैर वनों का तीव्र अपक्षय एवं काठौड़ी आजीविका संकट:

- उदयपुर के कोटड़ा और झाडोल संभागों में अनियंत्रित कटाई और जलवायवीय शुष्कता के कारण **खैर के वृक्षों (Acacia catechu) की प्राकृतिक सघनता का तेजी से हास हुआ है।** काठौड़ी जनजाति कृषि विनिर्माण के लिए पूरी तरह इन वनों पर निर्भर है। कच्चे माल (खैर की लकड़ी) की भारी कमी के कारण इनका पारंपरिक कुटीर उद्योग बंद होने के कगार पर है, जिससे यह समुदाय गंभीर आर्थिक संकट और कुपोषण की विभीषिका झेल रहा है।

8.2 सहरिया कमान क्षेत्र में मृदा अवक्रमण एवं कुपोषण:

- बारां के शाहबाद अंचल की कटी-फटी कगार भूमियों पर वनों के विनाश से ऊपरी जलोढ़ परत का तीव्र चादर अपरदन (Sheet Erosion) हुआ है। उपजाऊ अल्फ़िसॉल्स मृदा के बह जाने से सहरिया कृषकों की प्रति हेक्टेयर कृषि उत्पादकता न्यूनतम रह गई है। सीमित आय और बारानी बाजरे-मक्के की फसल की विफलता के कारण सहरिया जनसांख्यिकी में **कुपोषण और 'सिकल सेल एनीमिया' (Sickle Cell Anemia)** जैसी आनुवंशिक बीमारियों का संकेंद्रण राज्य में सर्वोच्च दर्ज किया गया है।

8.3 बजरी व अवैध खनन द्वारा गरासिया चरागाहों का विखंडन:

- सिरोही के भाकर और आबू रोड अंचलों में ग्रेनाइट के विशाल ब्लॉकों को निकालने के लिए किए जाने वाले अवैध पर्वतीय उत्खनन के कारण गरासिया जनजाति के पारंपरिक चरागाह (गोचर भूमि) और जल स्रोत नष्ट हो रहे हैं। इससे उनकी 'हारी-भांवरी' सामुदायिक कृषि प्रणाली का ढांचा विखंडित हो रहा है, जिससे गरासिया युवाओं का गुजरात के औद्योगिक केंद्रों की ओर **बाध्यकारी मौसमी प्रवासन** तीव्र हुआ है।

9. सतत प्रादेशिक जनजातीय नियोजन एवं भावी विज़न

इन भू-आकृतिक और आर्थिक विषमताओं के शमन तथा लघु जनजातियों के विधिक अधिकारों को स्थायित्व प्रदान करने के लिए जनजातीय क्षेत्रीय विकास विभाग (TAD) और वन मंत्रालय द्वारा निम्नलिखित आधुनिक अनुकूलन रणनीतियाँ अपनाई जा रही हैं:

- खैर वनों का वैज्ञानिक क्लस्टर रोपण (Vancentralized Agro-forestry):** काठौड़ी जनजाति के कत्था कौशल को सुरक्षित रखने के लिए उदयपुर के कोटड़ा ब्लॉक में वन विभागों के माध्यम से **खैर के वृक्षों का सघन ब्लॉक रोपण** (Acacia Wood Lots) प्रारंभ किया गया है। इस वन संवर्धन में स्थानीय काठौड़ी परिवारों को 'सामुदायिक वन अधिकार' के तहत विधिक स्वामित्व प्रदान किया जा रहा है।
- लघु वन उपजों (MFP) का न्यूनतम समर्थन मूल्य (MSP) नेटवर्क:** सहरिया और गरासिया अंचलों में महुआ के फूलों, मंजीठ, सफेद मूसली और शहद के प्रत्यक्ष विपणन के लिए '**ट्राइफेड**' (TRIFED) के समन्वय से 'वन धन विकास केंद्रों' का डिजिटल सुदृढीकरण किया जा रहा है। यह व्यवस्था बिचौलियों के विधिक आर्थिक शोषण का पूर्ण अंत कर न्यूनतम समर्थन मूल्य सीधे जनजातीय खातों में अंतरित (DBT) करती है।
- पेसा (PESA) नियमावली का कड़ा प्रशासनिक प्रवर्तन:** टीएसपी क्षेत्रों में आने वाले लघु खनिजों और जल निकायों पर ग्राम सभाओं के विधिक विनियामक अधिकारों को कड़ाई से लागू किया जा रहा है, जिससे किसी भी बाहरी पूँजीपति या गैर-जनजातीय व्यक्ति द्वारा स्थानीय संसाधनों का अवैध दोहन विधिक रूप से असंभव बनाया जा सके।

अध्याय 23: जैव विविधता एवं संरक्षण (भाग I) - राष्ट्रीय उद्यान, अभ्यारण्य, रामसर आर्द्रभूमि व पारि-पारिस्थितिकी

राजस्थान का जैव-भौगोलिक विन्यास (Biogeographical Matrix) विशिष्ट पारिस्थितिक तंत्रों का प्रतिनिधित्व करता है। पूर्व में अरावली की प्राचीन उप-आर्द्र पर्वत श्रेणियाँ और पश्चिम में विस्तृत थार मरुस्थल का शुष्क विन्यास राज्य को वनस्पतियों और वन्यजीवों की आनुवंशिक विविधता का एक विख्यात वैश्विक हॉटस्पॉट बनाते हैं। राज्य की पारि-पारिस्थितिकी (Eco-ecology) को अक्षुण्ण रखने के लिए विधिक रूप से राष्ट्रीय उद्यान, वन्यजीव अभ्यारण्य और अंतरराष्ट्रीय महत्व के रामसर आर्द्रभूमि स्थलों का एक सुदृढ़ विनियामक ढांचा क्रियान्वित किया गया है।

1. राजस्थान के राष्ट्रीय उद्यान (National Parks): भू-वैज्ञानिक एवं पारि-पारिस्थितिक विन्यास

राष्ट्रीय उद्यान वन्यजीव संरक्षण अधिनियम, 1972 के कड़े वैधानिक प्रावधानों के तहत घोषित वे पूर्णतः संरक्षित क्षेत्र हैं जहाँ किसी भी प्रकार मानवीय हस्तक्षेप, चारण (Graze) या वनोपज का व्यावसायिक दोहन विधिक रूप से पूर्णतः वर्जित होता है। राजस्थान में वर्तमान में तीन आधिकारिक कार्यशील राष्ट्रीय उद्यान हैं।

1.1 रणथंभौर राष्ट्रीय उद्यान (सवाई माधोपुर):

- **भौगोलिक अवस्थिति एवं संधिकाल:** यह उद्यान सवाई माधोपुर जिले में अरावली और विंध्याचल पर्वत श्रृंखलाओं के पवित्र विधिक संधिकाल (Great Boundary Fault) पर अवस्थित है। यहाँ की विखंडित पहाड़ियाँ और गहरे गॉर्ज बाघों के छिपने के लिए आदर्श भौतिक विन्यास निर्मित करते हैं।
- **ऐतिहासिक व वैधानिक विकासक्रम:** इसे वर्ष 1955 में 'सवाई माधोपुर खेल अभ्यारण्य' घोषित किया गया था। तत्पश्चात 1 नवंबर 1980 को इसे राजस्थान का प्रथम राष्ट्रीय उद्यान होने का विधिक गौरव प्राप्त हुआ। यह वर्ष 1973-74 में प्रारंभ की गई देश की प्राथमिक 'रणथंभौर बाघ परियोजना' का मुख्य विधिक कपाट (Core Area) है।
- **पारिस्थितिक एवं जैविक संकेतक:** यहाँ मुख्य रूप से धोकड़ा (*Anogeissus pendula*) के वनों की सघन प्रधानता पाई जाती है। यह उद्यान भारतीय बाघ (*Panthera tigris*) के साथ-साथ तेंदुए, जरख, सुस्ती भालू (*Sloth Bear*) और दलदली मगरमच्छों का प्राथमिक प्राकृतिक आवास है। इसके भीतर स्थित पद्म तालाब, राजबाग और मलिक तालाब जलीय पारि-पारिस्थितिकी को स्थायित्व देते हैं। यहाँ का ऐतिहासिक रणथंभौर दुर्ग और त्रिनेत्र गणेश मंदिर इसके सांस्कृतिक भूगोल को भी पुष्ट करते हैं।

1.2 केवलादेव राष्ट्रीय उद्यान / घाना पक्षी विहार (भरतपुर):

- **भू-आकृतिक अवस्थिति:** यह पूर्वी मैदानी प्रदेश में बाणगंगा और गम्भीरी नदियों के संगम मुहाने पर अवस्थित एक अद्वितीय कृत्रिम आर्द्रभूमि पारिस्थितिक तंत्र (Wetland Ecosystem) है।
- **वैधानिक एवं अंतरराष्ट्रीय विशिष्टता:** इसे वर्ष 1981 में राष्ट्रीय उद्यान घोषित किया गया था। यह यूनेस्को (UNESCO) द्वारा वर्ष 1985 में 'विश्व प्राकृतिक धरोहर स्थल' (World Natural Heritage Site) के रूप में विधिक मान्यता प्राप्त करने वाला राजस्थान का एकमात्र राष्ट्रीय उद्यान है।
- **विदेशी प्रवासी पक्षी कडि:** इसे 'पक्षियों का स्वर्ग' कहा जाता है। यह शीत ऋतु में अत्यंत ठंडे साइबेरिया और मध्य एशिया से आने वाले दुर्लभ साइबेरियाई सारस (*Siberian Crane*) का सर्वप्रमुख विख्यात विधिक शरणस्थल है। यहाँ पाई जाने वाली 'कदम' के वृक्षों की प्रचुरता और 'एजंटम' व 'कुट्टू' जैसी जलीय घासों पक्षियों के पोषण चक्र को नियंत्रित करती हैं। इस उद्यान की आर्द्रभूमि को जल संभरण ऐतिहासिक 'अजान बांध' से किया जाता है। यहाँ फैली 'एंचा' (*Ancha*) नामक कंटीली घास में फँसने से कई बार प्रवासी पक्षियों की मृत्यु हो जाती है, जो एक गंभीर पारिस्थितिक चिंता है।

1.3 मुकुंदरा हिल्स राष्ट्रीय उद्यान (कोटा, झालावाड़, चित्तौड़गढ़, बूंदी):

- **भू-आकृतिक अवस्थिति:** यह दक्षिणी-पूर्वी हाड़ौती लावा पठार के अंतर्गत कोटा और झालावाड़ जिलों में विस्तृत समानांतर अर्द्धचन्द्राकार पर्वत श्रेणियों (मुकुंदवाड़ा की पहाड़ियों) का विधिक हिस्सा है।
- **वैधानिक विकासक्रम:** इसे 9 जनवरी 2012 को राजस्थान के तीसरे राष्ट्रीय उद्यान के रूप में वैधानिक रूप से अधिसूचित किया गया था। पूर्व में इसके नाम 'दर्गा अभ्यारण्य' और 'राजीव गांधी नेशनल पार्क' थे। यह अप्रैल 2013 में घोषित राज्य की तीसरी बाघ परियोजना का कोर बेल्ट भी है।
- **विशिष्ट जैविक घटक (गागरोनी तोता):** यह उद्यान मनुष्यों की हुबहु बोली की नकल करने वाले विश्व प्रसिद्ध गागरोनी तोते (*Heeraman Parakeet* या अलक्जेंड्रिन पैराकीट) का प्राथमिक विधिक प्राकृतिक आवास है। यहाँ चम्बल नदी के गॉर्ज के कगारों पर स्थित 'अमली मीणी का महल' और 'गागरोन का जलदुर्ग' इसके स्थापत्य भूगोल को प्रदर्शित करते हैं।

2. राजस्थान के प्रमुख वन्यजीव अभ्यारण्य (Wildlife Sanctuaries)

वन्यजीव अभ्यारण्यों में विशिष्ट जैविक प्रजातियों के विधिक संरक्षण हेतु मानवीय गतिविधियों और सीमित चारण को प्रशासनिक अनुमति के तहत विधिक रूप से छूट प्रदान की जाती है। RPSC स्तर के मानकों के अनुसार राज्य के सर्वप्रमुख अभ्यारण्यों का प्रादेशिक विन्यास निम्नलिखित है:

2.1 राष्ट्रीय मरु उद्यान (National Desert Park - जैसलमेर व बाड़मेर):

- **सांख्यिकीय सर्वोच्चता:** यह 3162 वर्ग किलोमीटर (1900 वर्ग किमी जैसलमेर व 1262 वर्ग किमी बाड़मेर) के विस्तृत क्षेत्रफल के साथ राजस्थान का विशालतम वन्यजीव संरक्षित क्षेत्र है। नाम में 'राष्ट्रीय' शब्द होने के बावजूद यह तकनीकी व विधिक रूप से एक वन्यजीव अभ्यारण्य ही है।

- **गोडावण (Great Indian Bustard) का अंतिम गढ़:** यह राजस्थान के राजकीय पक्षी गोडावण (*Ardeotis nigriceps*) का सर्वप्रमुख विधिक प्राकृतिक शरणस्थल है, जो शुष्क सेवन घास (*Lasiurus scindicus*) के मैदानों में अपने अंडे देता है।
- **आकल वुड फॉसिल पार्क (Akaal Wood Fossil Park):** इस उद्यान के अंतर्गत जैसलमेर के निकट जुरासिक कालीन (लगभग 18 करोड़ वर्ष पुराने) जीवाश्म वृक्षों के तने और काष्ठ अवशेष विधिक रूप से संरक्षित हैं, जो थार मरुस्थल के भू-वैज्ञानिक इतिहास को प्रामाणिक रूप से प्रमाणित करते हैं। यहाँ मरुस्थलीय लोमड़ी, चिंकारा और पीवणा सर्प का भी सघन संकेंद्रण है।

2.2 सीतामाता वन्यजीव अभ्यारण्य (प्रतापगढ़, चित्तौड़गढ़, उदयपुर):

- **भू-आकृतिक विन्यास:** यह अरावली, विंध्याचल और मालवा के लावा पठार के त्रिकोणीय संधिकाल पर स्थित उप-आर्द्र वनों का एक विख्यात हॉटस्पॉट है।
- **जैव-वानस्पतिक विशिष्टता:** यह संपूर्ण राजस्थान में 'सागवान (Teak) के वनों' का विशालतम प्राकृतिक विधिक गलियारा है। यहाँ औषधीय पादपों (जैसे गिलोय, सफेद मूसली) का घनत्व सर्वोच्च है।
- **उडन गिलहरी (Flying Squirrel) का कपाट:** यह महुआ के वृक्षों की कोटरों में वास करने वाली दुर्लभ उडन गिलहरी (*Petaurista philippensis*) और छोटे सींग वाले 'चौसिंगा' (*Antelope - घटिया या भेडल*) का प्राथमिक प्रजनन केंद्र है। यहाँ से बहने वाली जाखम और करमोई नदियाँ तथा 'लव-कुश' नामक ठंडे-गर्म जल के प्राकृतिक सोते इसकी जलवायवीय आर्द्रता को स्थिर रखते हैं।

2.3 सरिस्का वन्यजीव अभ्यारण्य (अलवर):

- **प्रशासनिक अवस्थिति:** उत्तरी अरावली की कटी-फटी क्वार्टजाइट पहाड़ियों के मध्य अवस्थित। इसे वर्ष 1978-79 में राज्य की दूसरी विख्यात बाघ परियोजना के रूप में विधिक दर्जा दिया गया था।
- **बाघों का हवाई पुनर्वास (विश्व का प्रथम विधिक मॉडल):** सरिस्का विश्व का पहला ऐसा अभ्यारण्य है जहाँ वर्ष 2005 में बाघों के पूर्ण विलोपन (Extinction) के बाद वर्ष 2008 में हेलीकॉप्टरों द्वारा रणथंभौर से बाघों का हवाई विधिक विस्थापन और सफल पुनर्वास किया गया था।
- **जैविक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** यह अभ्यारण्य हरे कबूतरों (Green Pigeons) के संकेंद्रीकरण, धोक वनों की सघन मेखला, तथा 'कांकनबाड़ी दुर्ग' (जहाँ औरंगज़ेब ने दारा शिकोह को कैद किया था) और पाण्डुपोल हनुमान मंदिर के ऐतिहासिक भूगोल के लिए जाना जाता है।

2.4 माउंट आबू वन्यजीव अभ्यारण्य (सिरोही):

- **भू-आकृतिक विशिष्टता:** यह अरावली पर्वत श्रृंखला के सर्वोच्च ग्रेनाइट बाथोलिथ आंचल पर समुद्र तल से 1200 मीटर से अधिक की ऊँचाई पर स्थित राजस्थान का एकमात्र उपोष्ण कटिबंधीय पर्वतीय सदाबहार वनांचल है।
- **दुर्लभ प्रजातियाँ:** यह अभ्यारण्य जंगली मुर्गों (Grey Junglefowl) के प्राकृतिक आवास तथा 'डिक्लिप्टेरा आबूएन्सिस' (*Dicliptera abuensis* - कारा घास) नामक दुर्लभ औषधीय पादप प्रजाति के लिए संपूर्ण भारत में विख्यात है। यहाँ रीछ (Sloth Bear) का विधिक संरक्षण सुंधा माता कगारों तक विस्तृत है।

2.5 कुंभलगढ़ वन्यजीव अभ्यारण्य (राजसमंद, पाली, उदयपुर):

- **रणनीतिक अपवाह कड़ि:** अरावली की ढालू पहाड़ियों पर स्थित यह अभ्यारण्य बनास की सहायक सरिताओं (जैसे साबरमती का ऊपरी छोर) का जलग्रहण क्षेत्र है।
- **भेड़ियों की विश्व प्रसिद्ध स्थली:** यह संपूर्ण भारत में 'जंगली भेड़ियों' (Indian Wolves) की सबसे विख्यात और सुरक्षित प्राकृतिक प्रजनन स्थली है। इसके भीतरी विन्यास में ऐतिहासिक कुंभलगढ़ दुर्ग और जैनियों का स्थापत्य केंद्र 'रणकपुर जैन मंदिर' अवस्थित हैं।

2.6 राष्ट्रीय चम्बल घड़ियाल अभ्यारण्य:

- **अंतर-राज्यीय विधिक विन्यास:** यह राजस्थान, मध्य प्रदेश और उत्तर प्रदेश का संयुक्त अंतर-राज्यीय जलीय अभ्यारण्य है। राजस्थान में इसका विस्तार चम्बल नदी के समानांतर कोटा, बूंदी, सवाई माधोपुर, करौली और धौलपुर जिलों के नदीय कगारों तक विधिक रूप से फैला हुआ है।

- **जलीय पारि-पारिस्थितिकी:** यह नदीय पारि-पारिस्थितिकी तंत्र का उत्कृष्ट उदाहरण है जो संकटग्रस्त घड़ियालों (*Gavialis gangeticus*), मगरमच्छों और ताजे जल की दुर्लभ 'गांगेय डॉल्फिन' (*Platanista gangetica* - सूँस) के विधिक संरक्षण हेतु विश्व भर में प्रसिद्ध है।

3. रामसर आर्द्रभूमि स्थल (Ramsar Wetland Sites): अंतरराष्ट्रीय महत्व के जल-कपाट

2 फरवरी 1971 को ईरान के रामसर शहर में आयोजित अंतरराष्ट्रीय अभिसमय (Ramsar Convention) के विधिक मानकों के अनुसार, अत्यधिक संवेदी जलीय पारि-पारिस्थितिकी और पक्षी आवासों को 'रामसर आर्द्रभूमि' के रूप में वैधानिक संरक्षण दिया जाता है। राजस्थान में वर्तमान में दो आधिकारिक रामसर आर्द्रभूमि स्थल विस्थापित हैं:

3.1 केवलादेव घाना पक्षी विहार (भरतपुर):

- **विधिक नामांकन तिथि:** इसे 1 अक्टूबर 1981 को अंतरराष्ट्रीय महत्व की रामसर सूची में विधिक रूप से शामिल किया गया था। यह राज्य का पहला रामसर स्थल है, जो जलीय वनस्पतियों (मैक्रोफाइट्स) और प्रवासी एवियन जनसांख्यिकी के संतुलन का वैश्विक मॉडल है।

3.2 सांभर झील आर्द्रभूमि स्थल (जयपुर ग्रामीण, नागौर, डीडवाना-कुचामन):

- **विधिक नामांकन तिथि:** इसे 23 मार्च 1990 को अंतःस्थलीय लवणीय जल पारिस्थितिकी तंत्र के तहत रामसर स्थल के रूप में वैधानिक रूप से शामिल किया गया था।
- **पारिस्थितिक विसंगति एवं एवियन बोटुलिज्म आपदा:** यह बंद अंतःस्थलीय बेसिन शीत ऋतु में उत्तरी गोलार्द्ध से आने वाले लाखों विदेशी प्रवासी पक्षियों विशेषकर **राजहंसों (Flamingos)** और कुर्जा (Demoiselle Crane) का प्राथमिक शरणस्थल है। यहाँ 'स्फिरुलिना' नामक प्रोटीन-युक्त सूक्ष्म नील-हरित शैवाल प्रचुरता में पाया जाता है।
- **बोटुलिज्म विभीषिका:** हाल के वर्षों में सांभर झील की लवणीय पारि-पारिस्थितिकी में 'क्लोस्ट्रिडियम बोटुलिनिम' (*Clostridium botulinum*) नामक बैक्टीरिया के संक्रमण से उत्पन्न **'एवियन बोटुलिज्म' (Avian Botulism)** नामक तंत्रिका-विषाक्तता महामारी के कारण हजारों प्रवासी पक्षियों की दर्दनाक मृत्यु दर्ज की गई, जो अंतरराष्ट्रीय स्तर पर एक बड़ी विनियामक चिंता बनी।

4. समेकित तुलनात्मक तालिका: प्रमुख राष्ट्रीय उद्यानों एवं आर्द्रभूमियों का विश्लेषण

संरक्षित / आर्द्रभूमि क्षेत्र का नाम	विधिक वैधानिक श्रेणी	प्राथमिक भौगोलिक भू-आकृतिक अंचल	प्रमुख विशिष्ट जैविक घटक (वन्यजीव वनस्पति)	विशिष्ट वैधानिक / अंतरराष्ट्रीय संकेतक कड़ी
रणथंभौर राष्ट्रीय उद्यान	राष्ट्रीय उद्यान / बाघ परियोजना Core	अरावली-विंध्याचल संधिकाल दरार भूमि	भारतीय बाघ, जरख, सुस्ती भालू, धोक वनों की सघनता	राजस्थान का प्रथम राष्ट्रीय उद्यान (1980); प्राचीनतम टाइगर रिजर्व।

केवलादेव घाना पक्षी विहार	राष्ट्रीय उद्यान / रामसर आर्द्रभूमि	पूर्वी मैदानी बाणगंगा-गम्भीरी नदी संगम	साइबेरियाई सारस, कदम वृक्ष, एंजा कंटीली घास	युनेस्को प्राकृतिक विश्व धरोहर स्थल (1985); राज्य का प्रथम रामसर स्थल।
मुकुंदरा हिल्स राष्ट्रीय उद्यान	राष्ट्रीय उद्यान / बाघ परियोजना Core	हाड़ौती कगार, मुकुंदवाड़ा श्रेणियाँ	गागरोनी हीरामन तोता, तेंदुआ, चीतल समूह	राज्य का तीसरा राष्ट्रीय उद्यान (2012); अमली मीणी महल स्थापत्य।
राष्ट्रीय मरु उद्यान	वन्यजीव अभ्यारण्य	थार मरुस्थल का सुदूर पश्चिमी रेतीला मैदान	गोडावण पक्षी, सेवन घास, पीवणा सर्प समूह	क्षेत्रफल में राज्य का विशालतम संरक्षित क्षेत्र; आकल काष्ठ जीवाश्म।
सांभर झील आर्द्रभूमि	अंतरराष्ट्रीय रामसर स्थल	नागौरी उच्च भूमि का बंद लवणीय गर्त	विदेशी राजहंस (Flamingo), स्फिरुलिना शैवाल	अंतःस्थलीय लवणीय रामसर स्थल (1990); एवियन बोटुलिज्म आपदा केंद्र।

5. वन्यजीव अभ्यारण्यों का प्रादेशिक एवं प्रशासनिक सीमांकन

RPSC स्तर की परीक्षाओं के प्रारंभिक प्रश्नपत्रों में विशिष्ट स्थानीय लघु अभ्यारण्यों के जिलावार प्रशासनिक वितरण का मिलान सूचियों में बार-बार पूछा जाता है। निम्नलिखित तालिका आधिकारिक उत्तर-कुंजी के लिए रक्षात्मक आधार प्रस्तुत करती है:

तालिका: लघु वन्यजीव अभ्यारण्य एवं जिलावार अवस्थिति

अभ्यारण्य का प्रामाणिक नाम	विधिक प्रशासनिक जिला	प्राथमिक वन्यजीव / वनस्पति घटक	विशिष्ट प्रादेशिक पहचान
सरिस्का-A (Sariska-A)	अलवर	मरुस्थलीय खरगोश, लघु जीव	क्षेत्रफल की दृष्टि से राजस्थान का सबसे छोटा अभ्यारण्य (3 वर्ग किमी)।

सज्जनगढ़ अभ्यारण्य	उदयपुर	तेंदुआ, जरख, जंगली सूअर	बाँसधरा पहाड़ी पर अवस्थित; राज्य का दूसरा छोटा अभ्यारण्य।
ताड़गढ़-रावली अभ्यारण्य	अजमेर, पाली, ब्यावर	रीछ (Sloth Bear), जरख, धोक वन	मध्य अरावली की श्रेणियों में विस्तृत अंतर-प्रादेशिक संरक्षित बेल्ट।
तालछापर अभ्यारण्य	चुरू	काले हिरण (Black Buck), कुर्जा पक्षी	मोथिया घास की प्रचुरता वाला अर्द्ध-शुष्क छापर द्रोणी गर्त।
रामगढ़ विषधारी	बूंदी	भारतीय बाघ, तेंदुआ, धोक वनांचल	राज्य का चौथा टाइगर रिजर्व (2022); रणथंभौर का जलग्रहण बफर।
शेरगढ़ अभ्यारण्य	बारां	सांपों की शरणस्थली, तेंदुआ	परवन नदी के अपवाह मार्ग पर स्थित दुर्गम वनीय कगार।
बंध बारेठा अभ्यारण्य	भरतपुर	जरख, नीलगाय, जलपक्षी	ककुन्द नदी के प्रवाह बेसिन पर स्थित पक्षी बहुल क्षेत्र।
भैंसरोड़गढ़ अभ्यारण्य	चित्तौड़गढ़	तेंदुआ, चिंकारा, जलपक्षी	चम्बल और बामनी नदियों के संगम कगारों पर विस्तृत।
वन विहार / रामसागर	धौलपुर	तेंदुआ, जरख, मगरमच्छ	सुदूर पूर्वी सीमांत विंध्यन बलुआ पत्थर कगार भूमि।

जवाहर अभ्यारण्य	सागर	कोटा, बूंदी, चित्तौड़गढ़	मगरमच्छ, घड़ियाल, जलीय पक्षी	चम्बल नदी के जवाहर सागर बांध का पृष्ठ-जल बफर क्षेत्र।
--------------------	------	--------------------------	---------------------------------	---

6. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **एवियन बोटुलिज्म (Avian Botulism):** क्लॉस्ट्रिडियम कवक जैसे बैक्टीरिया द्वारा उत्पादित न्यूरोटॉक्सिन से होने वाली पक्षियों की पक्षाघात (Paralysis) बीमारी, जिसने सांभर झील के पारिस्थितिक तंत्र को विरूपित किया।
- **आकल काष्ठ जीवाश्म (Wood Fossils):** जुरासिक कालीन वृक्षों के तनों के वे प्रस्तरीकृत अवशेष जो थार मरुस्थल की प्रागैतिहासिक वानस्पतिक सघनता को विधिक रूप से प्रमाणित करते हैं।
- **पारि-पारिस्थितिकी (Eco-ecology):** किसी निश्चित भौगोलिक क्षेत्र के सजीव घटकों (वन्यजीवों व वनस्पतियों) और निर्जीव घटकों (मृदा, जल, जलवायु) के मध्य पाए जाने वाले जटिल अंतर्संबंधों का विज्ञान।
- **कोर क्षेत्र (Core Area):** राष्ट्रीय उद्यान या टाइगर रिजर्व का वह विनिर्दिष्ट आंतरिक भाग जो मानवीय गतिविधियों से पूरी तरह मुक्त और विधिक रूप से अभेद्य होता है।
- **बफर क्षेत्र (Buffer Zone):** कोर क्षेत्र के चारों ओर फैला वह बाह्य संक्रमण क्षेत्र जहाँ वन्यजीव संरक्षण के साथ-साथ सीमित सामुदायिक वानिकी और नियंत्रित पर्यटन की विधिक अनुमति होती है।
- **एंचा घास (Ancha Grass):** केवलादेव घाना पक्षी विहार में पाई जाने वाली कंटीली जलीय घास जिसकी झाड़ियों में फँसकर प्रवासी पक्षी दम तोड़ देते हैं।

7. वन्यजीव अवसंरचना का प्रादेशिक कृषि एवं मृदा भूगोल पर प्रभाव

इन विशाल संरक्षित क्षेत्रों का स्थानिक वितरण राज्य के कृषि भूगोल और मृदा ऑर्डर्स (Soil Orders) के स्थायित्व के साथ सीधे तौर पर संबद्ध है:

A. जलग्रहण क्षेत्रों का मृदा स्थिरीकरण (Catchment Stabilization):

- रणथंभौर और मुकुंदरा हिल्स की पहाड़ियों पर धोकड़ा वनों का सघन आवरण मानसून काल में होने वाले तीव्र चादर अपरदन (Sheet Erosion) को रोकता है। यह सुरक्षा कड़ि कछारी मैदानों की अल्फिसॉल्स (Alfisols) और पठार की वर्टिसॉल्स (Vertisols) मिट्टियों की ऊपरी उपजाऊ परत को बहने से बचाती है, जिससे सीमांत खेतों की सस्य उत्पादकता स्थिर बनी रहती है।

B. मानव-वन्यजीव संघर्ष (Human-Wildlife Conflict):

- संरक्षित क्षेत्रों के चारों ओर कमान क्षेत्रों और कृषि भूमियों के विस्तार के कारण नीलगाय (रोजड़ा) और जंगली सूअरों द्वारा खरीफ बाजरा और रबी सरसों की फसलों को नष्ट किए जाने की घटनाएं तीव्र हुई हैं, जो स्थानीय कृषि अर्थशास्त्र के समक्ष एक विनियामक प्रशासनिक चुनौती है।

8. वन्यजीव पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं प्रशासनिक नियमन

राजस्थान का यह समृद्ध वन्यजीव और अभ्यारण्य संजाल वर्तमान में तीव्र जनसांख्यिकीय दबाव और अनियोजित आर्थिक गतिविधियों के कारण गंभीर पर्यावरणीय संकटों का सामना कर रहा है, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **संरक्षित गलियारों का विखंडन (Fragmentation of Corridors):** अरावली पर्वतमाला के निरंतर अवैध खनन और सड़कों के विनिर्माण (जैसे नेशनल हाईवेज) के कारण रणथंभौर, रामगढ़ विषधारी और मुकुंदरा हिल्स को आपस में जोड़ने वाले **प्राकृतिक वनीय गलियारे (Wildlife Corridors)** स्थायी रूप से टूट रहे हैं। इससे बाघों का गतिक आनुवंशिक विनिमय (Genetic Exchange) अवरुद्ध हो रहा है और वे अंतःप्रजनन (Inbreeding) के संकट से जूझ रहे हैं।

2. **विदेशी आक्रामक प्रजातियों का जैविक आक्रमण (Invasive Species):** केवलादेव घाना पक्षी विहार में 'प्रोसोपिस जूलिफ्लोरा' (विलायती बबूल) और सांभर झील के किनारों पर लवणीय खरपतवारों के तीव्र फैलाव के कारण स्थानीय पौष्टिक घासों और वनस्पतियाँ सूख रही हैं, जिससे शाकाहारी जीवों और पक्षियों के प्राकृतिक भोजन का विधिक संकट गहरा रहा है। इसके शमन हेतु वन विभाग द्वारा 'ऑपरेशन लैंटाना' और विलायती बबूल उन्मूलन अभियान विधिक रूप से संचालित किए जा रहे हैं।
3. **पर्यटन का अत्यधिक जनसांख्यिकीय दबाव (Eco-tourism Pressure):** रणथंभौर और केवलादेव में सफारी वाहनों की अनियंत्रित संख्या और ध्वनि प्रदूषण वन्यजीवों के प्राकृतिक संभोग और व्यवहार चक्र को विरूपित कर रहा है, जिसके नियमन हेतु राष्ट्रीय व्याघ्र संरक्षण प्राधिकरण (NTCA) द्वारा कड़े विनियामक मापदंड लागू किए जा रहे हैं।

9. सतत पारि-नियोजन एवं भावी रणनीतिक विज़न

जलवायु परिवर्तन (Climate Change), ग्लोबल वार्मिंग और जैव-विविधता हास के इस आधुनिक दौर में राजस्थान के इन अमूल्य वन्यजीव संसाधनों को दीर्घकालिक स्थिरता (Sustainability) प्रदान करने के लिए राज्य सरकार के वन और पर्यावरण विभाग द्वारा निम्नलिखित आधुनिक रणनीतियाँ अपनाई जा रही हैं:

- **'इको-सेंसिटिव ज़ोन' (Eco-Sensitive Zones) का विधिक प्रवर्तन:** राष्ट्रीय उद्यानों और अभ्यारण्यों की विनिर्दिष्ट सीमाओं के चारों ओर 1 से 10 किलोमीटर के दायरे को 'पारिस्थितिक रूप से संवेदी क्षेत्र' घोषित किया गया है। इस दायरे के भीतर किसी भी प्रकार के भारी औद्योगिक विनिर्माण, क्रेसर ब्लास्टिंग, और व्यावसायिक होटलों के निर्माण पर पूर्ण वैधानिक प्रतिबंध लागू किया गया है।
- **सामुदायिक वन्यजीव संरक्षण (Community Reserves):** बिश्नोई बहुल अंचलों (जैसे गुढ़ा विश्वोद्यान, जोधपुर) में वन्यजीवों की सुरक्षा के लिए स्थानीय जनसमुदाय के पारंपरिक पर्यावरण अनुकूलन को वैधानिक मान्यता देकर 'कंजर्वेशन रिजर्व' (संरक्षण आरक्षित क्षेत्रों) का संवर्द्धन किया जा रहा है, जिसने काले हिरणों और चिंकारों की आबादी को एक अभेद्य विधिक सुरक्षा कवच प्रदान किया है।

अध्याय 24: जैव विविधता एवं संरक्षण (भाग II) - टाइगर रिजर्व, लेपर्ड सफारी एवं कंजर्वेशन रिजर्व

राजस्थान का प्रादेशिक वन्यजीव पारिस्थितिकी तंत्र मुख्य रूप से अरावली और विंध्यन श्रेणियों के वन आवरण द्वारा संचालित होता है। राज्य में राष्ट्रीय उद्यानों और अभ्यारण्यों के अतिरिक्त 'अम्ब्रेला प्रजातियों' (जैसे बाघ और तेंदुआ) के विशिष्ट विधिक संरक्षण के लिए **टाइगर रिजर्व, लेपर्ड सफारी और कंजर्वेशन रिजर्व (संरक्षण आरक्षित क्षेत्र)** का एक सघन संजाल क्रियान्वित किया गया है। वर्तमान परिप्रेक्ष्य में इन आरक्षित क्षेत्रों का गतिक प्रशासनिक विन्यास, वन्यजीव संरक्षण अधिनियम, 1972 के तहत जारी वैधानिक प्रावधान तथा जिलावार अद्यतन सांख्यिकी विस्तृत रूप से निम्नलिखित बिंदुओं के अंतर्गत समाहित है।

1. राजस्थान की बाघ परियोजनाएं (Tiger Reserves): विधिक एवं गतिक विन्यास

बाघ परियोजनाओं का सीमांकन राष्ट्रीय व्याघ्र संरक्षण प्राधिकरण (NTCA) के विधिक मापदंडों के अनुसार किया जाता है, जिसके अंतर्गत एक पूर्णतः अभेद्य **'कोर क्षेत्र' (Core Area)** तथा एक बाहरी **'बफर क्षेत्र' (Buffer Zone)** का वैधानिक विन्यास अनिवार्य होता है। राजस्थान में वर्तमान में पांच आधिकारिक स्वीकृत और क्रियाशील टाइगर रिजर्व हैं:

1.1 रणथंभौर टाइगर रिजर्व (सवाई माधोपुर, करौली, बूंदी):

- **ऐतिहासिक व वैधानिक स्थिति:** यह वर्ष 1973-74 में तत्कालीन प्रधानमंत्री इंदिरा गांधी द्वारा प्रारंभ की गई 'प्रोजेक्ट टाइगर' (Project Tiger) के अंतर्गत घोषित देश की प्राथमिक 9 बाघ परियोजनाओं में से एक है। यह राजस्थान का पहला और सबसे पुराना टाइगर रिजर्व है।
- **क्षेत्रफल प्रतिरूप:** इसका कुल विधिक क्षेत्र लगभग 1411 वर्ग किलोमीटर है, जो अरावली-विंध्यन संधिकाल की भौगोलिक दरारों में धोकड़ा वनों का सर्वश्रेष्ठ विन्यास प्रस्तुत करता है। इसे 'भारतीय बाघों का जलग्रहण केंद्र' भी कहा जाता है।

1.2 सरिस्का टाइगर रिजर्व (अलवर, जयपुर ग्रामीण):

- **वैधानिक स्थिति:** इसे वर्ष 1978-79 में राज्य की दूसरी बाघ परियोजना के रूप में विधिक दर्जा दिया गया था।
- **रणनीतिक महत्व:** यह उत्तरी अरावली की रीढ़ है, जो कटी-फटी कार्टजाइट पहाड़ियों के मध्य बाघों को प्राकृतिक गलियारा (Corridor) प्रदान करती है। यहाँ वर्ष 2008 में किया गया बाघों का सफल हवाई पुनर्वास विश्व का एक मील का पत्थर है।

1.3 मुकुंदरा हिल्स टाइगर रिजर्व (कोटा, झालावाड़, चित्तौड़गढ़, बूंदी):

- **वैधानिक स्थिति:** इसे 9 अप्रैल 2013 को राष्ट्रीय व्याघ्र संरक्षण प्राधिकरण (NTCA) द्वारा राजस्थान की तीसरी आधिकारिक बाघ परियोजना के रूप में विधिक मंजूरी प्रदान की गई थी। इसके अंतर्गत दर्रा, चम्बल और जवाहर सागर वन्यजीव क्षेत्रों के कोर संस्तरों को एकीकृत किया गया है।

1.4 रामगढ़ विषधारी टाइगर रिजर्व (बूंदी, भीलवाड़ा):

- **वैधानिक स्थिति:** इसे मई 2022 में भारत के 52वें और राजस्थान के चौथे (4th) आधिकारिक टाइगर रिजर्व के रूप में वैधानिक रूप से अधिसूचित किया गया था।
- **पारिस्थितिक गलियारा (Eco-Corridor) महत्व:** यह रिजर्व भौगोलिक रूप से रणथंभौर टाइगर रिजर्व और मुकुंदरा हिल्स टाइगर रिजर्व के मध्य एक अत्यंत महत्वपूर्ण 'प्राकृतिक वनीय गलियारे' (Gene Corridor) का कार्य करता है। यह रणथंभौर के युवा बाघों के प्राकृतिक विस्थापन (Dispersal) को विधिक सुरक्षा देता है, जिससे अंतःप्रजनन (Inbreeding) का पारिस्थितिक संकट दूर होता है। यहाँ धोकड़ा वनों के साथ मेज नदी का अपवाह क्षेत्र स्थित है।

1.5 धौलपुर-करौली टाइगर रिजर्व (धौलपुर, करौली):

- **वैधानिक स्थिति:** इसे अगस्त 2023 में राष्ट्रीय व्याघ्र संरक्षण प्राधिकरण द्वारा आधिकारिक अधिसूचना के तहत राजस्थान की पांचवीं (5th) विधिक बाघ परियोजना के रूप में स्वीकृत किया गया।
- **भू-आकृतिक संरेखण:** यह पूर्णतः विंध्यन कगार भूमि (Vindhyan Scarpland) और चम्बल बेसिन के डांग अंचल के समानांतर विस्तृत है। यह रिजर्व चम्बल नदी घाटी के माध्यम से मध्य प्रदेश के 'कुनो राष्ट्रीय उद्यान' और 'माधव राष्ट्रीय उद्यान' के बाघ गलियारों को सीधे राजस्थान के रणथंभौर नेटवर्क से जोड़ता है, जिससे उत्तर-मध्य भारत की सबसे विशाल 'बाघ कमान मेखला' का निर्माण होता है।

2. राजस्थान में लेपर्ड सफारी (Leopard Safari): पैंथर संरक्षण मॉडल

तेंदुआ या पैंथर (Panthera pardus) अरावली की पथरीली, कंदरायुक्त और झाड़ीदार पहाड़ियों का प्राथमिक हिंसक जीव है। बाघों की तुलना में यह कम घने वनों और मानव बस्तियों के समीप आसानी से अनुकूलित हो जाता है। वन्यजीव विभाग द्वारा पारिस्थितिक पर्यटन (Eco-tourism) और इनके विधिक संरक्षण के लिए विशिष्ट 'लेपर्ड सफारी' प्रणालियों का विकास किया गया है:

2.1 जालाना लेपर्ड सफारी (जयपुर):

- **ऐतिहासिक सर्वोच्चता:** यह संपूर्ण भारत की पहली आधिकारिक 'लेपर्ड सफारी' (First Leopard Safari of India) है, जिसे मई 2017 में पूरी तरह व्यावसायिक और विधिक रूप से संचालित किया गया था। यह जयपुर शहर के पूर्वी छोर पर स्थित एक आरक्षित धोकड़ा वनांचल है, जहाँ तेंदुओं की प्रति वर्ग किलोमीटर सघनता देश में सर्वोच्च स्तरों में शामिल है।

2.2 आमागढ़ लेपर्ड सफारी (जयपुर):

- **प्रादेशिक विस्तार:** जालाना के समानांतर जयपुर के गलता कगारों के समीप अवस्थित राज्य का दूसरा बड़ा पैथर सफारी अंचल, जिसका प्रारंभ मई 2022 में हुआ था। यह आमागढ़ वन्य क्षेत्र अरावली के जैव-विविधता गलियारे को विधिक सुरक्षा प्रदान करता है।

2.3 जवाई बांध लेपर्ड संरक्षण क्षेत्र (पाली):

- **भू-आकृतिक विशिष्टता:** यह पाली जिले के सुमेरपुर अंचल में ग्रेनाइट इंसेलबर्ग (Inselbergs) और चिकनी गुफाओं के मध्य स्थित एक विश्व प्रसिद्ध पैथर हॉटस्पॉट है। यहाँ सदियों से स्थानीय 'बिश्रोई और रेबारी' समुदायों के पारंपरिक सांस्कृतिक अनुकूलन के कारण मानव-तेंदुआ सह-अस्तित्व का एक अद्भुत विन्यास पाया जाता है।

2.4 खेतड़ी-बांसियाल लेपर्ड सफारी (नीम का थाना / झुंझुनू):

- **उत्तरी अरावली कड़ि:** तांबा बेल्ट के कगारों पर स्थित यह सफारी क्षेत्र अरावली के शुष्क कंटीले वन पारिस्थितिक तंत्र में तेंदुओं और मरुस्थलीय बिल्लियों के संरक्षण का मुख्य केंद्र है।

3. कंजर्वेशन रिजर्व (संरक्षण आरक्षित क्षेत्र): सामुदायिक संरक्षण का वैधानिक ढांचा

कंजर्वेशन रिजर्व वन्यजीव संरक्षण अधिनियम, 1972 की धारा 36-A के विधिक प्रावधानों के तहत घोषित किए जाने वाले वे क्षेत्र हैं, जो पूर्णतः राजकीय स्वामित्वाधीन भूमि पर स्थित होते हैं, परंतु इनके प्रबंधन में स्थानीय ग्राम पंचायतों और समुदायों की विधिक भागीदारी (Community Participation) प्राथमिक होती है। **हाल के वर्षों में राजस्थान में नए कंजर्वेशन रिजर्व की संख्या में तीव्र सांख्यिकीय वृद्धि दर्ज की गई है, जिससे इनकी कुल संख्या 35 से अधिक हो चुकी है।**

RPSC परीक्षाओं के अद्यतन मानदंडों के अनुसार, प्रमुख विख्यात कंजर्वेशन रिजर्व और उनकी जिलावार अवस्थिति निम्नलिखित सूची द्वारा सुस्पष्ट है:

3.1 सुंधा माता कंजर्वेशन रिजर्व (जालोर व सिरोही):

- **ऐतिहासिक विधिक कड़ि:** यह वर्ष 2008 में अधिसूचित किया गया राजस्थान का पहला आधिकारिक कंजर्वेशन रिजर्व है।
- **विशिष्ट जैविक घटक:** यह मुख्य रूप से अरावली के पश्चिमी ढालों पर **भालू (Sloth Bear)** के विधिक संरक्षण तथा सुंधा माता पर्वत की संवेदी पर्वतीय पारिस्थितिकी की सुरक्षा हेतु स्थापित किया गया था।

3.2 शाकंभरी कंजर्वेशन रिजर्व (सीकर व झुंझुनू):

- **सांख्यिकीय सर्वोच्चता:** यह उत्तरी अरावली की पहाड़ियों पर विस्तृत **क्षेत्रफल के दृष्टिकोण से राज्य के विशालतम कंजर्वेशन रिजर्व में से एक है।** यहाँ औषधीय वनस्पतियों और धोक वनों का सघन आवरण स्थित है।

3.3 जोहड़बीड़ गड़ेवाल कंजर्वेशन रिजर्व (बीकानेर):

- **जैविक विशिष्टता:** यह मरुस्थलीय गिद्धों (Vultures) और प्रवासी चीलों का संपूर्ण भारत में सबसे बड़ा विख्यात 'गिद्ध संरक्षण केंद्र' (Vulture Sanctuary) है, जहाँ मृत पशु निस्तारण स्थल (गिद्ध कपाट) को विधिक सुरक्षा दी गई है।

3.4 गुढ़ा विश्रोइयान कंजर्वेशन रिजर्व (जोधपुर ग्रामीण):

- **सांस्कृतिक पारि-अनुकूलन:** बिश्नोई समाज के पारंपरिक पर्यावरण संरक्षण नियमों के प्रभाव क्षेत्र में आने वाला रिजर्व, जो वन्यजीव संरक्षण अधिनियम के तहत **काले हिरणों (Black Buck)** और चिंकारों को अभेद्य सुरक्षा देता है।

3.5 रोट्ट एवं गोगेलाव कंजर्वेशन रिजर्व (नागौर):

- **रोट्ट की विशिष्टता:** यह क्षेत्रफल की दृष्टि से राजस्थान के लघुतम (सबसे छोटे) कंजर्वेशन रिजर्व में शामिल है (मात्र 0.72 वर्ग किमी)। यह काले हिरणों का एक अत्यंत सुरक्षित अंतःस्थलीय मैदानी वास स्थल है।

4. अद्यतन कंजर्वेशन रिजर्व जिलावार सांख्यिकीय तालिका (नवीनतम खोज ब्लॉक्स)

RPSC स्तर की परीक्षाओं के प्रारंभिक प्रश्नपत्रों में नवनिर्मित और विशिष्ट कंजर्वेशन रिजर्व के नामों और उनसे संबद्ध जिलों का सुमेलन अनिवार्य रूप से पूछा जाता है। निम्नलिखित तालिका आधिकारिक उत्तर-कुंजी के लिए रक्षात्मक आधार प्रस्तुत करती है:

कंजर्वेशन रिजर्व का प्रामाणिक नाम	विधिक प्रशासनिक जिला	प्राथमिक संरक्षित वन्यजीव / वनस्पति वर्ग	भू-आकृतिक / पारि-पारिस्थितिक विशेषता
बीड़ झुंझुनू	झुंझुनू	खरगोश, लोमड़ी, शुष्क कंटीले वन	शेखावाटी अर्द्ध-शुष्क मैदानी घास कपाट।
जंवाई बांध लेपर्ड	पाली	तेंदुआ (Panthera pardus), मगरमच्छ	ग्रेनाइट चट्टानी इंसेलबर्ग कंदा प्रक्रम।
उम्मेदगंज पक्षी विहार	कोटा	जलपक्षी, कछुए, आर्द्रभूमि कड़ि	चम्बल बेसिन की स्थानीय जलीय अवसंरचना।
जसवंतगढ़ / हमीरगढ़	भीलवाड़ा	तेंदुआ, जरख, मिश्रित पर्णपाती	अरावली के पूर्वी पेनीप्लेन सीमांत ढाल।
वाडाखेड़ा	सिरोही	भालू (Sloth Bear), रीछ, पैंथर	आबू ब्लॉक ग्रेनाइट बाथोलिथ तलहटी वन।
शाहबाद के जंगल	बारां	तेंदुआ, काले हिरण, सघन महुआ धोक	हाड़ौती कगार का विशालतम वनीय रिजर्व।
बाँसियाल खेतड़ी	नीम का थाना	तेंदुआ, जंगली बिल्ली, मरुद्भिद	क्वार्टजाइट चट्टानों की संकीर्ण दरारें।

मनसा माता	झुंझुनू	नीलगाय, गीदड़, धोकड़ा झाड़ियाँ	शेखावाटी कटी-फटी पहाड़ी श्रृंखला बेल्ट।
खरमोर संरक्षण (शाहबाद)	बारां	खरमोर पक्षी (Lesser Florican)	घास के मैदान; संवेदी एवियन प्रजनन कड़ी।
बाघदर्श क्रोकोडाइल	उदयपुर	जल मगरमच्छ (Marsh Crocodile)	अरावली की भीतरी मीठे पानी की झील गर्त।

5. समेकित तुलनात्मक तालिका: पांचों टाइगर रिजर्व का सांख्यिकीय विश्लेषण

टाइगर रिजर्व का प्रामाणिक नाम	वैधानिक स्थापना वर्ष कूट	प्राथमिक भौगोलिक भू-आकृतिक अंचल	कुल विधिक क्षेत्र विन्यास	विशिष्ट पारि-पारिस्थितिक गलियारा जुड़ाव
रणथंभौर टाइगर रिजर्व	1973-74	अरावली-विंध्याचल विवर्तनिक संधिकाल	लगभग 1411 वर्ग किमी	राज्य का प्रथम व प्राचीनतम मुख्य बाघ कपाट।
सरिस्का टाइगर रिजर्व	1978-79	उत्तरी अरावली कटी-फटी कार्टजाइट	लगभग 1213 वर्ग किमी	विश्व का पहला बाघ हवाई पुनर्वास मॉडल (2008)।
मुकुंदरा हिल्स रिजर्व	2013	हाड़ौती लावा पठार, अर्द्धचन्द्राकार पहाड़	लगभग 760 वर्ग किमी	गागरोनी तोता वास; चम्बल नदी गॉर्ज कगार।
रामगढ़ विषधारी रिजर्व	2022	मध्य-पूर्वी पेनीप्लेन, मेज नदी बेसिन	लगभग 1501 वर्ग किमी	रणथंभौर व मुकुंदरा के मध्य 'बाघ आनुवंशिक गलियारा'।

धौलपुर-करौली रिजर्व	2023	विंध्यन कगार भूमि, डांग बीहड़ अंचल	लगभग 442 वर्ग किमी	मध्य प्रदेश के कुनो-माधव पार्को से सीधा जुड़ाव।
---------------------	------	------------------------------------	--------------------	---

6. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **आनुवंशिक गलियारा (Genetic Corridor):** दो पृथक वन्यजीव वासस्थलों को आपस में जोड़ने वाली वनों की वह सुस्पष्ट पट्टी जिसके माध्यम से हिंसक जीव (जैसे बाघ) बिना किसी मानव-टकराव के गमन करते हैं, जो आनुवंशिक विविधता (Gene Pool) बनाए रखने के लिए अनिवार्य है।
- **इंसेलबर्ग ग्रेनाइट कगार:** हवा और पानी के अपरदन से बची हुई ग्रेनाइट चट्टानों की वे गोल और चिकनी पहाड़ियों की श्रृंखलाएं जो तेंदुओं की मांद (Caves) के लिए विधिक रूप से आदर्श होती हैं, जैसे जंवाई बांध अंचल।
- **गिद्ध संरक्षण केंद्र (Vulture Sanctuary):** जोहड़बीड़ की भाँति मृत पशुओं के निस्तारण स्थलों के चारों ओर निर्मित वह विधिक संरक्षित क्षेत्र जो डिक्लोफेनाक दवा के दुष्प्रभावों से मुक्त होकर संकटग्रस्त गिद्ध प्रजातियों को जीवन चक्र सुरक्षा देता है।
- **आदिम वन्यजीव समूह:** भारत सरकार द्वारा घोषित अत्यधिक संवेदी और विलुप्तप्राय वन्यजीव और मानव समूहों का वैधानिक संकलन।
- **ओवरबर्डन डम्पिंग बैरियर:** खनन मलबे के अवैध जमाव को रोकने के लिए कंजर्वेशन रिजर्व के चारों ओर निर्मित की जाने वाली विधिक सीमा दीवार।

7. वन्यजीव आरक्षित क्षेत्रों का प्रादेशिक कृषि एवं आर्थिक भूगोल पर प्रभाव

इन टाइगर रिजर्व और कंजर्वेशन रिजर्व का स्थानिक विस्तार सीधे तौर पर सीमांत ग्रामीण अर्थव्यवस्थाओं को नियंत्रित करता है:

- **इको-टूरिज्म द्वारा आर्थिक गतिकी:** रणथंभौर, सरिस्का और जालाना लेपर्ड सफारी के बफर क्षेत्रों में पर्यावरण-अनुकूल पर्यटन के कारण स्थानीय जनसांख्यिकी के लिए **होम-स्टे अवसंरचना**, जिप्सी सफारी संचालन और हस्तशिल्प हस्तकला विनिर्माण के हजारों नए विधिक आजीविका कपाट खुले हैं, जिससे प्रति व्यक्ति आय में सांख्यिकीय वृद्धि दर्ज की गई है।
- **कृषि फसलों की सुरक्षा चुनौतियाँ:** कंजर्वेशन रिजर्व (जैसे बीड़ झुंझुनू व शाकंभरी) की सीमाओं से सटे कमान खेतों में नीलगायों और जंगली सूअरों द्वारा रबी सरसों और खरीफ बाजरे की खड़ी फसलों को भारी मात्रा में नष्ट किया जाता है, जिसके कारण विधिक बाढ़ (Bio-fencing) का प्रशासनिक नियोजन तीव्र हुआ है।

8. आरक्षित वन्यजीव पारिस्थितिकी के समक्ष आधुनिक चुनौतियाँ एवं विनियामक प्रबंधन

तीव्र अवसंरचनात्मक विकास और मानवजनित हस्तक्षेपों के कारण इन संवेदी वन्यजीव क्षेत्रों की स्थिरता के समक्ष निम्नलिखित गंभीर विधिक और पारि-आकृतिक चुनौतियाँ विद्यमान हैं:

1. **रैखिक अवसंरचना (Linear Infrastructure) का जैविक आक्रमण:** रणथंभौर और सरिस्का जैसे क्रिटिकल बाघ क्षेत्रों के बफर और कोर संस्तरों को काटकर गुजरने वाले **ब्रॉडगेज रेलवे ट्रैक्स और फोरलेन राष्ट्रीय राजमार्ग** वन्यजीवों के मुक्त संचलन के मार्ग में सबसे बड़े विधिक अवरोध हैं। तीव्र गति से चलने वाले वाहनों से टकराकर तेंदुओं और चीतलों की होने वाली आकस्मिक मृत्यु को रोकने के लिए राष्ट्रीय हरित अधिकरण (NGT) के विधिक निर्देशों के तहत **'इको-डक्ट्स' (Eco-ducts या अंडरपास वन्यजीव पुल)** का निर्माण विधिक रूप से अनिवार्य किया गया है।
2. **अवैध खनन एवं विवर्तनिक कंपन:** मुकुंदरा हिल्स और धौलपुर-करौली टाइगर रिजर्व के सीमांत कगारों पर बलुआ पत्थर और ग्रेनाइट के लिए होने वाली अवैध माइनिंग और भारी बारूदी विस्फोट (Blasting) भू-गर्भिक जलभूतों को स्थायी रूप से खंडित कर देते हैं। इससे वनों के भीतर स्थित

प्राकृतिक पानी के सोते (Springs) सूख जाते हैं और वन्यजीव शुष्क ग्रीष्म ऋतु में पानी की तलाश में खेतों की ओर पलायन करते हैं।

3. **मवेशी चारण एवं जैविक संक्रमण (Zoonotic Diseases):** बफर क्षेत्रों में स्थानीय जनसांख्यिकी के पालतू मवेशियों (गायों, भैंसों) का अनियंत्रित विधिक चारण शाकाहारी वन्यजीवों (सांभर, चीतल) के लिए भोजन का संकट उत्पन्न करता है। इसके अतिरिक्त, पालतू पशुओं से वन्यजीवों में 'खुरपका-मुँहपका' (FMD) और एन्थ्रेक्स जैसे घातक संक्रामक रोगों के संचरण की विभीषिका निरंतर बनी रहती है, जिसके शमन हेतु वन्यजीव चिकित्सा विंग द्वारा बफर जोन के मवेशियों का अनिवार्य विधिक टीकाकरण किया जाता है।

9. सतत प्रादेशिक वन्यजीव नियोजन एवं प्रशासनिक अनुकूलन रणनीतियां

राजस्थान के इन अमूल्य वन्यजीव संसाधनों और आनुवंशिक कॉपीयों को दीर्घकालिक स्थायित्व (Sustainability) प्रदान करने के लिए राज्य के वन विभाग और एनटीसीए (NTCA) द्वारा निम्नलिखित आधुनिक रणनीतियाँ कड़ाई से प्रवर्तित हैं:

- **'इको-सेंसिटिव ज़ोन' (ESZ) का विधिक प्रवर्तन:** सभी पाँचों टाइगर रिजर्व और नवनिर्मित कंजर्वेशन रिजर्व की विधिक सीमाओं के चारों ओर 1 से 10 किलोमीटर के दायरे को 'पारिस्थितिक रूप से संवेदी क्षेत्र' अधिसूचित किया गया है। इस दायरे के भीतर किसी भी प्रकार के भारी प्रदूषणकारी उद्योगों की स्थापना, क्रेसर ब्लास्टिंग, और व्यावसायिक भूमि रूपांतरण पर पूर्ण वैधानिक प्रतिबंध लागू है।
- **ग्राम विस्थापन एवं विधिक मुआवजा नीति:** टाइगर रिजर्व के कोर क्षेत्रों के भीतर सदियों से बसी मानव बस्तियों (गाँवों) को स्वेच्छा से बाहर विस्थापित करने के लिए 'प्रशासनिक पुनर्वास पैकेज' क्रियान्वित है। इसके तहत प्रत्येक विस्थापित परिवार को विधिक रूप से नकद वित्तीय मुआवजा अथवा कमान क्षेत्र में उपजाऊ कृषि भूमि का आवंटन किया जाता है, जिससे कोर एरिया पूरी तरह मानवीय हस्तक्षेप से मुक्त हो जाता है। इसका सफल प्रमाण रणथंभौर के कई गाँवों के विस्थापन में देखा गया है।
- **कैप्टिव ब्रीडिंग एवं जीन बैंक संवर्धन:** कंजर्वेशन रिजर्व्स के वैज्ञानिक प्रबंधन के तहत संकटग्रस्त खरमोर, गोडावण और गिद्धों के अंडों को कृत्रिम रूप से सेने (Incubate) और उनके बच्चों को सुरक्षित माहौल में बड़ा करके दोबारा प्राकृतिक जंगलों में छोड़ने के लिए 'कैप्टिव ब्रीडिंग सेंटर' (जैसे कोटा व जोधपुर संभाग) संचालित किए जा रहे हैं।

अध्याय 25: राजस्थान का पर्यटन भूगोल - सर्किट, विश्व धरोहर स्थल एवं राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक

राजस्थान का पर्यटन भूगोल प्रादेशिक सांस्कृतिक विरासत, स्थापत्य विन्यास और भू-आकृतिक विविधताओं का एक समृद्ध तंत्र प्रस्तुत करता है। राज्य का पर्यटन क्षेत्र न केवल सेवा अर्थव्यवस्था की प्राथमिक धुरी है, अपितु यह प्रादेशिक नियोजन (Regional Planning) और सतत विकास का मुख्य आधार है। थार मरुस्थल की स्वर्णिम बालुका, अरावली के प्रागैतिहासिक कगार और विंध्यन बेसिन के ऐतिहासिक जलदुर्ग राज्य को वैश्विक पर्यटन मानचित्र पर विशिष्ट स्थान प्रदान करते हैं। इस अध्याय के अंतर्गत प्रमुख पर्यटन सर्किट, यूनेस्को विश्व धरोहर स्थल, राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक तथा सतत प्रादेशिक विकास के रणनीतिक मापदंडों का विस्तृत भौगोलिक विश्लेषण समाहित है।

1. राजस्थान के प्रमुख पर्यटन सर्किट (Tourism Circuits) का स्थानिक विन्यास

पर्यटन भूगोल में 'सर्किट' का तात्पर्य दो या दो से अधिक विशिष्ट भौगोलिक एवं ऐतिहासिक स्थलों के उस रेखीय संयोजन (Linear Grouping) से है, जो पर्यटकों को एक सुव्यवस्थित यात्रा प्रतिरूप प्रदान करता है। राजस्थान पर्यटन विकास निगम (RTDC) द्वारा प्रादेशिक स्तर पर कुल 10 प्रमुख विधिक पर्यटन सर्किटों का विन्यास किया गया है:

1.1 मरू सर्किट (Desert Circuit):

- **भौगोलिक विस्तार:** इसके अंतर्गत थार मरुस्थल के सर्वप्रमुख शुष्क जिले **जैसलमेर, बाड़मेर, जोधपुर (जोधपुर ग्रामीण सहित), और बीकानेर** विधिक रूप से समाहित हैं।
- **प्रमुख आकृतिक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** जैसलमेर का सोनार किला (स्वर्ण दुर्ग), सम के सैंड ड्यून्स (बालुका स्तूप भूगोल), जोधपुर का मेहरानगढ़ दुर्ग, बीकानेर का जूनागढ़ किला, और बाड़मेर का किराड़ मंदिर अंचल। यह सर्किट मरुस्थलीय पारिस्थितिकी, सैंड सफारी और ऐतिहासिक गढ़ी वास्तुकला का प्रतिनिधित्व करता है।

1.2 ढूँढाड़ सर्किट (Dhundhar Circuit):

- **भौगोलिक विस्तार:** इसके अंतर्गत उत्तर-पूर्वी जलोढ़ मैदानी भाग के **जयपुर, जयपुर ग्रामीण, दौसा, कोटपतली-बहरोड़, और दूदू** संभाग शामिल हैं।
- **प्रमुख आकृतिक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** आमेर दुर्ग, नाहरगढ़, जयगढ़, हवामहल, सिटी पैलेस, अल्बर्ट हॉल, और आभानेरी (दौसा) की चाँद बावड़ी। यह सर्किट मुख्य रूप से कच्छावा राजवंश के मध्यकालीन स्थापत्य, नगर नियोजन और सीढ़ीदार बावड़ियों के जल स्थापत्य को परिलक्षित करता है।

1.3 हाड़ौती सर्किट (Hadoti Circuit):

- **भौगोलिक विस्तार:** दक्षिणी-पूर्वी लावा पठार के अंतर्गत आने वाले **कोटा, बूंदी, बारां, और झालावाड़** जिले इसमें पूर्णतः समाहित हैं।
- **प्रमुख आकृतिक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** बूंदी की रानी जी की बावड़ी व तारागढ़ दुर्ग, कोटा का चम्बल रिवर फ्रंट व गढ़ पैलेस, झालावाड़ का गागरोन जलदुर्ग, और बारां का भंडदेवरा (हाड़ौती का खजुराहो)। यह सर्किट विंध्यन शैल कगारों, नदीय गॉर्ज, भित्ति चित्रों (Frescoes) और प्रागैतिहासिक स्थापत्य का उत्कृष्ट विन्यास प्रस्तुत करता है।

1.4 मेवाड़ सर्किट (Mewar Circuit):

- **भौगोलिक विस्तार:** सुदूर दक्षिणी पर्वतीय अंचल के **उदयपुर, राजसमंद, चित्तौड़गढ़, और भीलवाड़ा** जिले।
- **प्रमुख आकृतिक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** उदयपुर की पिछोला व फतेहसागर झीलें (झीलों की नगरी स्थापत्य), चित्तौड़गढ़ का ऐतिहासिक विजय स्तंभ दुर्ग, राजसमंद का अभेद्य कुंभलगढ़ दुर्ग, और नाथद्वारा का सांस्कृति-धार्मिक संकुल। यह अरावली के भू-वैज्ञानिक उच्चावच और सिसोदिया राजवंश के सैन्य स्थापत्य का केंद्र है।

1.5 वागड़ सर्किट (Vagad Circuit):

- **भौगोलिक विस्तार:** सुदूर दक्षिणी आदिवासी बेल्ट के **डूंगरपुर और बांसवाड़ा** जिले।
- **प्रमुख आकृतिक व सांस्कृतिक कड़ियाँ:** डूंगरपुर का जूना महल व देवसोमनाथ मंदिर, बांसवाड़ा का माही बजाज सागर बांध (सौ द्वीपों का शहर) और त्रिपुरा सुंदरी मंदिर। यह मुख्य रूप से वागड़ की जनजातीय संस्कृति और माही नदी पारिस्थितिकी का प्रतिरूप है।

1.6 शेखावाटी सर्किट:

- **भौगोलिक विस्तार:** अर्द्ध-शुष्क बांगड़ मैदान के **सीकर, झुंझुनू, और चुरू** जिले।
- **प्रमुख आंशिक कड़ियाँ:** नवलगढ़, मंडावा, फतेहपुर, और रामगढ़ की ऐतिहासिक हवेलियाँ। यह सर्किट अपनी हवेलियों की दीवारों पर बने 'ओपन एयर आर्ट गैलरी' (भित्ति चित्रकला) के लिए विश्व विख्यात है।

2. यूनेस्को विश्व धरोहर स्थल (UNESCO World Heritage Sites) - वैधानिक वास्तुकला

राजस्थान की अद्वितीय स्थापत्य कला और प्राकृतिक जैव-विविधता को अंतरराष्ट्रीय स्तर पर सर्वोच्च मान्यता प्रदान करते हुए यूनेस्को द्वारा राज्य के कई ऐतिहासिक और प्राकृतिक स्थलों को 'विश्व धरोहर सूची' में विधिक रूप से शामिल किया गया है:

2.1 केवलादेव राष्ट्रीय उद्यान (1985):

- **विशिष्टता:** यह राजस्थान का प्रथम और एकमात्र ऐसा स्थल है जिसे यूनेस्को की 'प्राकृतिक विश्व धरोहर' (Natural World Heritage) सूची में शामिल किया गया है। यह बाणगंगा-गम्भीरी नदी संगम पर स्थित एक विशिष्ट पक्षी आवास आर्द्रभूमि है।

2.2 जंतर-मंतर, जयपुर (2010):

- **विशिष्टता:** कच्छावा शासक सवाई जयसिंह द्वितीय द्वारा निर्मित प्रागैतिहासिक खगोलीय वेधशाला। यह विश्व की विशालतम पत्थर निर्मित सौर घड़ी 'सम्राट यंत्र' को वहन करती है, जो खगोलीय भूगोल और मध्यकालीन गणितीय तकनीकी का उत्कृष्ट प्रामाणिक उदाहरण प्रस्तुत करती है।

2.3 राजस्थान के छह पर्वतीय दुर्ग (6 Hill Forts of Rajasthan - 2013):

जून 2013 में कंबोडिया के फनोम पेन्ह शहर में आयोजित यूनेस्को की 37वीं बैठक के विधिक निर्णयों के अनुसार, राजस्थान के छह अभेद्य पर्वतीय दुर्गों को उनकी विशिष्ट विविधतात्मक अवस्थिति और सामरिक वास्तुकला के लिए एक साथ 'विश्व धरोहर सूची' में शामिल किया गया। इनका क्रमिक विवरण इस प्रकार है:

1. **चित्तौड़गढ़ दुर्ग:** यह क्षेत्रफल की दृष्टि से राजस्थान का विशालतम 'गिरि दुर्ग' व 'लिविंग फोर्ट' है जो मेसा के पठार (गम्भीरी और बेड़च नदियों के संगम मुहाने) पर अवस्थित है।
2. **कुंभलगढ़ दुर्ग (राजसमंद):** अरावली की दुर्गम चोटियों पर स्थित वह अभेद्य दुर्ग जिसकी विख्यात भीतरी दीवार 36 किलोमीटर लंबी है, जो चीन की दीवार के बाद विश्व की दूसरी सबसे लंबी दीवार मानी जाती है।
3. **गागरोन दुर्ग (झालावाड़):** आहू और कालीसिंध नदियों के विधिक संगम पर बिना किसी नींव के सीधे बेसाल्टिक चट्टान पर निर्मित राजस्थान का सर्वप्रमुख 'जलदुर्ग' (Water Fort)।
4. **आमेर दुर्ग (जयपुर):** उत्तरी अरावली की कालखो पहाड़ियों के कगार पर स्थित हिंदू-मुस्लिम स्थापत्य शैली का उत्कृष्ट प्रतिरूप।
5. **रणथंभौर दुर्ग (सवाई माधोपुर):** अरावली और विंध्याचल की सात विखंडित पहाड़ियों के मध्य स्थित वह दुर्ग जो आकृतिक रूप से पूरी तरह अदृश्य (अभेद्य बख्तरबंद) रहता है।
6. **सोनार किला / जैसलमेर दुर्ग:** थार मरुस्थल की त्रिकूट पहाड़ी पर बिना चूने के केवल पीले बलुआ पत्थरों के वैज्ञानिक संपीड़न (Interlocking) से निर्मित विशिष्ट मरुस्थलीय 'धान्वन दुर्ग' (Desert Fort)।

2.4 जयपुर परकोटा शहर (Walled City of Jaipur - 2019):

- **विशिष्टता:** वर्ष 1727 में विद्याधर भट्टाचार्य के ग्रिड-पैटर्न (नौ चौकड़ियों के विन्यास) और 'शिल्पशास्त्र' के विधिक सिद्धांतों पर आधारित संपूर्ण परकोटा शहर को यूनेस्को की सांस्कृतिक धरोहर सूची में समाहित किया गया।

3. राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक (National Geological Monuments) - प्रागैतिहासिक धरोहर

भारतीय भू-वैज्ञानिक सर्वेक्षण (GSI) द्वारा पृथ्वी के क्रमिक विकास, विवर्तनिक हलचलों और प्रागैतिहासिक काल की शैल संरचनाओं को विधिक रूप से अक्षुण्ण रखने के लिए राजस्थान में 10 विशिष्ट स्थलों को 'राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक' घोषित किया गया है। RPSC स्तर की परीक्षाओं के दृष्टिकोण से इन भू-आकृतिक स्मारकों का विवरण सर्वोच्च रक्षात्मक उत्तर-कुंजी प्रदान करता है:

3.1 सेंदड़ा ग्रेनाइट विन्यास (पाली):

- **भू-आकृतिक विशिष्टता:** पाली जिले के सेंदड़ा अंचल में पाई जाने वाली प्री-कैम्ब्रियन युगीन आग्नेय ग्रेनाइट चट्टानें, जो लाखों वर्षों के पवन और जल अपरदन (Weathering) के कारण अत्यंत अनूठी

'अपरदनात्मक आकृतियों' (समानुपातिक विरूपण) जैसे मशरूम रॉक, इंसेलबर्ग और सर्पिलाकार कगारों को प्रदर्शित करती हैं।

3.2 आकल वुड फॉसिल पार्क (जैसलमेर):

- **भू-वैज्ञानिक काल:** थार मरुस्थल की लाठी सीरीज़ अवसादी परत के अंतर्गत आने वाला यह क्षेत्र मेसोजोइक युग के जुरासिक काल (लगभग 18 करोड़ वर्ष पुराने) के प्रस्तरीकृत विशाल वृक्षों के तनों (Fossilised Tree Trunks) और काष्ठ अवशेषों को विधिक रूप से वहन करता है, जो यह सिद्ध करता है कि प्रागैतिहासिक काल में थार एक आर्द्र सामुद्रिक वनांचल था।

3.3 रामगढ़ क्रेटर / विवर्तनिक गर्त (बारां):

- **भू-वैज्ञानिक काल:** बारां जिले की मांगरोल तहसील के रामगढ़ गाँव में स्थित एक अत्यंत अनूठी घोड़े के नाल की आकृति (Horse-shoe shaped) वाली पर्वतीय अवसंरचना। यह संपूर्ण भारत का पहला तथा विश्व का 190वां आधिकारिक 'उल्कापिंड क्रेटर' (Meteorite Impact Crater) है। करोड़ों वर्ष पूर्व अंतरिक्ष से गिरे एक प्रचंड उल्कापिंड के विवर्तनिक आघात से इस विशाल गर्त का विनिर्माण हुआ था, जिसे वैश्विक स्तर पर भू-पर्यटन (Geo-tourism) का मुख्य हब माना जाता है।

3.4 महान सीमा भंश - ग्रेट बाउंड्री फॉल्ट (बूंदी/सवाई माधोपुर):

- **भू-वैज्ञानिक विशिष्टता:** यह अरावली पर्वत श्रृंखला और विंध्याचल पर्वतमाला के संधिकाल पर स्थित एक अत्यंत विशाल भू-गर्भिक दरार या भंश रेखा (Fault Line) है। बूंदी की सतूर पहाड़ियों और सवाई माधोपुर के कगारों पर यह भंश धरातल पर सुस्पष्ट रूप से अनावृत है, जो विंध्यन अवसादों के अरावली के ऊपर चढ़ने (Thrusting) की प्रागैतिहासिक घटना को प्रदर्शित करता है।

3.5 अन्य राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक तालिका:

स्मारक का प्रामाणिक नाम	विधिक प्रशासनिक जिला	अंतर्निहित संरचना का वर्ग	शैल	भू-वैज्ञानिक / आकृतिक विशिष्टता
नेफिलाइन साइनाइट	अजमेर (किशनगढ़)	अंतःनिर्मित आग्नेय प्लूटोन	क्षारीय	प्री-कैम्ब्रियन युगीन दुर्लभ सोडियम-समृद्ध आग्नेय चट्टान मेखला।
स्ट्रोमेटोलाइट फॉसिल पार्क	उदयपुर (झामरकोटड़ा)	डोलोमाइटिक पत्थर चूण	चूना	प्रागैतिहासिक फॉस्फेट निक्षेपों से युक्त नीलो-हरित शैवाल (Algae) के जीवाश्म।
जोधपुर वेल्डेड टफ	जोधपुर	मालाणी आग्नेय सुइट (Volcanic)		ज्वालामुखी विस्फोट से निकली अत्यधिक गर्म राख और कंकड़ के संपीड़न से बनी चट्टान।
जोधपुर सैंडस्टोन कगार	जोधपुर (मेहरानगढ़ तलहटी)	विंध्यन महासमूह बलुआ पत्थर		मरुस्थलीय पेनीप्लेन के ऊपर खड़े विंध्यन

			अवसादी संस्तर के कगार।
भोजुंडा स्ट्रोमेटोलाइट	चित्तौड़गढ़	विंध्यन चूना पत्थर परतें	सामुद्रिक अवसादन के भीतरी जैव-संकेतक जीवाश्म कड़ियाँ।
जावर भू-स्मारक जस्ता	उदयपुर	प्रागैतिहासिक फाइलाइट डोलोमाइट व	विश्व की प्राचीनतम जस्ता (जिंक) धातुकर्म और उत्खनन दीर्घा संकुल।

4. समेकित तुलनात्मक तालिका: प्रमुख पर्यटन सर्किट एवं विश्व धरोहर स्थल

पर्यटन अवसरचना का नाम	विधिक / संस्थागत वर्ग	प्राथमिक भौगोलिक आंचल	सर्वप्रमुख आकृतिक / सांस्कृतिक घटक	प्राथमिक प्रादेशिक / आर्थिक अनुप्रयोग
मरू सर्किट	आंचलिक पर्यटन सर्किट	पश्चिमी शुष्क थार मरुस्थल	सोनार किला, मेहरानगढ़, सम सैंड ड्यून्स	डेजर्ट टूरिज्म, मरु महोत्सव, ऊँट सफारी गतिकी।
हाड़ौती सर्किट	आंचलिक पर्यटन सर्किट	दक्षिणी-पूर्वी वर्टिसॉल्स पठार	गागरोन जलदुर्ग, तारागढ़, भंडदेवरा	भित्त चित्रकला दीर्घा, चम्बल गॉर्ज रिवर फ्रंट।
केवलादेव राष्ट्रीय उद्यान	यूनेस्को प्राकृतिक धरोहर	पूर्वी जलोढ़ कछारी मैदान	साइबेरियाई सारस, अजान बांध आर्द्रभूमि	अंतरराष्ट्रीय एवियन पर्यटन, जैव-विविधता संरक्षण।

रामगढ़ क्रेटर	राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक	विंध्यन कगार, बारां पठार	उल्कापिंड आघात गर्त (Horse-shoe)	वैश्विक भू-पर्यटन (Geo-tourism), विवर्तनिक शोध कड़ी।
ग्रेट बाउंड्री फॉल्ट	राष्ट्रीय भू-वैज्ञानिक स्मारक	अरावली-विंध्यन संधिकाल रेखा	सतूर पर्वतमाला भू-गर्भिक दरार	अरावली उत्थान और विंध्यन अपवाह की विवर्तनिक कड़ी।

5. विषय केंद्रित पारिभाषिक शब्दावली (Keywords)

- **भू-पर्यटन (Geo-tourism):** पर्यटन भूगोल की वह नवीन विधा जिसके तहत पृथ्वी के भू-वैज्ञानिक स्मारकों, उल्कापिंड क्रेटरों, जीवाश्म पार्को और विशिष्ट शैल विन्यासों को बिना क्षति पहुँचाए पर्यटन और अनुसंधान का माध्यम बनाया जाता है।
- **महान सीमा भ्रंश (Great Boundary Fault):** अरावली और विंध्यन शैल समूहों के मध्य विस्तृत वह विवर्तनिक भ्रंश रेखा जो राज्य के दक्षिण-पूर्वी भाग को भू-गर्भिक रूप से विभाजित करती है।
- **स्ट्रोमैटोलाइट (Stromatolite):** प्रागैतिहासिक उथले सामुद्रिक जल में नील-हरित शैवाल (Cyanobacteria) के विन्यास द्वारा निर्मित होने वाली अवसादी परतदार चट्टानी संरचनाएं, जो प्राचीनतम जीवन का जीवाश्म प्रमाण हैं।
- **वेल्डेड टफ (Welded Tuff):** ज्वालामुखी के फटने से निकले अत्यधिक तप्त विखंडित पदार्थों और राख के ठंडे होकर सघन पत्थर में बदल जाने से निर्मित आग्नेय चट्टान।
- **लिविंग फोर्ट (Living Fort):** वह ऐतिहासिक दुर्ग जिसके भीतर वर्तमान में भी एक विशाल स्थानीय जनसांख्यिकी स्थायी रूप से निवास करती है और अपनी आजीविका का संचालन करती है, जैसे चित्तौड़गढ़ व जैसलमेर दुर्ग।

6. पर्यटन भूगोल का प्रादेशिक अर्थव्यवस्था एवं अवसंरचना पर प्रभाव

पर्यटन संसाधनों का स्थानिक वितरण राज्य के आर्थिक भूगोल और जनसांख्यिकीय क्रय शक्ति को सीधे नियंत्रित करता है:

6.1 राजकोषीय संभरण एवं प्रत्यक्ष रोजगार (Economic Gains):

- मरू सर्किट की मरुस्थलीय सफारी और मेवाड़-ढूँढ़ाड़ सर्किट के पर्वतीय महलों के कारण राजस्थान को प्रतिवर्ष करोड़ों रुपये का **विदेशी मुद्रा राजस्व** प्राप्त होता है। यह क्षेत्र होटल अवसंरचना, परिवहन कड़ियों (जैसे पैलेस ऑन व्हील्स लक्जरी ट्रेन), हस्तशिल्प हस्तकला क्लस्टर (ब्लू पॉटरी, कठपुतली विनिर्माण) और स्थानीय गाइडों को प्रत्यक्ष और परोक्ष रूप से सघन रोजगार संभरण प्रदान करता है।

7. पर्यटन क्षेत्र के समक्ष आधुनिक चुनौतियां एवं भू-पारिस्थितिक संकट

तीव्र जनसांख्यिकीय दबाव, अनियोजित नगरीकरण और अनियंत्रित व्यावसायिक गतिविधियों के कारण राजस्थान के इन अमूल्य पर्यटन और भू-वैज्ञानिक स्मारकों के समक्ष निम्नलिखित गंभीर संकट विद्यमान हैं, जिनका नीतिगत समाधान अनिवार्य है:

1. **ऐतिहासिक दुर्गों का संरचनात्मक अपक्षय (Structural Decay of Forts):** जैसलमेर के सोनार किले जैसे 'लिविंग फोर्ट्स' के भीतर जनसंख्या के बढ़ते घनत्व और आधुनिक सीवरेज प्रणालियों के अभाव के कारण जल का भीतरी रिसाव (Seepage) तीव्र हुआ है। यह जल नीचे स्थित कोमल पीले बलुआ पत्थर की परतों को कमजोर कर रहा है, जिससे दुर्ग के कंगूरों और बुर्जों के ढहने का विधिक खतरा उत्पन्न हो गया है।
2. **भू-वैज्ञानिक स्मारकों पर अवैध खनन एवं अतिक्रमण:** अजमेर के किशनगढ़ में स्थित **नेफिलाइन साइनाइट** अंचल और बूंदी-सवाई माधोपुर के समानांतर गुजरने वाली **ग्रेट बाउंड्री फॉल्ट (GBF)** रेखा के आस-पास होने वाले अवैध पत्थर खनन और क्रेसर ब्लास्टिंग के कारण ये प्रागैतिहासिक विवर्तनिक कगार स्थायी रूप से नष्ट हो रहे हैं, जिससे शोधार्थियों के लिए भू-वैज्ञानिक डेटा ब्लॉक हो रहा है।
3. **सांभर व केवलादेव आर्द्रभूमि का पारिस्थितिक हास:** सांभर झील में अवैध ट्यूबवेलों द्वारा खारे पानी के अंधाधुंध निष्कर्षण और केवलादेव में विलायती बबूल (प्रोसोपिस जूलिफ्लोरा) के जैविक आक्रमण के कारण प्रवासी पक्षियों का प्राकृतिक वास विरूपित हो रहा है, जिससे एवियन पर्यटन प्रभावित हुआ है।

8. सतत प्रादेशिक विकास (Sustainable Regional Development) एवं नीतिगत एकीकरण

इन भू-आकृतिक और सांस्कृतिक संकटों के शमन तथा पर्यटन भूगोल को दीर्घकालिक स्थायित्व (Sustainability) प्रदान करने के लिए राज्य सरकार के पर्यटन और पर्यावरण विभाग द्वारा निम्नलिखित आधुनिक रणनीतियाँ कड़ाई से प्रख्यापित की जा रही हैं:

8.1 'इको-टूरिज्म' (Eco-tourism) एवं होम-स्टे नीति का संवर्धन:

- विशाल कंक्रीट होटलों के विनिर्माण के स्थान पर ग्रामीण अंचलों में पारंपरिक हवेलियों और ढाणियों को 'होम-स्टे' (Guest House Model) के रूप में विकसित किया जा रहा है। यह नीतिगत बदलाव नगरीय अवसंरचना पर जनसांख्यिकीय दबाव को कम करता है तथा पर्यटन से प्राप्त होने वाले आर्थिक लाभ का प्रत्यक्ष हस्तांतरण सीधे ग्रामीण समुदायों (जैसे जनजातीय व मरुस्थलीय ब्लॉकों) में सुनिश्चित करता है।

8.2 'जियो-पार्क' (Geo-parks) विधिक मॉडल का क्रियान्वयन:

- यूनेस्को के वैश्विक मानकों के अनुसार **बारां के रामगढ़ क्रेटर** और **जैसलमेर के आकल वुड फॉसिल पार्क** को विशिष्ट 'जियो-पार्क' के रूप में विधिक रूप से विकसित किया जा रहा है। इसके तहत इन स्मारकों के चारों ओर **10 किलोमीटर के दायरे को पूर्णतः खनन-मुक्त क्षेत्र (No-Mining Zone)** घोषित किया गया है, तथा भू-विज्ञान के विद्यार्थियों और अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिकों के लिए सूचना कपाट (इंटरप्रिटेशन सेंटर्स) विस्थापित किए जा रहे हैं।

8.3 वहन क्षमता (Carrying Capacity) का वैज्ञानिक आकलन:

- आमेर दुर्ग, रणथंभौर टाइगर रिजर्व के कोर क्षेत्रों और नक्की झील (माउंट आबू) जैसे अत्यधिक संवेदी पर्यटन हॉटस्पॉट्स में पर्यावरण को बचाने के लिए प्रतिदिन प्रवेश करने वाले पर्यटकों और वाहनों की अधिकतम सांख्यिकीय सीमा (**वहन क्षमता**) विधिक रूप से निर्धारित की जा रही है, ताकि ध्वनि प्रदूषण और कचरा निस्तारण की विभीषिका को यांत्रिक रूप से नियंत्रित किया जा सके।