

यह आलेख सामान्य अध्ययन प्रश्न पत्र-III
(विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी) से संबंधित है।

इंडियन एक्सप्रेस

10 फरवरी, 2020

“सरकार ने भारत की आनुवंशिक विविधता का नक्शा बनाने के लिए एक महत्वाकांक्षी परियोजना को मंजूरी दे दी है। इस आलेख में हम जानेंगे कि इस परियोजना का उद्देश्य क्या है, क्यों यह जानकारी महत्वपूर्ण है और इसके समक्ष विभिन्न चुनौतियों क्या हैं?”

पिछले सप्ताह, सरकार ने एक महत्वाकांक्षी जीन-मैपिंग परियोजना को मंजूरी दे दी है, जिसे "भारत की विशाल आनुवंशिक विविधता की सतह का पहले परिमार्जन" के रूप में शामिल किया जा रहा है। इस आलेख में हम परियोजना के उद्देश्यों, पैमाने और विविधता पर एक नजर डालेंगे, जो न केवल भारत में बल्कि दुनिया भर में महत्वपूर्ण साबित होगी।

जीनोम क्या है?

प्रत्येक जीव का आनुवंशिक कोड उसके डीऑक्सीराइबोज न्यूक्लिक एसिड (DNA, डीएनए) में समाहित होता है, जो जीवन का निर्माण खंड होता है। 1953 में जेम्स वाटसन और फ्रांसिस क्रिक द्वारा डीएनए को एक "डबल हेलिक्स" के रूप में संरचित किया गया था, जिसके लिए उन्होंने 1962 में नोबेल पुरस्कार जीता था। हालाँकि आज तक यह समझने के लिए खोज जारी है कि जीन जीवन को कैसे निर्धारित करते हैं, इसके लक्षण क्या है और ऐसा क्या है जो बीमारियों का कारण बनता है।

सीधे शब्दों में कहें तो जीन मानव शरीर की आनुवंशिक इकाई है जिसका विशिष्ट क्रम हमारे विभिन्न लक्षणों जैसे कद, आँखों और बालों का रंग इत्यादि गुणों को निर्धारित करता है। जीन के सम्पूर्ण समूह को जीनोम कहा जाता है। प्रत्येक जीनोम में उस जीव को बनाने और उसे बनाए रखने के लिए आवश्यक सभी जानकारी होती है। मनुष्यों में, पूरे जीनोम (3 बिलियन से अधिक डीएनए आधारित जोड़े) की एक प्रति उन सभी कोशिकाओं में समाहित होती है जिनमें एक नाभिक होता है।

क्या मानव जीनोम को पहले मैप नहीं किया गया है?

ह्यूमन जीनोम प्रोजेक्ट (एचजीपी) एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यक्रम था जिसके कारण पूरे मानव जीनोम को डिकोड किया गया। इसे इतिहास में अन्वेषण के महान कार्यों में से एक के रूप में वर्णित किया गया है।

ग्रह या ब्रह्माण्ड के एक बाहरी अन्वेषण के बजाय, HGP खोज का एक अंदरूनी दौरा था, जिसका नेतृत्व शोधकर्ताओं की एक अंतरराष्ट्रीय टीम ने किया था।

यह 1 अक्टूबर, 1990 को शुरू हुआ और अप्रैल 2003 में पूरा हुआ, HGP ने हमें पहली बार इंसान के निर्माण के लिए प्रकृति के संपूर्ण आनुवंशिक खाका को पढ़ने की क्षमता प्रदान की।

जीनोम इंडिया प्रोजेक्ट क्या है?

यह सेंटर फॉर ब्रेन रिसर्च द्वारा बेंगलुरु स्थित इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस में लगभग 20 संस्थानों के नोडल बिंदु के अंतर्गत शुरू हुआ है, जिसमें से प्रत्येक नमूने एकत्र करने, गणना करने और फिर शोध में अपना काम कर रहे हैं। इसका उद्देश्य अंततः भारतीय "संदर्भ जीनोम" की एक ग्रिड का निर्माण करना है, जो पूरी तरह से बीमारियों और लक्षणों के प्रकार और विविधता

जीनोम क्या है?

- मानव शरीर में जीनों की कुल संख्या अस्सी हजार से एक लाख तक होती है। मानव जीनों के इस विशाल समूह को 'जीनोम' कहते हैं।
- जीनोम के अध्ययन को जीनॉमिक्स कहा जाता है। चूंकि शरीर में क्रियाशील जीन की स्थिति ही बीमारी विशेष को आमंत्रित करती है, इसलिए वैज्ञानिक लंबे समय से मनुष्य की जीन कुंडली को पढ़ने में जुटे हैं।
- साल 1988 में अमेरिकी सरकार ने अपनी महत्वाकांक्षी परियोजना 'ह्यूमन जीनोम प्रॉजेक्ट' की शुरुआत की जो 2003 में पूरी हुई। वैज्ञानिकों ने इस प्रॉजेक्ट के जरिए इंसान के पूरे जीनोम को पढ़ा।
- इस परियोजना में अमेरिका के साथ ब्रिटेन, फ्रांस, ऑस्ट्रेलिया, जर्मनी, जापान और चीन भी शामिल थे। भारत उस परियोजना से अलग था, लेकिन अब सीएसआईआर द्वारा एक हजार ग्रामीण युवाओं की जीनोम सिक्वेन्सिंग (अनुक्रमण) योजना ने जीनोमिक्स के क्षेत्र में इसके प्रवेश की भूमिका तैयार कर दी है।

को समझने में मदद करेंगे, जिसमें विविध भारतीय आबादी शामिल है। उदाहरण के लिए, यदि पूर्वोत्तर राज्य एक विशिष्ट बीमारी का सामना कर रहा है, तो कथित क्षेत्र में सार्वजनिक स्वास्थ्य की सहायता के लिए बीच-बचाव किया जा सकता है, जिससे बीमारी से लड़ने में आसानी होगी।

इसमें शामिल अन्य संस्थान हैं: एम्स जोधपुर; सेलुलर और आण्विक जीव विज्ञान केंद्र, हैदराबाद, डीएनए फिंगरप्रिंटिंग और डायग्नोस्टिक्स के लिए केंद्र; जीनोमिक्स और इटीग्रेटिव बायोलॉजी संस्थान; गुजरात जैव प्रौद्योगिकी अनुसंधान केंद्र, आईआईआईटी इलाहाबाद; IISER (पुणे); आईआईटी मद्रास; आईआईटी दिल्ली, आईआईटी जोधपुर, जीवविज्ञान संस्थान और सतत विकास, जीवन विज्ञान संस्थान, मिजोरम विश्वविद्यालय, जैविक विज्ञान के लिए राष्ट्रीय केंद्र, नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ बायोमेडिकल जीनोमिक्स, मानसिक स्वास्थ्य और तंत्रिका विज्ञान संस्थान; राजीव गांधी सेंटर फॉर बायोटेक्नोलॉजी, और शेर-ए-कश्मीर इंस्टीट्यूट ऑफ मेडिकल साइंसेज।

तो, परियोजना मोटे तौर पर क्या करेगी?

मेगा प्रोजेक्ट भारत के पहले चरण में 10,000 नमूनों को इकट्ठा करने के बाद एक ग्रिड बनाने की पेशकश करता है। यह उपलब्ध जीनोम नमूनों में से 95% से अधिक आवश्यक पाया गया है, जो दवा और फार्माकोलॉजी में नए, अत्याधुनिक अनुसंधान का आधार हैं, जिसमें आधार के रूप में सफेद कोकेशियान जीनोम का उपयोग किया जाएगा।

अधिकांश जीनोम शहरी मध्यवर्गीय व्यक्तियों से लिए गए हैं और उन्हें वास्तव में प्रतिनिधि के रूप में नहीं देखा गया है। भारतीय जनसंख्या के पैमाने और इसकी विविधता दोनों को ध्यान में रखते हुए भारतीय परियोजना का उद्देश्य बड़ी संख्या में मानव प्रजातियों पर उपलब्ध जानकारी को जोड़ना है।

भारतीय कौन हैं?

भारतीय उपमहाद्वीप विशाल प्रवासों का स्थल रहा है। परियोजना से जुड़े वैज्ञानिकों का मानना है कि पहले प्रवासी अफ्रीका से थे, बाद में विभिन्न आबादी द्वारा समय-समय पर पलायन भी हुआ, जिससे यह लगभग सभी नस्लों के अनुवांशिक रूप से परस्पर संबंध का एक विशेष मामला बन गया। इसे "क्षैतिज विविधता" के रूप में देखा जा सकता है। इसके अलावा, बाद में, अलग-अलग समूहों के बीच सगोत्र विवाह या अंतर-विवाह का प्रचलन हुआ, जिसके परिणामस्वरूप कुछ बीमारियाँ कुछ समूहों के भीतर आने लगी और कुछ समूहों द्वारा विरासत में प्राप्त कुछ अन्य लक्षण शामिल हुए। वैज्ञानिकों ने इसे "ऊर्ध्वाधर विविधता" कहा है।

दोनों विविधताओं का अध्ययन और समझ पृथ्वी पर व्यक्तियों के एक बहुत बड़े समूह के लिए व्यक्तिगत स्वास्थ्य सेवा का आधार प्रदान करेगा।

क्या चुनौतियाँ शामिल हैं?

चिकित्सा नैतिकता: एक ऐसी परियोजना में जिसका उद्देश्य केवल अनुवांशिक जानकारी का एक डेटाबेस बनाना है, जीन रूपांतरण निर्दिष्ट उद्देश्यों में से नहीं है। हालाँकि, इस पर ध्यान देना महत्वपूर्ण होगा क्योंकि यह विश्व स्तर पर बहुत ही विवादित विषय बन गया है। हाल ही में जेनेटिक मुद्दों को ठीक करने के विचार से निजी तौर पर डॉक्टरों के शामिल होने की घटना देखी गयी, जहाँ शेनजेन-आधारित वैज्ञानिक, जिसने दुनिया के पहले जीन-संपादित शिशुओं को बनाने में मदद की, को तीन साल की जेल की सजा सुनाई गई।

जीनोम मैपिंग क्या?

- एक जीन के स्थान और जीन के बीच की दूरी की पहचान करने के लिये उपयोग किये जाने वाले विभिन्न प्रकार की तकनीकों को जीन मैपिंग कहा जाता है।
- जीनोम मैपिंग का उपयोग वैज्ञानिकों द्वारा नए जीन की खोज करने में मदद के लिये की जाती है।
- जीनोम में एक पीढ़ी के गुणों का दूसरी पीढ़ी में ट्रांसफर करने की क्षमता होती है।
- ह्यूमन जीनोम प्रोजेक्ट (HGP) के मुख्य लक्ष्यों में नए जीन की पहचान करना और उसके कार्य को समझने के लिये बेहतर और सस्ते उपकरण विकसित करना है। जीनोम मैपिंग इन उपकरणों में से एक है।

इससे लाभ

- जीनोम मैपिंग के जरिए पहले से ही पता लगाया जा सकेगा कि किसी व्यक्ति को भविष्य में कौन-सी बीमारी हो सकती है।
- उस बीमारी से तथा संभावित नुकसान से उसे कैसे बचाया जाए इसकी तैयारी भी पहले शुरू की जा सकेगी।
- लगभग दस हजार बीमारियाँ ऐसी हैं, जिनका कारण एकल जीन में खराबी को माना जाता है।
- जीनोम थेरपी के जरिए दोषपूर्ण जीन को निकालकर स्वस्थ जीन को रोपित करना भी संभव हो सकेगा।

ह्यूमन जीनोम प्रोजेक्ट (HGP)

- यह दुनिया की सबसे बड़ी सहयोगी जैविक परियोजना है जिसका सुझाव सबसे पहले अमेरिकी सरकार ने 1984 में दिया तथा 1990 में परियोजना को औपचारिक रूप से शुरू किया गया।
- 14 अप्रैल, 2003 को यह परियोजना पूर्ण रूप से घोषित की गई थी।
- यह एक अंतर्राष्ट्रीय, सहयोगी अनुसंधान कार्यक्रम था जिसका लक्ष्य मानव शरीर के सभी जीनों का पूर्ण रूप से मानचित्रण करना और उनकी कार्यिकी को समझना था।
- परियोजना का लक्ष्य मानव डीएनए (DNA) में पाये जाने वाले सभी जीनों के अनुक्रमों का पता लगाना या मैपिंग करना तथा उनका निर्धारण करना है।
- यह मूल रूप से मानव अगुणित गुणसूत्र (जिसमें तीन बिलियन से भी अधिक जीन मौजूद हैं) में, निहित न्यूक्लियोटाइड (Nucleotide) को मैप करने का लक्ष्य रखता है।
- साथ ही इसका लक्ष्य मानव डीएनए का निर्माण करने वाले आधार (base) जोड़े का भी निर्धारण करना है।

जियानकुई ने दुनिया को चौंका दिया जब उसने 2018 में घोषणा की कि जुड़वां लड़कियों को एचआईवी-प्रतिरोधी बनाने के लिए संशोधित डीएनए के साथ जन्म दिया गया है। उन्होंने दावा किया कि वे अपने जन्म से पहले जीन-संपादन उपकरण CRISPR-Cas9 का उपयोग करने में कामयाब रहे थे।

डेटा और स्टोरेज: नमूने के संग्रह के बाद, डेटा की गुमनामी और इसके संभावित उपयोग और दुरुपयोग के सवालों को संबोधित करना होगा। डेटा को क्लाउड पर रखना समस्याओं से भरा हुआ है और इससे डेटा के स्वामित्व के सवाल उठेंगे। भारत को पर्याप्त सुरक्षा उपायों के साथ डेटा गोपनीयता विधेयक पारित करना बाकी है। गोपनीयता प्रश्न से पहले जेनोम इंडिया प्रोजेक्ट लॉन्च करने से कई समस्याएं आ सकती हैं।

मुख्य बिंदु

- मानव जीनोम परियोजना ने खुलासा किया है कि मानव शरीर में लगभग 20,500 मानव जीन हैं। मानव जीनोम परियोजना ने दुनिया को मानव जीन के पूर्ण सेट की संरचना, संगठन और कार्य के बारे में विस्तृत जानकारी दी है।
- इस जानकारी को मनुष्य के विकास और कार्य के लिए अंतर्निहित निर्देशों के मूल सेट के रूप में उपयोग किया जा सकता है।
- यह परियोजना 2003 में पूरी हुई जिसमें कुल मिलाकर 2.7 बिलियन डॉलर का व्यय हुआ।
- लोगों में 99.9 प्रतिशत जीन समान होते हैं किंतु अंतिम 1 प्रतिशत का दसवाँ हिस्सा भिन्न है जोकि उन्हें औरों से अलग बनाता है। जैसे घुँघराले बाल, नीली आँखें, शारीरिक क्षमता, लम्बा या छोटा कद, कोई विशिष्ट प्रकार की बीमारी इत्यादि।

संभावित प्रश्न (प्रारंभिक परीक्षा)

प्र. 'जीनोम इंडिया प्रोजेक्ट' के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार कीजिए:

1. इसके द्वारा मानव डी.एन.ए. में पाए जाने वाले सभी जीनों के अनुक्रमों की मैपिंग की जाएगी।
2. इस परियोजना में आम बीमारियों के लिए जीन और आनुवंशिक विविधताओं की पहचान की जाएगी।
3. अधिकांश जीनोम ग्रामीण मध्यवर्गीय व्यक्तियों से लिए गए हैं।

उपर्युक्त में से कौन-सा/से कथन सत्य है/हैं?

- | | |
|------------|------------|
| (a) केवल 1 | (b) 1 और 2 |
| (c) केवल 3 | (d) 1 और 3 |

Expected Questions (Prelims Exams)

Q. consider the following statements in context of 'Genome India Project':

1. It will be mapping the sequences of all genes found in human DNA.
2. In this project, genes and genetic variations will be identified for common diseases.
3. Most genomes are derived from rural middle class individuals.

Which of the above statements is / are correct?

- | | |
|------------|-------------|
| (a) Only 1 | (b) 1 and 2 |
| (c) Only 3 | (d) 1 and 3 |

नोट : 7 फरवरी को दिए गए प्रारंभिक परीक्षा (संभावित प्रश्न) का उत्तर 1 (c) होगा।

संभावित प्रश्न (मुख्य परीक्षा)

प्र. भारत सरकार ने कई वर्षों से विचाराधीन मानव जीनोम परियोजना को मंजूरी प्रदान कर दी है। मानव जीनोम परियोजना की संभावनाओं तथा चुनौतियों पर सोदाहरण चर्चा कीजिए। (250 शब्द)

Government of India has approved the Human Genome Project under consideration for many years. Discuss the possibilities and challenges of the Human Genome Project with example. (250 words)

नोट :- अभ्यास के लिए दिया गया मुख्य परीक्षा का प्रश्न आगामी UPSC मुख्य परीक्षा को ध्यान में रख कर बनाया गया है। अतः इस प्रश्न का उत्तर लिखने के लिए आप इस आलेख के साथ-साथ इस टॉपिक से संबंधित अन्य स्रोतों का भी सहयोग ले सकते हैं।