

১. জবা গাছের কচি কাণ্ডে এবং পরাগধানীর কোষ বিভাজনের মধ্যে ভিন্নতা দেখা যায়।

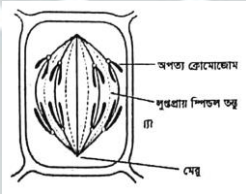
[যশোর বোর্ড ২০২৪]

- (ক) আকর্ষণ তন্ত্র কী?
(খ) জরায়ুমুখের টিউমার সৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা কর।
(গ) উল্লিখিত প্রথম অংশের কোষ বিভাজনটির ৪র্থ পর্যায় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।
(ঘ) দ্বিতীয় অংশের বিভাজন প্রক্রিয়াটি প্রজাতির বৈচিত্র্যতা সৃষ্টি করে- বিশ্লেষণ কর।

১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মাইটোসিস কোষ বিভাজনের প্রো-মেটাফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার স্পিন্ডলযন্ত্রের যেসব তন্ত্রের সাথে সংযুক্ত হয় সেগুলোই হলো আকর্ষণ তন্ত্র।
(খ) টিউমার অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফল। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি থেকে দুটি, দুটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিকভাবে কোষ বিভাজন চলতে থাকে। এর ফলে টিউমার সৃষ্টি হয়। হিউম্যান প্যাপিলোমা ভাইরাসের E6 এবং E7 নামের দুটি জিন এমন কিছু প্রোটিন সৃষ্টি করে, যা কোষ বিভাজন নিয়ন্ত্রক প্রোটিন অণুসমূহকে স্থানচ্যুত করে। এর ফলে কোষ বিভাজনের নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে যায় এবং সৃষ্টি হয় জরায়ুমুখের টিউমার।
(গ) উদ্ভীপকের প্রথম বিভাজনটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। মাইটোসিস কোষ বিভাজনের চতুর্থ পর্যায়টি হলো অ্যানাফেজ পর্যায়। জবা ফুলের কচি কাণ্ডে মাইটোসিস কোষ বিভাজন সংঘটিত হয়। নিচে অ্যানাফেজ পর্যায়ের চিত্রসহ ব্যাখ্যা করা হলো-

১. প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। ফলে ক্রোমাটিড দুটি আলাদা হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় প্রতিটি ক্রোমাটিডকে অপত্য ক্রোমোজোম বলে এবং এতে একটি করে। সেন্ট্রোমিয়ার থাকে।
২. অপত্য ক্রোমোজোমগুলোর মধ্যে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে এরা বিষুবীয় অঞ্চল থেকে পরস্পর বিপরীত মেরুর দিকে গমন করে। ক্রোমোজোমের এ মেরুমুখী চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী হয়।



চিত্র: অ্যানাফেজ পর্যায়

৩. অপত্য ক্রোমোজোমে সেন্ট্রোমিয়ার অবস্থানের বিভিন্নতার জন্য এ সময় ক্রোমোজোমগুলোকে ইংরেজি বর্ণমালার V, L, J ও I অক্ষরের মতো দেখা যায়। এদেরকে যথাক্রমে মেটাসেন্ট্রিক, সাব-মেটাসেন্ট্রিক, অ্যাক্রোসেন্ট্রিক ও টেলোসেন্ট্রিক ক্রোমোজোম বলে।
৪. এ ধাপের শেষের দিকে অপত্য ক্রোমোজোমগুলো স্পিন্ডলযন্ত্রের মেরুপ্রান্তে অবস্থান নেয় এবং ক্রোমোজোমের প্যাঁচ খুলে এরা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে।
(ঘ) উদ্ভীপকের দ্বিতীয় অংশে পরাগধানীর কোষ বিভাজনের কথা বলা হয়েছে। পরাগধানীতে মিয়োসিস কোষ বিভাজন সংঘটিত হয়। মিয়োসিস বিভাজন প্রজাতির বৈচিত্র্যতা সৃষ্টি করে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি ডিপ্লয়েড (2n) মাতৃকোষ বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) জনন কোষ সৃষ্টি হয়। এভাবে সৃষ্টি

দুটি হ্যাপ্লয়েড পুং জননকোষ ও স্ত্রী জননকোষ মিলিত হয়ে ডিপ্লয়েড (2n) জাইগোট তৈরি হয়। ফলে প্রজাতির ধারা অক্ষুণ্ণ থাকে। তবে এর পাশাপাশি আরেকটি ঘটনা ঘটে। মিয়োসিস বিভাজনের সময় নিউক্লিয়াস দুই বার কিন্তু ক্রোমোজোম একবার বিভাজিত হয়। ক্রোমোজোমের এই বিভাজনের সময় বিভিন্ন ক্রোমোজোমের মধ্যে তাদের অংশের বিনিময় ঘটে। ফলে মাতৃকোষের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য মিশ্রিত হয়ে জনন কোষগুলোতে নতুন বৈশিষ্ট্যের আবির্ভাব ঘটে। এছাড়া বাবা ও মা থেকে আগত ক্রোমোজোমগুলো বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ধারণ করে। ফলে নতুন বংশধরে নতুন নতুন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। এতে একই প্রজাতিতে বৈচিত্র্যের সৃষ্টি হয়।

২. জবা গাছের কচি কাণ্ডে এবং পরাগধানীর কোষ বিভাজনের মধ্যে ভিন্নতা দেখা যায়।

[কুমিল্লা বোর্ড ২০২৪]

- (ক) স্পিন্ডল যন্ত্র কী?
(খ) টিউমার সৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা কর।
(গ) উল্লিখিত প্রথম অংশের কোষ বিভাজনটির ৩য় পর্যায় চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর।
(ঘ) দ্বিতীয় অংশের বিভাজন প্রক্রিয়াটি প্রজাতির বৈচিত্র্যতা সৃষ্টি করে- বিশ্লেষণ কর।

২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মাইটোসিস বিভাজনের প্রো-মেটাফেজ ধাপে কোষের উত্তর মেরু থেকে দক্ষিণ মেরু পর্যন্ত বিস্তৃত কতকগুলো তন্ত্রের আবির্ভাব ঘটে। এগুলো মাকুর আকৃতি ধারণ করে। এরাই হলো স্পিন্ডল যন্ত্র।
(খ) মানবদেহে সৃষ্ট অর্বুদ আকৃতির মাংসপিণ্ডকে বলা হয় টিউমার। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় দেহে একটি থেকে দুইটি, দুইটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিক কোষ বিভাজন চলতে থাকে। ফলে সেখানে দ্রুত কোষের সংখ্যা অস্বাভাবিকভাবে বৃদ্ধি পেয়ে অর্বুদ গঠিত হয়ে টিউমার সৃষ্টি হয়। টিউমার অনেক সময় ক্যান্সারে রূপ নিতে পারে।
(গ) উদ্ভীপকের প্রথম অংশের কোষ বিভাজনটি হলো মাইটোসিস। কোষ বিভাজন। কারণ জবা ফুলের কচি কাণ্ডে মাইটোসিস কোষ বিভাজন ঘটে। মাইটোসিসের নিউক্লিয়াসের বিভাজন প্রক্রিয়াকে, পাঁচটি পর্যায়ে ভাগ করা হয়ে থাকে। এর ৩য় পর্যায়টি হলো মেটাফেজ। নিচে মাইটোসিসের মেটাফেজ পর্যায়ের চিত্রসহ ব্যাখ্যা দেওয়া হলো-
মাইটোসিস পর্যায়ের প্রথমই সব ক্রোমোজোম স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয়। অঞ্চলে দুই মেরুর মাঝখানে অবস্থান করে। প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার বিষুবীয় অনালে এবং বাহু দুটি মেরুমুখী হয়ে অবস্থান করে। এ পর্যায়ে ক্রোমোজোমগুলো সর্বাধিক খাটো ও মোটা হয়। প্রতিটি ক্রোমোজোমের ক্রোমাটিড দুটির আকর্ষণ কমে যায় এবং বিকর্ষণ শুরু হয়।



চিত্র: মেটাফেজ

- এ পর্যায়ের শেষ দিকে সেন্ট্রোমিয়ারের বিভাজন শুরু হয়। নিউক্লিয়ার মেমব্রেন ও নিউক্লিওলাসের সম্পূর্ণ বিলুপ্তি ঘটে।
(ঘ) উদ্ভীপকের দ্বিতীয় অংশে পরাগধানীর কোষ বিভাজনের কথা বলা হয়েছে। পরাগধানীতে মিয়োসিস কোষ বিভাজন সংঘটিত হয়। মিয়োসিস বিভাজন প্রজাতির বৈচিত্র্যতা সৃষ্টি করে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো- মিয়োসিস

কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি ডিপ্লয়েড ($2n$) মাতৃকোষ বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) জনন কোষ সৃষ্টি হয়। এভাবে সৃষ্ট দুটি হ্যাপ্লয়েড পুং জননকোষ ও স্ত্রী জননকোষ মিলিত হয়ে ডিপ্লয়েড ($2n$) জাইগোট তৈরি হয়। ফলে প্রজাতির ধারা অক্ষুণ্ণ থাকে। তবে এর পাশাপাশি আরেকটি ঘটনা ঘটে। মিয়োসিস বিভাজনের সময় নিউক্লিয়াস দুই বার কিন্তু ক্রোমোজোম একবার বিভাজিত হয়। ক্রোমোজোমের এই বিভাজনের সময় বিভিন্ন ক্রোমোজোমের মধ্যে তাদের অংশের বিনিময় ঘটে। ফলে মাতৃকোষের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য মিশ্রিত হয়ে জনন কোষগুলোতে নতুন বৈশিষ্ট্যের আবির্ভাব ঘটে। এছাড়া বাবা ও মা থেকে আগত ক্রোমোজোমগুলো বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ধারণ করে। ফলে নতুন বংশধরে নতুন নতুন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। এতে একই প্রজাতিতে, বৈচিত্র্যের সৃষ্টি হয়।

৩. নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর-



[চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২৪]

- (ক) ইন্টারফেজ কী?
 (খ) মানবদেহে টিউমার হওয়ার কারণ কী? ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্ভীপকের কোষ বিভাজনের 'B' ধাপে কী ঘটে? ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) ক্রোমোজোমের বিভিন্ন পরিবর্তন ধাপ 'A' থেকে 'C' সৃষ্টিতে বিশেষ ভূমিকা রাখে- বিশ্লেষণ কর।

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মাইটোসিস কোষ বিভাজনের পূর্বে কোষের, নিউক্লিয়াসে কিছু প্রস্তুতিমূলক কাজ সম্পন্ন হয়। এ অবস্থাই হচ্ছে ইন্টারফেজ।
 (খ) মানবদেহে টিউমার, ক্যান্সার এ শব্দগুলোর সাথে আমরা সবাই পরিচিত। এগুলো অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফল। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি থেকে দুটি, দুটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিকভাবে কোষ বিভাজন চলতে থাকে। এর ফলে টিউমার সৃষ্টি হয় এবং প্রাণঘাতী টিউমারকে ক্যান্সার বলে।
 (গ) উদ্ভীপকে মাইটোসিস কোষ বিভাজনের বিভিন্ন ধাপ দেখানো হয়েছে। এখানে চিত্র-B হলো মেটাফেজ ধাপ। নিচে মেটাফেজ ধাপটি ব্যাখ্যা করা হলো-
 মাইটোসিস পর্যায়ের প্রথমেই সব ক্রোমোজোম স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয়। অঞ্চলে দুই মেরুর মাঝখানে অবস্থান করে। প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার বিষুবীয় অনালে এবং বাহু দুটি মেরুমুখী হয়ে অবস্থান করে। এ পর্যায়ে ক্রোমোজোমগুলো সর্বাধিক খাটো ও মোটা হয়। প্রতিটি ক্রোমোজোমের ক্রোমাটিড দুটির আকর্ষণ কমে যায় এবং বিকর্ষণ শুরু হয়।

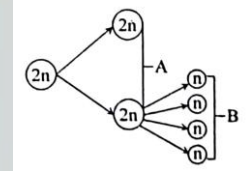


চিত্র: মেটাফেজ

এ পর্যায়ের শেষ দিকে সেন্ট্রোমিয়ারের বিভাজন শুরু হয়। নিউক্লিয়ার মেমব্রেন ও নিউক্লিওলাসের সম্পূর্ণ বিলুপ্তি ঘটে।

- (ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র-A ও চিত্র-C দ্বারা যথাক্রমে মাইটোসিস কোষ বিভাজনের প্রোফেজ ও টেলোফেজ ধাপকে বুঝানো হয়েছে। ক্রোমোজোমের বিভিন্ন পরিবর্তন ধাপ প্রোফেজ থেকে টেলোফেজ সৃষ্টিতে বিশেষ ভূমিকা রাখে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
 প্রোফেজ মাইটোসিসের প্রথম পর্যায়। এ পর্যায়ে কোষের নিউক্লিয়াস আকারে বড় হয় এবং ক্রোমোজোম থেকে পানি হ্রাস পেতে থাকে। এর ফলে ক্রোমোজোমগুলো আন্তে আন্তে সংকুচিত হয়ে মোটা এবং খাটো হতে শুরু করে। যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রে তখন এদের দেখা সম্ভব হয়। এ পর্যায়ে প্রতিটি ক্রোমোজোম সেন্ট্রোমিয়ার ব্যতীত লম্বালম্বি দুভাবে বিভক্ত হয়ে দুটি ক্রোমাটিড উৎপন্ন করে। ক্রোমোজোমগুলো কুণ্ডলিত অবস্থায় থাকায় এদের সংখ্যা গণনা করা যায় না। কিন্তু টেলোফেজ ধাপে প্রোফেজের ঘটনাগুলো পর্যায়ক্রমে বিপরীতভাবে ঘটে। ক্রোমোজোমগুলোতে পানি যোজন ঘটতে থাকে এবং সরু ও লম্বা আকার ধারণ করে। অবশেষে এরা জড়িয়ে গিয়ে নিউক্লিয়ার রেটিকুলাম গঠন করে। নিউক্লিওলাসের পুনরাবির্ভাব ঘটে। নিউক্লিয়ার রেটিকুলামকে ঘিরে পুনরায় নিউক্লিয়ার মেমব্রেনের সৃষ্টি হয়। ফলে দুই মেরুতে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস গঠিত হয়। স্পিন্ডল যন্ত্রের কাঠামো ভেঙে পড়ে এবং তন্তুগুলো ধীরে ধীরে অদৃশ্য হয়ে যায়। টেলোফেজ পর্যায়ের শেষে বিষুবীয় তলে এন্ডোপ্লাজমিক জালিকার ক্ষুদ্র অংশগুলো জমা হয় এবং পরে এরা মিলিত হয়ে কোষপ্রেট গঠন করে। সাইটোপ্লাজমিক অঙ্গাণুসমূহের সমবর্তন ঘটে। ফলে দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি হয়।
 এভাবেই ক্রোমোজোমের বিভিন্ন পরিবর্তনের মাধ্যমে প্রোফেজ থেকে টেলোফেজ পর্যায় সৃষ্টি হয়।

৪. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



[সিলেট বোর্ড ২০২৪]

- (ক) ক্রোমোজোম কী?
 (খ) কোন কোষ বিভাজনকে সমীকরণিক বিভাজন বলা হয়? ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্ভীপকের A অংশের কোষ বিভাজনের যে ধাপে ক্রোমোজোমগুলো সর্বাধিক মোটা ও খাটো হয় সেই ধাপটি ব্যাখ্যা কর।
 (ঘ) ক্রোমোজোমের সমতা রক্ষায় B অংশের ভূমিকাই মুখ্য- বিশ্লেষণ কর।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মাইটোসিস কোষ বিভাজনে প্রোফেজ দশায় পানি বিয়োজনের ফলে নিউক্লিয়ার জালিকা ভেঙে গিয়ে কতকগুলো নির্দিষ্ট সংখ্যক আঁকাবাঁকা সূতার মতো অংশের সৃষ্টি হয়। এগুলোই ক্রোমোজোম।
 (খ) মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে সমীকরণিক বিভাজন বলে। কারণ- মাইটোসিস এমন একটি কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া যার মাধ্যমে একটি প্রকৃত কোষ ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে যেগুলোর ক্রোমোজোম সংখ্যা, গঠন ও গুণাগুণ মাতৃকোষের মতো হয়। এ ধরনের কোষ বিভাজনের মাধ্যমে মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা সৃষ্ট অপত্য কোষের সমান ও সমগুণসম্পন্ন হয়। এজন্যই মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে সমীকরণিক কোষ বিভাজন বলে।
 (গ) উদ্ভীপকের A অংশটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ৩য় ধাপ অর্থাৎ মেটাফেজ ধাপে। ক্রোমোজোমগুলি সর্বাধিক মোটা ও খাটো হয়। নিচে ধাপটি ব্যাখ্যা করা হলো-
 মাইটোসিস পর্যায়ের প্রথমেই সব ক্রোমোজোম স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয়। অঞ্চলে দুই মেরুর মাঝখানে অবস্থান করে। প্রতিটি ক্রোমোজোমের

সেন্ট্রোমিয়ার বিষুবীয় অনালে এবং বাহু দুটি মেরুস্থানী হয়ে অবস্থান করে। এ পর্যায়ে ক্রোমোজোমগুলো সর্বাধিক খাটো ও মোটা হয়। প্রতিটি ক্রোমোজোমের ক্রোমাটিড দুটির আকর্ষণ কমে যায় এবং বিকর্ষণ শুরু হয়।



চিত্র: মেটাফেজ

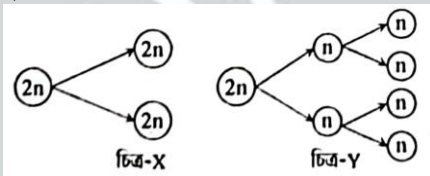
এ পর্যায়ের শেষ দিকে সেন্ট্রোমিয়ারের বিভাজন শুরু হয়। নিউক্লিয়ার মেমব্রেন ও নিউক্লিওলাসের সম্পূর্ণ বিলুপ্তি ঘটে।

(ঘ) উদ্ভীপকের B দ্বারা মিয়োসিস কোষ বিভাজনকে বুঝানো হয়েছে। ক্রোমোজোমের সমতা রক্ষায় মিয়োসিস কোষ বিভাজন মুখ্য ভূমিকা পালন করে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

উচ্চ শ্রেণির জীবের জননমাতৃকোষে এবং নিম্ন শ্রেণির জীবের জাইগোট মিয়োসিস বিভাজন সংঘটিত হয়। উচ্চ শ্রেণির উদ্ভিদে মিয়োসিসের ফলে একটি জনন মাতৃকোষ হতে চারটি জনন কোষ এর সৃষ্টি হয় এবং প্রত্যেক কোষে মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার অর্ধেক সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকে। পুংজননকোষ ও স্ত্রীজননকোষ এক সাথে মিলিত হয়ে একটি জাইগোট সৃষ্টি করে। জাইগোট পরে বারবার মাইটোসিস বিভাজনের মাধ্যমে একটি ক্রণ এবং ক্রণের কোষগুলো আরও বিভাজিত হয়ে একটি পূর্ণাঙ্গ জীবের সৃষ্টি করে। কাজেই জননকোষগুলোতে ক্রোমোজোম সংখ্যা কমে জনন মাতৃকোষের অর্ধেক না হলে তাদের যৌন মিলনের ফলে সৃষ্টি জাইগোটেও ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়। যেহেতু ক্রোমোজোমই জীবের লক্ষণ নিয়ন্ত্রণকারী জিন বহন করে সেহেতু ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে গেলে সন্তান-সন্ততি তার পিতামাতার গুণসম্পন্ন হবে না এবং প্রত্যেকটি প্রজাতিতে একটি আমূল পরিবর্তন ঘটে যাবে।

এভাবে ক্রোমোজোমের সমতা রক্ষায় মিয়োসিস কোষ বিভাজন মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

৫. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



[বরিশাল বোর্ড ২০২৪]

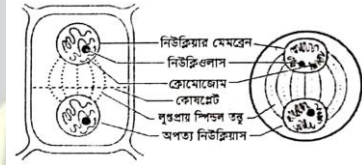
- (ক) ইন্টারফেজ কী?
 (খ) ক্রোমোজোমকে বংশগতির ভৌত ভিত্তি বলা হয় কেন?
 (গ) উদ্ভীপকের চিত্র-X এর সর্বশেষ ধাপটি বর্ণনা কর।
 (ঘ) জীবের জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টি ও প্রজাতি টিকিয়ে রাখতে উদ্ভীপকের চিত্র-X ও Y এর মধ্যে কোনটি মুখ্য ভূমিকা পালন করে? বিশ্লেষণ কর।

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষ বিভাজনের শুরুতে একটি কোষের পরপর দু'বার বিভাজনের মধ্যবর্তী যে দশায় নিউক্লিয়াস প্রস্তুতিমূলক কার্যক্রম সম্পন্ন করে তাই ইন্টারফেজ।
 (খ) বংশগতির প্রধান উপাদান হচ্ছে ক্রোমোজোম। ক্রোমোজোমে অসংখ্য অতি সূক্ষ্ম জিন থাকে যা জীবের বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণ করে। ক্রোমোজোম এসব বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণকারী জিন মাতাপিতা থেকে সন্তান- সন্ততিতে বহন করে নিয়ে যায়। মানুষের চোখের রং, চুলের আকৃতি, চামড়ার গঠন

ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য ক্রোমোজোম কর্তৃক বাহিত হয়ে বংশগতির ধারা অক্ষুন্ন রাখে। এ কারণে ক্রোমোজোমকে বংশগতির ভৌত ভিত্তি বলা হয়।

- (গ) উদ্ভীপকের চিত্র-X দ্বারা মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে বুঝানো হয়েছে। মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ৫টি ধাপের মধ্যে সর্বশেষ ধাপটি হলো টেলোফেজ। নিচে টেলোফেজ ধাপটি বর্ণনা করা হলো- টেলোফেজ ধাপটি মাইটোসিসের শেষ পর্যায়। এখানে প্রোফেজের ঘটনাগুলো পর্যায়ক্রমে বিপরীতভাবে ঘটে। ক্রোমোজোমগুলোতে পানি যোজন ঘটতে থাকে এবং সরু ও লম্বা আকার ধারণ করে।



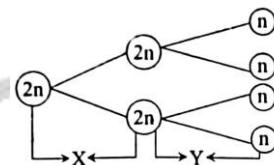
চিত্র: টেলোফেজ

টেলোফেজ পর্যায়ের শেষে বিষুবীয় তলে এন্ডোপ্লাজমিক জালিকার ক্ষুদ্র অংশগুলো জমা হয় এবং পরে এরা মিলিত হয়ে কোষপ্লেট গঠন করে। সাইটোপ্লাজমিক অঙ্গাণুসমূহের সমবন্টন ঘটে। ফলে দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি হয়। প্রাণীর ক্ষেত্রে স্পিন্ডলফাইবারের বিষুবীয় অঞ্চল বরাবর কোষঝিল্লিটি গর্তের মতো ভিতরের দিকে ঢুকে যায় এবং গর্ত সর্বদিক থেকে ক্রমান্বয়ে গভীরতর হয়ে একত্রে মিলিত হয়, ফলে কোষটি দু'ভাবে ভাগ হয়ে পড়ে।

- (ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র-X ও চিত্র-Y দ্বারা যথাক্রমে মাইটোসিস ও মিয়োসিসকে বুঝানো হয়েছে। জীবের জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টি ও প্রজাতি টিকিয়ে রাখতে মাইটোসিস কোষ বিভাজন অপেক্ষা মিয়োসিস কোষ বিভাজন মুখ্য ভূমিকা পালন করে। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-

উচ্চ শ্রেণির জীব মিয়োসিসের ফলে একটি জনন মাতৃকোষ হতে চারটি জনন কোষের সৃষ্টি হয় এবং প্রত্যেক মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার অর্ধেক ক্রোমোজোম থাকে। আমরা জানি, দুটি জনন কোষ একসাথে মিলিত হয়ে জাইগোট সৃষ্টি করে। জাইগোট পরে বারবার মাইটোটিক বিভাজনের মাধ্যমে একটি ক্রণ এবং ক্রণের কোষগুলো আরও বিভাজিত হয়ে একটি পূর্ণাঙ্গ জীবের সৃষ্টি করে। কাজেই জনন কোষগুলোতে ক্রোমোজোম সংখ্যা হ্রাস পেয়ে জনন মাতৃকোষের অর্ধেক না হলে তাদের যৌন মিলনের ফলে সৃষ্টি জীব ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে যাবে। হ্যাপ্লয়েড জীব দুটি গ্যামেটের যৌন মিলনের ফলে সৃষ্টি জাইগোটেও ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়। যেহেতু ক্রোমোজোমই জীবের লক্ষণ নিয়ন্ত্রণকারী জিন বহন করে, সেহেতু ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে গেলে সন্তানসম্বন্ধি আর তার পিতামাতার গুণসম্পন্ন হবে না এবং প্রত্যেকটি প্রজাতিতে একটি আমূল পরিবর্তন ঘটে যাবে। কিন্তু ডিপ্লয়েড জীব গ্যামেট সৃষ্টি কালে জনন মাতৃকোষে এবং হ্যাপ্লয়েড জীবের জাইগোটে মিয়োসিস কোষ বিভাজন হয় বলেই প্রজাতির বৈশিষ্ট্য বংশপরম্পরায় টিকে থাকে এবং প্রজাতির স্বাভাব্য রক্ষিত হয়। পরিশেষে বলা যায় যে, প্রজাতির স্বাভাব্য রক্ষায় মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ার গুরুত্ব অপরিসীম।

৬. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২৪]

- (ক) ইন্টারফেজ কী?
 (খ) ক্যাস্পার কেন সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কর।

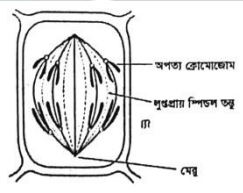
- (গ) 'X' বিভাজনের যে ধাপে ক্রোমোজোমগুলো মেরুমুখী হয়, সেটি সচিত্র বর্ণনা কর।
- (ঘ) জীবের ক্রোমোজোম সংখ্যার সমতা রক্ষায় 'Y' বিভাজনের গুরুত্ব বিশ্লেষণ কর।

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষ বিভাজনের শুরুতে একটি কোষের পরপর দু'বার বিভাজনের। মধ্যবর্তী যে দশায় নিউক্লিয়াস প্রস্তুতিমূলক কার্যক্রম সম্পন্ন করে তাই? ইন্টারফেজ।
- (খ) মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি থেকে দুটি, দুটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজনের এই প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিকভাবে কোষ বিভাজন চলতে থাকে। ক্যান্সার কোষ এই নিয়ন্ত্রণহীন অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনেরই ফল। সহস্রাধিক। জিনকে ক্যান্সার কোষ তৈরিতে সহায়ক হিসাবে শনাক্ত করা হয়েছে। এই জিনগুলো কোষের বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রণকারী প্রোটিন অণুগুলোর কাজ বন্ধ করে দেয়। এর ফলে সৃষ্টি হয় ক্যান্সার কোষ কিংবা ক্যান্সার।

- (গ) উদ্ভীপকে উল্লিখিত 'X' বিভাজনটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ৪র্থ ধাপ অর্থাৎ অ্যানাফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমগুলো মেরুমুখী হয়। নিচে অ্যানাফেজ পর্যায়ের সচিত্র বর্ণনা করা হলো-

- প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। ফলে ক্রোমাটিড দুটি আলাদা হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় প্রতিটি ক্রোমাটিডকে অপত্য ক্রোমোজোম বলে এবং এতে একটি করে। সেন্ট্রোমিয়ার থাকে।
- অপত্য ক্রোমোজোমগুলোর মধ্যে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে এরা বিপরীত অঞ্চল থেকে পরস্পর বিপরীত মেরুর দিকে গমন করে। ক্রোমোজোমের এ মেরুমুখী চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী হয়।



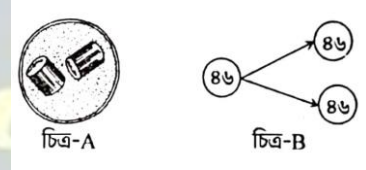
চিত্র: অ্যানাফেজ পর্যায়

- অপত্য ক্রোমোজোমে সেন্ট্রোমিয়ারের অবস্থানের বিভিন্নতার জন্য এ সময় ক্রোমোজোমগুলোকে ইংরেজি বর্ণমালার V, L, J ও I অক্ষরের মতো দেখা যায়। এদেরকে যথাক্রমে মেটাসেন্ট্রিক, সাব-মেটাসেন্ট্রিক, অ্যাক্রোসেন্ট্রিক ও টেলোসেন্ট্রিক ক্রোমোজোম বলে।
 - এ ধাপের শেষের দিকে অপত্য ক্রোমোজোমগুলো স্পিন্ডলযন্ত্রের মেরুপ্রান্তে অবস্থান নেয় এবং ক্রোমোজোমের প্যাঁচ খুলে এরা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে।
- (ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র-Y দ্বারা মিয়োসিস কোষ বিভাজনকে বুঝানো হয়েছে। ক্রোমোজোমের সমতা রক্ষায় অর্থাৎ মিয়োসিস কোষ বিভাজন মুখ্য। নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
- উচ্চ শ্রেণির জীবে মিয়োসিসের ফলে একটি জনন মাতৃকোষ হতে চারটি জনন কোষের সৃষ্টি হয় এবং প্রত্যেক মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার অর্ধেক ক্রোমোজোম থাকে। আমরা জানি, দুটি জনন কোষ একসাথে মিলিত হয়ে জাইগোট সৃষ্টি করে। জাইগোট পরে বারবার মাইটোটিক বিভাজনের মাধ্যমে একটি ড্রুণ এবং ড্রুণের কোষগুলো আরও বিভাজিত হয়ে একটি পূর্ণাঙ্গ জীবের সৃষ্টি করে। কাজেই জনন কোষগুলোতে ক্রোমোজোম সংখ্যা হ্রাস পেয়ে জনন মাতৃকোষের অর্ধেক না হলে তাদের

যৌন মিলনের ফলে সৃষ্ট জীবে ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে যাবে। এভাবে হ্যাপ্লয়েড জীবে দুটি গ্যামেটের যৌন মিলনের ফলে সৃষ্ট জাইগোটেও ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়। যেহেতু ক্রোমোজোমই জীবের বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণকারী জিন বহন করে, সেহেতু ক্রোমোজোম সংখ্যা দ্বিগুণ হয়ে গেলে সন্তানসন্ততি তাদের পিতামাতার গুণসম্পন্ন হবে না। যার ফলে প্রত্যেকটি প্রজাতিতে ঘটে যাবে একটি আমূল পরিবর্তন।

কিন্তু মিয়োসিস বিভাজনের প্রথম বিভাজনের সময় অপত্য কোষে ক্রোমোজোমের সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার অর্ধেকে পরিণত হয় এবং দ্বিতীয় বিভাজনটি মাইটোসিসের অনুরূপ। অর্থাৎ ক্রোমোজোম সংখ্যার কোনো পরিবর্তন হয় না। এভাবেই প্রজাতির মধ্যে ক্রোমোজোম নিয়ন্ত্রিত হয় এবং বংশগতির ধারা অব্যাহত থাকে। তাই বলা যায় যে, উপরোক্ত মিয়োসিস প্রক্রিয়ার মাধ্যমেই ক্রোমোজোমের সমতা রক্ষা হয়।

৭. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



[ঢাকা বোর্ড ২০২০]

- (ক) প্রোটোপ্লাজম কাকে বলে?
- (খ) রক্তকে মানবদেহের পরিবহন কলা বলা হয় কেন?
- (গ) চিত্র-A এর অঙ্গাণুটি 'B' প্রক্রিয়ায় কী ভূমিকা পালন করে? ব্যাখ্যা কর।
- (ঘ) চিত্র-B প্রক্রিয়াটি অনিয়ন্ত্রিত হলে কী কী সমস্যার সৃষ্টি হবে? তোমার মতামত দাও।

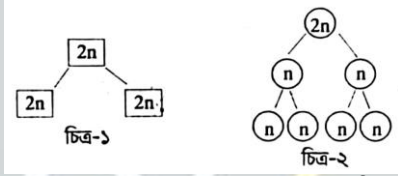
৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষের ভিতরে যে অর্ধস্বচ্ছ, থকথকে জেলির মতো বস্তু থাকে তাকে প্রোটোপ্লাজম বলে।
- (খ) রক্ত এক ধরনের ক্ষারীয়, ঈষৎ লবণাক্ত এবং লালবর্ণের তরল যৌজক টিস্যু। রক্তনালির মধ্য দিয়ে রক্ত দেহের সর্বত্র প্রবাহিত হয় এবং কোষে অক্সিজেন, হরমোন ও খাদ্য উপাদান সরবরাহ করে। ফলে দেহের সব কোষ সজীব এবং সক্রিয় থাকে। যে তন্ত্রের মাধ্যমে রক্ত প্রতিনিয়ত দেহের বিভিন্ন অঙ্গ ও অংশে চলাচল করে, তাকে রক্ত সংবহনতন্ত্র বলে। এ তন্ত্রের প্রবাহিত রক্তের মাধ্যমেই খাদ্য, অক্সিজেন, হরমোন এবং রক্তের বর্জ্য পদার্থ দেহের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে পরিবাহিত হয়। এজন্য রক্তকে মানবদেহের পরিবহন কলা বলা হয়।
- (গ) উদ্ভীপকের চিত্র-A অঙ্গাণুটি হলো সেন্ট্রিওল এবং B-চিত্রটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন।
- সেন্ট্রিওলের অনুপস্থিতিতে জীবের কোষ বিভাজন বিঘ্নিত হয়। ফলে জীবদেহের গঠন ও বিকাশ সঠিকভাবে ঘটবে না। এতে জীবের বাহ্যিক ও অভ্যন্তরীণ গঠনে অস্বাভাবিকতা দেখা দিবে। সেন্ট্রিওলের অনুপস্থিতিতে ক্রোমোজোমের গঠনও ঠিকভাবে হবে না। ক্রোমোজোম বংশগতির বৈশিষ্ট্যের ধারক ও বাহক। সুতরাং ক্রোমোজোমের গঠন ঠিকভাবে না হলে জীবের সঠিক বৈশিষ্ট্য এক প্রজন্ম থেকে আরেক প্রজন্ম স্থানান্তরিত হবে না। ফলে নতুন প্রজন্মে বৈশিষ্ট্যের ভিন্নতা দেখা দিবে। নতুন বৈশিষ্ট্য অনেক সময় জীবদেহে জটিল রোগ সৃষ্টি করে থাকে। সেন্ট্রিওল জীবের প্রজননে বিশেষ ভূমিকা রাখে। এটি প্রাণীদের শুক্রাণুর লেজ গঠনে সাহায্য করে। ফলে শুক্রাণু সাঁতার কেটে ডিম্বাণুর নিকট পৌঁছায় এবং ডিম্বাণুকে নিষ্কৃত করে। তাই সেন্ট্রিওলের অনুপস্থিতিতে শুক্রাণু কার্যক্ষমতা হারাতে এবং নিষেক ক্রিয়া ব্যাহত হবে।

সেদ্বিওলের অনুপস্থিতিতে জীবদেহে উল্লিখিত সমস্যাগুলো দেখা দিতে পারে। তাই বলা যায়, মাইটোসিস কোষ বিভাজন অর্থাৎ জীবের বিকাশে সেদ্বিওল গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে।

- (ঘ) উদ্ভীপকের চিত্র-B প্রক্রিয়াটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে যে ধরনের সমস্যা হতে পারে তা নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-
মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ফলে একটি থেকে দুটি, দুটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিকভাবে কোষ বিভাজন চলতে থাকে। এর ফলে, টিউমার, এমনকি ক্যান্সার সৃষ্টি হতে পারে। প্যাপিলোমা ভাইরাসের E6 এবং E7 নামের দুটি জিন এমন কিছু রাসায়নিক পদার্থ সৃষ্টি করে যা কোষ বিভাজন নিয়ন্ত্রক দুটি প্রোটিন অণুকে স্থানচ্যুত করে। এর ফলে কোষ বিভাজনের নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে যায় এবং অর্বুদ সৃষ্টি হয়। অনেক সময় এ দুটি জিন পোষক কোষের জিনের সাথে একীভূত হয়ে যায় এবং কোষের বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রণকারী প্রোটিন অণুসমূহের কাজ বন্দ করে দেয়। ফলে সৃষ্টি হয় ক্যান্সার কোষ, তথা ক্যান্সার। ক্যান্সার কোষও নিয়ন্ত্রণহীন অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনেরই ফসল।

৮. নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর-



[ময়মনসিংহ বোর্ড ২০২০]

- (ক) আকর্ষণ তত্ত্ব কী?
(খ) মাইটোকন্ড্রিয়াকে শক্তির বলা হয় কেন?
(গ) চিত্র-১ ও চিত্র-২ এর মধ্যে বিরাজমান পার্থক্যগুলো ব্যাখ্যা কর।
(ঘ) চিত্র-২ প্রজাতির মধ্যে বৈচিত্র্য সৃষ্টিতে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে বিশ্লেষণ কর।

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মাইটোসিস কোষ বিভাজনের প্রো-মেটাফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার স্পিন্ডল ফাইবারের যেসব তন্তুর সাথে সংযুক্ত। হয় সেগুলোই হলো আকর্ষণ তন্তু।
(খ) জীবের শ্বসনকার্যে সাহায্য করা মাইটোকন্ড্রিয়ার প্রধান কাজ। এ জন্য শক্তি প্রয়োজন। মাইটোকন্ড্রিয়াতে শক্তি উৎপাদনের সকল প্রকার এনজাইম, কো-এনজাইম উপস্থিত থাকে। তাই শক্তি উৎপাদনের বিক্রিয়াগুলো মাইটোকন্ড্রিয়াতেই সম্পন্ন হয়। এ জন্য মাইটোকন্ড্রিয়াকে কোষের শক্তির বলা হয়।
(গ) উদ্ভীপকে চিত্র-১ ও চিত্র-২ দ্বারা যথাক্রমে মাইটোসিস ও মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াকে বোঝানো হয়েছে। নিচে মাইটোসিস ও মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ার মধ্যে বিরাজমান পার্থক্যগুলো উল্লেখ করা হলো-
১. মাইটোসিস বিভাজন সাধারণত জীবের দেহ কোষে হয়ে থাকে। অন্যদিকে, মিয়োসিস বিভাজন সাধারণত জীবের জনন কোষে হয়ে থাকে।
২. মাইটোসিস বিভাজনে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি বিভাজিত হয়ে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে। কিন্তু মিয়োসিস বিভাজনে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি বিভাজিত হয়ে চারটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে।
৩. মাইটোসিস বিভাজনে নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোম একবার বিভক্ত হয়। অপরদিকে, মিয়োসিস বিভাজনে নিউক্লিয়াস দুবার এবং ক্রোমোজোম একবার, বিভক্ত হয়।

৪. মাইটোসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের সমান থাকে। পক্ষান্তরে, মিয়োসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের অর্ধেক থাকে।
৫. মাইটোসিস বিভাজনে সাধারণত প্রোফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমে ক্রোমোমিয়ার দেখা যায় না। অন্যদিকে, মিয়োসিস বিভাজনে সাধারণত প্রোফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমে ক্রোমোমিয়ার দেখা যায়।
৬. মাইটোসিস বিভাজনে সাধারণত ক্রসিংওভার হয় না। কিন্তু মিয়োসিস বিভাজনে সাধারণত ক্রসিংওভার হয়।
৭. মাইটোসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোমের গুণাগুণ মাতৃকোষের ক্রোমোজোমের সমগুণ সম্পন্ন হয়। অপরদিকে মিয়োসিস বিভাজনে অপত্য ক্রোমোজোম মাতৃকোষের ক্রোমোজোম হতে ভিন্নতর গুণসম্পন্ন হয়।

- (ঘ) উদ্ভীপকে চিত্র-২ হলো মিয়োসিস কোষ বিভাজন। প্রজাতির মধ্যে বৈচিত্র্য সৃষ্টিতে মিয়োসিস কোষ বিভাজন গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-
মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি ডিপ্লয়েড (2n) মাতৃকোষ বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) জনন কোষ সৃষ্টি হয়। এভাবে সৃষ্ট দুটি হ্যাপ্লয়েড পুং জননকোষ ও স্ত্রী জননকোষ মিলিত হয়ে ডিপ্লয়েড (2n) জাইগোট তৈরি হয়। ফলে প্রজাতির ধারা অক্ষুণ্ণ থাকে। তবে এর পাশাপাশি আরেকটি ঘটনা ঘটে। মিয়োসিস বিভাজনের সময় নিউক্লিয়াস দুই বার কিন্তু ক্রোমোজোম একবার বিভাজিত হয়। ক্রোমোজোমের এই বিভাজনের সময় বিভিন্ন ক্রোমোজোমের মধ্যে তাদের অংশের বিনিময় ঘটে। ফলে মাতৃকোষের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য মিশ্রিত হয়ে জনন কোষগুলোতে নতুন। বৈশিষ্ট্যের আবির্ভাব ঘটে। এছাড়া বাবা ও মা থেকে আগত ক্রোমোজোমগুলো বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ধারণ করে। ফলে নতুন বংশধরে নতুন নতুন চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। এতে একই প্রজাতিতে বৈচিত্র্যের সৃষ্টি হয়।

৯. নিচের উদ্ভীপকটি লক্ষ কর-

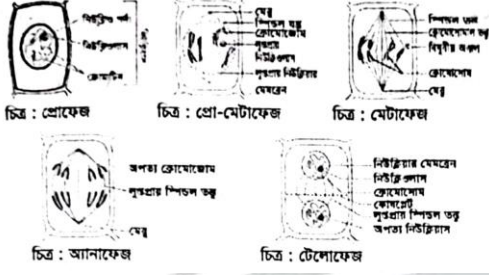
P	ক্রোমোজোম সংখ্যা সমান থাকে
Q	ক্রোমোজোম সংখ্যা অর্ধেক হয়

[রাজশাহী বোর্ড ২০১৯]

- (ক) নিউক্লিওটাইড কাকে বলে?
(খ) প্রোটিন তৈরির কারখানা বলা হয় কোন অঙ্গাণুকে? ব্যাখ্যা কর।
(গ) P বিভাজনে ক্যারিওকাইনেসিস ধাপের চিহ্নিত চিত্র আঁক।
(ঘ) P ও Q বিভাজন দুটি জীবের জন্য অপরিহার্য- মূল্যায়ন কর।

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) পাঁচ কার্বনবিশিষ্ট শর্করা, নাইট্রোজেন বেস এবং অজৈব ফসফেট এই তিনটি উপাদানকে একত্রে নিউক্লিওটাইড বলে।
(খ) রাইবোজোমকে প্রোটিন তৈরির কারখানা বলা হয়। কারণ রাইবোজোম প্রাণী ও উদ্ভিদ উভয় ধরনের কোষের গুরুত্বপূর্ণ অঙ্গাণু। এই ঝিল্লিবিহীন বা পর্দাবিহীন অঙ্গাণুটি প্রোটিনের পলিপেপটাইড চেইন সংযোজনও করে থাকে। এছাড়া রাইবোজোম এ কাজে প্রয়োজনীয় উৎসেচক সরবরাহ করে থাকে।
(গ) উদ্ভীপকের P-তে ক্রোমোজোম সংখ্যা সমান থাকে। যা দ্বারা মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে নির্দেশ করা হয়েছে। মাইটোসিস কোষ বিভাজনে প্রথমে ক্যারিওকাইনেসিস অর্থাৎ নিউক্লিয়াসের বিভাজন ঘটে, আর বিভাজন পাঁচটি ধাপে ঘটে থাকে। যেগুলোর চিহ্নিত চিত্র নিচে আঁকা হলো-



(ঘ) উদ্ভীপকের P ও Q বিভাজন দ্বারা যথাক্রমে মাইটোসিস এবং মিয়োসিস কোষ বিভাজনকে বোঝানো হয়েছে।

মাইটোসিস এবং মিয়োসিস কোষ বিভাজন উদ্ভিদ ও প্রাণী অর্থাৎ উভয় প্রকার জীবের জন্য অতীব গুরুত্বপূর্ণ। মাইটোসিস কোষ বিভাজন জীবের দৈহিক কোষে ঘটে থাকে। এ বিভাজনের মাধ্যমেই জাইগোট থেকে জ্রণ এবং জ্রণ থেকে বহুকোষী জীবের সৃষ্টি হয়। সকল জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও বিকাশ মাইটোসিসের মাধ্যমেই ঘটে থাকে। জীবদেহে কোনো ক্ষত সৃষ্টি হলে তা মাইটোসিস কোষ বিভাজনের মাধ্যমে পূরণ হয়। শুধু তাই নয় জীবের জননাস্র সৃষ্টিতেও মাইটোসিস গুরুত্বপূর্ণ। ভূমিকা পালন করে থাকে। অপরদিকে ডিপ্লয়েড জীবে জনন মাতৃকোষ (2n) হতে মিয়োসিস বিভাজনের মাধ্যমে জীব তার জননকোষ তৈরি করে থাকে। পুং ও স্ত্রী জননকোষের মিলনের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় জীবের যৌন প্রজনন। যৌন প্রজননের মাধ্যমে জীব তার বংশ বিস্তার তথা বংশ রক্ষা করে থাকে। সুতরাং মিয়োসিস না হলে জীব তার বংশ রক্ষা করতে পারতো না। মিয়োসিসের মাধ্যমে জীবের গ্যামিটের মধ্যে জিনের আদান-প্রদান হয়। ফলে নতুন বৈশিষ্ট্যের জীব সৃষ্টি হয়।

পরিশেষে বলা যায় যে, জীবের ক্ষেত্রে দৈহিক বৃদ্ধি ও বংশধর সৃষ্টিতে মাইটোসিস ও মিয়োসিস কোষ বিভাজন অপরিহার্য ভূমিকা পালন করে থাকে।

১০. উচ্চ শ্রেণির জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ও পরিবর্তনের জন্য এক ধরনের কোষ বিভাজন ঘটে। উক্ত কোষ বিভাজনের একটি ধাপে সেন্ট্রোমিয়ার দুটি খণ্ডে বিভক্ত হয়। ফলশ্রুতিতে একটি ক্রোমোজোম থেকে দুটি অপত্য ক্রোমোজোম সৃষ্টি হয়।

[যশোর বোর্ড ২০১৯]

(ক) সাইটোকাইনেসিস কী?

(খ) ক্রোমোজোমকে বংশগতির ভৌত ভিত্তি বলা হয় কেন?

(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত ধাপটি সচিত্র ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে? বিশ্লেষণ কর।

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

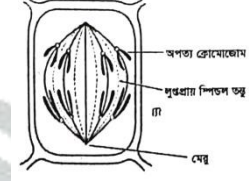
(ক) কোষ বিভাজনের ক্ষেত্রে সাইটোপ্লাজমের বিভাজনই হলো সাইটোকাইনেসিস।

(খ) বংশগতির প্রধান উপাদান হচ্ছে ক্রোমোজোম। ক্রোমোজোমে অসংখ্য অতি সূক্ষ্ম জিন থাকে যা জীবের বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণ করে। ক্রোমোজোম এসব বৈশিষ্ট্য নিয়ন্ত্রণকারী জিন মাতাপিতা থেকে সন্তানসন্ততিতে বহন করে নিয়ে যায়। মানুষের চোখের রং, চুলের আকৃতি, চামড়ার গঠন ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য ক্রোমোজোম কর্তৃক বাহিত হয়ে বংশগতির ধারা অক্ষুণ্ণ রাখে। এ কারণে ক্রোমোজোমকে বংশগতির ভৌত ভিত্তি বলা হয়।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত ধাপটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজনের অ্যানাফেজ ধাপ। নিচে অ্যানাফেজ ধাপটির সচিত্র ব্যাখ্যা উপস্থাপন করা হলো-

১. প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। ফলে ক্রোমাটিড দুটি আলাদা হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় প্রতিটি ক্রোমাটিডকে অপত্য ক্রোমোজোম বলে এবং এতে একটি করে। সেন্ট্রোমিয়ার থাকে।

২. অপত্য ক্রোমোজোমগুলোর মধ্যে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে এরা বিষুবীয় অঞ্চল থেকে পরস্পর বিপরীত মেরুর দিকে গমন করে। ক্রোমোজোমের এ মেরুমুখী চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী হয়।



চিত্র: অ্যানাফেজ পর্যায়

৩. অপত্য ক্রোমোজোমে সেন্ট্রোমিয়ার অবস্থানের বিভিন্নতার জন্য এ সময় ক্রোমোজোমগুলোকে ইংরেজি বর্ণমালার V, L, J ও I অক্ষরের মতো দেখা যায়। এদেরকে যথাক্রমে মেটাসেন্ট্রিক, সাব-মেটাসেন্ট্রিক, অ্যাক্রোসেন্ট্রিক ও টেলোসেন্ট্রিক ক্রোমোজোম বলে।

৪. এ ধাপের শেষের দিকে অপত্য ক্রোমোজোমগুলো স্পিন্ডল ফাইবারের মেরুপ্রান্তে অবস্থান নেয় এবং ক্রোমোজোমের প্যাঁচ খুলে এরা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে।

(ঘ) উদ্ভীপকের প্রক্রিয়াটি মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে নির্দেশ করে। জীবের জন্য এ প্রক্রিয়াটি বিশেষ গুরুত্ব বহন করে এবং এটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে নানা ধরনের সমস্যা দেখা দেয়, যা নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-

১. বহুকোষী জীবে জাইগোট নামক একটি মাত্র কোষের মাইটোসিস বিভাজনের মাধ্যমে বহুকোষী জীবদেহ গঠিত হয় এবং এদের দৈহিক বৃদ্ধি ঘটে। সুতরাং, উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবের দেহ গঠন ও দৈহিক বৃদ্ধি ব্যাহত হবে।

২. মাইটোসিসের মাধ্যমে বহুকোষী জীবের জননাস্র তৈরি হয়ে থাকে। তাই মাইটোসিস সঠিকভাবে না ঘটলে জীবের জননাস্র ঠিকভাবে তৈরি হবে না ফলে বংশবৃদ্ধি ব্যাহত হবে।

৩. মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় কোষ বিভাজনের কারণে প্রতিটি কোষের নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের ভারসাম্য রক্ষা পায়। তাই এ বিভাজন সঠিকভাবে না ঘটলে এ ভারসাম্য বিনষ্ট হতে পারে।

৪. মাইটোসিসের কারণেই জীবদেহের সকল কোষে ক্রোমোজোমের সংখ্যা সমান থাকে। সুতরাং, প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে কোষে ক্রোমোজোমের সমতা বিনষ্ট হবে।

৫. মাইটোসিস প্রক্রিয়াটি স্বাভাবিকভাবে না ঘটলে কোষের নির্দিষ্ট আকার, আকৃতি ও আয়তনের বিঘ্ন সৃষ্টি হবে।

৬. মাইটোসিস কোষ বিভাজনের মাধ্যমে জীবদেহে সৃষ্ট যেকোনো ক্ষতস্থান পূরণে সাহায্য করে। তাই এ বিভাজন না ঘটলে দ্রুত ক্ষতস্থান পূরণ হবে না।

৭. মাইটোসিস কোষ বিভাজনে স্বাভাবিকভাবে না ঘটলে জীব জগতের গুণগত বৈশিষ্ট্যের স্থিতিশীলতা বজায় থাকবে না।

১১. উচ্চ শ্রেণির জীবের দেহকোষে এক ধরনের কোষ বিভাজন হয়। উক্ত কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ার একটি ধাপে সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়।

[কুমিল্লা বোর্ড ২০১৯]

(ক) অন্তঃক্ষরা গ্রন্থি কাকে বলে?

(খ) কোষের কোন অঙ্গাণুটি রঙিন রং সৃষ্টি করে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত ধাপটির সচিত্র ব্যাখ্যা কর।

(ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে? বিশ্লেষণ কর।

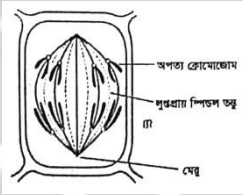
১১ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) মানবদেহে অবস্থিত নালিবিহীন গ্রন্থিসমূহকে অন্তঃক্ষরা গ্রন্থি বলে। যেমন: থাইরয়েড গ্রন্থি, অগ্ন্যাশয়, পিটুইটারি গ্রন্থি প্রভৃতি।

(খ) প্লাস্টিড উদ্ভিদকোষের এক অনন্য বৈশিষ্ট্য। এ প্লাস্টিড অঙ্গাণুটিই রঙিন রং সৃষ্টি করে। তিন ধরনের প্লাস্টিডের মধ্যে ক্লোরোপ্লাস্ট সবুজ রঙের। অসবুজ ও রঙিন প্লাস্টিডকে ক্রোমোপ্লাস্ট বলে। এসব প্লাস্টিডের বর্ণ কণিকার মিশ্রণজনিত কারণে পাতা, ফুল ও ফল হলুদ, কমলা বা লাল হয়ে থাকে।

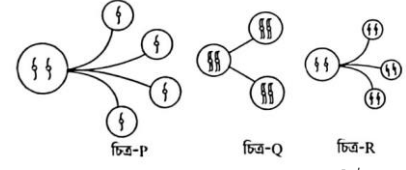
(গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত ধাপটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজনের অ্যানাফেজ ধাপ। নিচে অ্যানাফেজ ধাপটির সচিত্র ব্যাখ্যা উপস্থাপন করা হলো-

- প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার দু'ভাগে বিভক্ত হয়ে যায়। ফলে ক্রোমাটিড দুটি আলাদা হয়ে পড়ে। এ অবস্থায় প্রতিটি ক্রোমাটিডকে অপত্য ক্রোমোজোম বলে এবং এতে একটি করে। সেন্ট্রোমিয়ার থাকে।
- অপত্য ক্রোমোজোমগুলোর মধ্যে বিকর্ষণ শক্তি বৃদ্ধি পায়। ফলে এরা বিষুবীয় অঞ্চল থেকে পরস্পর বিপরীত মেরুর দিকে গমন করে। ক্রোমোজোমের এ মেরুমুখী চলনে সেন্ট্রোমিয়ার অগ্রগামী এবং বাহুদ্বয় অনুগামী হয়।



চিত্র: অ্যানাফেজ পর্যায়

- অপত্য ক্রোমোজোমে সেন্ট্রোমিয়ারের অবস্থানের বিভিন্নতার জন্য এ সময় ক্রোমোজোমগুলোকে ইংরেজি বর্ণমালার V, L, J ও I অক্ষরের মতো দেখা যায়। এদেরকে যথাক্রমে মেটাসেন্ট্রিক, সাব-মেটাসেন্ট্রিক, অ্যাক্রোসেন্ট্রিক ও টেলোসেন্ট্রিক ক্রোমোজোম বলে।
 - এ ধাপের শেষের দিকে অপত্য ক্রোমোজোমগুলো স্পিন্ডলফাইবারের মেরুপ্রান্তে অবস্থান নেয় এবং ক্রোমোজোমের প্যাঁচ খুলে এরা দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে।
- (ঘ) উদ্ভীপকে বর্ণিত বিভাজন প্রক্রিয়া তথা মাইটোসিস কোষ প্রক্রিয়া সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে যে ধরনের সমস্যা হতে পারে তা নিচে বিশ্লেষণ করা হলো-
- বহুকোষী জীবে জাইগোট নামক একটি মাত্র কোষের মাইটোসিস বিভাজনের মাধ্যমে বহুকোষী জীবদেহ গঠিত হয় এবং এদের দৈহিক বৃদ্ধি ঘটে। সুতরাং, উল্লিখিত প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবের দেহ গঠন ও দৈহিক বৃদ্ধি ব্যাহত হবে।
 - মাইটোসিসের মাধ্যমে বহুকোষী জীবের জননাস্র তৈরি হয়ে থাকে। তাই প্রক্রিয়াটি অর্থাৎ মাইটোসিস সঠিকভাবে না ঘটলে জীবের জননাস্র ঠিকভাবে তৈরি হবে না ফলে বংশবৃদ্ধি ব্যাহত হবে।
 - মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় কোষ বিভাজনের কারণে প্রতিটি কোষের নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের ভারসাম্য রক্ষা পায়। তাই এ বিভাজন সঠিকভাবে না ঘটলে এ ভারসাম্য বিনষ্ট হতে পারে।
 - মাইটোসিসের কারণেই জীবদেহের সকল কোষে ক্রোমোজোমের সংখ্যা সমান থাকে। সুতরাং, প্রক্রিয়াটি সঠিকভাবে না ঘটলে কোষে ক্রোমোজোমের সমতা বিনষ্ট হবে।
 - মাইটোসিস প্রক্রিয়াটি স্বাভাবিকভাবে না ঘটলে কোষের নির্দিষ্ট আকার, আকৃতি ও আয়তনের বিঘ্ন সৃষ্টি হবে।
 - মাইটোসিস কোষ বিভাজনের মাধ্যমে জীবদেহে সৃষ্ট যেকোনো ক্ষতস্থান পূরণে সাহায্য করে। তাই এ বিভাজন না ঘটলে দ্রুত ক্ষতস্থান পূরণ হবে না।
 - মাইটোসিস কোষ বিভাজনে স্বাভাবিকভাবে না ঘটলে জীব জগতের গুণগত বৈশিষ্ট্যের স্থিতিশীলতা বজায় থাকবে না।
১২. নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর-



চিত্র-১২ চিত্র-১৩ চিত্র-১৪

(ক) ইন্টারফেজ কী?

(খ) কোন প্রকার কোষ বিভাজনকে হোসমূলক বিভাজন বলে? ব্যাখ্যা কর।

(গ) চিত্র 'R' এর বিভাজনের ফলে কী সমস্যার সৃষ্টি হয়- মতামত দাও।

(ঘ) জীবের গুণগত স্থিতিশীলতা রক্ষায় চিত্র 'G' ও চিত্র 'Q' এর মধ্যে কোনটি অধিক ভূমিকা রাখে-বিশ্লেষণ কর।

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষ বিভাজনের শুরুতে একটি কোষের পরপর দু'বার বিভাজনের মধ্যবর্তী যে দশায় নিউক্লিয়াস প্রস্তুতিমূলক কার্যক্রম সম্পন্ন করে তাই ইন্টারফেজ।
- (খ) মিয়োসিস কোষ বিভাজনকে হোসমূলক বিভাজন বলা হয়। কারণ এ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি প্রকৃতকোষ বিশেষ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বিভক্ত হয়ে চারটি অপত্য কোষে পরিণত হয়। এ প্রক্রিয়ায় নিউক্লিয়াস দুবার এবং ক্রোমোজোম একবার বিভক্ত হয়, ফলে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যার অর্ধেক হয়ে যায়। এ বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা হ্রাস পায় বলে এ প্রক্রিয়াকে হোসমূলক বিভাজন বলে।
- (গ) চিত্র-R হলো অস্বাভাবিক কোষ বিভাজন। অর্থাৎ একটি কোষ থেকে তিনটি অপত্য কোষ সৃষ্টিকে দেখানো হয়েছে। যা অনিয়ন্ত্রিত মাইটোসিস কোষ বিভাজনের ফল। কোনো কারণে মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিক কোষ বিভাজন চলতে থাকে। এরূপ অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফলে টিউমার কোষ সৃষ্টি হয়। আর ক্যান্সার হলো জীবনের শেষ পরিণতি যা মানুষকে নিশ্চিত মৃত্যুর মুখে ঠেলে দেয়। গবেষণায় জানা গেছে, অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফলে বিভিন্ন প্রকার প্যাপিলোমা ভাইরাস ইউ ও ই৭ নামের দুটি জিন এমন কিছু প্রোটিন সৃষ্টি করে যা কোষ বিভাজনের নিয়ন্ত্রক প্রোটিন অণুসমূহকে স্থানচ্যুত করে। এর ফলে কোষ বিভাজন লাগামহীনভাবে চলতে থাকে। অনেক সময় কোষের বৃদ্ধি নিয়ন্ত্রণকারী প্রোটিন অনুসমূহের কাজ বন্ধ করে দেয়। সৃষ্টি হয় ক্যান্সার কোষ। ফলে মানুষকে ক্রমিক রোগ ক্যান্সার নিয়ে মৃত্যু সাথে পাঞ্জা লড়তে হয়।
- পরিশেষে বলা যায় যে, চিত্র 'R' অর্থাৎ অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফলে দেহে অনেক মারাত্মক ধরনের সমস্যা সৃষ্টি হয়।
- (ঘ) উদ্ভীপকে প্রদর্শিত চিত্র-P হলো মিয়োসিস কোষ বিভাজন এবং চিত্র-Q হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। জীবের গুণগত স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে চিত্র-Q মাইটোসিস বিভাজন অধিক ভূমিকা রাখে, নিচে তা বিশ্লেষণ করা হলো-
- মিয়োসিস কোষ বিভাজনের মাধ্যমে উদ্ভিদ বা প্রাণীর ডিপ্লয়েড (2n) জনন মাতৃকোষ বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপ্লয়েড (n) জনন কোষ সৃষ্টি করে। জননকোষে ক্রোমোজোম সংখ্যা জনন মাতৃকোষের অর্ধেক হয়। আবার যখন দুটি হ্যাপ্লয়েড জনন কোষের মিলন ঘটে, তখন জাইগোট (2n) সৃষ্টি হয় অর্থাৎ ডিপ্লয়েড। এভাবে মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রত্যক্ষভাবে জীবদেহের ক্রোমোজোম সংখ্যা ধ্রুব রেখে জীব প্রজাতির স্বাভাবিকতা বজায় রাখে। অন্যদিকে, মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় কোষ বিভাজনের কারণে প্রতিটি কোষের নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজমের মধ্যকার আয়তন ও

পরিমাণগত ভারসাম্য রক্ষিত হয়। এর ফলে বহুকোষী জীবের দৈহিক বৃদ্ধি ঘটে। সব বহুকোষী জীবই জাইগোট নামক একটি কোষ থেকে জীবন শুরু করে। এই একটি কোষই বার বার মাইটোসিস বিভাজনের ফলে অসংখ্য কোষ সৃষ্টির মাধ্যমে পূর্ণ জীব পরিণত হয়। মাইটোসিসে সৃষ্ট অপত্য কোষে ক্রোমোজোমের সংখ্যা ও গুণাগুণ একই রকম থাকায় জীবের দৈহিক বৃদ্ধি সুশৃঙ্খলভাবে হয়। এককোষী জীব মাইটোসিস প্রক্রিয়ায় বংশবৃদ্ধি করে, মাইটোসিসের ফলে অঙ্গ প্রজনন সাধিত হয় এবং জননকোষের সংখ্যাবৃদ্ধিতে মাইটোসিস গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। ক্ষতস্থানে নতুন কোষ সৃষ্টির মাধ্যমে জীবদেহের ক্ষতস্থান পূরণ করতে মাইটোসিস অপরিহার্য। মাইটোসিসের ফলে একই ধরনের কোষের উৎপত্তি হওয়ায় জীবজগতের গুণগত বৈশিষ্ট্যের স্থিতিশীলতা বজায় থাকে।

উপরোক্ত আলোচনা থেকে বলা যায় যে, জীবের গুণগত স্থিতিশীলতা বজায় রাখতে মিয়োসিস অপেক্ষা মাইটোসিস অধিক ভূমিকা রাখে।

১৩. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



[বরিশাল বোর্ড ২০১৯]

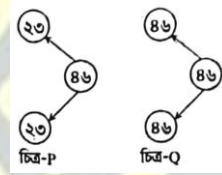
- (ক) অ্যামাইটোসিস কী?
 (খ) সমীকরণিক কোষ বিভাজন বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।
 (গ) উদ্ভীপকের 'X' চিত্রে সংঘটিত প্রক্রিয়াটির ওয় ধাপ বর্ণনা কর।
 (ঘ) 'X' এবং 'Y' এ সংঘটিত প্রক্রিয়া দুটি তুলনামূলক আলোচনা কর।

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় কোষের নিউক্লিয়াসটি প্রত্যক্ষভাবে সরাসরি দুটি অংশে বিভক্ত হয় তাই অ্যামাইটোসিস।
 (খ) মাইটোসিস কোষ বিভাজনকে সমীকরণিক কোষ বিভাজন বলে। এই প্রক্রিয়ায় একটি প্রকৃত কোষ ধারাবাহিক প্রক্রিয়ায় বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে। সেগুলোর ক্রোমোজোম সংখ্যা, গঠন ও গুণাগুণ মাতৃকোষের মতো হয়। এ ধরনের কোষ বিভাজনের মাধ্যমে মাতৃকোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা সৃষ্ট অপত্য কোষের সমান ও সমগুণসম্পন্ন হয়।
 (গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত 'X' চিত্রে সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো মাইটোসিস কোষ বিভাজন। এই প্রক্রিয়াটির ওয় ধাপ হলো মেটাফেজ। নিচে মেটাফেজ ধাপটি বর্ণনা করা হলো-
 মাইটোসিস পর্যায়ের প্রথমেই সব ক্রোমোজোম স্পিন্ডল যন্ত্রের বিষুবীয় অঞ্চলে (দুই মেরুর মধ্যখানে) অবস্থান করে। প্রতিটি ক্রোমোজোমের সেন্ট্রোমিয়ার বিষুবীয় অঞ্চল এবং বাহু দুটি মেরুমুখী হয়ে অবস্থান করে। এ পর্যায়ে ক্রোমোজোমগুলো সর্বাধিক মোটা এবং খাটো হয়। প্রতিটি ক্রোমোজোমের ক্রোমাটিড দুটির আকর্ষণ কমে যায় এবং বিকর্ষণ শুরু হয়। এ পর্যায়ের শেষ দিকে সেন্ট্রোমিয়ারের বিভাজন শুরু হয়। নিউক্লিয়ার মেমব্রেন এবং নিউক্লিওলাসের সম্পূর্ণ বিলুপ্তি ঘটে।
 (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত চিত্র-'X'-এ সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো মাইটোসিস এবং চিত্র-'Y'-এ সংঘটিত প্রক্রিয়াটি হলো মিয়োসিস। নিচে মাইটোসিস এবং মিয়োসিস প্রক্রিয়া দুটির তুলনামূলক আলোচনা করা হলো-
 ১. মাইটোসিস বিভাজন সাধারণত জীবের দেহ কোষে হয়ে থাকে। অন্যদিকে, মিয়োসিস বিভাজন সাধারণত জীবের জনন কোষে হয়ে থাকে।
 ২. মাইটোসিস বিভাজনে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি বিভাজিত হয়ে দুটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে। কিন্তু মিয়োসিস বিভাজনে মাতৃকোষের নিউক্লিয়াসটি বিভাজিত হয়ে চারটি অপত্য কোষের সৃষ্টি করে।

৩. মাইটোসিস বিভাজনে নিউক্লিয়াস ও ক্রোমোজোম একবার বিভক্ত হয়। অপরদিকে, মিয়োসিস বিভাজনে নিউক্লিয়াস দুবার এবং ক্রোমোজোম একবার বিভক্ত হয়।
 ৪. মাইটোসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের সমান থাকে। পক্ষান্তরে, মিয়োসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোম সংখ্যা মাতৃকোষের অর্ধেক থাকে।
 ৫. মাইটোসিস বিভাজনে সাধারণত প্রোফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমে ক্রোমোমিয়ার দেখা যায় না। অন্যদিকে, মিয়োসিস বিভাজনে সাধারণত প্রোফেজ পর্যায়ে ক্রোমোজোমে ক্রোমোমিয়ার দেখা যায়।
 ৬. মাইটোসিস বিভাজনে সাধারণত ক্রসিংওভার হয় না। কিন্তু মিয়োসিস বিভাজনে সাধারণত ক্রসিংওভার হয়।
 ৭. মাইটোসিস বিভাজনে অপত্য কোষের ক্রোমোজোমের গুণাগুণ মাতৃকোষের ক্রোমোজোমের সমগুণ সম্পন্ন হয়। অপরদিকে মিয়োসিস বিভাজনে অপত্য ক্রোমোজোম মাতৃকোষের ক্রোমোজোম হতে ভিন্নতর গুণসম্পন্ন হয়।

১৪. নিচের চিত্রটি লক্ষ কর-



[দিনাজপুর বোর্ড ২০১৯]

- (ক) ইন্টারফেজ কী?
 (খ) নীলাভ সবুজ শৈবালের কোষ বিভাজনকে প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন বলা হয় কেন?
 (গ) 'Q' চিহ্নিত অংশের কোষ বিভাজনের শেষ ধাপটি বর্ণনা কর।
 (ঘ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত প্রক্রিয়া দুটি সঠিকভাবে না ঘটলে জীবদেহে কী ধরনের সমস্যা হতে পারে? বিশ্লেষণ কর।

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোষ বিভাজনের শুরুতে একটি কোষের পরপর দু'বার বিভাজনের মধ্যবর্তী যে দশায় নিউক্লিয়াস প্রস্তুতিমূলক কার্যক্রম সম্পন্ন করে তাই ইন্টারফেজ।
 (খ) নীলাভ সবুজ শৈবালের কোষ বিভাজন হলো অ্যামাইটোসিস ধরনের। এ বিভাজনে প্রথমে নিউক্লিয়াস কোন জটিল প্রক্রিয়া ছাড়াই সরাসরি বিভক্ত হয়ে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি করে এবং পরে সাইটোপ্লাজম ক্রমান্বয়ে সংকুচিত হয়ে বিভক্ত হয়ে যায় এবং দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি করে। এই কারণে অ্যামাইটোসিস কোষ বিভাজনকে প্রত্যক্ষ কোষ বিভাজন বলা হয়।
 (গ) উদ্ভীপকে উল্লেখিত 'Q' চিহ্নিত অংশের কোষ বিভাজনটি হলো মাইটোসিস। মাইটোসিস কোষ বিভাজনের শেষ ধাপটি হলো টেলোফেজ। নিচে টেলোফেজ ধাপটির বর্ণনা দেওয়া হলো-
 টেলোফেজ ধাপে প্রোফেজের ঘটনাগুলো পর্যায়ক্রমে বিপরীতভাবে ঘটে। ক্রোমোজোমগুলোতে পানি যোজন ঘটতে থাকে এবং সরু ও লম্বা আকার ধারণ করে। অবশেষে এরা জড়িয়ে গিয়ে নিউক্লিয়ার রেটিকুলাম গঠন করে। নিউক্লিওলাসের পুনরাবির্ভাব ঘটে। নিউক্লিয়ার রেটিকুলামকে ঘিরে পুনরায় নিউক্লিয়ার মেমব্রেনের সৃষ্টি হয়। ফলে দুই মেরুতে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াস গঠিত হয়। স্পিন্ডল যন্ত্রের কাঠামো ভেঙে পড়ে এবং তত্ত্বগুলো ধীরে ধীরে অদৃশ্য হয়ে যায়।
 টেলোফেজ পর্যায়ের শেষে বিষুবীয় তলে এন্ডোপ্লাজমিক জালিকার ক্ষুদ্র অংশগুলো জমা হয় এবং পরে এরা মিলিত হয়ে কোষপ্লেট গঠন করে। সাইটোপ্লাজমিক অঙ্গাণুসমূহের সমবন্টন ঘটে। ফলে দুটি অপত্য কোষ সৃষ্টি হয়।

(ঘ) উদ্ভীপকের উল্লিখিত প্রক্রিয়া দুটি হলো যথাক্রমে মাইটোসিস ও মিয়োসিস কোষ বিভাজন। এ দু'টি সঠিকভাবে না ঘটলে নিম্নলিখিত সমস্যা হতে পারে:

টিউমার, ক্যান্সার এ শব্দগুলোর সাথে আমরা সবাই পরিচিত। এগুলো অস্বাভাবিক কোষ বিভাজনের ফল। মাইটোসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় একটি থেকে দুটি, দুটি থেকে চারটি এভাবে কোষের সংখ্যা বাড়তে থাকে। কিন্তু কোষ বিভাজন প্রক্রিয়াটি নিয়ন্ত্রিত থাকে। কোনো কারণে এই নিয়ন্ত্রণ নষ্ট হয়ে গেলে অস্বাভাবিকভাবে কোষ বিভাজন চলতে থাকে। এর ফলে টিউমার সৃষ্টি হয় এবং প্রাণঘাতী টিউমারকে ক্যান্সার বলে।

যৌন জনন করে এমন সকল জীবে মিয়োসিসের মাধ্যমে একইভাবে জিনগত বৈচিত্র্য সৃষ্টি হয়ে থাকে। কোনো প্রজাতির টিকে থাকা বা না থাকা মূলত নির্ভর করে তার সদস্য জীবদের মধ্যে কতটা বৈচিত্র্য আছে, তার উপর। পরিবেশ প্রতিনিয়ত পরিবর্তনশীল। সেইসব প্রজাতি টিকে থাকে, যাদের অন্তত কিছু সদস্যের মধ্যে সেই পরিবর্তন পরিবেশের সাথে খাপ খাইয়ে নেওয়ার মতো বৈশিষ্ট্য রয়েছে। যদি কোনো প্রজাতির জীবদের মধ্যে বৈচিত্র্য কম থাকে তাহলে নতুন কোনো পরিবেশে খাপ খাওয়ানো মতো বৈশিষ্ট্য কারো মধ্যে থাকার সম্ভাবনাও হবে কম। ফলে হয়তো পুরো প্রজাতিটাই বিলুপ্ত হয়ে যাবে।

তাই বলা যায়, উল্লিখিত প্রক্রিয়া দুইটি অর্থাৎ মাইটোসিস ও মিয়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়া যদি সঠিকভাবে না ঘটে, তাহলে জীবদেহে উপরে উল্লিখিত সমস্যাগুলো দেখা যাবে।