

প্রত্যাশিত

MAINS TOPIC

DEEP ANALYSIS

for

IAS মেইনস
পরীক্ষা

From

13th July to 18th July 2026



INDEX

1. সাধারণ অধ্যয়ন ১	01
1.1. সমাজ	01
1.1.1. ক্রিয়েটর থেকে মিম: কীভাবে ইন্টারনেট সংস্কৃতিকে রূপ দিচ্ছে	01
2. সাধারণ অধ্যয়ন ২	06
2.1. আন্তর্জাতিক সম্পর্ক	06
2.1.1. ন্যাটো (NATO) -এর কৌশলগত বিবর্তন এবং ভারতের উভয়সংকট মোকাবেলা	06
2.1.2. সিন্ধু জলচুক্তির ভূ-রাজনৈতিক পুনর্বিন্যাস	08
3. সাধারণ অধ্যয়ন ৩	12
3.1. অর্থনীতি	12
3.1.1. বায়োগ্যাস কি ভারতের জ্বালানি নিরাপত্তায় সাহায্য করতে পারে?	12
3.2. বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি	15
3.2.1. গগনযান: ভারতের মানববাহী মহাকাশ অভিযানের অ্যারো-থার্মোডাইনামিক ফ্রন্টিয়ার্স নেভিগেট করা	15

Scan to know more about our courses...



IAS 2-Year GS PCM



IAS 10-Month GS PCM



Degree + IAS



Prelims Test Series

সাধারণ অধ্যয়ন ১

1.1. সমাজ

1.1.1. ক্রিয়েটর থেকে মিম: কীভাবে ইন্টারনেট সংস্কৃতিকে রূপ দিচ্ছে

কেন এটি খবরে রয়েছে?

যোগাযোগের মাধ্যম ছাড়িয়ে ইন্টারনেট এখন একটি শক্তিশালী সাংস্কৃতিক শক্তিতে পরিণত হয়েছে, যা মানুষের পরিচয়, জনমত, রাজনৈতিক অংশগ্রহণ, সামাজিক আচরণ এবং অর্থনৈতিক সুযোগগুলোকে প্রভাবিত করছে।

সোশ্যাল মিডিয়া, ক্রিয়েটর ইকোনমি (সৃষ্টিকর্তা অর্থনীতি), মিম এবং AI-চালিত অ্যালগরিদম-এর উত্থান মানুষের তথ্য গ্রহণ এবং সমাজের সাথে মিথস্ক্রিয়া বা যোগাযোগের ধরনকে সম্পূর্ণ বদলে দিয়েছে।



কীভাবে ইন্টারনেট সংস্কৃতিকে রূপ দিচ্ছে

1. কনটেন্ট তৈরির গণতন্ত্রীকরণ এবং ক্রিয়েটর ইকোনমির উত্থান

ঐতিহ্যগতভাবে সংবাদপত্র, টেলিভিশন চ্যানেল এবং প্রকাশনা সংস্থাগুলো তথ্য তৈরি ও প্রচার নিয়ন্ত্রণ করত। এখন ইন্টারনেট এই বাধাগুলো দূর করে দিয়েছে এবং স্মার্টফোন ও ইন্টারনেট সংযোগ থাকা যেকোনো ব্যক্তিকে একজন কনটেন্ট ক্রিয়েটর হওয়ার সুযোগ করে দিয়েছে।

ইন্টারনেট নারী, গ্রামীণ জনগোষ্ঠী এবং প্রান্তিক গোষ্ঠীসহ বৈচিত্র্যময় কণ্ঠস্বরকে উৎসাহিত করেছে এবং আঞ্চলিক ভাষা ও দেশীয় ঐতিহ্যকে তুলে ধরছে।

2. মিম সংস্কৃতির মাধ্যমে যোগাযোগের রূপান্তর

ইন্টারনেট যোগাযোগের মাধ্যমকে দীর্ঘ লেখাভিত্তিক আলোচনা থেকে মিম, জিআইএফ (GIF) এবং ছোট ভিডিওর মাধ্যমে ভিজ্যুয়াল, হাস্যরসাত্মক এবং প্রতীকী যোগাযোগের দিকে রূপান্তর করেছে।

মিম এখন আর কেবল বিনোদনের মাধ্যম নয়; এগুলো জনমত, রাজনৈতিক দৃষ্টিভঙ্গি এবং সামাজিক সচেতনতা তৈরিতে ভূমিকা রাখছে।

3. পরিচয় এবং সামাজিক সম্পর্কের নতুন সংজ্ঞা

মানুষ আজকাল সোশ্যাল মিডিয়া প্রোফাইল, অনলাইন কমিউনিটি এবং ডিজিটাল যোগাযোগের মাধ্যমে নিজেদের উপস্থাপন করছে, যার ফলে অনলাইন এবং অফলাইন পরিচয়ের মধ্যকার পার্থক্য ক্রমশ অস্পষ্ট হয়ে উঠছে।

এটি আত্মপ্রকাশ ও সৃজনশীলতাকে উৎসাহিত করে এবং ভৌগোলিক দূরত্বের ঊর্ধ্বে উঠে অভিন্ন আগ্রহের ভিত্তিতে ভার্চুয়াল কমিউনিটি বা সম্প্রদায় গড়ে তোলে।

4. অ্যালগরিদম-চালিত সংস্কৃতি

প্রথাগত মিডিয়ার মতো নয়, বরং ইন্টারনেট প্ল্যাটফর্মগুলো ব্যবহারকারীরা কী দেখবে তা নির্ধারণ করতে কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) এবং অ্যালগরিদম ব্যবহার করে। এটি ব্যবহারকারীদের পছন্দ এবং অনলাইন আচরণের ওপর ভিত্তি করে ভিডিও, সংবাদ, বিজ্ঞাপন এবং পোস্টের সুপারিশ (রেকমেন্ড) করে।

এটি ব্যক্তিগত আগ্রহ অনুযায়ী কনটেন্ট সাজিয়ে দেয়, ব্যবহারকারীদের ব্যস্ততা বাড়ায় এবং মানুষের কেনাকাটার সিদ্ধান্ত, রাজনৈতিক মতামত ও বিনোদনের পছন্দকে প্রভাবিত করে।

5. রাজনৈতিক সংস্কৃতি ও গণতন্ত্রের রূপান্তর

ইন্টারনেট নাগরিক এবং রাষ্ট্রের মধ্যকার সম্পর্ককে মৌলিকভাবে পরিবর্তন করেছে। সোশ্যাল মিডিয়া রাজনৈতিক অংশগ্রহণ, জনমত গঠন, ডিজিটাল সক্রিয়তা (অ্যাক্টিভিজম) এবং নাগরিক সম্পৃক্ততার একটি গুরুত্বপূর্ণ প্ল্যাটফর্ম হয়ে উঠেছে।

এটি নাগরিকদের অংশগ্রহণ বাড়ায় এবং স্বচ্ছতা ও জবাবদিহিতা নিশ্চিত করতে সাহায্য করে।

তবে এর পাশাপাশি ভুয়ো খবর (ফেক নিউজ), ভুল তথ্য এবং ডিপফেক প্রযুক্তির মাধ্যমে সামাজিক সম্প্রীতি বিনষ্ট হওয়ার ঝুঁকিও রয়েছে।

6. পরিবর্তনশীল ভোক্তা এবং অর্থনৈতিক সংস্কৃতি

ই-কমার্স, ডিজিটাল পেমেন্ট, অনলাইন রিভিউ এবং ইনফ্লুয়েন্সার মার্কেটিং-এর মাধ্যমে ইন্টারনেট মানুষের কেনাকাটার ধরন বা ব্যবহারিক সংস্কৃতি বদলে দিয়েছে।

7. AI এবং সংস্কৃতির ভবিষ্যৎ

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) আর্টিকেল, গান, চিত্রকর্ম, ভিডিও এবং শিক্ষামূলক কনটেন্ট তৈরির মাধ্যমে মানুষের সৃজনশীলতাকেই বদলে দিচ্ছে।

এর ফলে যে উদ্বেগগুলো তৈরি হচ্ছে তার মধ্যে রয়েছে—কপিরাইট লঙ্ঘন, AI-এর নৈতিক ব্যবহার, কনটেন্টের সত্যতা, কর্মসংস্থান চ্যুতি এবং AI সিস্টেমে পক্ষপাতিত্ব।

8. সামাজিক আচরণ এবং মানসিক স্বাস্থ্য

ইন্টারনেট মানুষের দৈনন্দিন আচরণে, বিশেষ করে তরুণদের মধ্যে ব্যাপক পরিবর্তন এনেছে। এটি শিক্ষা, সামাজিক যোগাযোগ, মানসিক স্বাস্থ্য সচেতনতা এবং অনলাইন সাপোর্ট কমিউনিটির সুযোগ তৈরি করে দিয়েছে।

একই সাথে, ইন্টারনেট আসক্তি, মনোযোগের সময়কাল হ্রাস পাওয়া, সাইবার বুলিং, সামাজিক তুলনার কারণে মানসিক উদ্বেগ এবং ফোমো (FOMO - হাতছাড়া হয়ে যাওয়ার ভয়)-এর মতো সমস্যাগুলো বৃদ্ধি পাচ্ছে।

ইন্টারনেট সংস্কৃতি গঠনে প্রধান চ্যালেঞ্জসমূহ

1. মিসইনফরমেশন ও ডিসইনফরমেশন

- **মিসইনফরমেশন (Misinformation):** কোনো প্রতারণা করার উদ্দেশ্য ছাড়াই অসাবধানতাবশত ভুল তথ্য শেয়ার করা।
- **ডিসইনফরমেশন (Disinformation):** জনমতকে প্রভাবিত করার বা বিভ্রান্ত করার উদ্দেশ্যে ইচ্ছাকৃতভাবে তৈরি ও প্রচারিত মিথ্যা তথ্য।
- **ম্যালইনফরমেশন (Malinformation):** ক্ষতি করার উদ্দেশ্যে ছড়ানো বাস্তব বা সত্য তথ্য।

2. ইকো চেম্বার এবং ফিল্টার বাবল

- **ফিল্টার বাবল (Filter Bubble):** ব্যবহারকারীরা প্রধানত সেই তথ্যগুলোর মুখোমুখি হয় যা তাদের বিদ্যমান পছন্দের সাথে মিলে যায়।
- **ইকো চেম্বার (Echo Chamber):** ব্যক্তিরা বারবার সমমনা মানুষের সাথে যোগাযোগ করে, যা তাদের বিদ্যমান বিশ্বাসকেই আরও দৃঢ় করে তোলে।

3. গোপনীয়তা লঙ্ঘন এবং নজরদারি

ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মগুলো ক্রমাগত ব্রাউজিং হিস্ট্রি, লোকেশন, কেনাকাটার ধরণ এবং যোগাযোগের তথ্যের মতো ব্যক্তিগত তথ্য সংগ্রহ করে চলেছে।

ব্যক্তিগত তথ্যের অননুমোদিত সংগ্রহ, অপব্যবহার এবং ডাটা ব্রিচ বা তথ্য ফাঁসের কারণে সংবেদনশীল তথ্য ঝুঁকিতে পড়ছে।

4. মানসিক স্বাস্থ্য এবং ডিজিটাল আসক্তি

সোশ্যাল মিডিয়ার ওপর অতিরিক্ত নির্ভরশীলতা মানুষের আচরণকে মারাত্মকভাবে প্রভাবিত করছে।

অনলাইনে নিখুঁত জীবনযাত্রার সাথে ক্রমাগত তুলনা করা এবং লাইক, শেয়ার ও অনলাইন স্বীকৃতির প্রতি আসক্তি তৈরি হচ্ছে।

5. সাইবার বুলিং এবং অনলাইন হেনস্থা

ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মগুলোতে পরিচয় গোপন রাখার সুবিধার কারণে অনেকেই আপত্তিকর বা আক্রমণাত্মক আচরণ করার সাহস পায়।

এর ফলে ভুক্তভোগীদের মধ্যে মানসিক ট্রমা সৃষ্টি হয়, অনলাইন প্ল্যাটফর্মে নারী ও সুবিধাবঞ্চিত শ্রেণির অংশগ্রহণ কমে যায় এবং মতপ্রকাশের স্বাধীনতা বাধাগ্রস্ত হয়।

6. অ্যালগরিদমিক পক্ষপাত এবং AI নৈতিকতা

কৃত্রিম বুদ্ধিমত্তা (AI) সিস্টেমগুলো ঐতিহাসিক ডেটাসেট থেকে শেখে, যার মধ্যে পূর্ব থেকেই বিদ্যমান লিঙ্গ বৈষম্য, জাতিগত বৈষম্য, ভাষাগত বৈষম্য এবং আঞ্চলিক বৈষম্য থাকতে পারে।

এর ফলে বৈষম্যমূলক ফলাফল তৈরি হয় এবং স্বয়ংক্রিয় সিদ্ধান্ত গ্রহণের ক্ষেত্রে নিরপেক্ষতা হ্রাস পায়।

7. সাইবার নিরাপত্তা হুমকি

ডিজিটাল মাধ্যমের ওপর অতিরিক্ত নির্ভরতার কারণে র‍্যানসমওয়্যার অ্যাটাক, ফিশিং স্ক্যাম, পরিচয় চুরি (আইডেন্টিটি থেফট), আর্থিক জালিয়াতি এবং গুরুত্বপূর্ণ পরিকাঠামোতে হামলার মতো সাইবার আক্রমণের ঝুঁকি বহুগুণ বেড়ে গেছে।

করণীয় বা সামনের পথ

1. ডিজিটাল সাক্ষরতা এবং মিডিয়া সাক্ষরতা জোরদার করা

ডিজিটাল সাক্ষরতা কেবল ইন্টারনেট ব্যবহার শেখানোর মধ্যেই সীমাবদ্ধ থাকা উচিত নয়; এটি নাগরিকদের ভুল তথ্য শনাক্ত করা, তথ্যের উৎস যাচাই করা, অ্যালগরিদম বোঝা এবং ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মের দায়িত্বশীল ব্যবহারে সক্ষম করে তুলবে।

সরকারি উদ্যোগসমূহ:

- ডিজিটাল ইন্ডিয়া মিশন (Digital India Mission): ডিজিটাল ক্ষমতায়ন এবং ডিজিটাল অন্তর্ভুক্তিকে উৎসাহিত করে।
- PMGDISHA (প্রধানমন্ত্রী গ্রামীণ ডিজিটাল সাক্ষরতা অভিযান): গ্রামীণ এলাকায় ডিজিটাল সাক্ষরতা বৃদ্ধি করে।

2. দায়িত্বশীল AI এবং অ্যালগরিদমিক স্বচ্ছতা প্রচার করা

AI-চালিত প্ল্যাটফর্মগুলো স্বচ্ছ, নিরপেক্ষ, জবাবদিহিমূলক এবং বৈষম্যহীন হওয়া উচিত। জনমত এবং তথ্য প্রাপ্তিকে প্রভাবিত করে এমন অ্যালগরিদমগুলোর ওপর উপযুক্ত তদারকি থাকা অত্যন্ত জরুরি।

সরকারি উদ্যোগসমূহ:

- ইন্ডিয়াএআই মিশন (IndiaAI Mission - 2024): নৈতিক AI উন্নয়ন, AI উদ্ভাবন এবং AI দক্ষতা বৃদ্ধিকে উৎসাহিত করে।

- নীতি আয়োগের দায়িত্বশীল AI নীতিমালা (NITI Aayog's Responsible AI Principles): নিরপেক্ষতা, স্বচ্ছতা, গোপনীয়তা এবং জবাবদিহিতার পক্ষে সওয়াল করে।
- গ্লোবাল পার্টনারশিপ অন আর্টিফিশিয়াল ইন্টেলিজেন্স (GPAI): বৈশ্বিক AI পরিচালনায় ভারত সক্রিয়ভাবে অবদান রাখছে।

3. ডেটা গোপনীয়তা এবং সাইবার নিরাপত্তা জোরদার করা

একটি নিরাপদ ডিজিটাল ইকোসিস্টেমের জন্য ব্যক্তিগত তথ্যের শক্তিশালী সুরক্ষা এবং কার্যকরী সাইবার নিরাপত্তা ব্যবস্থার প্রয়োজন।

সরকারি উদ্যোগসমূহ:

- ডিজিটাল পার্সোনাল ডেটা প্রোটেকশন (DPDP) অ্যাক্ট, 2023: ব্যক্তিগত তথ্য সুরক্ষার জন্য একটি আইনি কাঠামো প্রদান করে।
- ইন্ডিয়ান কম্পিউটার ইমার্জেন্সি রেসপন্স টিম (CERT-In): সাইবার নিরাপত্তা সংক্রান্ত ঘটনায় সাড়া দেওয়ার জন্য জাতীয় সংস্থা।
- জাতীয় সাইবার নিরাপত্তা নীতি, 2013 এবং প্রস্তাবিত জাতীয় সাইবার নিরাপত্তা কৌশল: সাইবার প্রতিরোধ ক্ষমতা শক্তিশালী করার লক্ষ্য নির্ধারণ করে।

4. মিসইনফরমেশন এবং ডিপফেক মোকাবেলা করা

মতপ্রকাশের স্বাধীনতাকে রক্ষা করার পাশাপাশি ভুল তথ্যের বিস্তার রোধ করতে সরকার, প্রযুক্তি কোম্পানি, মিডিয়া সংস্থা এবং নাগরিক সমাজকে একসাথে কাজ করতে হবে।

সরকারি উদ্যোগসমূহ:

- ইনফরমেশন টেকনোলজি (ইন্টারমিডিয়েরি গাইডলাইনস অ্যান্ড ডিজিটাল মিডিয়া এথিক্স কোড) রুলস, 2021: মধ্যস্থতাকারী বা সোশ্যাল মিডিয়া প্ল্যাটফর্মগুলোকে যথাযথ সতর্কতা অবলম্বন করতে এবং বেআইনি কনটেন্ট সরিয়ে নিতে নির্দেশ দেয়।
- পিআইবি ফ্যাক্ট চেক ইউনিট (PIB Fact Check Unit): সরকারের নীতি ও পরিকল্পনা সংক্রান্ত ভুল তথ্য যাচাই করে।

5. ডিজিটাল বিভাজন দূর করা

অন্তর্ভুক্তিমূলক ডিজিটাল প্রবৃদ্ধির জন্য সাশ্রয়ী মূল্যের ইন্টারনেট, ডিভাইস এবং ডিজিটাল দক্ষতার সার্বজনীন অ্যাক্সেস থাকা প্রয়োজন।

সরকারি উদ্যোগসমূহ:

- ভারতনেট প্রকল্প (BharatNet Project): গ্রাম পঞ্চায়েতগুলোতে ব্রডব্যান্ড সংযোগ সম্প্রসারণ করছে।
- ডিজিটাল ইন্ডিয়া মিশন: ডিজিটাল পরিকাঠামো এবং সরকারি পরিষেবা প্রদান ব্যবস্থার উন্নতি সাধন করছে।
- পিএম-ওয়ানি (PM-WANI): সাশ্রয়ী মূল্যে পাবলিক ওয়াই-ফাই অ্যাক্সেস বাড়ানো।

6. নৈতিক ডিজিটাল নাগরিকত্ব প্রচার করা

সাংবিধানিক মূল্যবোধকে সম্মান জানিয়ে নাগরিকদের দায়িত্বশীলতার সাথে ডিজিটাল প্ল্যাটফর্মগুলো ব্যবহার করতে উৎসাহিত করা উচিত।

উপসংহার

একবিংশ শতাব্দীতে ইন্টারনেট মানুষের পরিচয়, শাসন ব্যবস্থা, শিক্ষা এবং গণতন্ত্রকে নতুন রূপ দিচ্ছে। ভারতকে এমন একটি ডিজিটাল ইকোসিস্টেম গড়ে তুলতে হবে যা উদ্ভাবনী, অন্তর্ভুক্তিমূলক, নিরাপদ এবং সাংবিধানিক মূল্যবোধে প্রতিষ্ঠিত। ডিজিটাল সাক্ষরতা, নৈতিক AI, গোপনীয়তা সুরক্ষা, দেশীয় উদ্ভাবন এবং দায়িত্বশীল ডিজিটাল নাগরিকত্ব জোরদার করার মাধ্যমেই ইন্টারনেটকে একটি অন্তর্ভুক্তিমূলক ও টেকসই উন্নয়নের চালিকাশক্তি হিসেবে ব্যবহার করা সম্ভব হবে।

Q. Discuss the role of algorithms, Artificial Intelligence, and social media platforms in shaping digital culture. What measures are required to ensure a safe and inclusive digital ecosystem? (15 Marks)

Scan to know more about our courses...



IAS 2-Year GS PCM



IAS 10-Month GS PCM



Degree + IAS



Prelims Test Series

সাধারণ অধ্যয়ন ২

2.1. আন্তর্জাতিক সম্পর্ক

2.1.1. ন্যাটো (NATO) -এর কৌশলগত বিবর্তন এবং ভারতের উভয়সংকট মোকাবেলা

শ্রেণীপট

- ২০২৬ সালের ন্যাটো আঙ্কারা শীর্ষ সম্মেলন (2026 NATO Ankara Summit) ইউরো-আটলান্টিক ম্যান্ডেট থেকে দীর্ঘমেয়াদী পদ্ধতিগত প্রতিদ্বন্দ্বিতা (long-term systemic rivalry), সরবরাহ শৃঙ্খলের বহুমুখীকরণ (supply chain diversification), এবং প্রযুক্তিগত একত্রীকরণ (tech integration)-এর দিকে একটি মোড় পরিবর্তন চিহ্নিত করেছে।
- এটি ভারতকে প্রতিরক্ষা শিল্প ক্ষেত্রে সুযোগ (defense industrial opportunities) প্রদানের পাশাপাশি রাশিয়ার সাথে তার ঐতিহ্যগত সম্পর্ককে (traditional relationship) পরীক্ষার মুখে ফেলে প্রভাবিত করেছে।



ভূমিকা

- ন্যাটোর একটি বিশ্বব্যাপী আন্তঃসংযুক্ত, প্রযুক্তি-চালিত কাঠামোর (globally interconnected, technology-driven framework) মধ্যে পুনর্নির্মাণ ইউরোপীয় নিরাপত্তাকে ইন্দো-প্যাসিফিকের (Indo-Pacific) সাথে গভীরভাবে যুক্ত করেছে।
- ভারত একটি দ্বিমুখী বাস্তবতার (dual reality) মুখোমুখি: একদিকে যেমন তাকে পশ্চিমা প্রতিরক্ষা শৃঙ্খলে (Western defense chains) একীভূত হতে হচ্ছে, অন্যদিকে মস্কোর সাথে তার কৌশলগত অংশীদারিত্ব (strategic partnership) পরিচালনা করতে হচ্ছে।

ন্যাটো এবং এর কৌশলগত রূপান্তর

- এটি একটি আন্তঃসরকারি সামরিক জোট (intergovernmental military alliance) যা ধারা ৫ (Article 5)-এর অধীনে যৌথ প্রতিরক্ষা নিশ্চিত করে।
- ২০২৬ সাল নাগাদ এর সদস্য সংখ্যা বৃদ্ধি পেয়ে ৩২ জনে (32 members) দাঁড়িয়েছে (যার মধ্যে ফিনল্যান্ড এবং সুইডেনের ঐতিহাসিক অন্তর্ভুক্তি রয়েছে)।
- এটি ৩৮ ট্রিলিয়ন ডলারের জিডিপি (GDP) এবং ৩০ লক্ষাধিক (over 3 million) সেনার একটি ঐক্যবদ্ধ সামরিক বাহিনীর নেতৃত্ব দেয়।

আঙ্কারা কৌশলগত পরিবর্তন

- এটি প্রধান নিরাপত্তা চ্যালেঞ্জ হিসেবে রাশিয়ার বিরুদ্ধে একটি স্থায়ী প্রতিরোধ ব্যবস্থা (permanent deterrence) প্রতিষ্ঠা করে।
- এটি দায়িত্বের একটি পুনর্বণ্টন (redistribution of responsibility) ঘটায়, যা অনেক বেশি ইউরোপীয় প্রতিরক্ষা ব্যয়ের ওপর জোর দেয়।
- এটি এআই (AI), সাইবার নিরাপত্তা (cybersecurity), কোয়ান্টাম কম্পিউটিং (quantum computing), এবং মহাকাশ স্থাপত্যকে (space architecture) মূল কৌশলগত অগ্রাধিকারে উন্নীত করে।

- এটি ইউরো-আটলান্টিক নিরাপত্তাকে সরাসরি ইন্দো-প্যাসিফিক এবং আর্কটিক ভূ-রাজনীতির (Indo-Pacific and Arctic geopolitics) সাথে যুক্ত করে এর পরিধি বাইরের দিকে প্রসারিত করে।

ন্যাটোর বিবর্তনের তাৎপর্য

- প্রতিরক্ষা দেশীয়করণের সুযোগ (Opportunities for Defense Indigenization):** ইউরোপের এই পুনরস্ত্রীকরণের ডেউ ভারতীয় প্রতিরক্ষা সংস্থাগুলোকে পশ্চিমা বৈশ্বিক সরবরাহ শৃঙ্খলে (global Western supply chains) প্রবেশের সুযোগ করে দেয়।
- গুরুত্বপূর্ণ প্রযুক্তিতে কৌশলগত সারিবদ্ধতা (Strategic Alignment on Critical Technologies):** এটি এআই এবং কোয়ান্টাম কম্পিউটিং-এর মতো অ-সামরিক ক্ষেত্রগুলোতে গভীর প্রযুক্তিগত অংশীদারিত্বের (deep technical partnerships) পথ উন্মুক্ত করে।
- সামুদ্রিক নিরাপত্তার শক্তিশালীকরণ (Reinforcement of Maritime Security):** এটি ভারত মহাসাগরে নৌচলাচলের স্বাধীনতা এবং জলদস্যুতা বিরোধী (anti-piracy) কার্যক্রমের জন্য সহযোগিতামূলক কাঠামোকে শক্তিশালী করে।
- মেরু ভূ-রাজনীতির পুনর্নির্মাণ (Reshaping Polar Geopolitics):** নর্ডিক দেশগুলোর সম্প্রসারণ সরাসরি আর্কটিক কাউন্সিলে ভারতের বৈজ্ঞানিক ও সম্পদ অনুসন্ধানের স্বার্থকে (scientific and resource exploration interests) প্রভাবিত করে।
- বাস্তবধর্মী বহু-সারিবদ্ধতার পরীক্ষা (Test of Pragmatic Multi-Alignment):** এটি শীতল যুদ্ধ আমলের কঠোর সামরিক ব্লকের পরিবর্তে ইস্যু-ভিত্তিক, নমনীয় কূটনৈতিক সারিবদ্ধতাকে (issue-based, flexible diplomatic alignments) উৎসাহিত করে।

ন্যাটোর সম্প্রসারণের সাথে সম্পর্কিত চ্যালেঞ্জসমূহ

- রাশিয়া উভয়সংকট (The Russia Dilemma):** একটি স্থায়ী ন্যাটো-রাশিয়া সংঘাত সামরিক সরঞ্জাম ও জ্বালানি নিরাপত্তার জন্য মস্কোর ওপর ভারতের যে নির্ভরশীলতা (reliance) রয়েছে, তার ওপর প্রচণ্ড চাপ সৃষ্টি করে।
- প্রতিরক্ষা সরবরাহ শৃঙ্খলে বিঘ্ন (Defense Supply Chain Disruptions):** ট্রান্সআটলান্টিক পুনরস্ত্রীকরণের ফলে গুরুত্বপূর্ণ খনিজ এবং গোলাবারুদ উৎপাদনে গুরুতর বৈশ্বিক সংকটের (severe global bottlenecks) সৃষ্টি হতে পারে।
- কৌশলগত স্বায়ত্তশাসনের ওপর চাপ (Pressure on Strategic Autonomy):** পশ্চিমা অংশীদারিত্বের নেটওয়ার্ক সম্প্রসারণ ভারতের স্বাধীন সিদ্ধান্ত গ্রহণ (independent decision-making) এবং জোট নিরপেক্ষতার নীতিকে হুমকির মুখে ফেলে।
- প্রযুক্তিগত মানদণ্ড থেকে বর্জন (Technological Standard Exclusion):** ন্যাটোর বন্ধ প্রযুক্তিগত মানদণ্ড ভারতের মতো অ-সদস্য দেশগুলোকে উন্নত গবেষণা ইকোসিস্টেম থেকে পদ্ধতিগতভাবে বর্জন করার (systemic exclusion) ঝুঁকি তৈরি করে।
- প্রতিপক্ষীয় পাল্টা-জোট (Adversarial Counter-Coalitions):** ইন্দো-প্যাসিফিকে ন্যাটোর সম্প্রসারণ একটি কঠোর চীন-রাশিয়া কৌশলগত অক্ষকে (China-Russia strategic axis) দ্রুত ত্বরান্বিত করতে পারে।

করণীয় পদক্ষেপ

- পুনরস্ত্রীকরণের সুবিধা নেওয়া (Leverage Rearmament):** ভারতীয় DPSU এবং বেসরকারি মহাকাশ সংস্থাগুলোকে ইউরোপীয় সাব-অ্যাসেম্বলি এবং দ্বৈত-ব্যবহারের উপাদানগুলোর জন্য নির্ভরযোগ্য উৎপাদন হাব (trusted manufacturing hubs) হিসেবে প্রতিষ্ঠিত করা।

- **ইস্যু-ভিত্তিক মিথস্ক্রিয়াকে প্রাতিষ্ঠানিক রূপ দেওয়া (Institutionalize Issue-Based Interactions):** আনুষ্ঠানিক জোটে না গিয়েও সামুদ্রিক নিরাপত্তা, সন্ত্রাসবাদ মোকাবেলা এবং সাইবার স্থিতিস্থাপকতার বিষয়ে ন্যাটোর সংস্থাগুলোর সাথে যুক্ত হওয়া (Engage)।
- **দ্বিপাক্ষিক ইউরোপীয় সম্পর্ক গভীর করা (Deepen Bilateral European Ties):** স্বতন্ত্র ইউরোপীয় শক্তিগুলোর (যেমন- ফ্রান্স, জার্মানি) সাথে ব্যাপক, সরাসরি প্রতিরক্ষা ও প্রযুক্তি অংশীদারিত্ব (defense and technology partnerships) জোরদার করা।
- **প্রযুক্তিগত আন্তঃকার্যক্ষমতা তৈরি করা (Build Technological Interoperability):** বিচ্ছিন্নতা এড়াতে এআই গভর্নেন্স এবং সাইবার প্রতিরক্ষায় ভারতের জাতীয় মানদণ্ডকে বৈশ্বিক বেষ্মার্কেস (global benchmarks) সাথে সারিবদ্ধ করা।
- **রাশিয়া-পশ্চিম সমীকরণ সামঞ্জস্য করা (Calibrate the Russia-West Equation):** পশ্চিমা অংশীদারিত্বের উন্নতি ঘটানোর পাশাপাশি মস্কোর সাথেও মজবুত সম্পর্ক বজায় রাখা, এবং এটি নিশ্চিত করা যে সমস্ত সিদ্ধান্ত শুধুমাত্র জাতীয় স্বার্থ দ্বারা চালিত (dictated solely by national interest) হয়।
- **অন্তর্ভুক্তিকে সমর্থন করা (Champion Inclusivity):** একটি স্বাধীন, রাষ্ট্র-নেতৃত্বাধীন ইন্দো-প্যাসিফিক স্থাপত্য নিশ্চিত করতে কোয়াড (Quad) এবং আইওআরএ (IORA)-এর মতো আঞ্চলিক কাঠামোগুলোকে শক্তিশালী করা।

উপসংহার

- আঙ্কারা শীর্ষ সম্মেলন প্রমাণ করে যে ন্যাটো প্রতিরক্ষা, শিল্প স্থিতিস্থাপকতা এবং প্রযুক্তিগত মানদণ্ডের একটি সমন্বিত ম্যাট্রিক্সে (integrated matrix) বিবর্তিত হচ্ছে। ভারতের জন্য, কৌশলগত স্বায়ত্তশাসনের নীতি (policy of strategic autonomy) মানে এই বৈশ্বিক পরিবর্তনগুলো থেকে নিষ্ক্রিয়ভাবে বিচ্ছিন্ন থাকা নয়। বরং, নতুন দিল্লিকে অবশ্যই তার সার্বভৌম নমনীয়তা রক্ষা করার পাশাপাশি অর্থনৈতিক লাভ অর্জনের জন্য এই নিরাপত্তা রূপান্তরের (security transformation) সাথে সক্রিয়ভাবে যুক্ত হতে হবে।

Q. The expansion and strengthening of NATO and a stronger US-Europe strategic partnership works well in India.' What is your opinion about this statement? Give reasons and examples to support your answer. [15 marks]

2.1.2. সিন্ধু জলচুক্তির ভূ-রাজনৈতিক পুনর্বিন্যাস

প্রসঙ্গ

- সিন্ধু জলচুক্তির (IWT) অধীনে ভারতের আন্তঃসীমান্ত জলনীতি (Transboundary Water Strategy) ঐতিহাসিক কৌশলগত সংযম (Strategic Restraint) থেকে সরে এসে এখন জাতীয় নিরাপত্তাকেন্দ্রিক (Security-linked) কাঠামোর দিকে অগ্রসর হয়েছে।
- দীর্ঘদিনের সীমান্তপারের সন্ত্রাসবাদ, যার চূড়ান্ত প্রকাশ ঘটে পাহালগাম হামলায়, ভারতের অবস্থানকে কঠোর করে তোলে। ২০২৩ ও ২০২৪ সালে চুক্তির পুরনো (১৯৬০ সালের) কাঠামো সংশোধনের জন্য পাঠানো নোটিশ পাকিস্তান উপেক্ষা করায় ভারত চুক্তিটিকে "স্থগিত" (In Abeyance) রাখার সিদ্ধান্ত নেয়।



ভূমিকা

১৯৬০ সালের **সিন্ধু জলচুক্তি (Indus Waters Treaty)** স্বাক্ষর করার মাধ্যমে ভারত আন্তঃসীমান্ত নদী ব্যবস্থাপনাকে (Transboundary Water Governance) জাতীয় নিরাপত্তার সঙ্গে সরাসরি যুক্ত করেছে। এর ফলে পশ্চিমাঞ্চলীয় নদীগুলির (Western Rivers) উপর ভারতের কৌশলগত অবস্থান আরও শক্তিশালী হলেও, দক্ষিণ এশিয়ায় যৌথ নদী ব্যবস্থাপনার ভবিষ্যৎ নিয়ে গুরুত্বপূর্ণ আইনগত, কূটনৈতিক ও ভূ-রাজনৈতিক প্রশ্নও সামনে এসেছে।

সিন্ধু জলচুক্তি (Indus Waters Treaty) কী?

- এটি একটি ঐতিহাসিক আন্তঃসীমান্ত জলবন্টন চুক্তি, যা **১৯ সেপ্টেম্বর ১৯৬০** সালে **করাচিতে বিশ্বব্যাংকের (World Bank)** মধ্যস্থতায় স্বাক্ষরিত হয়।
- এই চুক্তির মাধ্যমে **সিন্ধু অববাহিকার (Indus Basin)** নদীগুলি দুই দেশের মধ্যে ভাগ করা হয়। **পূর্বাঞ্চলীয় নদী (রাভি, বিয়াস ও শতদ্র)**-এর উপর ভারতের পূর্ণ অধিকার স্বীকৃত হয় এবং **পশ্চিমাঞ্চলীয় নদী (সিন্ধু, ঝিলম ও চেনাব)**-এর প্রধান ব্যবহার পাকিস্তানের জন্য নির্ধারিত হয়।
- পশ্চিমাঞ্চলীয় নদীগুলিতে ভারত নির্দিষ্ট শর্তসাপেক্ষে **গৃহস্থালি ব্যবহার, কৃষি এবং জলবিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য "রান-অব-দ্য-রিভার" (Run-of-the-River)** প্রকল্প পরিচালনা করতে পারে।
- চুক্তির কার্যকর বাস্তবায়নের জন্য দুই দেশের উচ্চপদস্থ কমিশনারদের নিয়ে **স্থায়ী সিন্ধু কমিশন (Permanent Indus Commission-PIC)** গঠন করা হয়েছে।

সিন্ধু জলচুক্তির (IWT) আইনগত কাঠামো (Legal Architecture)

- চুক্তির **Article XII(3)** অনুযায়ী, প্রয়োজন হলে চুক্তির বিধান সময়ে সময়ে সংশোধন করা যেতে পারে, তবে তার জন্য উভয় দেশের মধ্যে নতুন আনুষ্ঠানিক সরকারি চুক্তি আবশ্যিক।
- এই চুক্তি স্থায়ী প্রকৃতির। এতে কোনো একতরফা প্রত্যাহারের বিধান বা চুক্তি স্বাক্ষরিত হলে পুনরায় কার্যকর করার অভ্যন্তরীণ ব্যবস্থা নেই।
- বিরোধ নিষ্পত্তির জন্য এতে তিন-স্তরবিশিষ্ট কাঠামো রয়েছে—
 - প্রশ্ন (Questions) → স্থায়ী সিন্ধু কমিশন (PIC)
 - পার্থক্য (Differences) → নিরপেক্ষ বিশেষজ্ঞ (Neutral Expert)
 - বিরোধ (Disputes) → সালিশি আদালত (Court of Arbitration)।
- ভারতের **আন্তর্জাতিক বিচার আদালত (ICJ)**-সংক্রান্ত সংরক্ষিত অবস্থানের (Reservations) কারণে পাকিস্তানের কাছে ভারতের বিরুদ্ধে চুক্তি বাস্তবায়নে বাধ্য করার কার্যকর আন্তর্জাতিক আইনগত পথ নেই।

সিন্ধু জলচুক্তি (IWT) স্বাক্ষর করার গুরুত্ব (Significance of IWT Suspension)

১. সীমান্তপারের সঙ্কটবাদের বিরুদ্ধে কৌশলগত চাপ বৃদ্ধি

ভারত **"রক্ত ও জল একসঙ্গে প্রবাহিত হতে পারে না"**—এই নীতিকে সামনে এনে শান্তি ও নিরাপত্তার সঙ্গে জলসম্পদ ভাগাভাগিকে যুক্ত করেছে।

২. অবকাঠামো ও জলবিদ্যুৎ প্রকল্প নির্মাণে অধিক স্বাধীনতা

ভারত **ঝিলম ও চেনাব** নদীতে পাকিস্তানের প্রযুক্তিগত আপত্তি ছাড়াই বৃহৎ **Run-of-the-River** প্রকল্প ও বাঁধ নির্মাণে অধিক স্বাধীনতা পাবে।

৩. আঞ্চলিক বন্যা ও জলব্যবস্থাপনার উন্নতি

চুক্তি স্থগিত হওয়ায় ভারত আরও কার্যকরভাবে জল সংরক্ষণ ও প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করতে পারবে, যা বন্যাপ্রবণ কাশ্মীর উপত্যকার সুরক্ষায় সহায়ক হবে।

৪. জলসংক্রান্ত তথ্য ও জলবিদ্যাগত (Hydrological) তথ্যের উপর নিয়ন্ত্রণ বৃদ্ধি

মাসিক জলপ্রবাহ-সংক্রান্ত তথ্য আদান-প্রদান বন্ধ হলে পাকিস্তানের বর্ষা পরিকল্পনা ও কৃষিক্ষেত্রে বন্যা মোকাবিলার প্রস্তুতি ব্যাহত হতে পারে।

৫. পুরনো ও পরিবেশ-অসংবেদনশীল নদী বস্টন কাঠামো থেকে বেরিয়ে আসা

১৯৬০ সালের এই স্থির কাঠামোতে জলবায়ু পরিবর্তন, পরিবেশগত প্রবাহ (Environmental Flows) এবং আন্তঃসীমান্ত ভূগর্ভস্থ জলসম্পদের বিষয়টি বিবেচিত হয়নি। স্থগিতকরণ সেই সীমাবদ্ধতাকে সামনে এনেছে।

সিন্ধু জলচুক্তি (IWT) স্থগিত করার সঙ্গে যুক্ত চ্যালেঞ্জ

১. অবকাঠামো ও প্রকৌশলগত সীমাবদ্ধতা

ভারতের কাছে এখনও এমন পর্যাপ্ত খাল ও জলাধার নেই, যার মাধ্যমে পশ্চিমাঞ্চলীয় নদীগুলির বিপুল জলপ্রবাহ তাৎক্ষণিকভাবে অন্যদিকে সরিয়ে দেওয়া বা সংরক্ষণ করা সম্ভব।

২. পাকিস্তানে মানবিক ও অর্থনৈতিক প্রভাব

এই নদী অববাহিকা পাকিস্তানের প্রায় ৮০% কৃষিকে জল সরবরাহ করে। তাই জলপ্রবাহে বড় ধরনের পরিবর্তন খাদ্যসংকট ও শহরাঞ্চলে তীব্র জলসংকট সৃষ্টি করতে পারে।

৩. সামরিক বা অসমমিত (Asymmetric) সংঘাতের ঝুঁকি

জলকে কৌশলগত অস্ত্র হিসেবে ব্যবহার করলে জলসংকটে থাকা প্রতিবেশী দেশ অসমমিত সংঘাত (Gray-zone Conflict) বা সীমান্তে সরাসরি উত্তেজনার পথ বেছে নিতে পারে।

৪. আন্তর্জাতিক কূটনৈতিক চাপ ও ভাবমূর্তির ঝুঁকি

বিশ্বব্যাংকের মধ্যস্থতায় হওয়া একটি ঐতিহাসিক চুক্তি কার্যত অকার্যকর করলে আন্তর্জাতিক মহলে ভারতের ভাবমূর্তি এবং দায়িত্বশীল উজানের রাষ্ট্র (Responsible Upper Riparian State) হিসেবে অবস্থান নিয়ে প্রশ্ন উঠতে পারে।

৫. জটিল আন্তর্জাতিক আইনগত অচলাবস্থা

যে চুক্তিতে প্রত্যাহারের কোনো ধারা নেই, তা কার্যত স্থগিত করার ফলে দীর্ঘমেয়াদে আইনগত ও কূটনৈতিক জটিলতা সৃষ্টি হতে পারে।

অগ্রগতির পথ

১. দেশীয় জল অবকাঠামো দ্রুত উন্নয়ন

দীর্ঘদিন ধরে বিলম্বিত জলাধার, খাল ও জলবিদ্যুৎ প্রকল্পগুলির অর্থায়ন ও নির্মাণ দ্রুত সম্পন্ন করতে হবে, যাতে ভারতের প্রাপ্য নদীর জল সম্পূর্ণভাবে ব্যবহার করা যায়।

২. জলবায়ু-সহনশীল সমন্বিত কৌশল প্রণয়ন

III গান্ধীনগর-এর অববাহিকা-সংক্রান্ত গবেষণাসহ উন্নত তথ্য ব্যবহার করে পূর্বাঞ্চলীয় নদী অববাহিকায় সম্ভাব্য ২০% বৃষ্টিপাত হ্রাস মোকাবিলার পরিকল্পনা গ্রহণ করতে হবে।

৩. ভবিষ্যৎ আলোচনার জন্য কঠোর নিরাপত্তা-ভিত্তিক শর্ত নির্ধারণ

স্থায়ী সিন্ধু কমিশনের (PIC) সঙ্গে ভবিষ্যৎ আলোচনার আগে সন্ত্রাসবাদী অবকাঠামোর বিরুদ্ধে যাচাইযোগ্য পদক্ষেপকে পূর্বশর্ত হিসেবে নির্ধারণ করতে হবে।

৪. কেন্দ্র ও রাজ্যের মধ্যে সমন্বিত জল পরিকল্পনা জোরদার করা

কেন্দ্রীয় সরকার এবং নদীসংলগ্ন রাজ্য যেমন পাঞ্জাব ও জম্মু ও কাশ্মীর-এর মধ্যে কার্যকর সমন্বয় গড়ে তুলে জলসম্পদের সর্বোচ্চ ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।

৫. সক্রিয় আন্তর্জাতিক কূটনৈতিক উদ্যোগ গ্রহণ

বিশ্বব্যাংকসহ আন্তর্জাতিক অংশীদারদের কাছে স্পষ্টভাবে ব্যাখ্যা করতে হবে যে, এই স্থগিতকরণ জাতীয় নিরাপত্তার প্রয়োজনীয়তার ভিত্তিতে করা হয়েছে।

৬. কঠোর পরিবেশগত সুরক্ষা ব্যবস্থা কার্যকর করা

ভারতের অভ্যন্তরে নদীদূষণ রোধে পয়ঃশোধন, দূষণ নিয়ন্ত্রণ এবং পরিবেশ সংরক্ষণের কঠোর মানদণ্ড কার্যকর করতে হবে।

উপসংহার

সিন্ধু জলচুক্তি স্থগিত করার সিদ্ধান্ত প্রমাণ করে যে, ভারত এখন জলসম্পদ ব্যবস্থাপনাকে জাতীয় নিরাপত্তার সঙ্গে আরও ঘনিষ্ঠভাবে যুক্ত করেছে। ভবিষ্যতে কৌশলগত সুবিধার পাশাপাশি শক্তিশালী জল অবকাঠামো, জলবায়ু-সহনশীল ব্যবস্থাপনা এবং দায়িত্বশীল কূটনীতির মাধ্যমে ভারতের জাতীয় স্বার্থ ও আঞ্চলিক স্থিতিশীলতা—উভয়ই নিশ্চিত করতে হবে।

Q. "The situation today is far different to that prevalent fifty years back when the Indus Water Treaty was signed." Highlight the complexity of the current challenges on both sides of the border in this regard. Do you think that a review of the Treaty is in India's best interests? 15 marks

Scan to know more about our courses...



IAS 2-Year GS PCM



IAS 10-Month GS PCM



Degree + IAS



Prelims Test Series

সাধারণ অধ্যয়ন ৩

3.1. অর্থনীতি

3.1.1. বায়োগ্যাস কি ভারতের জ্বালানি নিরাপত্তায় সাহায্য করতে পারে?

ভূমিকা

ভারত তার প্রয়োজনীয় অপরিিশোধিত তেলের প্রায় 85% আমদানি করে, যা এর জ্বালানি নিরাপত্তাকে বিশেষ করে পশ্চিম এশিয়ার ভূ-রাজনৈতিক অস্থিরতার প্রতি সংবেদনশীল করে তোলে। এই প্রেক্ষাপটে, কম্প্রেসড বায়োগ্যাস (CBG) গ্রামীণ উন্নয়ন এবং জলবায়ুর স্থায়িত্বকে ত্বরান্বিত করার পাশাপাশি আমদানির ওপর নির্ভরতা হ্রাস করার জন্য একটি নবায়নযোগ্য, দেশীয় এবং পরিচ্ছন্ন বিকল্প প্রদান করে।



বায়োগ্যাস কী?

1. জৈব বর্জ্য থেকে তৈরি নবায়নযোগ্য জ্বালানি

ফসল কাটা পরবর্তী অবশিষ্টাংশ, পশুপাখির মলমূত্র (গোবর) এবং খাদ্য বর্জ্যের মতো জৈব বর্জ্যের অ্যারোবিক অবক্ষয় বা পচন (anaerobic decomposition)-এর মাধ্যমে বায়োগ্যাস উৎপাদিত হয়। এটি মূলত মিথেন (CH_4), কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) এবং সামান্য পরিমাণে অন্যান্য গ্যাসের সমন্বয়ে গঠিত।

2. কম্প্রেসড বায়োগ্যাস (CBG) হিসেবে পরিিশোধিত

পরিিশোধনের পর, বায়োগ্যাসকে কম্প্রেসড বায়োগ্যাসে (CBG) রূপান্তরিত করা হয়, যা রাসায়নিকভাবে সিএনজি (CNG)-এর হুবহু অনুরূপ। এটি একটি নবায়নযোগ্য, কার্বন-নিরপেক্ষ জ্বালানি যা একাধিক ক্ষেত্রে জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প হতে পারে।

3. বহুমুখী ব্যবহার

CBG পরিবহন জ্বালানি, রান্নার জ্বালানি এবং বিদ্যুৎ উৎপাদন ও শিল্পকারখানার গরম করার কাজে ব্যবহৃত হয়। আমদানিকৃত জ্বালানির ওপর নির্ভরতা কমাতে এটি পাইপড ন্যাচারাল গ্যাস (PNG) নেটওয়ার্কের মাধ্যমেও সরবরাহ করা যেতে পারে।

ভারতের জন্য বায়োগ্যাস কেন গুরুত্বপূর্ণ?

1. জ্বালানি নিরাপত্তা শক্তিশালীকরণ

- আমদানি নির্ভরতা হ্রাস করে: বায়োগ্যাস আমদানিকৃত অপরিিশোধিত তেল এবং এলএনজি (LNG)-র পরিবর্তে একটি অভ্যন্তরীণভাবে উৎপাদিত নবায়নযোগ্য জ্বালানি প্রতিস্থাপন করে, যা ভারতের জ্বালানি স্বনির্ভরতা উন্নত করে।
- জ্বালানির স্থিতিস্থাপকতা বৃদ্ধি করে: এটি জ্বালানির মিশ্রণকে বৈচিত্র্যময় করে এবং পশ্চিম এশিয়ায় তৈরি হওয়া উত্তেজনার মতো ভূ-রাজনৈতিক বিষয়, যা জ্বালানি সরবরাহে প্রভাব ফেলে, তার প্রতি ঝুঁকি কমায়।

2. বৃত্তাকার অর্থনীতি (Circular Economy)-র প্রসার

- বর্জ্যকে সম্পদে রূপান্তর: কৃষি অবশিষ্টাংশ, গোবর, খাদ্য বর্জ্য এবং পৌরসভার বর্জ্য দূষক হওয়ার পরিবর্তে পরিচ্ছন্ন শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
- মূল্যবান উপজাত (By-products) তৈরি: বায়োগ্যাস উৎপাদনের পর অবশিষ্ট থাকা স্লারি (slurry) পুষ্টিসমৃদ্ধ জৈব সার হিসেবে কাজ করে, যা রাসায়নিক সারের ওপর নির্ভরতা কমায়।

3. জলবায়ু পরিবর্তন প্রশমনে সহায়তা

- **কম-কার্বনযুক্ত শক্তির উৎস:** বায়োগ্যাস একটি কার্বন-নিরপেক্ষ জ্বালানি যা জীবাশ্ম জ্বালানি প্রতিস্থাপনের মাধ্যমে গ্রিনহাউস গ্যাস নির্গমন হ্রাস করে।
- **জলবায়ু প্রতিশ্রুতি অর্জনে সাহায্য করে:** এটি ২০৭০ সালের মধ্যে ভারতের প্যারিস চুক্তির লক্ষ্যমাত্রা, **পঞ্চমুত লক্ষ্য (Panchamrit goals)** এবং **নেট জিরো (Net Zero)** নির্গমন লক্ষ্যমাত্রা অর্জনে অবদান রাখে।

4. নাড়া বা খড় পোড়ানো (Stubble Burning) সমস্যার সমাধান

- **ফসলের অবশিষ্টাংশকে অর্থনৈতিক মূল্য দেওয়া:** কৃষকরা কৃষি বর্জ্য পুড়িয়ে ফেলার পরিবর্তে বায়োগ্যাস প্লান্টে সরবরাহ করতে পারেন, যা তাদের আয়ের একটি অতিরিক্ত উৎস তৈরি করে।
- **পরিবেশের মান উন্নয়ন:** নাড়া পোড়ানো কমার ফলে বায়ু দূষণ হ্রাস পায়, মাটির স্বাস্থ্য উন্নত হয় এবং জনস্বাস্থ্য সুরক্ষিত থাকে।

5. গ্রামীণ উন্নয়নের প্রসার

- **গ্রামীণ জীবিকার সুযোগ তৈরি:** বায়োগ্যাস প্লান্টগুলো বায়োমাস সংগ্রহ, পরিবহন, প্লান্ট পরিচালনা এবং রক্ষণাবেক্ষণের কাজে কর্মসংস্থান সৃষ্টি করে।
- **গ্রামীণ অর্থনীতি শক্তিশালীকরণ:** এগুলো স্থানীয় উদ্যোক্তাদের উৎসাহিত করে, বর্জ্য ব্যবস্থাপনা উন্নত করে এবং কৃষকদের একটি অতিরিক্ত ও টেকসই আয়ের উৎস প্রদান করে।

বায়োগ্যাস প্রসারে সরকারি উদ্যোগ

1. SATAT স্কিম (2018) (Sustainable Alternative Towards Affordable Transportation)

- **CBG উৎপাদন বৃদ্ধি:** আমদানিকৃত জীবাশ্ম জ্বালানির ওপর নির্ভরতা কমাতে এবং পরিচ্ছন্ন পরিবহন ব্যবস্থার প্রসারে ৫,০০০টি কম্প্রেসড বায়োগ্যাস (CBG) প্লান্ট স্থাপনের লক্ষ্য নির্ধারণ করা হয়েছে এই স্কিমে।
- **সীমিত অগ্রগতি:** ২০২৩ সালের মধ্যে ৫,০০০ প্লান্টের লক্ষ্যের বিপরীতে, জুন ২০২৬ নাগাদ মাত্র 132টি প্লান্ট চালু করা সম্ভব হয়েছে, যা একটি বড় ধরনের বাস্তবায়ন ঘাটতি নির্দেশ করে।

2. গোবর্ধন (GOBARDhan) স্কিম (Galvanising Organic Bio-Agro Resources Dhan)

- **বর্জ্যকে সম্পদে রূপান্তর:** এই স্কিমটি কৃষি অবশিষ্টাংশ, গোবর এবং পৌরসভার বর্জ্যকে বায়োগ্যাস ও জৈব সারে রূপান্তরিত করার মাধ্যমে জৈব বর্জ্যের বৈজ্ঞানিক ব্যবস্থাপনাকে উৎসাহিত করে।
- **আর্থিক এবং অবকাঠামোগত সহায়তা:** সরকার কমিউনিটি বায়োগ্যাস প্লান্টের জন্য প্রতি জেলায় ৫০ লাখ টাকা পর্যন্ত, বায়োমাস সংগ্রহের যন্ত্রপাতির জন্য ৫৬৪ কোটি টাকা এবং পাইপলাইন সংযোগের জন্য ৯৯৪ কোটি টাকা প্রদান করছে।

3. বাধ্যতামূলক CBG মিশ্রণের বাধ্যবাধকতা (Mandatory CBG Blending Obligation)

- **বাজারের চাহিদা তৈরি:** ন্যাশনাল বায়োফুয়েলস কোঅর্ডিনেশন কমিটি উৎপাদকদের জন্য একটি স্থিতিশীল বাজার নিশ্চিত করতে প্রাকৃতিক গ্যাসের সাথে CBG-র মিশ্রণ বাধ্যতামূলক করেছে।
- **পর্যায়ক্রমিক বাস্তবায়ন:** ভারতের পরিচ্ছন্ন জ্বালানি রূপান্তরকে সমর্থন করতে কম্প্রেসড ন্যাচারাল গ্যাস (CNG) এবং পাইপড ন্যাচারাল গ্যাস (PNG) উভয়ের জন্যই এই মিশ্রণের লক্ষ্যমাত্রা অর্থবর্ষ ২৬-এ ১% থেকে শুরু করে অর্থবর্ষ ২৯-এর মধ্যে ধীরে ধীরে 5% পর্যন্ত বৃদ্ধি করা হবে।

বায়োগ্যাস উন্নয়নের চ্যালেঞ্জসমূহ

1. ধীরগতির বাস্তবায়ন

SATAT স্কিমের অধীনে উচ্চাকাঙ্ক্ষী লক্ষ্য থাকা সত্ত্বেও, ৫,০০০ প্লান্টের বিপরীতে মাত্র ১৩২টি CBG প্লান্ট চালু হয়েছে, যা উল্লেখযোগ্য বাস্তবায়ন এবং কার্যনির্বাহী বাধাগুলো তুলে ধরে।

2. উচ্চ প্রাথমিক মূলধন খরচ

বায়োগ্যাস প্লান্ট স্থাপনের জন্য প্রযুক্তি এবং অবকাঠামোতে প্রচুর অগ্রিম বিনিয়োগের প্রয়োজন হয়, অন্যদিকে দীর্ঘ প্রজেক্ট ডেভেলপমেন্ট পিরিয়ড এর বাণিজ্যিক আকর্ষণ কমিয়ে দেয়।

3. অর্থায়নে সীমিত প্রবেশাধিকার

ঝুঁকির ধারণা, জামানতের অভাব এবং বিনিয়োগের অনিশ্চিত রিটার্নের কারণে বায়োগ্যাস প্রকল্পগুলো প্রাতিষ্ঠানিক ঋণ পাওয়ার ক্ষেত্রে প্রায়ই সমস্যার সম্মুখীন হয়।

4. অপরিপূর্ণ অবকাঠামো

দুর্বল বায়োমাস সংগ্রহ নেটওয়ার্ক, পরিবহন সুবিধা, স্টোরেজ সিস্টেম এবং গ্যাস পাইপলাইন সংযোগ CBG প্লান্টগুলোর দক্ষ কার্যকারিতা এবং সম্প্রসারণে বাধা সৃষ্টি করে।

5. বেসরকারি খাতের কম অংশগ্রহণ

স্বল্প মুনাফা, নীতিগত অনিশ্চয়তা এবং উচ্চ পরিচালন ব্যয় বেসরকারি বিনিয়োগকারীদের বড় আকারে বায়োগ্যাস খাতে প্রবেশ করতে নিরুৎসাহিত করে।

6. কৃষি এবং খাদ্য নিরাপত্তার ওপর বিরূপ প্রভাব

ভুট্টা-ভিত্তিক জৈব জ্বালানির জন্য ক্রমবর্ধমান প্রণোদনা কৃষকদের ডাল, তৈলবীজ এবং মিলেট চাষ থেকে সরিয়ে ভুট্টা চাষের দিকে ঝুঁকতে উৎসাহিত করেছে, যা ফসলের বৈচিত্র্য ও খাদ্য নিরাপত্তাকে হুমকির মুখে ফেলতে পারে এবং ভোজ্যতেল ও ডাল আমদানির ওপর নির্ভরতা বাড়িয়ে দিতে পারে।

কভার করা টেকসই উন্নয়ন লক্ষ্যমাত্রা (SDGs)

- SDG 7 – সশস্ত্রী এবং পরিচ্ছন্ন জ্বালানি (Affordable and Clean Energy)
- SDG 11 – টেকসই শহর এবং সম্প্রদায় (Sustainable Cities and Communities)
- SDG 12 – দায়িত্বশীল ভোগ ও উৎপাদন (Responsible Consumption and Production)
- SDG 13 – জলবায়ু পদক্ষেপ (Climate Action)
- SDG 15 – স্থলের জীবন (Life on Land)

ভবিষ্যৎ পন্থা (Way Forward)

- **আর্থিক সহায়তা জোরদার করা:** CBG প্রকল্পগুলোর আর্থিক কার্যকারিতা উন্নত করতে এবং বিনিয়োগ আকর্ষণ করতে ক্যাপিটাল সাবসিডি, ভায়াবিলিটি গ্যাপ ফান্ডিং (VGF), সফট লোন এবং সুদের ছাড় প্রদান করা।
- **কর ছাড়ের সুবিধা দেওয়া:** প্রকল্পের খরচ কমাতে এবং বেসরকারি খাতের বৃহত্তর অংশগ্রহণকে উৎসাহিত করতে ত্বরান্বিত অবচয় (accelerated depreciation), ট্যাক্স হলিডে এবং জিএসটি (GST) যৌক্তিকীকরণ চালু করা।
- **শক্তিশালী অবকাঠামো গড়ে তোলা:** একটি দক্ষ এবং নির্ভরযোগ্য CBG সরবরাহ শৃঙ্খল নিশ্চিত করতে বায়োমাস একত্রীকরণ, স্টোরেজ সুবিধা, পরিবহন নেটওয়ার্ক এবং গ্যাস পাইপলাইন সংযোগ শক্তিশালী করা।

- **বর্জ্য-ভিত্তিক ফিডস্টকে অগ্রাধিকার দেওয়া:** খাদ্য নিরাপত্তাকে সুরক্ষিত রাখতে ভুট্টার মতো খাদ্যশস্যের ওপর অতিরিক্ত নির্ভরতা নিরুৎসাহিত করে ফসলের অবশিষ্টাংশ, গোবর এবং পৌরসভার জৈব বর্জ্যকে ফিডস্টক বা কাঁচামাল হিসেবে অগ্রাধিকার দেওয়া।
- **স্থিতিশীল মূল্য নির্ধারণ পদ্ধতি নিশ্চিত করা:** বাজার নিশ্চিত করতে এবং বিনিয়োগকারীদের আত্মবিশ্বাস বাড়াতে CBG উৎপাদকদের জন্য নিশ্চিত অফটেক (offtake) এবং লাভজনক মূল্য প্রদান করা।
- **সরকারি-বেসরকারি অংশীদারিত্ব (PPP) বৃদ্ধি:** প্রযুক্তি গ্রহণ, পরিচালন দক্ষতা এবং বায়োগ্যাস প্লান্টের বড় আকারের স্থাপনা উন্নত করতে সরকার ও বেসরকারি খাতের মধ্যে সহযোগিতাকে উৎসাহিত করা।
- **গ্রামীণ অর্থনীতির সাথে বায়োগ্যাসকে একীভূত করা:** গ্রামীণ কর্মসংস্থান সৃষ্টি এবং একটি টেকসই কাঁচামাল ইকোসিস্টেম নিশ্চিত করতে বায়োমাস সংগ্রহ ও সরবরাহ শৃঙ্খলে ফার্মার্স প্রডিউসার অর্গানাইজেশন (FPO), সমবায় এবং পঞ্চায়েতগুলোকে অন্তর্ভুক্ত করা।

উপসংহার

কম্প্রেসড বায়োগ্যাস (CBG) টেকসই কৃষি, বর্জ্য ব্যবস্থাপনা এবং গ্রামীণ উন্নয়নের পাশাপাশি ভারতের জ্বালানি নিরাপত্তাকে শক্তিশালী করতে পারে। কার্যকর বাস্তবায়ন, পর্যাপ্ত প্রণোদনা এবং বর্জ্য-ভিত্তিক কাঁচামালের ওপর মনোযোগ দিলে, CBG ভারতের পরিচ্ছন্ন জ্বালানি লক্ষ্য (২০৩০) এবং **আত্মনির্ভর ভারতের** একটি অন্যতম মূল স্তম্ভ হয়ে উঠতে পারে।

Q. Compressed Biogas (CBG) has the potential to strengthen India's energy security while promoting sustainable agriculture and rural development. Examine the opportunities and challenges associated with the expansion of the biogas sector in India. 15 marks

3.2. বিজ্ঞান ও প্রযুক্তি

3.2.1. গগনযান: ভারতের মানববাহী মহাকাশ অভিযানের অ্যারো-থার্মোডাইনামিক ফ্রন্টিয়ার্স নেভিগেট করা

প্রেক্ষাপট (Context)

গগনযান হলো ভারতের প্রথম মানববাহী মহাকাশ অভিযান, যার লক্ষ্য তিনজন ত্রু সদস্যকে তিন দিনের জন্য ৪০০ কিলোমিটারের একটি নিম্ন পৃথিবী কক্ষপথে (Low Earth Orbit) পাঠানো এবং তাদের নিরাপদ প্রত্যাবর্তন নিশ্চিত করা। এটি অরবিটাল মডিউলকে (ত্রু মডিউল এবং সার্ভিস মডিউল) কক্ষপথে স্থাপন করার জন্য **হিউম্যান-রেটেড লঞ্চ ভেহিকেল মার্ক ৩ (HLVM3)** ব্যবহার করে, যার পর অ্যারো-ব্রেকিং অবতরণ এবং সমুদ্রে স্প্যাশডাউন সম্পন্ন হবে।



ভূমিকা

গগনযান মানুষের মহাকাশ অনুসন্ধানে ইসরো (ISRO)-এর কৌশলগত রূপান্তরকে চিহ্নিত করে। ২০২৬ সালের আগে এটি উৎক্ষেপণ করা হবে বলে আশা করা হচ্ছে। এই মিশনের জন্য জটিল জীবন-সহায়ক ব্যবস্থা, প্রপালশন এবং রি-এন্ট্রি ডিসেলেরেশন প্রযুক্তির দেশীয় দক্ষতা প্রয়োজন, যা ভারতকে মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র, রাশিয়া এবং চীনের মতো অভিজাত মহাকাশচারী দেশগুলির কাতারে উন্নীত করতে প্রস্তুত।

হিউম্যান-রেটেড লঞ্চ ভেহিকেল মার্ক ৩ (HLVM3)-এর বৈশিষ্ট্যসমূহ

- **হেভি-লিফট হেরিটেজ:** এটি ইসরোর কার্যক্ষম হেভি-লিফট রকেট LVM3 (পূর্বে GSLV Mk III)-এর একটি মানব-রেটেড এবং অত্যন্ত নির্ভরযোগ্য সংস্করণ।
- **তিন-স্তরের প্রপালশন (Three-Stage Propulsion):** এটি একটি শক্তিশালী তিন-স্তরের কনফিগারেশনে কাজ করে, যার মধ্যে রয়েছে দুটি সলিড স্ট্রাপ-অন মোটর (S200), একটি লিকুইড কোর স্টেজ (L110), এবং একটি উচ্চ-ক্ষমতাসম্পন্ন ক্রায়োজেনিক আপার স্টেজ (C25)।
- **ক্রু এক্সেপ সিস্টেম (CES):** এটি একটি স্বায়ত্তশাসিত, উচ্চ দহন হারের সলিড মোটর CES-এর সাথে সংহত, যা উৎক্ষেপণের আগে বা উড্ডয়নকালীন কোনো ত্রুটির ক্ষেত্রে লঞ্চ ভেহিকেল থেকে ক্রু মডিউলকে দ্রুত পৃথক করার জন্য ডিজাইন করা হয়েছে।
- **ইন্টেলিজেন্ট রিডাভেলি:** এটি শূন্য-ত্রুটি পারফরম্যান্স নিশ্চিত করতে এবং নভোচারীদের নিরাপত্তা সর্বাধিক করতে ব্যাপক কোয়ালিটি রিডাভেলি সহ অত্যাধুনিক অ্যান্টিওনিক্সে সজ্জিত।
- **পেলোড অপটিমাইজেশন (Payload Optimization):** এটি কাঠামোগত অখণ্ডতা বজায় রেখে বিশাল প্রায় ৮,০০০ কেজি ওজনের অরবিটাল মডিউলকে নির্ধারিত ৪০০ কিমি ট্রাজেক্টরিতে নিরাপদে নিয়ে যাওয়ার জন্য বিশেষভাবে তৈরি করা হয়েছে।

মডিউল আর্কিটেকচার এবং রি-এন্ট্রি ডাইনামিকস

- **দ্বি-মডিউল কনফিগারেশন (Two-Module Configuration):** গগনযান একটি সুবিন্যস্ত, দ্বি-বিভাগের অরবিটাল মডিউল ব্যবহার করে উৎক্ষেপণ এবং রি-এন্ট্রি ভরকে অপটিমাইজ করে। অ-চাপযুক্ত (unpressurized) সার্ভিস মডিউলটি প্রপালশনকে সহায়তা করে এবং অবতরণের সময় পুড়ে যায়, অন্যদিকে থার্মাল প্রোটেকশন সিস্টেমে সজ্জিত ডাবল-ওয়ালযুক্ত ক্রু মডিউলটি ক্রু এবং জীবন-সহায়ক ব্যবস্থা ধারণ করে।
- **স্ফিয়ার-কোন জিওমেট্রি (Sphere-Cone Geometry):** অভ্যন্তরীণ আয়তন এবং অ্যারোডাইনামিক লিফটের ভারসাম্য বজায় রাখতে ক্রু মডিউলটি একটি স্ফিয়ার-কোন আকৃতি ব্যবহার করে। ভেঁতা ভিত্তিটি তীব্র ঘর্ষণজনিত তাপকে দূরে সরিয়ে দিতে একটি বিচ্ছিন্ন শকওয়েভ তৈরি করে, আর কনিক্যাল বডিটি একটি নিয়ন্ত্রিত, কম-জি (low-g) অবতরণের জন্য প্রয়োজনীয় লিফট প্রদান করে (যা একটি নিখুঁত গোলকের মারাত্মক অবাধ পতনকে এড়ায়)।
- **মাল্টি-স্টেবিলিটি চ্যালেঞ্জ (Multi-Stability Challenges):** অভ্যন্তরীণ প্যাকেজিংয়ের সীমাবদ্ধতার কারণে নিখুঁত মনো-স্টেবিলিটি অর্জন ব্যাহত হয়, যার ফলে দুটি স্থিতিশীল দিকসহ একটি বাই-স্টেবল মডিউল তৈরি হয়। বাতাসে ফ্লাইট কন্ট্রোল থ্রাস্টার এবং জলে গ্যাস-ভিত্তিক আপ-রাইটিং সিস্টেমের মাধ্যমে অবাস্তব অবস্থানগুলি সক্রিয়ভাবে পরিচালনা করা হয়।
- **ডাইনামিক ইনস্টেবিলিটি (Dynamic Instability):** ক্যাপসুলটির গতি যখন শব্দের গতির চেয়ে কমে যায়, তখন বাউন্সিং শকওয়েভগুলি গতিশীল অস্থিরতা (dynamic instability) তৈরি করে। বিপর্যয়কর গড়াগড়ি (tumbling) রোধ করতে এর জন্য অতি-নির্ভুল থ্রাস্টার সংশোধন বা সময়মতো প্যারাসুট মোতায়েন করা প্রয়োজন।

গ্লোবাল রি-এন্ট্রি পদ্ধতি (Global Re-Entry Approaches)

- **রাশিয়ান ট্রাই-মডিউল সিস্টেম (Soyuz):** কাঠামোগত ভর এবং তাপীয় লোড মারাত্মকভাবে হ্রাস করতে রি-এন্ট্রির আগে অতিরিক্ত অরবিটাল লিভিং মডিউলটি বর্জন করে।
- **চীনা স্কেলড আর্কিটেকচার (Shenzhou):** সোয়ুজের মতো একটি পরিবর্তিত ট্রাই-মডিউল পদ্ধতি গ্রহণ করে, যা স্থিতিশীলতা এবং তাপীয় গতিবিদ্যা পরিচালনা করতে শক্তিশালী স্বায়ত্তশাসিত থ্রাস্টার সংশোধন ব্যবহার করে।
- **আমেরিকান ব্লান্ট-কোন প্যারাদাইম (Crew Dragon/Orion):** অফসেট সেন্টার অফ গ্র্যাভিটি সহ ভেঁতা-শঙ্কু (blunt-cone) জ্যামিতি ব্যবহার করে, যা সক্রিয় অ্যারোডাইনামিক স্টিয়ারিং এবং উল্লেখযোগ্যভাবে জি-ফোর্স হ্রাসের অনুমতি দেয়।

- **ঐতিহাসিক ব্যালিস্টিক স্ট্র্যাটেজি (Vostok):** সম্পূর্ণরূপে গোলাকার ক্যাপসুল ব্যবহার করত যা অভ্যন্তরীণ আয়তন সর্বাধিক করলেও এতে লিফটের অভাব ছিল, যার ফলে খাড়া, অনিয়ন্ত্রিত এবং উচ্চ-জি অবতরণ ঘটত।

গগনযান মিশনের গুরুত্ব (Significance)

- **প্রযুক্তিগত স্বায়ত্তশাসন (Technological Autonomy):** মানব-রেটেড লঞ্চ ভেহিকেল, উন্নত অ্যাভিওনিক্স এবং জটিল ক্রু এক্সেপ সিস্টেম তৈরিতে দেশীয় সক্ষমতা প্রদর্শন করে।
- **মাইক্রোগ্রাভিটি গবেষণা (Microgravity Research):** মাইক্রোগ্রাভিটি পরিবেশে উন্নত পরীক্ষার সুবিধা প্রদান করে, যা চিকিৎসা, জীববিজ্ঞান এবং পদার্থ বিজ্ঞানে যুগান্তকারী সাফল্য এনে দেয়।
- **অর্থনৈতিক অনুঘটক (Economic Catalyst):** উচ্চ-প্রযুক্তি সম্পন্ন মহাকাশ-সংশ্লিষ্ট শিল্পকে উৎসাহিত করে অর্থনৈতিক প্রবৃদ্ধি উদ্দীপিত করে, বিশেষায়িত কর্মসংস্থান সৃষ্টি করে এবং বেসামরিক প্রযুক্তির বিকাশ ঘটায়।
- **পররাষ্ট্র নীতির সুবিধা (Foreign Policy Leverage):** একটি শক্তিশালী কূটনৈতিক হাতিয়ার হিসেবে কাজ করে, যা আন্তর্জাতিক সহযোগিতা, জ্ঞান বিনিময় এবং যৌথ মহাকাশ অনুসন্ধান মিশনের সুযোগ উন্মুক্ত করে।
- **তরুণদের অনুপ্রেরণা (Inspiration for Youth):** একটি স্মরণীয় মাইলফলক হিসেবে কাজ করে যা পরবর্তী প্রজন্মকে বিজ্ঞান, প্রযুক্তি এবং প্রকৌশলে চ্যালেঞ্জিং ক্যারিয়ার গড়তে অনুপ্রাণিত করে।

বাস্তবায়নের চ্যালেঞ্জসমূহ

- **মহাকাশ পরিবহনের সীমাবদ্ধতা:** কাস্টমাইজড, মানব-রেটেড হেলি-লিফট রকেট তৈরি করা যা সাধারণ যোগাযোগ উপগ্রহের চেয়ে উল্লেখযোগ্যভাবে ভারী পেলোড নিরাপদে পরিবহন করতে পারে।
- **এনভায়রনমেন্টাল ইঞ্জিনিয়ারিং:** অক্সিজেন, জল, খাদ্য এবং মানুষের বর্জ্য নির্ভরযোগ্যভাবে পরিচালনা করার জন্য একটি সীমাবদ্ধ মডিউলের মধ্যে একটি পুনরুৎপাদনশীল পৃথিবী-সদৃশ পরিবেশ তৈরি করা।
- **ক্রু নিরাপত্তা এবং স্বাস্থ্য:** শূন্য-মহাকর্ষীয় পরিবেশের সহজাত রেডিয়েশন এক্সপোজার, মনস্তাত্ত্বিক চাপ, ক্লান্তি এবং ঘুমের ব্যাঘাত থেকে মহাকাশচারীদের রক্ষা করা।
- **প্রশিক্ষণ পরিকাঠামো:** গুরুত্বপূর্ণ সিমুলেশন সুবিধার ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ ঘাটতি কাটিয়ে ওঠা, যার কারণে প্রাথমিকভাবে মহাকাশচারীদের প্রস্তুতির জন্য বিদেশী মহাকাশ সংস্থার ওপর নির্ভর করতে হয়েছিল।
- **প্রযুক্তিগত বৈধতা (Technological Validation):** প্রকৃত পরিচালনগত পরিস্থিতিতে জটিল অ্যাবর্ট মেকানিজম এবং সাপোর্ট সিস্টেমগুলি নিরাপদে পরীক্ষা করা, যা সহজাতভাবে ঝুঁকিপূর্ণ এবং মাটিতে প্রতিলিপি করা কঠিন।

ভবিষ্যতের পথ (Way Forward)

- **সিমুলেশন অবকাঠামো সম্প্রসারণ:** মহাকাশচারীদের জন্য শূন্য-মহাকর্ষ, চরম তাপীয় লোড এবং মনস্তাত্ত্বিক বিচ্ছিন্নতার সিমুলেট করতে ব্যাপক দেশীয় পরীক্ষার সুবিধা স্থাপন করা।
- **ট্রান্সোনিক ডিসেলেরেশন মেকানিজম উন্নত করা:** গতিশীল অস্থিরতার বিরুদ্ধে প্যারাসুট মোতায়ন সিকোয়েন্স এবং স্বয়ংক্রিয় থ্রাস্টার অ্যালগরিদমগুলিকে নিখুঁত করতে উন্নত উইন্ড-টানেল টেস্টিং-এ বিনিয়োগ করা।
- **বেসরকারি খাতের একীকরণ জোরদার করা:** বেসরকারি মহাকাশ সংস্থাগুলিকে গুরুত্বপূর্ণ সাব-সিস্টেম তৈরি করতে উৎসাহিত করা, যার ফলে খরচ কমবে এবং দেশীয় সরবরাহ শৃঙ্খল প্রসারিত হবে।
- **পুনরুৎপাদনশীল জীবন-সহায়ক ব্যবস্থার অগ্রগতি:** ক্লোজড-লুপ এনভায়রনমেন্টাল সিস্টেমের দিকে নিবেদিত গবেষণা অর্থায়ন বরাদ্দ করা যা সর্বাধিক দক্ষতার সাথে জল এবং অক্সিজেন পুনর্ব্যবহার করে।

- **উদ্ধার অভিযান অস্টিমাইজ করা:** দ্রুত এবং নির্ভুল স্প্যাশডাউন পুনরুদ্ধার নিশ্চিত করতে ওয়াটার সারভাইভাল টেস্ট ফ্যাসিলিটি ট্রায়াল পরিচালনার জন্য ভারতীয় নৌবাহিনীর সাথে সহযোগিতা গভীর করা।
- **ডিপ স্পেস ফ্রেমওয়ার্কের বিকাশ:** একটি স্বাধীন মহাকাশ স্টেশন এবং ভবিষ্যতের আন্তঃগ্রহ অনুসন্ধানের পরিকল্পনার গতি বাড়াতে গগনযানের প্রযুক্তিগত ভিত্তিকে কাজে লাগানো।

উপসংহার (Conclusion)

গগনযান কাঠামোগত অখণ্ডতা, তাপীয় প্রতিরক্ষা এবং অ্যারোডাইনামিক স্থিতিশীলতার সূক্ষ্ম ভারসাম্য বজায় রেখে উন্নত মহাকাশ প্রকৌশলকে চমৎকারভাবে প্রদর্শন করে। এই জটিল রি-এন্ট্রি এবং জীবন-সহায়ক গতিবিদ্যায় দক্ষতা অর্জন ভারতের কৌশলগত স্বায়ত্তশাসনকে সুরক্ষিত করবে এবং ভবিষ্যতের বৈশ্বিক মহাকাশ অনুসন্ধানের তার নেতৃত্বকে সুদৃঢ় করবে।

Q. India has achieved remarkable successes in unmanned space missions including the Chandrayaan and Mars Orbiter Mission, but has not ventured into manned space mission. What are the main obstacles to launching a manned space mission, both in terms of technology and logistics? Examine critically. [15 Marks]

Scan to know more about our courses...



IAS 2-Year GS PCM



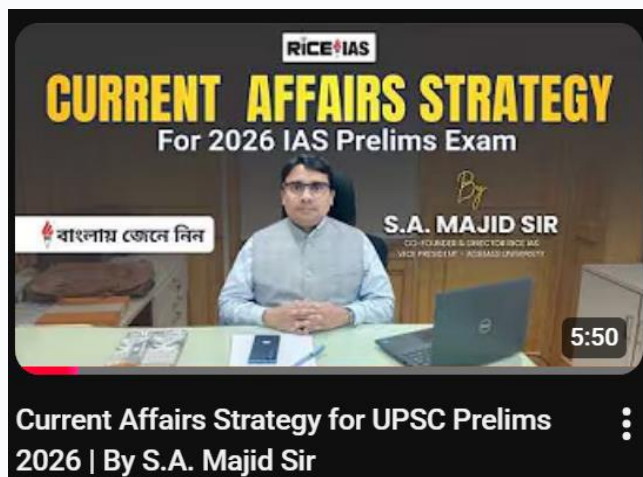
IAS 10-Month GS PCM



Degree + IAS



Prelims Test Series



[Click here to watch this video](#)