BNZY201DET

خلیاتی حیاتیات-2

(Cell Biology-2)

مع

لیب مینول

(Lab Manual)

بی۔ ایس سی۔ (آنرس)

چار سالہ پروگرام

دوسرا سمسٹر (حیوانیات)

مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

حیدرآباد-32، تلنگانہ، بھارت

Copyright © 2025, Maulana Azad National Urdu University, Hyderabad

All right reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or mechanically, including photocopying, recording or any information storage or retrieval system, without prior permission in writing form the publisher (registrar@manuu.edu.in)

ISBN : 7978-81-993135-3-8
Course : Cell Biology-2
First Edition : September 2025
Copies : 2100
Price : 100/- (The price of the book is included in admission fee of distance mode students)

Course Coordinators

Prof. Arif Ahmad, Professor & Head (Zoology) School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Editorial Board/Editors

Prof. P. Fazul Rahaman,
Professor (Zoology), School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Prof. Arif Ahmad, Professor & Head (Zoology) School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Prof. Parveen Jahan,
Professor (Zoology), School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Massarat Fatima, Assistant Professor (Zoology) School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Mohammad Kamran,
Associate Professor (Zoology), School of Sciences, MANUU, Hyderabad

Dr. Mohammad Asif, Assistant Professor (C)/Guest Faculty, CDOE, MANUU, Hyderabad

Dr. Mohd Akmal Khan (Language Editor),
Assistant Professor (C)/Guest Faculty, CDOE, MANUU, Hyderabad

Production

Prof. Nikhath Jahan,
Professor (Urdu),
CDOE MANUU

Mr. P Habibulla
Assistant Registrar, Purchase & Stores Section, MANUU

Dr. Mohd Akmal Khan,
Assistant Professor (C)/Guest Faculty,
CDOE MANUU

Mohd Abdul Naseer
Section Officer, CDOE MANUU

Shaik Ismail,
UDC, CDOE, MANUU

Syed Faheemuddin, LDC
Purchase & Stores Section, MANUU

On behalf of the Registrar, Published by:

Centre for Distance and Online Education

Maulana Azad National Urdu University
Gachibowli, Hyderabad-500032 (TG), India
*Director:*dir.dde@manuu.edu.in*Publication:*ddepublication@manuu.edu.in
Phone number: 040-23008314 Website: manuu.edu.in

CRC Prepared by the Dr. Mohammad Asif, Faculty of Zoology, CDOE, MANUU

Printed at Print Time & Business Enterprises, Hyderabad

فہرست

اکائی نمبر	اکائی کا نام	مصنف	صفحہ نمبر
	پیغام	وائس چانسلر، مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی	6
	پیغام	ڈائرکٹر، مرکز برائے فاصلاتی و آن لائن تعلیم	7
	کورس کا تعارف	کورس کوآرڈی نیٹر (اردو)	8
	بلاک :I-خلیہ اور عضیات		
1.	کرومیٹن کی ساخت اور تنظیم	پروفیسر پروین جہاں	9
2.	خلیاتی چکر کے مراحل اور ان کے چیک پوائنٹس	پروفیسر پروین جہاں	29
3.	خلیہ سے خلیہ رابطہ کاری اور سگنلنگ کے مالیکیولز	پروفیسر پروین جہاں	47
4.	سرطان اور اس کی خصوصیات	پروفیسر پروین جہاں	65
	تجویز کردہ اکتسابی مواد		90
	نمونہ امتحانی پرچہ		91
			92
	بلاک :II- عملی تجربات (پریکٹیکل)		
5.	خوردبین کے ذریعے مائٹوسس کے مراحل کا مشاہدہ	ڈاکٹر محمد کامران	93
6.	خوردبین کے ذریعے میوسس کے مراحل کا مشاہدہ	ڈاکٹر محمد کامران	103
7.	ٹرائی پین بلیو اخراج ٹیسٹ برائے خلیاتی زندگی	ڈاکٹر وجیہ الشمس	114
8.	کرومیٹن ماڈل کی تیاری	ڈاکٹر وجیہ الشمس	126
	نمونہ امتحانی پرچہ		131

مصنفین کی تفصیلات

(Writer's Details)

Prof. Parveen Jahan,
Professor (Zoology), School of Sciences,
MANUU, Hyderabad

پروفیسر پروین جہاں
پروفیسر (حیوانیات),اسکول برائے سائنسی علوم،مانو

Dr. Mohammad Kamran,
Associate Professor (Zoology), School of
Sciences, MANUU, Hyderabad

ڈاکٹر محمد کامران
ایسوسی ایٹ پروفیسر (حیوانیات)،اسکول آف سائنسز

Dr. Wajihus Shams,
Assistant Professor
Vocational Studies and Skill Development
School of Sciences, MANUU, Hyderabad

ڈاکٹر وجیہ الشمس
اسسٹنٹ پروفیسر،ووکیشنل اسٹڈیز اینڈ اسکل ڈیولپمنٹ
اسکول آف سائنسز،مولانا آزاد نیشنل اُردو یونیورسٹی،حیدرآباد

مترجمین (Translators): ڈاکٹر محمد محبوب(اکائی 4-1)

پروف ریڈرس(Proofreaders):

اول	:	ڈاکٹر محمد کامران،ڈاکٹر محمد محبوب،ڈاکٹر واجیہس شمس
دوم	:	ڈاکٹر عارف احمد
ائنل	:	ڈاکٹر محمد آصف

ٹائٹل پیج(Title Page): ابراہیم اکرم صدیقی

پیغام

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی(MANUU) 1998 میں پارلیمنٹ کے ایک ایکٹ کے ذریعے قائم کی گئی۔ یہ ایک مرکزی جامعہ ہے جس نے این اے اے سی کی جانب سے گریڈ +A حاصل کیا ہے۔ اس جامعہ کے قیام کے مقاصد ہیں: (1) اردو زبان کا فروغ، (2) پیشہ ورانہ اور تکنیکی تعلیم کو اردو میڈیم میں قابل رسائی اور دستیاب بنانا، (3) روایتی اور فاصلاتی طریقۂ تعلیم کے ذریعے تعلیم فراہم کرنا، اور (4) خواتین کی تعلیم پر خصوصی توجہ دینا۔ یہ وہ نکات ہیں جو اس مرکزی جامعہ کو دیگر تمام مرکزی جامعات سے ممتاز کرتے ہیں اور اسے ایک انفرادیت بخشتے ہیں۔ قومی تعلیمی پالیسی 2020 میں بھی مادری زبانوں اور علاقائی زبانوں میں تعلیم حاصل کرنے پر زور دیا گیا ہے۔

اردو کے ذریعے علم کے فروغ کا مقصد یہی ہے کہ اردو جاننے والے طبقے کے لیے عصری علوم اور مضامین تک رسائی آسان بنائی جائے۔ ایک طویل عرصے تک اردو میں درسی مواد کی کمی رہی ہے۔ اردو یونیورسٹی کے پاس اب اردو میں 350 سے زیادہ کتابوں کا ذخیرہ موجود ہے اور ہر سمسٹر کے ساتھ اس تعداد میں اضافہ ہو رہا ہے۔

اردو یونیورسٹی این ای پی 2020 کے وژن کے مطابق مادری / گھریلو زبان میں تعلیمی مواد فراہم کرنے کے قومی مشن کا حصہ بننے کو اپنے لیے ایک اعزاز سمجھتی ہے۔ مزید یہ کہ اردو بولنے والا طبقہ اردو میں مطالعہ کے مواد کی عدم دستیابی کے سبب نئے اُبھرتے شعبوں اور جدید تر معلومات کے موجودہ میدانوں میں تازہ ترین معلومات و اطلاعات کے حصول سے محروم نہیں رہے گا۔ مذکورہ بالا میدانوں میں مواد کی دستیابی کی بدولت حصولِ معلومات کا نیا شعور بیدار ہوا ہے جو یقیناً اردو داں طبقے کی دانشورانہ ترقی پر اثر انداز ہوگا۔

فاصلاتی اور آن لائن طلبہ کے لیے تعلیم و تدریس کے عمل کو سہل بنانے کے لیے یونیورسٹی کا سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) اردو اور متعلقہ مضامین میں خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری کو یقینی بناتا ہے۔

MANUU فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کے لیے SLM بلا معاوضہ فراہم کرتا ہے۔ یہ مواد اُردو کے ذریعے علم حاصل کرنے میں دلچسپی رکھنے والے ہر شخص کے لیے برائے نام قیمت پر دستیاب ہے۔ تعلیم تک رسائی کے دائرے کو مزید پھیلانے کے مقصد سے، اردو / ہندی / انگریزی / عربی میں eSLM یونیورسٹی کی ویب سائٹ پر مفت ڈاؤن لوڈ کے لیے دستیاب رکھا گیا ہے۔

مجھے بے حد خوشی ہے کہ متعلقہ فیکلٹی کی محنت اور مصنفین کے مکمل تعاون کی بدولت FYUG بی۔اے، بی۔ایس سی اور بی۔کام کی کتابوں کی اشاعت کا عمل بڑے پیمانے پر شروع ہو گیا ہے۔ فاصلاتی اور آن لائن لرننگ کے طلبہ کی سہولت کے لیے خود اکتسابی مواد (SLM) کی تیاری اور اشاعت کا عمل یونیورسٹی کے لیے اہمیت رکھتا ہے۔ مجھے یقین ہے کہ ہم اپنے خود تعلیمی مواد کے ذریعے اردو جاننے والے ایک بڑے طبقے کی ضروریات کو پورا کرنے کے قابل ہوں گے اور اس یونیورسٹی کے مقصدِ قیام کو پورا کریں گے اور اپنے ملک میں اپنی موجودگی کو جائز ٹھہرا سکیں گے۔

نیک تمناؤں کے ساتھ!

پروفیسر سید عین الحسن
شیخ الجامعہ، مانو

پیغام

موجودہ دور میں فاصلاتی تعلیم کو دنیا بھر میں ایک نہایت مؤثر اور مفید طریقۂ تعلیم کے طور پر تسلیم کیا جاتا ہے اور بڑی تعداد میں لوگ اس طریقۂ تعلیم سے فائدہ اٹھا رہے ہیں۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے بھی اردو زبان بولنے والے عوام کی تعلیمی ضروریات کو مدنظر رکھتے ہوئے اپنے قیام کے وقت سے ہی فاصلاتی تعلیم کا طریقہ متعارف کرایا۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی نے 1998 میں ڈائریکٹوریٹ آف ڈسٹنس ایجوکیشن (نظامتِ فاصلاتی تعلیم) کے ساتھ کام کا آغاز کیا اور 2004 سے باقاعدہ پروگرام شروع ہوئے، اس کے بعد مختلف شعبہ جات قائم کیے گئے۔

یو جی سی نے ملک میں نظام تعلیم کو مؤثر طور پر منظم کرنے میں ایک اہم کردار ادا کیا ہے۔ اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ (ODL) موڈ کے تحت چلنے والے مختلف پروگرام، جو سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) میں چل رہے ہیں، یو جی سی-ڈی ای بی کے منظور شدہ ہیں۔ یو جی سی-ڈی ای بی نے فاصلاتی اور باقاعدہ تعلیم کے نصاب کو ہم آہنگ کرنے پر زور دیا ہے تاکہ فاصلاتی تعلیم حاصل کرنے والے طلبہ کے معیار کو بہتر بنایا جاسکے۔ چونکہ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی ایک دُہرے طرز (ڈوئل موڈ) کی یونیورسٹی ہے جو فاصلاتی اور روایتی دونوں طریقۂ تعلیم کی خدمات فراہم کرتی ہے، اس لیے اپنے مقاصد کو یو جی سی-ڈی ای بی کے رہنما خطوط کے مطابق حاصل کرنے کے لیے اس نے چوائس بیسڈ کریڈٹ سسٹم (CBCS) متعارف کرایا گیا جس کا خود اکتسابی مواد (Self Learning Materials) یو جی سی کے قوانین اور کریڈٹ فریم کے مطابق نئے سرے سے تیار کیے جاچکا ہے۔

سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن (CDOE) کل انیس (19) پروگرام پیش کرتا ہے جن میں یو جی، پی جی، بی ایڈ، ڈپلومہ اور سرٹیفکیٹ پروگرام شامل ہیں۔ اس کے ساتھ ساتھ تکنیکی مہارتوں پر مبنی پروگرام بھی شروع کیے جارہے ہیں۔ سی ڈی او ای نے جولائی 2025 سے این ای پی-2020 کے مطابق چار سالہ یو جی پروگرام کا آغاز کیا ہے۔ بی اے، بی ایس سی اور بی کام کے آنرز پروگراموں کو این سی ایف کے مطابق ڈیزائن کیا گیا ہے جس سے طلبہ کو آنرز ڈگری حاصل کرنے میں مدد ملے گی۔ سال 2025-2026 سے ایم بی اے پروگرام او ڈی ایل موڈ میں متعارف کرایا گیا ہے۔

مانو نے طلبہ کی سہولت کے لیے نو ریجنل سنٹرز (بنگلورو، بھوپال، دربھنگہ، دہلی، کولکاتا، ممبئی، پٹنہ، رانچی اور سری نگر) اور چھ سب ریجنل سنٹرز (حیدرآباد، لکھنؤ، جموں، نوح، وارانسی اور امراؤتی) کا ایک وسیع نیٹ ورک قائم کیا ہے۔ اس کے علاوہ وجے واڑا میں ایک ایکسٹینشن سنٹر بھی قائم کیا گیا ہے۔ ان ریجنل اور سب ریجنل سنٹروں کے تحت ایک سو پچاس سے زیادہ لرنرز سپورٹ سنٹر (LSCs) اور بیس پروگرام سنٹر بیک وقت چلائے جارہے ہیں تاکہ طلبہ کو تعلیمی اور انتظامی سہولیات فراہم کی جاسکیں۔ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن اپنی تعلیمی اور انتظامی سرگرمیوں میں آئی سی ٹی کا بھرپور استعمال کرتا ہے اور اپنے تمام پروگراموں میں صرف آن لائن موڈ کے ذریعے ہی داخلے فراہم کرتا ہے۔

طلبہ کے لیے سیلف لرننگ میٹیریل (SLM) کی سوفٹ کاپی سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن کی ویب سائٹ پر دستیاب کرائی جاتی ہیں اور آڈیو و ویڈیو ریکارڈنگ کے لنک بھی ویب سائٹ پر فراہم کیے جاتے ہیں۔ اس کے علاوہ طلبہ کو ای۔میل اور واٹس ایپ گروپ کی سہولت بھی فراہم کی جارہی ہے جن کے ذریعے انہیں پروگرام کے مختلف پہلوؤں جیسے کورس رجسٹریشن، اسائنمنٹ، کاؤنسلنگ، امتحانات وغیرہ کے بارے میں مطلع کیا جاتا ہے۔ باقاعدہ کاؤنسلنگ کے علاوہ گزشتہ دو برسوں سے طلبہ کے تعلیمی معیار کو بہتر بنانے کے لیے زائد تدارکی (Remedial) آن لائن کاؤنسلنگ بھی فراہم کی جارہی ہے۔

امید کی جاتی ہے کہ سینٹر فار ڈسٹنس اینڈ آن لائن ایجوکیشن تعلیمی اور معاشی طور پر پسماندہ آبادی کو عصری تعلیم کے دھارے میں شامل کرنے میں ایک اہم کردار ادا کرے گا۔ تعلیمی ضروریات کو مدنظر رکھتے ہوئے نئی تعلیمی پالیسی (NEP-2020) کے مطابق مختلف پروگرامز میں تبدیلیاں کی گئی ہیں اور توقع ہے کہ اس سے اوپن اینڈ ڈسٹنس لرننگ کے نظام کو مزید مؤثر اور کارآمد بنانے میں مدد ملے گی۔

پروفیسر محمد رضا اللہ خان

ڈائرکٹر، سی ڈی او ای، مانو

کورس کا تعارف

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی ایک معیاری اور معتبر علمی ادارہ ہے جو علوم سائنس کو عام فہم اردو زبان میں پیش کرنے کی بھرپور کوشش کرتی ہے۔ اس یونیورسٹی کا مقصد یہ ہے کہ علمی مواد کو اردو میں دستیاب کروا کر علم کے حصول کو آسان بنایا جائے۔ سائنس کے نظریات اور تصورات کی صحیح تفہیم مادری زبان میں ہی ممکن ہے، کیونکہ سائنسی مضامین کی پیچیدگی اور خشک نوعیت کی وجہ سے طلبہ کے لیے ان کو سمجھنا مشکل ہوتا ہے۔

یہ کورس اسی مقصد کے پیش نظر تیار کیا گیا ہے تاکہ علوم حیاتیات کے مشکل اور دقیق موضوعات کو آسان اور سلیس اردو زبان میں بیان کیا جا سکے۔ اس کورس میں سائنسی اصطلاحات کو حتی المقدور اردو املا کے ساتھ پیش کیا گیا ہے تاکہ طلبہ کو سمجھنے میں دشواری نہ ہو اور مستقبل میں کسی بھی علمی یا پیشہ ورانہ میدان میں مشکل کا سامنا نہ کرنا پڑے۔

یہ کورس بی ایس سی (سمسٹر دوم) کے طلبہ کے لیے تشکیل دیا گیا ہے اور اسے دو بلاکس میں تقسیم کیا گیا ہے۔ کورس کا عنوان "**خلیاتی حیاتیات -2**" ہے، جس میں خلیے کے اہم پہلوؤں اور خلیاتی ارتقاء کے مختلف مراحل پر روشنی ڈالی گئی ہے۔

پہلا بلاک "خلیہ اور عضیات" پر مشتمل ہے، جس میں کرومیٹن کی ساخت اور ترتیب، کرومیٹن کے گاڑھا اور ہلکا ہونے کے مراحل اور کروموسوم کی تشکیل پر تفصیل سے روشنی ڈالی گئی ہے۔ اس کے علاوہ خلیے کے تقسیم کے مراحل یعنی مائیٹوسس اور میوسس کو واضح کیا گیا ہے اور خلیاتی چکر کے اہم نکات کو بھی بیان کیا گیا ہے۔ اسی بلاک میں خلیاتی رابطہ کاری کے مختلف اقسام (آٹوکرائن، پیراکرائن، جکستاکرائن اور خلیہ سے خلیہ رابطہ) اور خلیاتی سگنلنگ کے عمل میں شامل مالیکیولز (لیگنڈز، ریسپٹرز، ثانوی پیغام رساں اور سگنل ٹرانسڈیوسرز) کی وضاحت کی گئی ہے۔ نیز، سرطان (کینسر) اور اس کے خواص، سرطانی خلیات کی خصوصیات، کارسینوجنز اور سرطان سے متعلق جینز کا بھی تفصیلی جائزہ پیش کیا گیا ہے۔

دوسرا بلاک عملی تجربات پر مشتمل ہے، جس میں مائیٹوسس اور میوسس کے مختلف مراحل کو خوردبین کے ذریعے مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ مزید برآں، ٹرائی پین بلیو خارج کرنے کا ٹیسٹ خلیاتی زندگی کی تصدیق کے لیے شامل ہے۔ کرومیٹن کے ماڈل کی تیاری کا عملی تجربہ بھی اس بلاک میں شامل ہے تاکہ طلبہ کو خلیے کے اندر کرومیٹن کی ساخت کو سمجھنے میں مدد مل سکے۔

سائنسی مضامین کی اردو میں عدم دستیابی ایک بڑا مسئلہ رہی ہے، جس کے باعث طلبہ اور اساتذہ دونوں کو دشواری کا سامنا کرنا پڑتا ہے۔ مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی کی یہ کاوش ایک سنگ میل کی حیثیت رکھتی ہے جو اردو داں طلبہ اور اساتذہ کے لیے ایک نعمت ثابت ہوگی۔ اس کورس میں پیچیدہ سائنسی مواد کو نہایت آسان اور عام فہم انداز میں پیش کیا گیا ہے تاکہ تعلیم کے حصول میں کوئی رکاوٹ نہ رہے۔

ڈاکٹر عارف احمد

کورس کوآرڈینیٹر

خلیاتی حیاتیات-2

(Cell Biology-2)

اکائی 1: کرومیٹن اور کروموسوم کی ساخت اور تنظیم

(Structure and Organization of Chromatin and Chromosomes)

اکائی کے اجزا

1.0 تمہید(Introduction)

1.1 مقاصد(Objectives)

1.2 کرومیٹن کے انقباض اور انبساط کا چکر(Condensation and Decondensation Cycle of Chromatin)

1.3 کرومیٹن کی ساخت اور پیکنگ(Structure and Packaging of Chromatin)

1.3.1 نیکلیو سوم، سولینائیڈ، لوپس اور اقسام(Nucleosome, Solenoid, Loops, and Types)

1.4 کروموسومز:(Chromosomes)

1.4.1 **ساخت :(Structure)** کروموسوم کی عمومی ساخت 8 حصوں پر مشتمل ہوتی ہے:

1.4.2 **کروموسومز کے افعال :(Functions of Chromosomes)** پہلی بار 1902 میں سٹن (Sutton) اور بووری (Boveri) نے وراثت (Heredity) میں کروموسومز کے کردار کی تجویز پیش کی۔

1.4.3 کروموسومز کی اقسام:(Types of Chromosomes)

1.5 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

1.6 کلیدی الفاظ(Keywords)

1.7 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

1.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

1.8 فرہنگ(Glossary)

1.0 تمہید(Introduction)

کرومیٹن (Chromatin) ایک انتہائی منظم اور متحرک مرکب ہے جو ڈی این اے (DNA) اور پروٹینز (Proteins) پر مشتمل ہوتا ہے۔ یہ خلیے کے نیوکلیئس (Nucleus) میں ایک بنیادی ڈھانچے کی تشکیل کرتا ہے اور جین کے اظہار (Gene Expression)، ڈی این اے نقل (DNA Replication) ، اور مرمت (Repair) میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ یوکریوٹس (Eukaryotes) کے خلیات میں کرومیٹن کا بنیادی مقصد لمبی ڈی این اے مالیکیولز کو ایک کمپیکٹ (Compact) اور گھنے شکل میں ترتیب دینا ہے۔ یہ بندوبست نہ صرف ڈی این اے کو نیوکلیئس کے اندر موزوں رکھنے کے لیے ضروری ہے بلکہ جینیاتی معلومات (Genetic Information) تک رسائی کو بھی کنٹرول کرتا ہے۔

کرومیٹن کی تنظیم جامد (Static) نہیں ہوتی؛ بلکہ یہ خلیاتی سائیکل (Cell Cycle) کے دوران اہم عملوں جیسے نسخہ سازی (Transcription)، نقل (Replication) ،اور مائٹوسس (Mitosis) کے لیے متحرک تبدیلیوں سے گزرتا ہے۔ کرومیٹن بنیادی طور پر دو حالتوں میں موجود ہوتا ہے :یوکرومیٹن (Euchromatin) ، جو کم کمپیکٹ اور نسخہ سازی میں فعال ہوتا ہے، اور ہیٹروکرومیٹن (Heterochromatin)، جو زیادہ کمپیکٹ اور نسخہ سازی میں خاموش (Silent) ہوتا ہے۔ ان حالتوں کے درمیان تبدیلی کو کرومیٹن کا انقباض اور انبساط کا چکر (Condensation and Decondensation Cycle) کہا جاتا ہے، جو جین کے اظہار اور کروموسومل استحکام (Chromosomal Stability) کو یقینی بنانے کے لیے سختی سے منظم ہوتا ہے۔

کرومیٹن کی تنظیم کی سب سے بنیادی سطح پر نیکلیوسومز (Nucleosomes) شامل ہیں۔ ہر نیکلیوسوم ڈی این اے کے ایک حصے پر مشتمل ہوتا ہے جو ہسٹون پروٹینز (Histone Proteins) کے کور (Core) کے گرد لپٹا ہوتا ہے، جو "موتیوں کی مالا- (Bead-on-a-String) " جیسی ساخت بناتا ہے۔ کرومیٹن کی مزید کمپیکشن (Compaction) سولینائڈز (Solenoids) اور لوپس (Loops) کی تشکیل کے ذریعے ہوتی ہے، جو بالآخر خلیاتی تقسیم (Cell Division) کے دوران کروموسومز (Chromosomes) کی تشکیل کا باعث بنتی ہے۔

یہ باب کرومیٹن کی ساخت اور تنظیم کے بارے میں جامع فہم فراہم کرنے کے لیے ترتیب دیا گیا ہے، جس میں اس کے انقباض اور انبساط کے عمل پر توجہ مرکوز کی گئی ہے۔ طلباء کرومیٹن کے پیکیجنگ کے سالماتی میکانزم (Molecular Mechanisms) کا مطالعہ کریں گے، نیکلیوسوم کی تشکیل سے لے کر اعلیٰ ترتیب والے کروموسومل ڈھانچے تک، اور ان ساختوں کے خلیاتی افعال پر اثرات کو سمجھیں گے۔ مزید برآں، تفصیلی خاکے اور ڈایاگرامز پیچیدہ کرومیٹن کے فن تعمیر اور اس کی متحرک تبدیلیوں کو دیکھنے میں مدد کریں گے۔

اس باب کے اختتام تک، طلباء کرومیٹن کے ساختی تنظیم اور اس کی متحرک نوعیت کی اہمیت کو بخوبی سمجھ جائیں گے، جو خلیاتی فنکشن اور جینومک سالمیت (Genomic Integrity) کو برقرار رکھنے میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔

1.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی میں اجسام کی درجہ بندی اور ان کے اصول اور قوانین کو زیر بحث لایا گیا ہے تا کہ طلبا آسانی سے سمجھ سکیں۔

- اس اکائی میں کرومیٹن *(Chromatin)* کی ساخت اور تنظیم کے بنیادی اصولوں کو زیر بحث لایا گیا ہے تا کہ طلبا کو کرومیٹن کے توازن اور جینیاتی مواد *(Genetic Material)* کے انتظام کا بہتر ادراک ہو۔
- کرومیٹن کے بنیادی ڈھانچے اور اس کے مختلف اجزاء جیسے نیکلیوسوم *(Nucleosome)*، سولینائڈ *(Solenoid)*، لوپس *(Loops)*، اور کروموسوم *(Chromosome)* کی تفصیل پیش کی گئی ہے تا کہ طلبا کو کرومیٹن کی کمپیکشن *(Compaction)* اور آرگنائزیشن کے عمل کو سمجھنے میں مدد ملے۔
- کرومیٹن کے انقباض اور انبساط *(Condensation and Decondensation)* کے چکر کو وضاحت کے ساتھ بیان کیا گیا ہے تا کہ طلبا کو خلیاتی افعال جیسے جین کے اظہار *(Gene Expression)*، نقل *(Replication)*، اور خلیاتی تقسیم *(Cell Division)* میں کرومیٹن کی اہمیت کو سمجھنے میں آسانی ہو۔
- کرومیٹن پیکجنگ کے مختلف مراحل کی وضاحت اور ان میں شامل سالماتی میکانزم *(Molecular Mechanisms)* کو بیان کیا گیا ہے تا کہ طلبا کو کرومیٹن کی مختلف سطحوں کی کمپیکشن کے متعلق جامع فہم حاصل ہو۔
- طلبا کو کروموسومز کی تشکیل اور ان کی تنظیم کے بارے میں آگاہ کیا گیا ہے تا کہ کروموسومل ساخت اور جینیاتی مواد کے تحفظ کے عمل کو بہتر طور پر سمجھا جا سکے۔
- اس اکائی میں مختلف خاکے اور ڈایاگرامز شامل کیے گئے ہیں تا کہ پیچیدہ کرومیٹن ڈھانچے اور ان کے تنظیمی اصولوں کو بصری طور پر واضح کیا جا سکے۔
- اس اکائی کے مطالعے کے بعد، طلبا کرومیٹن کی ساخت، اس کے تنظیمی مراحل اور خلیاتی عمل میں اس کے کردار کو بخوبی سمجھ سکیں گے۔

1.2 کرومیٹن کے انقباض اور انبساط کا چکر (Condensation and Decondensation Cycle of Chromatin)

کرومیٹن *(Chromatin)* ڈی این اے *(DNA)* اور پروٹین *(Protein)* کا ایک مرکب ہے جو یوکریوٹک خلیات *(Eukaryotic Cells)* میں پایا جاتا ہے۔ اس کا بنیادی کام طویل ڈی این اے مالیکیولز کو زیادہ کمپیکٹ *(Compact)* اور گھنے ڈھانچوں میں پیک کرنا ہے۔ یہ ترتیب ڈی این اے کے دھاگوں کو الجھنے سے بچاتی ہے اور ساتھ ہی خلیاتی تقسیم *(Cell Division)* کے دوران ڈی

این اے کو مضبوطی فراہم کرنے،ڈی این اے کو نقصان (DNA Damage) سے بچانے اور جین کے اظہار (Gene Expression) اور ڈی این اے نقل (DNA Replication) کو منظم کرنے میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔

مائٹوسس (Mitosis) اور میوسس (Meiosis) کے دوران، کرومیٹن انیفیز (Anaphase) میں کروموسومز (Chromosomes) کی مناسب علیحدگی کو آسان بناتا ہے۔ اس مرحلے کے دوران کروموسومز کی نمایاں شکلیں ڈی این اے کے زیادہ کنڈلی دار (Coiled) اور انتہائی منقبض (Condensed) کرومیٹن کی وجہ سے ظاہر ہوتی ہیں۔

یوکریوٹک خلیے کی تقسیم کے دوران نیوکلیئر کرومیٹن (Nuclear Chromatin) شکل اور کمپیکشن (Compaction) کی ڈگری کے حوالے سے نمایاں تبدیلیوں سے گزرتا ہے۔ اگرچہ انٹرفیز (Interphase) کے دوران کرومیٹن پہلے ہی نمایاں طور پر کمپیکٹ ہوتا ہے، لیکن مائٹوسس کے آغاز پر کرومیٹن مزید سکڑ کر الگ الگ کروموسومز کی شکل اختیار کر لیتا ہے، جو مائٹوٹک اسپنڈل اپریٹس (Mitotic Spindle Apparatus) کے ذریعے آزادانہ طور پر منتقل کیے جاتے ہیں۔ اسپنڈل کے ذریعے الگ ہونے کے بعد، کرومیٹن دوبارہ انبساط (Decondensation) اختیار کر لیتا ہے تاکہ انٹرفیز کی ساخت کو دوبارہ قائم کر سکے جو ڈی این اے نقل اور نسخہ سازی (Transcription) کے لیے موزوں ہو۔

1. کرومیٹن کے بنیادی پروٹین اجزاء

کرومیٹن کے بنیادی پروٹین اجزاء ہسٹونز (Histones) ہیں۔ ہسٹون کورز (Histone Cores) کے چار سیٹوں (Histone H2A, H2B, H3, H4) کے دو مجموعے (Octamer) ڈی این اے سے جڑتے ہیں اور "لنگر (Anchors)" کا کام کرتے ہیں، جن کے گرد ڈی این اے کے دھاگے لپٹے ہوتے ہیں۔

عام طور پر، کرومیٹن کی تنظیم کے تین درجات ہوتے ہیں:

1. **نیکلیوسوم (Nucleosome) اور یورکرومیٹن (Euchromatin)**: ڈی این اے ہسٹون پروٹینز کے گرد لپٹتا ہے، جس سے نیکلیوسوم بنتے ہیں اور یہ "موتیوں کی مالا (Beads on a String)" کی ساخت بناتے ہیں۔
2. **ہیٹروکرومیٹن (Heterochromatin)**: متعدد ہسٹونز 30 نینو میٹر قطر کے ریشے (30-nanometer fiber) میں لپٹ جاتے ہیں، جو نیکلیوسوم کی ترتیب کے سب سے زیادہ کمپیکٹ شکل میں ہوتا ہے۔
3. **اعلیٰ سطح کی ڈی این اے کنڈلی دار ساخت (Higher-Level DNA Supercoiling)**: 30 نینو میٹر ریشے کے مزید کنڈلی دار ڈھانچے کے ذریعے میٹافیز کروموسوم (Metaphase Chromosome) بنتا ہے، جو مائٹوسس اور میوسس کے دوران ظاہر ہوتا ہے۔

2. انٹرفیز کے دوران کرومیٹن کی حالت

انٹرفیز کے دوران، وہ کرومیٹن جو زیادہ سکڑا ہوا اور گہرا رنگ اختیار کیے ہوتا ہے اسے **ہیٹروکرومیٹن** کہتے ہیں۔ جبکہ وہ کرومیٹن جو

ہلکے رنگ کا ہوتا ہے اور پھیلا ہوا رہتا ہے، اسے **یور کرومیٹن** کہا جاتا ہے۔

3. کرومیٹن پروٹین کی اقسام

کرومیٹن پروٹین دو اقسام کے ہوتے ہیں:

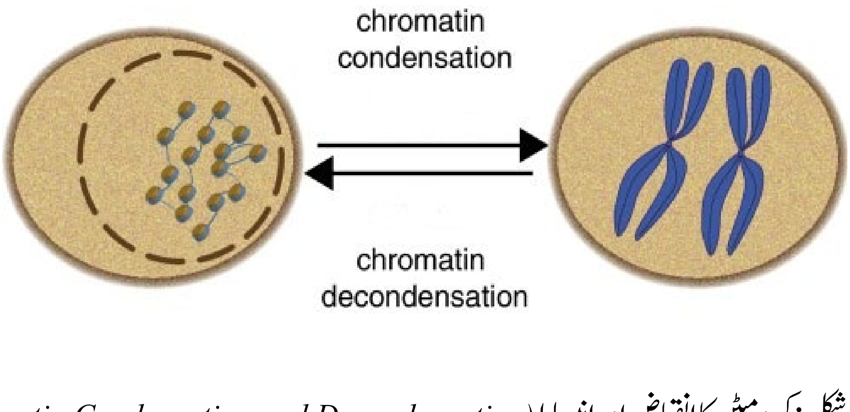
4. **ہسٹونز :(Histones)** یہ بنیادی پروٹین ہیں جو آرگینائن *(Arginine)* اور لائسین *(Lysine)* جیسے بنیادی امائنو ایسڈز *(Basic Amino Acids)* سے بھرپور ہوتے ہیں۔ جسمانی پی ایچ *(Physiological pH)* پر یہ کیٹشنک *(Cationic)* ہوتے ہیں اور اینیونک نیوکلک ایسڈز *(Anionic Nucleic Acids)* کے ساتھ تعامل کرتے ہیں۔ یہ ایک انتہائی منقبض ساخت بناتے ہیں۔

   - ہسٹونز کی پانچ اقسام ہوتی ہیں ***H1*** **:، *H2A*، *H2B*، *H3*، اور *H4*** ۔
   - یہ تمام اقسام مختلف یوکریوٹس میں انتہائی مشابہت رکھتی ہیں اور ارتقاء کے دوران انتہائی محفوظ رہی ہیں۔
   - ان میں سے ***H1*** سب سے کم محفوظ اور ڈی این اے کے ساتھ ڈھیلے طریقے سے جڑا ہوتا ہے۔

5. **نان ہسٹونز :(Non-Histones)** ہسٹونز کے علاوہ، کرومیٹن میں کئی مختلف اقسام کے نان ہسٹون پروٹینز شامل ہوتے ہیں جو ڈی این اے نقل *(Replication)* اور جین کے اظہار میں کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ زیادہ متنوع ہوتے ہیں اور ارتقائی طور پر محفوظ نہیں ہوتے۔ مختلف بافتوں *(Tissues)* میں یہ پروٹینز مختلف ہوسکتے ہیں۔

6. نیکلیوسوم کی بنیادی ساخت

1974 میں راجر کورنبرگ *(Roger Kornberg)* نے کرومیٹن کے بنیادی ساختی اکائی *(Basic Structural Unit)* کو **نیکلیوسوم** کے نام سے متعارف کرایا۔



شکل: کرومیٹن کا انقباض اور انبساط *(Chromatin Condensation and Decondensation)*

1.3 کرومیٹن کی ساخت اور پیکنگ (Structure and Packaging of Chromatin)

1.3.1 نیکلیوسوم، سولینائیڈ، لوپس اور اقسام (Nucleosome, Solenoid, Loops, and Types)

- ***نیکلیوسوم (Nucleosome)***

کرومیٹن *(Chromatin)* ڈی این اے *(DNA)* اور متعلقہ پروٹینز *(Proteins)* پر مشتمل ہوتا ہے۔ ڈی این اے کو کروموسومز *(Chromosomes)* میں بہت منظم طریقے سے پیک کیا جاتا ہے۔ نیکلیوسوم کرومیٹن کی بنیادی اکائی ہے جس کا قطر 10 نینو میٹر ہے۔ ڈی این اے کی پیکنگ ہسٹون پروٹینز *(Histone Proteins)* کی مدد سے کی جاتی ہے۔ ڈی این اے ہسٹون پروٹینز کے گرد لپیٹ کر نیکلیوسوم بناتا ہے۔

یوکریوٹک کروموسومز *(Eukaryotic Chromosomes)* میں ہسٹون پروٹینز کی پانچ اقسام ہوتی ہیں ***H1, H2A, H2B, H3, H4*** : یہ پروٹینز مثبت چارج رکھتے ہیں کیونکہ ان میں بنیادی زنجیر والے امائنو ایسڈز *(Basic Amino Acids)* موجود ہوتے ہیں، جبکہ ڈی این اے منفی چارج کا حامل ہوتا ہے کیونکہ اس میں فاسفیٹ گروپ *(Phosphate Groups)* موجود ہوتے ہیں۔ یہ پروٹینز جین کے ضابطے *(Gene Regulation)* میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔

ایک عام نیکلیوسوم میں تقریباً ***200 بیس پیئرز (bp)*** ڈی این اے ہوتا ہے۔ نیکلیوسوم کے کور پارٹیکل میں تقریباً ***146 بیس پیئرز*** ڈی این اے شامل ہوتا ہے، جو ہسٹون مالیکیولز کے آکٹامر *(Octamer)* کے گرد لپٹا ہوتا ہے۔ نیکلیوسومز کے درمیان ***80 بیس پیئرز*** کا لنکر ڈی این اے *(Linker DNA)* ہوتا ہے۔ نیکلیوسومز ڈی این اے کو الجھنے سے بچاتے ہیں۔

لنکر ڈی این اے اور پانچواں ہسٹون *(H1)* مل کر 30 نینو میٹر کے کمپیکٹ کرومیٹن فائبر *(Compact Chromatin Fiber)* بناتے ہیں۔ یہ فائبرز بڑے کنڈلی دار لوپس *(Coiled Loops)* میں تبدیل ہو جاتے ہیں، جو نان ہسٹون پروٹینز *(Non-Histone Proteins)* کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ یہ پروٹینز اسکیفولڈنگ پروٹینز *(Scaffolding Proteins)* کہلاتے ہیں، جیسے ایکٹین *(Actin)*، الفا اور بیٹا ٹیوبلین *(α and β Tubulin)*، اور مایوسین *(Myosin)*۔ کرومیٹن مزید سکڑ کر کمپیکٹ کروموسوم بناتا ہے، جس میں کونڈینسن *(Condensin)* پروٹین ڈی این اے کو لپیٹ کر کنڈلی دار لوپس میں تبدیل کرتی ہے۔

- ***سولینائیڈ (Solenoid)***

نیکلیوسومز 30 نینو میٹر فائبرز میں لپٹ جاتے ہیں جنہیں سولینائیڈز *(Solenoids)* کہتے ہیں۔ سولینائیڈ ماڈل کے مطابق نیکلیوسومز بائیں طرف گھومنے والی سرپل *(Helical)* ترتیب میں ہوتے ہیں، جن میں فی چکر تقریباً ***چھ یا زیادہ نیکلیوسومز*** ہوتے ہیں۔

- ***لوپس اور اقسام (Loops and Types)***

سولینائیڈز ایک دوسرے کے گرد لپٹ کر ***لوپس (Loops)*** بناتے ہیں، جو پھر ***روسیٹس (Rosettes)***، ***کوائلز (Coils)*** اور آخر

میں دو کرومیٹڈز (Chromatids) کی شکل اختیار کرتے ہیں۔ اس کا حتمی نتیجہ **میٹافیز کروموسوم (Metaphase Chromosome)** ہوتا ہے۔

- **پیکنگ کی پہلی سطح(First Level of Packing)**

ڈی این اے کو پروٹین کور کے گرد لپیٹ کر "موتیوں کی مالا (Bead-like Structure)" نما نیکلیوسوم تشکیل دیا جاتا ہے، جس سے تقریباً **6 کا پیکنگ تناسب** حاصل ہوتا ہے۔ یہ ساخت یوکرومیٹن (Euchromatin) اور ہیٹروکرومیٹن (Heterochromatin) دونوں میں یکساں ہوتی ہے۔

- **پیکنگ کی دوسری سطح(Second Level of Packing)**

موتیوں کی کوائلز بنا کر 30 نینو میٹر فائبر تیار کیا جاتا ہے، جو انٹرفیز کرومیٹن (Interphase Chromatin) اور مائٹوٹک کروموسومز (Mitotic Chromosomes) دونوں میں موجود ہوتا ہے۔ *H1* ہسٹون ان اعلیٰ ساختوں کے استحکام کے لیے اہم ہے۔

- **سولینائیڈ ماڈل اور زیگ زیگ ماڈل(Solenoid Model and Zigzag Model)**
- **سولینائیڈ ماڈل (Solenoid Model):** نیکلیوسومز ایک سرپل میں گھومتے ہیں، جس میں ہر چکر میں تقریباً **چھ نیکلیوسومز** ہوتے ہیں۔
- **زیگ زیگ ماڈل (Zigzag Model):** ہسٹون *H1* کی شمولیت کے بعد نیکلیوسومز کی زیگ زیگ ترتیب بنتی ہے، جو زیادہ کمپیکٹ شکل اختیار کرتی ہے۔
- **پیکنگ کی آخری سطح(Final Level of Packing)**

حتمی پیکنگ سطح **700 نینو میٹر** کی ساخت ہوتی ہے، جو میٹافیز کروموسوم میں دیکھی جاتی ہے۔ 30 نینو میٹر فائبرز بڑے سپر کوائلڈ لوپس یا ڈومینز (Supercoiled Loops or Domains) میں لپٹ جاتے ہیں، جن کا قطر **80-100 نینو میٹر** ہوتا ہے۔

یہ لوپس نان ہسٹون پروٹین اسکیفولڈنگ یا نیوکلیئر میٹرکس (Nuclear Matrix) سے جڑتے ہیں۔ اس میں ٹوپو اسومیریز II (Topoisomerase II) انزائم بھی شامل ہو سکتا ہے، جو ڈی این اے کے الجھنے کی صورت میں اسے سلجھاتا ہے۔

- **ایس ایم سی پروٹینز(SMC Proteins):**

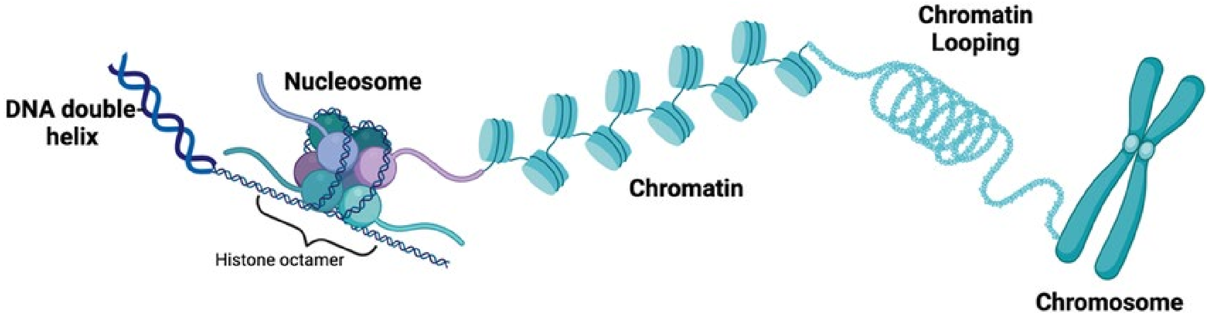
ایس ایم سی (Structural Maintenance of Chromosomes) پروٹینز کروموسوم کی ساخت کو برقرار رکھتے ہیں اور کرومیٹڈز (Chromatids) کو ایک ساتھ رکھتے ہیں۔

- **کوہیسن (Cohesin):** ڈی این اے کی نقل کے بعد دو بہن کرومیٹڈز (Sister Chromatids) کو جوڑتا ہے۔

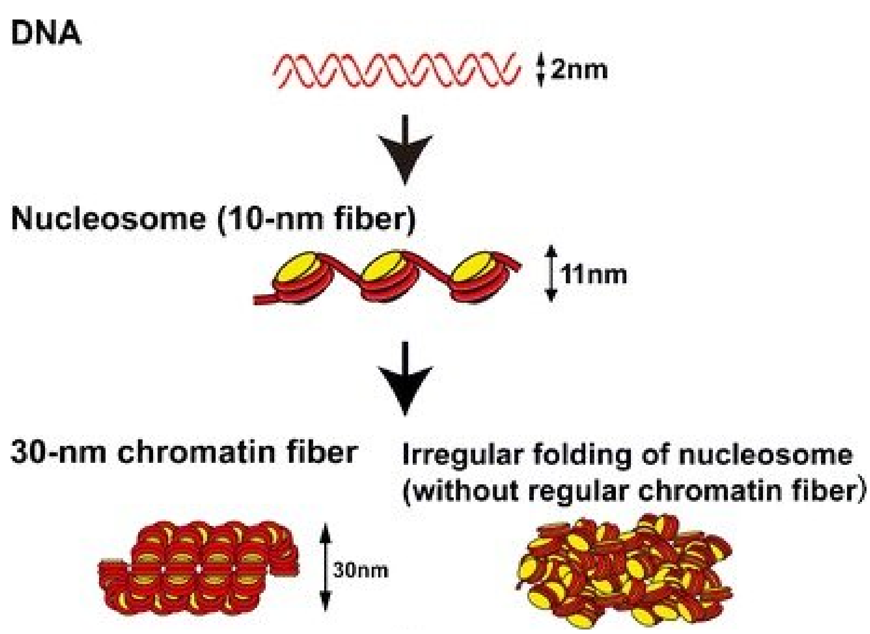
- **کونڈینسن** *:(Condensin)* کروموسوم کو سکڑنے میں مدد دیتا ہے اور کروموسوم کی ترتیب کو برقرار رکھتا ہے۔
- **اختتامی ساخت*(Final Structure)***

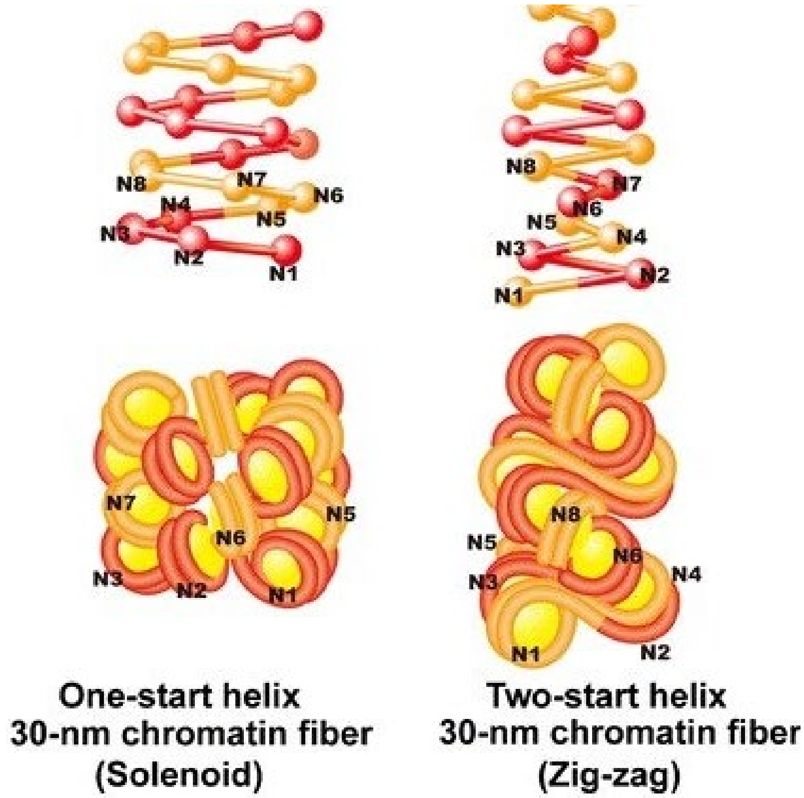
کرومیٹن فائبر کو **لوپس، اسکیفولڈز، اور ڈومینز** میں منظم کیا جاتا ہے، جس سے انٹر فیز کروموسوم میں ***1000* کا پیکنگ تناسب** اور مائٹوٹک کروموسوم میں ***10,000* کا تناسب** حاصل ہوتا ہے۔

انٹر فیز خلیات *(Interphase Cells)* میں، کروموسومز نیوکلیئس کے اندر زیادہ تر غیر متداخل "علاقوں *(Territories)* " میں مقامی ہوتے ہیں۔

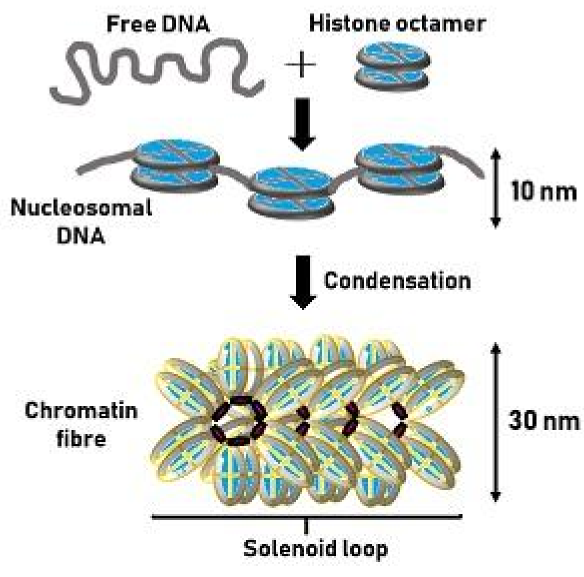


شکل: نیکلیوسوم اور کرومیٹن کی ساخت *(Nucleosome and Chromatin Structure)*

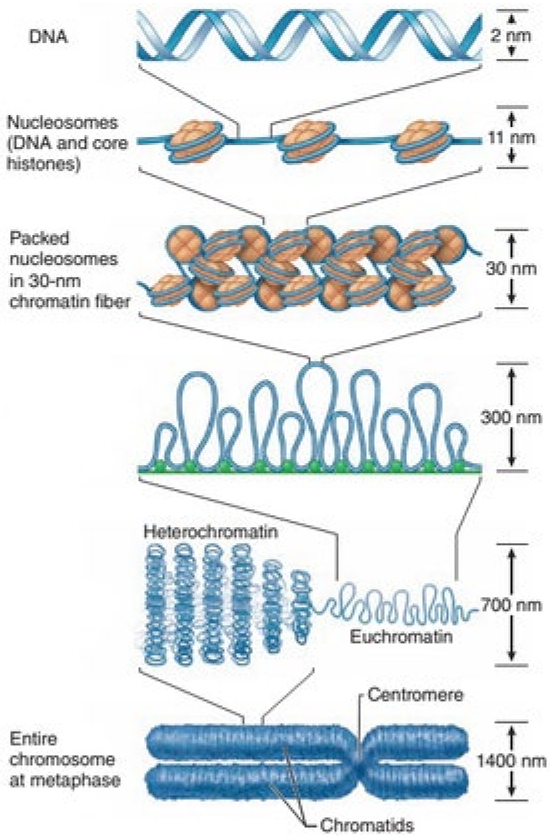




شکل:30 nm کرومیٹن فائبر (Chromatin Fibers) اور اعلیٰ ترتیبی کرومیٹن ساخت (Higher Order Chromatin Structures) کے دو کلاسیکی ماڈل (Solenoid) اور (Zigzag)، رابنسن اور روڈس 2006۔



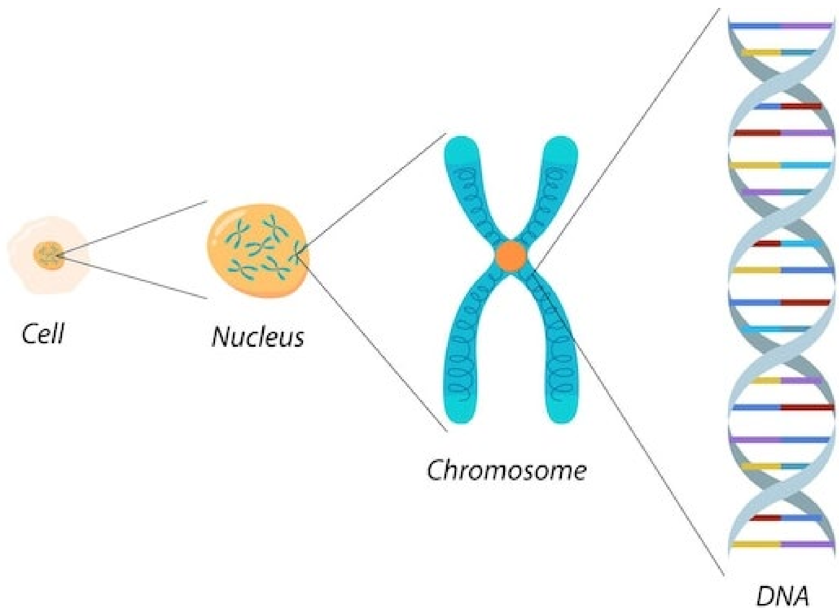
شکل: سولینائیڈ لوپس (Solenoid Loops) کی تشکیل



شکل: کرومیٹن کی ساخت اور تنظیم *(Chromatin Structure and Organization)*

1.4 کروموسومز: (Chromosomes)

کروموسومز لمبی دھاگے جیسی ساختیں ہیں جو نیوکلئیس *(Nucleus)* میں موجود ہوتی ہیں۔ یہ بہت اہم ہیں کیونکہ ان میں بنیادی وراثتی مواد ڈی این اے *(DNA)* موجود ہوتا ہے۔ یہ پودوں اور جانوروں کے خلیوں کے نیوکلئیس کے اندر پائے جاتے ہیں۔ کروموسومز کو سب سے پہلے 1815 میں اسٹراسبرگر *(Strasburger)* نے دریافت کیا، اور "کروموسوم" کی اصطلاح سب سے پہلے 1888 میں والڈائر *(Waldeyer)* نے استعمال کی۔ انسانوں میں کل 46 کروموسومز ہوتے ہیں جو 23 جوڑوں میں منظم ہوتے ہیں۔



شکل: کروموسوم اور ڈی این اے کی ساخت(Structure of Chromosome and DNA)

ایک کروموسوم دھاگے کی طرح نظر آتا ہے اور یہ پروٹین سے بنا ہوا کوائلڈ مواد ہوتا ہے۔ یہ تمام خلیوں کے نیوکلئیس میں موجود ہوتا ہے اور بنیادی وراثتی مواد ڈی این اے (DNA) پر مشتمل ہوتا ہے، جو ایک نسل سے دوسری نسل میں منتقل ہوتا ہے۔ 1842 میں کارل نیگیلی (Karl Nägeli) نے سب سے پہلے پودوں کے خلیے کے نیوکلئیس میں موجود راڈ نما ساخت کا مشاہدہ کیا۔ 1888 میں ڈبلیو والڈ ائر نے "کروموسوم" کی اصطلاح وضع کی۔ 1902 میں والٹر سٹن (Walter Sutton) اور تھیوڈور بووری (Theodor Boveri) نے تجویز کیا کہ کروموسومز یوکریوٹک خلیوں میں جینز کے جسمانی کیریئر ہوتے ہیں۔ کسی بھی جاندار میں کروموسومز کی تعداد تمام خلیوں میں یکساں ہوتی ہے۔ جنسی خلیات (مثلاً سپرم اور انڈا) میں کروموسومز کی تعداد جسمانی خلیے سے آدھی ہوتی ہے اور اسے ہیپلوئڈ سیٹ (Haploid Set) کہا جاتا ہے، جو جنسی تولید کے دوران میوسس (Meiosis) کے ذریعے پیدا ہوتی ہے۔ جسمانی خلیوں میں کروموسومز کی تعداد مائیٹوسس (Mitosis) کے دوران برقرار رہتی ہے، جو جاندار کی نشوونما، مرمت اور دوبارہ تخلیق کے لیے ضروری ہے۔ کروموسومز کی تعداد مختلف انواع میں مختلف ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر، ایک نیمے ٹوڈ (Nematode) نوع کے خلیے میں صرف 2 کروموسومز ہوتے ہیں، جبکہ ایک پروٹوزون (Protozoan) نوع کے خلیے میں 1600 کروموسومز پائے جاتے ہیں۔ زیادہ تر پودوں اور جانوروں کی انواع میں جسمانی خلیے میں 8 سے 50 کروموسومز پائے جاتے ہیں۔ کروموسومز کی تعداد جاندار کی پیچیدگی کی عکاسی نہیں کرتی۔ انسانی خلیے میں کل 23 جوڑوں (2n)، کل 23×2=46 (کے کروموسومز ہوتے ہیں، جن میں سے 22 آٹوسومز (Autosomes) اور 1 جنس کروموسوم (Sex Chromosome) ہوتا ہے۔

1.4.1 ساخت:(Structure)

کروموسوم کی عمومی ساخت 8 حصوں پر مشتمل ہوتی ہے:

1. **سینٹرومیر (Centromere) یاکینیٹوکور:*(Kinetochore)***

یہ مرکزی رکاوٹ ہوتی ہے جہاں کرومیٹیڈز یا اسپنڈل فائبرز *(Spindle Fibers)* جڑتے ہیں۔ اس کا کام سیل ڈویژن کے اینافیز *(Anaphase)* مرحلے کے دوران کروموسوم کی حرکت کو ممکن بنانا ہے۔

2. **کرومیٹیڈ:*(Chromatid)***

سیل ڈویژن کے دوران، کروموسوم دو یکساں آدھے حصوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جو سینٹرومیر کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ ہر کرومیٹیڈ ڈی این اے پر مشتمل ہوتا ہے اور اینافیز میں الگ ہو کر ایک الگ کروموسوم بناتا ہے۔

3. **کرومیٹن:*(Chromatin)***

یہ ڈی این اے اور پروٹینز کا ایک پیچیدہ مرکب ہے جو یوکریوٹک خلیوں کے نیوکلئیس میں کروموسومز کی تشکیل کرتا ہے۔ نیوکلیئر ڈی این اے بہت زیادہ کمپریس ہوتا ہے اور نیوکلیئر پروٹینز کے گرد لپٹا ہوتا ہے تاکہ نیوکلئیس کے اندر سما سکے۔

4. **ثانوی رکاوٹ:*(Secondary Constriction)***

یہ عام طور پر نیوکلیولر آرگنائزیشن *(Nucleolar Organization)* کے لیے موجود ہوتی ہے۔

5. **ٹیلومیئر:*(Telomere)***

ٹیلومیئر کروموسوم کے ہر سرے پر واقع ہوتی ہے۔ ہر کروموسوم میں دو ٹیلومیئر ہوتے ہیں جو کروموسوم کو استحکام فراہم کرتے ہیں۔

6. **کرومونیما:*(Chromonema)***

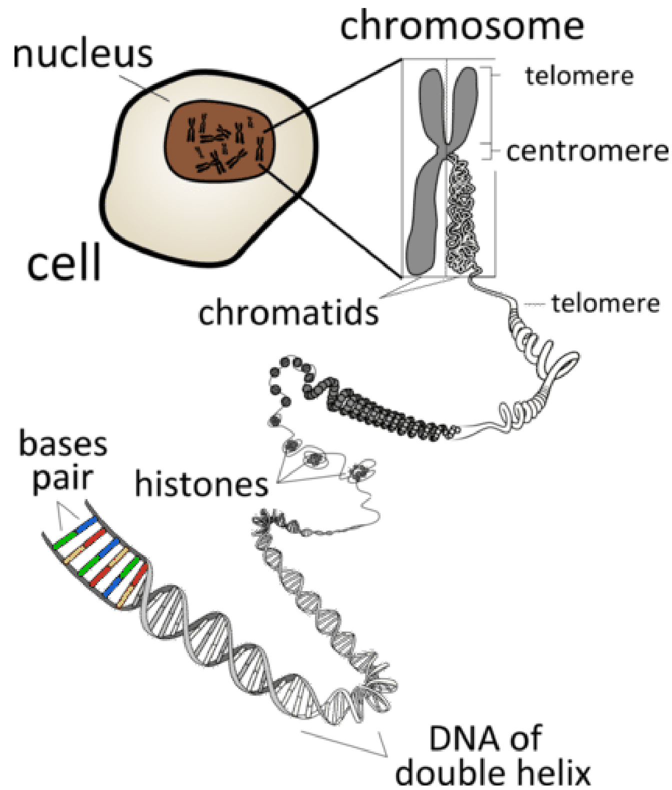
یہ دھاگے جیسی بل دار ساخت ہے جس کے ساتھ کرومومیئرز *(Chromomeres)* ترتیب وار جڑے ہوتے ہیں۔ یہ کروموسوم کے سائز کو کنٹرول کرتی ہے اور جین کے حامل مقامات کے طور پر کام کرتی ہے۔

7. **کرومومیئرز:*(Chromomeres)***

یہ دانے دار ساختیں ہیں جو کرومونیما کے ساتھ دھاگے پر لگی ہوتی ہیں۔ یہ کروموسوم کی پوری لمبائی پر ترتیب وار موجود ہوتی ہیں اور جینز کو سیل ڈویژن کے دوران اگلی نسل تک پہنچانے کی ذمہ دار ہوتی ہیں۔

8. **میٹرکس:*(Matrix)***

پیلکل *(Pellicle)* کروموسوم کے ارد گرد کی جھلی ہوتی ہے۔ میٹرکس ایک جیلی نما مادہ ہوتا ہے جو پیلکل کے اندر موجود ہوتا ہے۔ یہ غیر وراثتی مواد پر مشتمل ہوتا ہے۔



1.4.2 کروموسومز کے افعال:(Functions of Chromosomes)

پہلی بار 1902 میں سٹن (Sutton) اور بووری (Boveri) نے وراثت (Heredity) میں کروموسومز کے کردار کی تجویز پیش کی۔

1. کروموسومز کا سب سے اہم کام بنیادی وراثتی مواد، یعنی ڈی این اے *(DNA)* کو لے جانا ہے۔ ڈی این اے مختلف خلیاتی افعال کے لیے وراثتی معلومات فراہم کرتا ہے، جو جانداروں کی نشوونما *(Growth)*، بقاء *(Survival)*، اور تولید *(Reproduction)* کے لیے ضروری ہیں۔
2. کروموسومز ہسٹونز *(Histones)* اور دیگر پروٹینز سے ڈھکے ہوتے ہیں۔ یہ پروٹینز اسے کیمیائی (مثلاً انزائمز) اور جسمانی قوتوں سے بچاتے ہیں۔ اس طرح، کروموسومز کا ایک اہم فعل وراثتی مواد *(DNA)* کو خلیاتی تقسیم *(Cell Division)* کے دوران نقصان سے محفوظ رکھنا ہے۔
3. خلیاتی تقسیم *(Cell Division)* کے دوران، سینٹرومیرز *(Centromeres)* سے جڑے اسپنڈل فائبرز *(Spindle Fibers)* سکڑ جاتے ہیں اور ایک اہم فعل سرانجام دیتے ہیں۔ کروموسومز کے سینٹرومیرز کا سکڑاؤ ڈی این اے (وراثتی مواد) کی بیٹی نیوکلئیس *(Daughter Nuclei)* میں درست تقسیم کو یقینی بناتا ہے۔
4. کروموسومز میں ہسٹون *(Histone)* اور نان ہسٹون *(Non-Histone)* پروٹینز موجود ہوتے ہیں۔ یہ پروٹینز جین کے افعال

کو کنٹرول کرتے ہیں۔ جینز کو کنٹرول کرنے والے خلیاتی مالیکیول ان پروٹینز کو فعال *(Activate)* یا غیر فعال *(Deactivate)* کرتے ہیں۔ اس فعال اور غیر فعال ہونے سے کروموسوم پھیلتا *(Expand)* یا سکڑتا *(Contract)* ہے۔

1.4.3 کروموسومز کی اقسام:(Types of Chromosomes)

(A) سینٹرومیر *(Centromere)* کی تعداد کی بنیاد پر *(Based on the number of centromeres present)*

i. ***Monocentric:*** ایسا کروموسوم جس میں صرف ایک سینٹرومیر موجود ہو۔

ii. ***Holocentric:*** ایسا کروموسوم جس میں پھیلا ہوا سینٹرومیر *(Diffused Centromere)* ہو اور مائیکروٹیوبلز *(Microtubules)* پورے کروموسوم کی لمبائی کے ساتھ جڑے ہوں۔

iii. ***Acentric:*** ایسا کروموسوم جو ٹوٹ کر جڑ جائے اور بغیر سینٹرومیر کے کروموسوم بن جائے۔ یہ مائیٹوٹک اسپنڈل *(Mitotic Spindle)* سے منسلک نہیں ہو سکتا۔

iv. ***Dicentric:*** کروموسومل بے قاعدگی *(Aberration)* جس میں کروموسومز ٹوٹ کر جڑ جائیں اور دو سینٹرومیرز کے ساتھ کروموسوم بنائیں۔ یہ غیر مستحکم ہوتے ہیں کیونکہ دونوں سینٹرومیرز مخالف قطبوں *(Opposite Poles)* کی طرف ہجرت کرتے ہیں، جس سے ٹوٹ پھوٹ *(Fragmentation)* ہوتی ہے۔

(B) سینٹرومیر *(Centromere)* کی پوزیشن کی بنیاد پر *(Based on the position of the centromere)*

i. ***Metacentric Chromosomes:***

میٹاسینٹرک کروموسومز میں سینٹرومیر بالکل مرکز میں موجود ہوتا ہے۔ اس طرح دونوں حصے یکساں لمبائی کے ہوتے ہیں۔

مثال: انسانی کروموسوم 1 اور 3 *(Human Chromosome 1 and 3)* میٹاسینٹرک ہیں۔

ii. ***Submetacentric Chromosomes:***

سب میٹاسینٹرک کروموسومز میں سینٹرومیر بالکل مرکز میں نہیں ہوتا بلکہ مرکز سے تھوڑا ہٹا ہوتا ہے۔ اس طرح دونوں حصے غیر یکساں *(Asymmetrical)* ہوتے ہیں۔

مثال: انسانی کروموسوم 4 سے 12 *(Human Chromosomes 4 to 12)* سب میٹاسینٹرک ہیں۔

iii. ***Acrocentric Chromosomes:***

ایکرومیٹرک کروموسومز میں سینٹرومیر مرکز سے بہت زیادہ ہٹا ہوا ہوتا ہے، جس کی وجہ سے ایک حصہ بہت لمبا اور دوسرا بہت چھوٹا ہوتا ہے۔

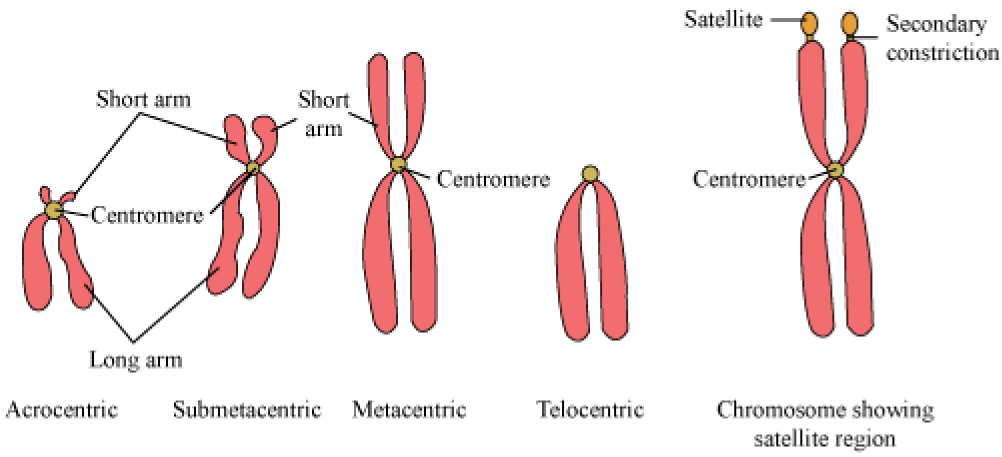
مثال: انسانی کروموسوم 13، 15، 21، اور 22 *(Human Chromosomes 13, 15, 21, and 22)* ایکرومیٹرک ہیں۔

iv. ***Telocentric Chromosomes:***

ٹیلوسینٹرک کروموسومز میں سینٹرومیر کروموسوم کے بالکل سرے پر موجود ہوتا ہے۔ یہ کروموسوم چوہوں *(Mice)* جیسی انواع میں

پائے جاتے ہیں۔

نوٹ : انسانوں میں ٹیلو سینٹرک کروموسومز نہیں پائے جاتے۔



شکل: کروموسومز کی اقسام *(Types of Chromosomes)*

1.5 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کے اختتام پر طلبا درج ذیل موضوعات کو بیان کرنے کے قابل ہوں گے:

- کرومیٹن کے گاڑھا *(Condensation)* اور غیر گاڑھا *(Decondensation)* ہونے کے عمل کو سمجھ سکیں گے۔
- کرومیٹن کی ساخت اور اس کے پیکجنگ یونٹس جیسے نیوکلیوسوم *(Nucleosome)*، سولینائیڈ *(Solenoid)* اور لوپس *(Loops)* کی وضاحت کر سکیں گے۔
- کروموسومز *(Chromosomes)* کی ساخت، اقسام اور افعال کو بیان کر سکیں گے۔
- کروموسومز کے مختلف اقسام اور ان کی خصوصیات کو سمجھ سکیں گے۔
- کروموسومز کے ارتقا اور وراثت میں ان کے کردار کو واضح کر سکیں گے۔

1.6 کلیدی الفاظ (Keywords)

نیوکلیوسوم	*Nucleosome*	ڈی این اے اور ہسٹون پروٹین کا بنیادی یونٹ، جو کرومیٹن فائبر کی ساخت کی بنیاد فراہم کرتا ہے۔
سولینائیڈ	*Solenoid*	کرومیٹن فائبر کے گاڑھائی کا ماڈل، جس میں نیوکلیوسومز چھ کر کے گچھے کی صورت میں ہوتے

ہیں۔

زیگزیگ Zigzag کرومیٹن فائبر کی ترتیب کا ایک ماڈل، جس میں نیوکلیوسومز زگ زیگ شکل میں ہوتے ہیں۔

ہیٹروکرومیٹن Heterochromatin کرومیٹن کا وہ حصہ جو گاڑھا اور غیر فعال ہوتا ہے اور کم جینیاتی سرگرمی رکھتا ہے۔

یوکرومیٹن Euchromatin کرومیٹن کا وہ حصہ جو ہلکا اور فعال ہوتا ہے اور جینیاتی معلومات کے اظہار میں حصہ لیتا ہے۔

1.7 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

1.7.1 مختصر جوابات کے حامل سوالات / خالی جگہ پر کریں (Objective Answer Type Questions)

متعدد انتخابی سوالات (MCQs)

1. کرومیٹن (Chromatin) کا بنیادی فنکشن کیا ہے؟ ٭٭

A) جین اظہار (Gene expression) کو کنٹرول کرنا B) ڈی این اے (DNA) کو پیک کرنا

C) پروٹین کی ترکیب D) خلیاتی جھلی (Cell membrane) بنانا

2. نیوکلیوسوم (Nucleosome) میں کتنے ہسٹون (Histone) مالیکیول شامل ہوتے ہیں؟ ٭٭

A) 4 B) 6

C) 8 D) 10

3. کون سا ہسٹون پروٹین سب سے کم محفوظ ہے؟ ٭٭

A) H1 B) H2A

C) H3 D) H4

4. سولینائیڈ ماڈل (Solenoid Model) میں ایک چکر میں کتنے نیوکلیوسوم (Nucleosomes) ہوتے ہیں؟ ٭٭

A) 4 B) 6

C) 8 D) 10

5. کس قسم کے کروموسوم (Chromosome) میں سنٹرومیر (Centromere) درمیان میں ہوتا ہے؟ ٭٭

A) میٹاسینٹرک (Metacentric) B) سب میٹاسینٹرک (Submetacentric)

C) ایکروسینٹرک (Acrocentric) D) ٹیلوسینٹرک (Telocentric)

6. ہیٹروکرومیٹن (Heterochromatin) کی خاصیت کیا ہے؟ ٭٭

A) ہلکی رنگت B) گہری رنگت

C) ڈی این اے نقل (DNA Replication) D) زیادہ جین اظہار (Gene Expression)

7. کون سا کروموسوم ماڈل چالاکی سے بائیں ہاتھ کے پیچیدہ ڈھانچے کی نمائندگی کرتا ہے؟ ٭٭

A)سولینائیڈ(*Solenoid*) B)زیگزیگ(*Zigzag*)

C)لوپ ماڈل(*Loop Model*) D)سپر کوائل(*Supercoil*)

8. کون سا پروٹین کروموسوم کی گاڑھائی میں مدد کرتا ہے؟**

A)کوہیسن(*Cohesin*) B)کنڈنسن(*Condensin*)

C)ہسٹون *H1* D)ایکٹین(*Actin*)

9. کس قسم کے کروموسوم میں سنٹرومیر (*Centromere*) اختتام پر ہوتا ہے؟**

A)میٹاسینٹرک(*Metacentric*) B)سب میٹاسینٹرک(*Submetacentric*)

C)ایکروسینٹرک(*Acrocentric*) D)ٹیلوسینٹرک(*Telocentric*)

10. کروموسوم کی تعداد سب سے زیادہ کس جاندار میں پائی جاتی ہے؟**

A)انسان(*Human*) B)نیمیٹوڈ(*Nematode*)

C)پروٹوزوا(*Protozoa*) D)چوہا(*Mouse*)

جوابات کی فہرست:

1. *B*)ڈی این اے کو پیک کرنا

2. *8C*)

3. *H1 A*)

4. *6B*)

5. *A*)میٹاسینٹرک

6. *B*)گہری رنگت

7. *A*)سولینائیڈ

8. *B*)کنڈنسن

9. *D*)ٹیلوسینٹرک

10. *C*)پروٹوزوا

1.7.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

1. کرومیٹن(*Chromatin*)کا بنیادی فعل کیا ہے؟

2. یوکرومیٹن(*Euchromatin*)اور ہیٹروکرومیٹن(*Heterochromatin*)میں کیا فرق ہے؟

3. 30-نینو میٹر فائبر (30–*nm fiber*) کے سولینائیڈ (*Solenoid*) اور زیگزیگ (*Zigzag*) ماڈلز کا موازنہ کریں۔
4. سینٹرومیر (*Centromere*) کی پوزیشن کی بنیاد پر کروموسومز (*Chromosomes*) کی اقسام کیا ہیں؟ مثالیں دیں۔
5. نیوکلیوسوم ماڈل (*Nucleosome Model*) کی وضاحت کریں۔ اس کا اچھی طرح سے لیبل شدہ خاکہ بنائیں۔

1.7.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. کرومیٹن کے گاڑھے اور غیر گاڑھے ہونے کے عمل کی وضاحت کریں اور جین ریگولیشن میں اس کی اہمیت بیان کریں۔
2. کرومیٹن کی ساخت اور پیکنگ کی وضاحت کریں، بشمول نیوکلیوسوم اور سولینائیڈ ماڈلز۔
3. کروموسومز کی ساخت، اقسام اور افعال پر مناسب مثالوں کے ساتھ تبصرہ کریں۔
4. یوکرومیٹن اور ہیٹروکرومیٹن کے درمیان ساخت اور فعل کی بنیاد پر فرق بیان کریں۔
5. نیوکلیوسوم ماڈل کو واضح لیبل والے ڈایاگرام کے ساتھ بیان کریں اور ڈی این اے پیکنگ میں اس کے کردار کی وضاحت کریں۔

1.8 فرہنگ (Glossary)

انگریزی اصطلاح	اردو املا	اردو متبادل	تشریح
Nucleosome	نیوکلیوسوم	کرومیٹن کی بنیادی اکائی	ڈی این اے اور ہسٹون پروٹین کے کمپلیکس پر مشتمل بنیادی اکائی، جو کرومیٹن فائبر کی تشکیل کرتی ہے۔
Solenoid	سولینائیڈ	حلقی ماڈل	کرومیٹن فائبر کی گاڑھائی کے لیے تشکیل دیا گیا ایک ماڈل، جس میں نیوکلیوسومز چھ کر کے گچھے کی صورت میں ہوتے ہیں۔
Heterochromatin	ہیٹروکرومیٹن	غیر فعال کرومیٹن	کرومیٹن کا گاڑھا اور گہرا رنگ دار حصہ، جو جینیاتی طور پر غیر فعال ہوتا ہے۔
Euchromatin	یوکرومیٹن	فعال کرومیٹن	کرومیٹن کا ہلکا رنگ دار اور جینیاتی طور پر فعال حصہ، جو ٹرانسکرپشن کے عمل میں حصہ لیتا ہے۔

اکائی 2: خلیاتی دور کے مراحل اور چیک پوائنٹس

(Cell Cycle Phases and Checkpoints)

اکائی کے اجزا

2.0 تمہید(Introduction)

2.1 مقاصد(Objectives)

2.2 .خلیاتی چکر کے مراحل اور ان کے چیک پوائنٹس(Checkpoints)

2.2.1 2.1.0. Go, G1, S, G2(انٹر فیز)اور M فیز

2.3 میٹوسس کے مراحل(Stages of Mitosis)

2.4 خلیاتی چکر کے چیک پوائنٹس اور ان کی اہمیت(Cell Cycle Checkpoints and Importance)

2.5 میوسس(تقسیمی مرحلہ)Meiosis (Division Phase) -

2.5.1 میوسس کی اہمیت(Importance of Meiosis)

2.6 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

2.7 کلیدی الفاظ(Keywords)

2.8 نمونہ امتحانی سوالات(Model Examination Questions)

2.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات(Short Answer Type Questions)

2.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات(Long Answer Type Questions)

2.9 فرہنگ(Glossary)

2.0 تمہید(Introduction)

خلیاتی چکر (Cell Cycle) ایک بنیادی اور انتہائی منظم عمل ہے جو خلیے (Cell) کی زندگی میں ایک اہم کردار ادا کرتا ہے۔ یہ عمل خلیے کی تشکیل، نشوونما، نقل (Replication) اور تقسیم (Division) کو محیط کرتا ہے۔ خلیاتی چکر ایک ایسا لازمی طریقہ کار ہے

جس کے ذریعے جاندار اپنی بافتوں (Tissues) کی نشوونما، دیکھ بھال اور مرمت کرتے ہیں۔ درحقیقت، خلیاتی چکر ایک واحد خلیے کے ایک تقسیم سے اگلی تقسیم تک کے سفر کو بیان کرتا ہے، جس کے دوران جینیاتی معلومات (Genetic Information) کی درست منتقلی یقینی بنائی جاتی ہے۔ خلیاتی چکر کو سمجھنا مختلف حیاتیاتی مظاہر جیسے نشوونما (Growth)، ارتقاء (Development) اور بافتوں کی مرمت (Tissue Regeneration) کو سمجھنے کے لیے نہایت اہم ہے۔

خلیاتی چکر کے دوران خلیے مختلف واضح طور پر بیان کردہ مراحل (Phases) سے گزرتے ہیں۔ ان مراحل میں آرام دہ مرحلہ (Go)، بین مرحلہ (Interphase) (جو G1، S، اور G2 مراحل پر مشتمل ہے) اور تقسیم مرحلہ (M Phase) شامل ہیں۔ بین مرحلے کے دوران، خلیہ بڑھتا ہے، اپنے مخصوص افعال انجام دیتا ہے اور تقسیم کی تیاری کے لیے اپنا ڈی این اے (DNA) نقل کرتا ہے۔ تقسیم مرحلہ، جسے متسیس مرحلہ (Mitotic Phase) بھی کہا جاتا ہے، اصل تقسیم کی خصوصیت رکھتا ہے، جس کے نتیجے میں دو جینیاتی طور پر یکساں دختر خلیے (Daughter Cells) میتوسس (Mitosis) کے ذریعے یا چار جینیاتی طور پر متنوع خلیے میوسس (Meiosis) کے ذریعے بنتے ہیں۔

خلیاتی چکر کی ایک نمایاں خصوصیت یہ ہے کہ یہ ترقی اور منتقلی کو مختلف چیک پوائنٹس (Checkpoints) کے ذریعے باقاعدہ اور کنٹرول کرتا ہے۔ یہ چیک پوائنٹس سالماتی نگرانی کے نظام (Molecular Surveillance Systems) کے طور پر کام کرتے ہیں، جو یہ یقینی بناتے ہیں کہ خلیہ اس وقت تک اگلے مرحلے میں نہ جائے جب تک کہ مخصوص معیار پورا نہ ہو جائے۔ مثال کے طور پر، G1 چیک پوائنٹ یہ یقینی بناتا ہے کہ خلیے کا سائز اور سالمیت درست ہو اس سے پہلے کہ ڈی این اے کی نقل ہو، جبکہ G2 چیک پوائنٹ ڈی این اے کی درستگی کی تصدیق کرتا ہے۔ اسی طرح، میٹا فیز چیک پوائنٹ (Metaphase Checkpoint) یہ یقینی بناتا ہے کہ کروموسوم (Chromosomes) تقسیم سے قبل صحیح طرح سے ترتیب دیے گئے ہوں۔ یہ چیک پوائنٹس جینیاتی استحکام (Genetic Stability) کو برقرار رکھنے اور غیر معمولی خلیاتی پھیلاؤ (Abnormal Cell Proliferation) کو روکنے میں اہم کردار ادا کرتے ہیں، جو کینسر جیسی بیماریوں کا سبب بن سکتا ہے۔

مزید برآں، یہ باب میتوسس (Mitosis) اور میوسس (Meiosis) کے عمل کا جائزہ لیتا ہے - خلیاتی تقسیم کی دو اہم اقسام۔ میتوسس دو یکساں دختر خلیوں کی تشکیل کا باعث بنتا ہے جو کروموسوم کی تعداد کو برقرار رکھتے ہیں، جبکہ میوسس کروموسوم کی تعداد کو آدھا کر دیتا ہے، جو جینیاتی طور پر متنوع زائگوٹ (Gametes) پیدا کرتا ہے جو جنسی تولید (Sexual Reproduction) کے لیے ضروری ہیں۔ ان تقسیماتی عملوں کے فرق اور اہمیت کو سمجھنے سے سیکھنے والوں کو خلیاتی تولید (Cellular Reproduction) اور وراثت (Inheritance) کی پیچیدگیوں کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے۔

2.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی کو مکمل کرنے کے بعد آپ یہ کر سکیں گے:۔

- ❖ خلیاتی چکر(Cell Cycle)کے مراحل اور ان کے افعال کو بیان کرنا۔
- ❖ انٹر فیز(Interphase)اور ایم فیز(M Phase)کے درمیان فرق واضح کرنا۔
- ❖ میتوسس(Mitosis)اور میوسس(Meiosis)کے مراحل کی وضاحت کرنا۔
- ❖ خلیاتی چکر کے چیک پوائنٹس(Checkpoints)اور ان کی اہمیت کو بیان کرنا۔
- ❖ خلیاتی تقسیم(Cell Division)کے حیاتیاتی فوائد کو سمجھنا۔

2.2 .خلیاتی چکر کے مراحل اور ان کے چیک پوائنٹس(Checkpoints)

تمام جاندار خلیات (Cells) نشوونما (Growth) اور تقسیم (Division) کے عمل سے گزرتے ہیں تاکہ وہ تولید (Reproduction)، نشوونما اور مرمت (Repair) کر سکیں۔ نئے خلیے پہلے سے موجود خلیات سے آتے ہیں۔ یہ خلیے ایک سلسلہ وار عمل سے گزرتے ہیں جس کے نتیجے میں خلیے کی پختگی اور بعد ازاں تقسیم ہوتی ہے، اس عمل کو **خلیاتی چکر (Cell Cycle)** کہا جاتا ہے، جسے **پریووسٹ اور ڈوماس (Prevost and Dumas)** نے 1824 میں دریافت کیا۔

خلیاتی چکر کا سب سے بنیادی کام کروموسومز (Chromosomes) میں موجود بڑی مقدار میں **ڈی این اے (DNA)** کو درست طریقے سے نقل کرنا اور پھر ان نقل شدہ جینیاتی مواد کو دو جینیاتی طور پر یکساں بیٹی خلیات (Daughter Cells) میں درست طریقے سے تقسیم کرنا ہے۔ یہ عمل خلیاتی چکر کے دو اہم مراحل میں ہوتا ہے :**انٹر فیز (Interphase)** اور **تقسیمی مرحلہ (Division Phase)/ایم فیز(M Phase)** ۔

خلیاتی چکر کا دورانیہ مختلف جانداروں اور خلیات کی اقسام پر منحصر ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر، انسانی خلیے میں یہ چکر تقریباً 24 گھنٹے لیتا ہے، جس میں **G1 فیز (Growth 1 Phase)** 11 گھنٹے، **S فیز (Synthesis Phase)** 8 گھنٹے، **G2 فیز (Growth 2 Phase)** تقریباً 4 گھنٹے اور **M فیز (Mitotic Phase)** تقریباً 1 گھنٹہ لیتا ہے۔

2.2.1 Go, G1, S, G2 .2.1.0(انٹر فیز)اور M فیز

1. **انٹر فیز(Interphase)**

انٹر فیز وہ دورانیہ ہے جس میں حیوانی خلیہ (Animal Cell) اپنے آپ کو **میٹوسس (Mitosis)** کے لیے تیار کرتا ہے۔ اس

عرصے کے دوران اہم واقعات ہوتے ہیں جیسے **ڈی این اے کی نقل** (**DNA Replication**) اور بڑی مقدار میں **پروٹین کی ترکیب** (**Protein Synthesis**)جو خلیاتی تقسیم کے لیے ضروری ہوتی ہے۔ انٹرفیز کو تین ذیلی مراحل میں تقسیم کیا جاتا ہے **G1** :، **S**، **G2** اور **خلیاتی تقسیم** (**Mitosis** **یا**(**Meiosis** ۔

2. **G1 فیز**(**Growth 1 Phase**)

یہ وہ عرصہ ہے جس میں حیوانی خلیہ آنے والی **ڈی این اے نقل** (**DNA Replication**) کے لیے خود کو تیار کرتا ہے۔ اس مرحلے میں مختلف پروٹین کی ترکیب کے لیے **ٹرانسکرپشن** (**Transcription**) کی شرح بہت زیادہ ہوتی ہے اور عضویات (Organelles) نقل ہو کر خلیہ بڑا ہو جاتا ہے۔

G1 فیز کے آخر میں **Go فیز** موجود ہوتی ہے، جسے حیوانی خلیہ میں **ریسٹرکشن پوائنٹ** (**Restriction Point**) کہا جاتا ہے۔ اگر **گروتھ فیکٹرز** (**Growth Factors**) اور غذائی اجزاء کی مقدار زیادہ ہو تو خلیہ **Go فیز** سے باہر آکر **S فیز** میں داخل ہو جاتا ہے۔ بصورت دیگر، خلیہ Go فیز میں رہتا ہے جب تک کہ حالات سازگار نہ ہو جائیں۔ مثال کے طور پر، **نیوران** (**Neurons**) طویل عرصے تک اسی مرحلے میں رہتے ہیں جبکہ **جگر** (**Liver**) اور **گردے** (**Kidney**) کے خلیات عارضی طور پر Go فیز میں داخل ہوتے ہیں۔

3. **S فیز**(**Synthetic Phase**)

یہ وہ مرحلہ ہے جس میں **ڈی این اے کی ترکیب** (**DNA Synthesis**) ہوتی ہے، جس کے دوران نیوکلیئس (Nucleus) میں موجود **جینیاتی مواد** (**Genetic Material**) نقل ہوتا ہے۔ ہر کروموسوم دو یکساں **بہن کرومیٹڈز** (**Sister Chromatids**) میں نقل ہوتا ہے جو ایک مخصوص مقام **سینٹرومیر** (**Centromere**) پر جڑ جاتے ہیں۔

S فیز میں **سائکلن-سائکلن منحصر کائنیز** (**Cyclin-Dependent Kinase - CDK**) فعال ہوتا ہے اور ڈی این اے کی نقل کو متحرک کرتا ہے۔ ایک بار جب خلیہ **S فیز** میں داخل ہو جاتا ہے تو وہ دیگر مراحل سے بھی گزرتا ہے۔

4. **G2 فیز**(**Growth 2 Phase**)

یہ مرحلہ **S فیز** اور **M فیز** کے درمیان ہوتا ہے۔ اس دوران **ٹرانسکرپشن اور ٹرانسلیشن** (**Translation**) کی شرح بہت زیادہ ہوتی ہے اور خلیہ کا حجم بڑھ جاتا ہے۔ یہ انٹرفیز کا آخری مرحلہ ہے جس کے بعد **میٹوسس** (**Mitosis**) کا آغاز ہوتا ہے، جس میں کرومیٹین (Chromatin) کروموسومز میں تبدیل ہونا شروع ہوتا ہے۔

5. **M فیز**(**Mitotic Phase**)

میٹوسس (Mitosis) خلیاتی چکر کا وہ حصہ ہے جس میں S **فیز** میں نقل کیے گئے کروموسومز دو نئے نیوکلیئس (Nuclei) میں الگ ہوتے ہیں۔ خلیاتی تقسیم کے دوران **میٹوسس** کو دو ذیلی مراحل میں تقسیم کیا جاتا ہے:

6. **کریوکائنیسز** - (**Karyokinesis**) نیوکلیئس کی تقسیم
7. **سائٹوکائنیسز** - (**Cytokinesis**) سائیٹوپلازم (Cytoplasm) کی تقسیم

میٹوسس ایک **مساواتی تقسیم** (**Equational Division**) ہے جو دو جینیاتی طور پر یکساں بیٹی خلیات پیدا کرتی ہے۔ اس عمل کو **ڈبلیو۔ فلیمنگ** (**W. Fleming**) نے 1882 میں پیش کیا تھا۔

میٹوسس کی اہمیت یہ ہے کہ یہ کروموسومز کی تعداد کو برقرار رکھتا ہے، اور یہ مسلسل منظم عمل ہے جو نشوونما، مرمت اور غیر جنسی تولید (Asexual Reproduction) کے لیے ضروری ہے۔

2.3 میٹوسس کے مراحل (Stages of Mitosis)

میٹوسس کا آغاز **کریوکائنیسز** (**Karyokinesis**) سے ہوتا ہے اور اختتام **سائٹوکائنیسز** (**Cytokinesis**) پر ہوتا ہے۔ **کریوکائنیسز** کو چار مراحل میں تقسیم کیا جاتا ہے:

1. **پروفیز** (**Prophase**)
2. **میٹافیز** (**Metaphase**)
3. **اینافیز** (**Anaphase**)
4. **ٹیلوفیز** (**Telophase**)

1. پروفیز (Prophase)

اس مرحلے میں **کرومیٹن** (**Chromatin**) مزید گاڑھا ہو کر **کروموسوم** (**Chromosome**) کی شکل اختیار کر لیتا ہے، جو S **فیز** میں نقل شدہ کرومیٹن ہوتا ہے۔ ہر کروموسوم میں دو **بہن کرومیٹڈز** (**Sister Chromatids**) ہوتے ہیں جو **سینٹرومیر** (**Centromere**) کے ذریعے جڑے ہوتے ہیں۔ آخر پروفیز میں، **مائیکروٹیوبیولز** (**Microtubules**) **میٹوٹک پلیٹ** (**Mitotic Plate**) بناتے ہیں اور **نیوکلیئر جھلی** (**Nuclear Membrane**)، **اینڈوپلاسمک ریٹیکولم** (**Endoplasmic Reticulum**)، اور **گولجی باڈی** (**Golgi Body**) ٹکڑے ٹکڑے ہو جاتے ہیں۔

2. میٹافیز (Metaphase)

ہر کروموسوم پر دو **کینیٹوکورز** (Kinetochores) مخالف سمتوں میں منسلک ہوتے ہیں۔ کروموسومز خلیے کے مرکز میں ترتیب پاتے ہیں جسے **استوائی مقام** (Equator Site) کہا جاتا ہے اور **میٹوٹک پلیٹ** (Mitotic Plate) بناتے ہیں۔ کروموسومز **چھڑی نماڈھانچے** (Rod-like Structures) کے طور پر واضح طور پر نظر آتے ہیں جو **سینٹرومیر** پر **کینیٹوکور** اور **اسپنڈل فائبرز** (Spindle Fibers) کے ساتھ جڑے ہوتے ہیں۔

3. اینافیز (Anaphase)

اس مرحلے میں **کینیٹوکور مائیکروٹیوبیولز** بہن کرومیٹڈز کو مخالف سمتوں کی طرف کھینچتے ہیں۔ **میٹافیز** کے دوران، بہن کرومیٹڈز الگ نہیں ہوتے کیونکہ وہ **سیناپٹینمل کمپلیکس** (Synaptonemal Complex - SNC) اور **کوہیسن پروٹینز** (Cohesin Proteins) کے ذریعے جڑے رہتے ہیں۔ **اینافیز** میں **سیپریس انزائم** (Separase Enzyme) SNC اور **کوہیسن** کو ختم کرکے بہن کرومیٹڈز کو الگ کر دیتا ہے۔

4. ٹیلوفیز (Telophase)

اس مرحلے میں کرومیٹڈز مخالف سمتوں کی طرف منتقل ہو جاتے ہیں۔ **کینیٹوکورز** اور **مائیکروٹیوبیولز** ختم ہو جاتے ہیں، **کرومیٹن کی بے گاڑھ پن** (Decondensation) واقع ہوتی ہے، **نیوکلیئر جھلی**، ER اور GB دوبارہ نمودار ہوتے ہیں۔

5. سائٹوکائنیسز (Cytokinesis)

سائٹوکائنیسز یوکریوٹک خلیے (Eukaryotic Cell) کی تقسیم کا آخری مرحلہ ہے، جس میں **سائٹوپلازم** (Cytoplasm)، **عضویات** (Organelles) اور **خلیاتی جھلی** (Cellular Membrane) تقریباً برابر حصوں میں تقسیم ہوتی ہے۔ **سائٹوکائنیسز**، **ٹیلوفیز** کے بعد **میٹوسس** کے اختتام پر ہوتا ہے۔ حیوانی خلیات میں یہ عمل **کلیویج** (Cleavage) کے ذریعے مکمل ہوتا ہے اور **ایکٹین فلامنٹس** (Actin Filaments) **کنٹریکٹائل رنگ** (Contractile Ring) بناکر آغاز کرتے ہیں۔ **خلیاتی اشارے** (Cellular Signals) تقسیم کے طیارے کو تخلیق کرتے ہیں جس کے اردگرد **سائٹوکائنیٹک فارو** (Cytokinetic Furrow) بنتا ہے، جو آخرکار الگ ہو کر دو خلیات کو جدا کر دیتا ہے۔ **سائٹوکائنیسز** کا آخری مرحلہ **ایب سیشن** (Abscission) ہے۔ اس دوران **ایکٹین-مائیوسین کنٹریکٹائل رنگ** (Actin-Myosin Contractile Ring) مکمل طور پر سکڑ جاتا ہے اور **پلازما جھلی** (Plasma Membrane) الگ ہو کر دو خلیات میں تقسیم ہو جاتی ہے۔

2.4 **خلیاتی چکر کے چیک پوائنٹس اور ان کی اہمیت**(Cell Cycle Checkpoints and Importance)

خلیاتی چکر میں تین اہم چیک پوائنٹس ہوتے ہیں جو **ڈی این اے کی درست نقل** (Accurate DNA Replication) اور **جینیاتی مواد کی صحیح تقسیم** (Proper Distribution of Genetic Material) کو یقینی بناتے ہیں۔

1. i. G1 **چیک پوائنٹ**(G1 Checkpoint)

- G1 **چیک پوائنٹ** یہ تعین کرتا ہے کہ آیا خلیاتی تقسیم کے لیے حالات موزوں ہیں یا نہیں۔ جیسے **ڈی این اے کو نقصان** (DNA Damage) اور دیگر بیرونی عوامل کی جانچ۔ اگر حالات موزوں نہ ہوں تو خلیہ S **فیز** میں نہیں جاتا۔
- G1 **چیک پوائنٹ** کو **ریسٹرکشن پوائنٹ** (Restriction Point) بھی کہا جاتا ہے، جہاں خلیہ تقسیم کے عمل کے لیے ناقابل واپسی عہد (Irreversible Commitment) کرتا ہے۔
- اگر خلیہ تمام شرائط پوری نہ کرے تو وہ S **فیز** میں داخل نہیں ہو گا، بلکہ چکر روک دے گا اور مسئلے کو حل کرنے کی کوشش کرے گا یا Go **فیز** میں داخل ہو جائے گا اور حالات کے بہتر ہونے کا انتظار کرے گا۔
- اگر G1 **چیک پوائنٹ** کے تمام تقاضے پورے ہو جائیں تو خلیہ S **فیز** میں داخل ہو کر **ڈی این اے کی نقل** (DNA Replication) شروع کر دیتا ہے۔
- یہ چیک پوائنٹ **سائکلنز اور سائکلن منحصر کائینز** (Cyclins and Cyclin-Dependent Kinases - CDKs) کے ذریعے سگنل دیتا ہے۔

2. ii. G2 **چیک پوائنٹ**(G2 Checkpoint)

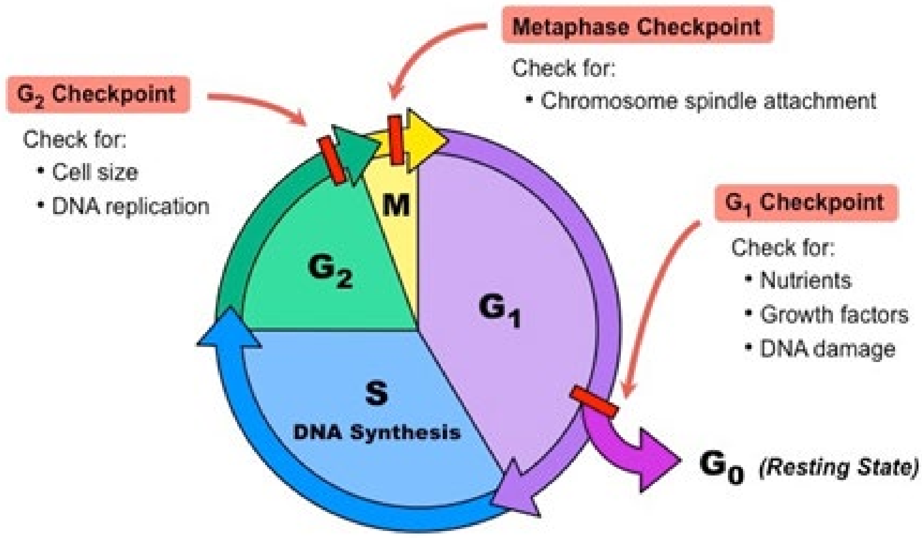
- G2 **چیک پوائنٹ** یہ یقینی بناتا ہے کہ تمام کروموسومز صحیح طور پر نقل ہو چکے ہیں اور ان میں کوئی نقصان نہیں ہے، تاکہ خلیہ **میٹوسس** میں داخل ہو سکے۔
- اگر چیک پوائنٹ میں کوئی مسئلہ ظاہر ہو تو **خلیاتی چکر** (Cell Cycle) رک جاتا ہے اور خلیہ **ڈی این اے کی مرمت** (DNA Repair) یا نقل مکمل کرنے کی کوشش کرتا ہے۔
- اگر **ڈی این اے کی نقل** صحیح ہوئی ہو تو **سائکلن منحصر کائینز** (CDKs) میٹوٹک خلیاتی تقسیم کے آغاز کا سگنل دیتے ہیں۔

3. iii. M **چیک پوائنٹ**(M Checkpoint)

❖ Mچیک پوائنٹ **میٹافیز** (Metaphase) کے اختتام پر ہوتا ہے۔

❖ یہ چیک پوائنٹ یہ تعین کرتا ہے کہ آیا تمام **بہن کرومیٹڈز** (Sister Chromatids) صحیح طور پر **اسپنڈل فائبرز** سے جڑے ہیں یا نہیں، تاکہ خلیہ **اینافیز** (Anaphase) میں داخل ہو سکے۔

❖ Mچیک پوائنٹ بھی **سائکلن منحصر کائنیز** (Cyclin-Dependent Kinases) کے اشارے پر انحصار کرتا ہے۔



2.5 میوسس (تقسیمی مرحلہ) Meiosis (Division Phase) -

میوسس ایک خلیاتی تقسیم ہے جو **جنسی تولید** (Sexual Reproduction) کرنے والے جانداروں میں **گیمیٹو جینیسس** (Gametogenesis) کے دوران **گیمیٹس** (Gametes) یعنی انڈے (Eggs) اور سپرم (Sperms) بنانے کے لیے ہوتی ہے۔ میوسس کو سب سے پہلے 1876 میں جرمن حیاتیات دان **آسکر ہرٹ وِگ** (Oscar Hertwig) نے **سی ارچن انڈوں** (Sea Urchin Eggs) میں دریافت کیا۔ **میوسس** کی اصطلاح 1905 میں **جے بی فارمر** (J. B. Farmer) اور **جے ای مور** (J. E. Moore) نے وضع کی، جو یونانی لفظ سے ماخوذ ہے جس کا مطلب ہے **"کمی** (Reduction)"۔ یہ خلیاتی تقسیم **کمی تقسیم** (Reductional Division) بھی کہلاتی ہے، جس میں ایک **والدینی خلیہ** (Parent Cell) ایک **ڈی این اے نقل** (DNA Replication) کے بعد **دو کروموسوم علیحدگی** (Chromosome Segregation) کے دور مکمل کرنے کے بعد **چار بیٹی خلیے** (Daughter Cells) تشکیل دیتا ہے، جو والدینی خلیے کی نسبت نصف کروموسوم (ہاپلوئیڈ) رکھتے ہیں۔

میوسس میں خلیاتی تقسیم کے دو متواتر مراحل ہوتے ہیں:

1. **میوسس** I (Meiosis I)
2. **میوسس** II (Meiosis II)

ہر مرحلہ ایک **جوہری تقسیم** (Karyokinesis) اور ایک **سائٹوپلاسمی تقسیم** (Cytokinesis) پر مشتمل ہوتا ہے۔

میوسس I کو مزید تقسیم کیا جاتا ہے:

- **پروفیز** I (Prophase I)
- **میٹافیز** I (Metaphase I)
- **اینافیز** I (Anaphase I)
- **ٹیلوفیز** I (Telophase I)

3. **اہم سرگرمیاں** (Significant Activities)

میوسس کے مراحل کے دوران کئی اہم سرگرمیاں انجام پاتی ہیں، جیسے:

- **ہومولوجس کروموسومز کا جوڑا بنانا** (Pairing of Homologous Chromosomes)
- **جینیاتی مواد کا تبادلہ** (Reciprocal Exchange of Genetic Material)

4. **پروفیز I کے ذیلی مراحل** (Sub-Stages of Prophase I)

1. **لیپٹوٹین** (Leptotene)

   - کروموسومز گاڑھے ہونے لگتے ہیں اور ان کے **ٹیلومیر** (Telomeres) **نیوکلیئر جھلی** (Nuclear Membrane) سے جڑ جاتے ہیں۔

2. **زائگوٹین** (Zygotene)

   - ایک **سائناپٹونیمل کمپلیکس** (Synaptonemal Complex) ، جو **زِپ جیسی ساخت** (Zip-like Structure) ہے، ہومولوجس کروموسومز کے درمیان ظاہر ہوتی ہے اور غیر بہن کرومیٹڈز (Non-sister Chromatids) کو جوڑتی ہے۔

3. **پیکیٹین(Pachytene)**

- غیر بہن کروميٹڈز کے درمیان **جینیاتی مواد کا تبادلہ (Crossing Over)** ہوتا ہے۔

4. **ڈپلوٹین(Diplotene)**

- **سائناپٹونیمل کمپلیکس** غائب ہو جاتا ہے اور ہومولوجس کروموسومز صرف **کائیاسمیٹا (Chiasmata)** پر جڑے رہتے ہیں جو **ٹیلومیر** کی طرف منتقل ہونے لگتے ہیں۔

5. **ڈائیکائنیسس(Diakinesis)**

- کروموسومز مکمل طور پر گاڑھے ہو جاتے ہیں اور ہومولوجس کروموسومز الگ ہو جاتے ہیں۔
- نیوکلیئر جھلی اور نیوکلیولس ختم ہو جاتے ہیں تاکہ اگلا مرحلہ **میٹافیز I** کے لیے تیار ہو۔

میوسس I کے مراحل(Steps of Meiosis I)

1. **(1 پروفیز(Prophase I) I**

یہ مرحلہ **میوٹک تقسیم** (Meiotic Division) کا سب سے طویل مرحلہ ہے اور کئی اہم واقعات پر مشتمل ہے:

(i کروموسومز کا گاڑھا ہونا(Chromosome Condensation)

- نقل شدہ کروموسومز X **شکل** اختیار کرتے ہیں اور دو بہن کروميٹڈز واضح طور پر نیوکلیئس کے اندر نظر آتی ہیں۔

(ii ہومولوجس کروموسومز کا جوڑا بننا(Synapsis)

- والدین سے وراثت میں ملے ہوئے ہومولوجس کروموسومز ایک دوسرے کے قریب آتے ہیں اور پورے کروموسوم کی لمبائی کے ساتھ جڑتے ہیں، جسے **سائناپسیس** کہتے ہیں۔
- **ٹیٹرڈ (Tetrad)** بنتا ہے، جو چار کروميٹڈز پر مشتمل ہوتا ہے۔

(iii جینیاتی مواد کا تبادلہ(Crossing Over)

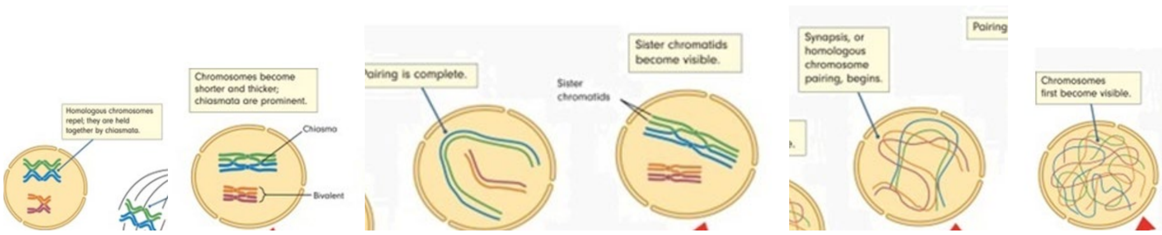
- ہومولوجس کروموسومز کے غیر بہن کروميٹڈز کے درمیان **ڈی این اے کے حصے** آپس میں بدل جاتے ہیں۔
- یہ **عمل کائیاسمیٹا (Chiasmata)** کے ذریعے ہوتا ہے، جو جینیاتی مواد کے تبادلے کے جسمانی رابطے کے مقامات ہیں۔

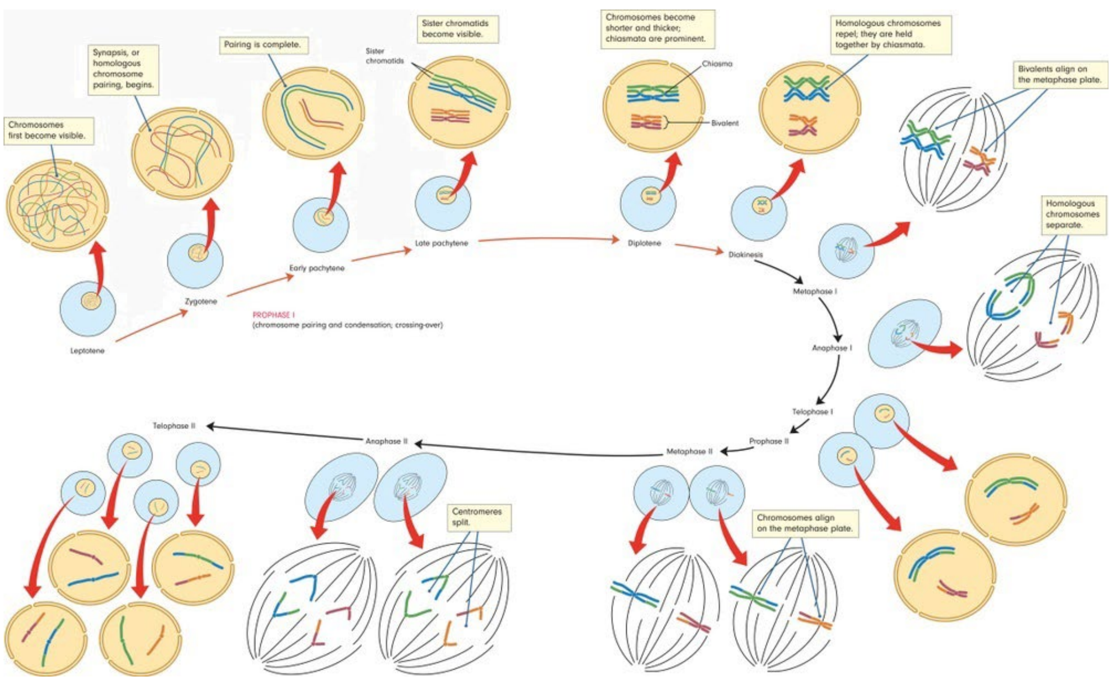
iv) اسپنڈل فائبرز کا بننا (Spindle Fiber Formation)

- اسپنڈل فائبرز **سینٹریولز** (Centrioles) سے نکل کر خلیے کے دونوں طرف پھیلتے ہیں اور ہر کروموسوم کے **سینٹرومیر** سے جڑ جاتے ہیں۔

v) نیوکلیئر جھلی کا ٹوٹنا (Nuclear Envelope Breakdown)

- پروفیز کے آخری مرحلے میں، **نیوکلیئر جھلی** ختم ہو جاتی ہے، اور کروموسومز خلیے کے وسط کی طرف حرکت کرتے ہیں۔





2) Metaphase I

میٹافیز I میوسس (Metaphase I Meiosis)

1. ہومولوجس کروموسومز خلیے کے مرکز میں صف بند ہو جاتے ہیں۔
2. سینٹریولز خلیے کے مخالف قطبین تک پہنچ جاتے ہیں اور ان سے نکلنے والے اسپنڈل فائبرز وسط تک پھیل جاتے ہیں۔
3. کروموسومز کے سینٹرومیرز اپنے آپ کو خلیے کے مخالف قطبین کی طرف ترتیب دیتے ہیں۔

اینافیز I میوسس(Anaphase I Meiosis)

- دو بہن کرومیٹڈز والے کروموسومز الگ ہو کر مخالف قطبین کی طرف ہجرت شروع کر دیتے ہیں۔
- یہ علیحدگی اسپنڈل فائبرز کے سکڑنے کی وجہ سے ہوتی ہے جو ہر کروموسوم کے سینٹرومیر سے جڑے ہوتے ہیں۔
- ہومولوجس کروموسومز مخالف قطبین کی طرف ہجرت شروع کر دیتے ہیں۔

ٹیلوفیز I میوسس(Telophase I Meiosis)

- کروموسومز کی ہجرت رک جاتی ہے اور ہر قطب پر ہاپلوئیڈ کروموسومز کی تعداد موجود ہوتی ہے۔
- کروموسومز کے گرد **جوہری جھلی** (**Nuclear Envelope**) بنتی ہے اور اسپنڈل فائبرز غائب ہو جاتے ہیں۔
- کروموسومز غیر گاڑھے ہو جاتے ہیں اور کم کثیف ہو کر **نیوکلیولس** (**Nucleolus**) ظاہر ہو جاتا ہے۔

سائٹوکائنیسس I میوسس(Cytokinesis I Meiosis)

- یہ مرحلہ سائیٹوپلازم کی تقسیم پر مشتمل ہے تاکہ دو الگ **بیٹی خلیے** (**Daughter Cells**) بن سکیں۔
- جانوروں میں یہ عمل خلیے کی جھلی کے سکڑنے سے ہوتا ہے، جبکہ پودوں میں **سیل پلیٹ** (**Cell Plate**) بننے کے ذریعے ہوتا ہے۔
- زیادہ تر خلیوں میں یہ عمل **ٹیلوفیز** کے ساتھ ہی ہوتا ہے۔

میوسس I کا نتیجہ(Result of Meiosis I)

سائٹوکائنیسس I کے اختتام پر دو مختلف **بیٹی خلیے** تشکیل پاتے ہیں، جن میں والدینی خلیے کی نسبت نصف تعداد میں کروموسومز

23 کروموسومز اور 23 جوڑوں کی شکل میں کرومیٹڈز) موجود ہوتے ہیں۔ **میوسس** کو اسی لیے **کمی تقسیم** **(Reduction Division)** بھی کہا جاتا ہے۔

میوسس II کے مراحل (Steps of Meiosis II)

میوسس I کے دوران تشکیل پانے والے **بیٹی خلیے** دوسری تقسیم کے دور میں داخل ہوتے ہیں، جسے **میوسس II (Meiosis II)** کہتے ہیں۔

1. **پروفیز II (Prophase II)**

- نیوکلیئر جھلی ٹوٹنے لگتی ہے اور اسپنڈل فائبرز دوبارہ ظاہر ہوتے ہیں۔
- ہر سینٹریول دو جوڑوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔
- اس مرحلے میں کروموسومز مزید نقل (Replication) نہیں کرتے اور خلیے کے مرکز کی طرف ہجرت شروع کر دیتے ہیں۔

2. **میٹافیز II (Metaphase II)**

- کروموسومز اسپنڈل فائبرز کی مدد سے خلیے کے مرکز میں صف بند ہو جاتے ہیں۔
- سینٹریولز ہر بیٹی خلیے کے مخالف قطبین پر موجود ہوتے ہیں۔
- سینٹرومیر تقسیم ہو کر دو **بہن کرومیٹڈز** **(Daughter Chromatids)** تشکیل دیتے ہیں، جو اب **بیٹی کروموسومز** **(Daughter Chromosomes)** کہلاتے ہیں اور اسپنڈل فائبرز ہر کروموسوم سے جڑے ہوتے ہیں۔

3. **اینافیز II (Anaphase II)**

- بیٹی کروموسومز اسپنڈل فائبرز کی مدد سے مخالف قطبین کی طرف کھینچے جاتے ہیں۔
- اینافیز II کے اختتام پر ہر قطب پر مکمل کروموسومز کا سیٹ موجود ہوتا ہے۔

4. **ٹیلوفیز II (Telophase II)**

- ہر کروموسوم کے گرد **جوہری جھلی** بنتی ہے اور اسپنڈل فائبرز غائب ہو جاتے ہیں۔
- نیوکلیولس دوبارہ ظاہر ہو جاتا ہے کیونکہ خلیہ دوسری بار **سائٹوپلازم کی تقسیم** **(Cytoplasmic Division)** کے لیے تیار ہوتا

ہے۔

5. سائٹوکائنیسس II (Cytokinesis II)

- یہ مرحلہ سائٹوکائنیسس I کی طرح ہوتا ہے، جس میں **دوسری سائیٹوپلازم تقسیم** ہوتی ہے، جس کے نتیجے میں دو الگ بیٹی خلیے بنتے ہیں۔
- **میوسس II** کے اختتام پر **چار غیر متشابہ، ہاپلوئیڈ بیٹی خلیے** تشکیل پاتے ہیں، جن میں اصل والدینی خلیے کی نسبت نصف کروموسومز ہوتے ہیں۔

2.5.1 میوسس کی اہمیت (Importance of Meiosis)

1. **جانداروں میں کروموسومز کی تعداد کو برقرار رکھنا**

❖ انسانوں میں ہر خلیے میں عام طور پر **46 کروموسومز** ہوتے ہیں جو **23 جوڑوں** کی صورت میں منظم ہوتے ہیں۔

❖ نسل در نسل کروموسومز کی تعداد کو برقرار رکھنے کے لیے، **میوٹک تقسیم سے بننے والے گیمیٹس** میں والدینی خلیے کی نسبت نصف کروموسومز (23 کروموسومز) ہونے چاہئیں۔

❖ انڈے اور سپرم کے ملاپ سے **زیگوٹ** بنتا ہے، جس میں کروموسومز کی عام تعداد **46** بحال ہو جاتی ہے۔

❖ اگر کروموسومز کی کمی کا عمل برقرار نہ رہے تو یہ بچے میں **جینیاتی بے ضابطگی (Genetic Abnormality)** کا باعث بن سکتا ہے۔

2. **جینیاتی تنوع کی تشکیل (Genetic Diversity)**

- ہومولوجس کروموسومز کے درمیان جینیاتی مواد کے تبادلے سے **آبادی میں جینیاتی تنوع** پیدا ہوتا ہے۔
- یہ تنوع **ارتقائی عمل (Evolutionary Process)** کے لیے ایک بنیادی جزہے۔

2.6 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس باب کے مطالعے کے بعد طلباء درج ذیل باتوں کو سمجھنے اور بیان کرنے کے قابل ہوں گے:

❖ خلیاتی تقسیم (Cell Division) کے مراحل اور ان کی خصوصیات کو واضح کر سکیں گے۔

- ❖ مائیٹوسس (Mitosis) اور میوسس (Meiosis) کے مراحل کے فرق کو بیان کر سکیں گے۔
- ❖ خلیاتی تقسیم کے دوران چیک پوائنٹس (Checkpoints) کے کردار اور اہمیت کو بیان کر سکیں گے۔
- ❖ میوسس کے دوران جینیاتی مواد کے تبادلے (Genetic Exchange) اور اس کی اہمیت کو سمجھ سکیں گے۔
- ❖ خلیاتی تقسیم کے عمل میں جینیاتی تنوع (Genetic Diversity) کی تشکیل اور ارتقائی اہمیت کو بیان کر سکیں گے۔

2.7 کلیدی الفاظ (Keywords)

خلیاتی تقسیم	Cell Division	وہ عمل جس میں خلیہ تقسیم ہو کر دو یا زیادہ نئے خلیات بناتا ہے۔
مائیٹوسس	Mitosis	خلیاتی تقسیم کا وہ مرحلہ جس میں جینیاتی مواد کی درست تقسیم ہوتی ہے اور دو یکساں بیٹی خلیات بنتے ہیں۔
میوسس	Meiosis	خلیاتی تقسیم کا وہ مرحلہ جس میں کروموسومز کی تعداد آدھی ہو جاتی ہے، جس سے چار غیر یکساں بیٹی خلیات بنتے ہیں۔
چیک پوائنٹس	Checkpoints	خلیاتی تقسیم کے دوران وہ مقامات جو جینیاتی مواد کی درست تقسیم اور کسی نقص کی موجودگی کی جانچ کرتے ہیں۔

2.8 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

2.8.1 مختصر جوابات کے حامل سوالات / خالی جگہ پر کریں (Objective Answer Type Questions)

1. خلیاتی تقسیم کا وہ مرحلہ جس میں کروموسومز کی تعداد آدھی ہو جاتی ہے، کیا کہلاتا ہے؟

(A مائیٹوسس (Mitosis) (B میوسس (Meiosis)

(C انٹرفیز (Interphase) (D سائٹوکینیسس (Cytokinesis)

صحیح جواب (B: میوسس

2. جینیاتی مواد کے تبادلے کا عمل جو جینیاتی تنوع کو بڑھاتا ہے، کیا کہلاتا ہے؟

(A کراسنگ اوور (Crossing Over) (B ڈوپلیکیشن (Duplication)

C)ٹرانسکرپشن(Transcription)   D)ترجمہ(Translation)

صحیح جواب (A: کراسنگ اوور

3. مائیٹوسس کے دوران کروموسومز کا مرکز میں قطار باندھنے کا مرحلہ کون سا ہے؟

A)انٹرفیز(Interphase)   B)میٹافیز(Metaphase)

C)اینافیز(Anaphase)   D)ٹیلوفیز(Telophase)

صحیح جواب (B: میٹافیز

4. خلیے کے تقسیم کے دوران DNA کی نقل بنانے کا مرحلہ کیا کہلاتا ہے؟

A)مرحلہ(G1 Phase)   B)مرحلہ(S Phase)

C)مرحلہ(G2 Phase)   D)مرحلہ(M Phase)

صحیح جواب (B: مرحلہ SPhase

5. خلیاتی تقسیم کے دوران کروموسومز کا مخالف قطبوں کی طرف حرکت کرنا کس مرحلے میں ہوتا ہے؟

A)پروفیز(Prophase)   B)میٹافیز(Metaphase)

C)اینافیز(Anaphase)   D)ٹیلوفیز(Telophase)

صحیح جواب (C: اینافیز

6. G1چیک پوائنٹ کا بنیادی کام کیا ہے؟

A) DNA نقل کی جانچ   B)کروموسومز کے صف بندی کی تصدیق

C)سیل کی نمو اور DNA نقصان کی جانچ   D)خلیے کی تقسیم کے آغاز کی تصدیق

صحیح جواب (C: سیل کی نمو اور DNA نقصان کی جانچ

7. خلیے کے سائٹوپلازم کی تقسیم کا مرحلہ کون سا ہے؟

A)انٹرفیز(Interphase)   B)مائیٹوسس(Mitosis)

C)سائٹوکنیسس(Cytokinesis)   D)ٹیلوفیز(Telophase)

صحیح جواب (C: سائٹوکنیسس

8. کس مرحلے میں نیوکلیئر جھلی دوبارہ بن جاتی ہے اور کروموسومز دوبارہ غیر متراکم ہو جاتے ہیں؟

(A پروفیز (Prophase) (B اینافیز (Anaphase)

(C ٹیلوفیز (Telophase) (D میٹافیز (Metaphase)

صحیح جواب (C: ٹیلوفیز

9. خلیاتی تقسیم کے دوران سنٹرومیئرز کا دو حصوں میں بٹنا کس مرحلے میں ہوتا ہے؟

(A پروفیز (Prophase) (B اینافیز (Anaphase)

(C میٹافیز (Metaphase) (D ٹیلوفیز (Telophase)

صحیح جواب (B: اینافیز

10. میوسس کے دوران کراسنگ اوور کا عمل کس مرحلے میں ہوتا ہے؟

(A زائگوٹین (Zygotene) (B پیکیٹین (Pachytene)

(C لیپٹوٹین (Leptotene) (D ڈائی کائنیسس (Diakinesis)

صحیح جواب (B: پیکیٹین

2.8.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. مائٹوسس کے دوران میٹافیز کی وضاحت کریں۔
2. خلیاتی چکر کے انٹرفیز کی وضاحت کریں۔
3. سائٹوکنیسس کیا ہے؟ وضاحت کریں۔
4. مائٹوسس اور میوسس کے درمیان فرق بیان کریں۔
5. نوع کے کروموسوم نمبر کو برقرار رکھنے میں میوسس کی اہمیت بیان کریں۔

2.8.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. خلیاتی چکر (Cell Cycle) کی تفصیل بیان کریں۔
2. مائٹوسس (Mitosis) کے مختلف مراحل لکھیں۔
3. خلیاتی چکر کے سیل چیک پوائنٹس (Cell Cycle Checkpoints) کیا ہیں؟ ان کی اہمیت کی وضاحت کریں۔
4. میوسس (Meiosis) کا عمومی جائزہ پیش کریں۔

5. میوسس پروفیز (Meiosis Prophase-I) I- کے واقعات کی وضاحت کریں۔

2.9 فرہنگ (Glossary)

انگریزی اصطلاح	اردو اصطلاح	اردو متبادل	تشریح
Meiosis	میوسس	اختزالی تقسیم	ایک خلیہ کی تقسیم جو چار غیر یکساں بیٹی خلیات پیدا کرتی ہے، جن میں آدھے کروموسوم ہوتے ہیں۔
Mitosis	مائٹوسس	خلیاتی تقسیم	ایک خلیہ کی تقسیم جس کے نتیجے میں دو یکساں بیٹی خلیات پیدا ہوتے ہیں۔
Cytokinesis	سائٹوکنسس	سائیٹوپلازم کی تقسیم	خلیہ کی سائٹوپلازم کی تقسیم جو مائٹوسس یا میوسس کے بعد ہوتی ہے۔
Chromosome	کروموسوم	رنگین جسم	جینیاتی مواد کا حامل ڈھانچہ جو نیوکلیئس میں پایا جاتا ہے اور وراثتی معلومات فراہم کرتا ہے۔
Synapsis	سیناپس	ہمجولی جوڑ	ہمجولی کروموسومز کا جوڑ جس کے دوران جینیاتی مواد کا تبادلہ ہوتا ہے، خاص طور پر میوسس کے پروفیز I میں۔
Spindle Fibers	سپنڈل فائبرز	تکلا ریشے	خلیاتی تقسیم کے دوران کروموسومز کو الگ کرنے والے ریشے۔
Chiasmata	کیازمین	تبادلہ مقام	وہ مقام جہاں دو ہمجولی کروموسومز آپس میں جڑتے ہیں اور جینیاتی مواد کا تبادلہ کرتے ہیں۔

اکائی 3: خلیاتی سگنلنگ: اقسام اور میکانزم

(Cell Signaling: Types and Mechanisms)

اکائی کے اجزا:

3.0 تمہید (Introduction)

3.1 مقاصد (Objectives)

3.2 خلیہ-خلیہ مواصلات اور اقسام (Cell-Cell Communication and Types)

3.2.1 آٹو کرائن سگنلنگ: (Autocrine Signaling)

3.2.2 پیرا کائن سگنلنگ: (Paracrine Signaling)

3.2.3 اینڈو کرائن سگنلنگ: (Endocrine Signaling)

3.2.4 براہ راست سگنلنگ: (Direct Signaling)

3.3 خلیے میں سگنلنگ میں شامل مالیکیولز (Molecules Involved in Cell Signalling)

3.3.1 لائیگنڈز: (Ligands)

3.3.2 ریسپٹرز: (Receptors)

3.3.3 سیکنڈ میسنجرز اور سگنل ٹرانسڈکشن: (Second Messengers and Signal Transduction)

3.4 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

3.5 کلیدی الفاظ (Keywords)

3.6 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

3.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

3.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

3.7 فرہنگ (Glossary)

3.0 تمہید(Introduction)

خلیہ-خلیہ مواصلات (Cell-Cell Communication) ایک اہم اور پیچیدہ عمل ہے جو خلیوں کو اپنے ماحول اور پڑوسی خلیوں سے سگنلز (Signals) کو محسوس کرنے، سمجھنے اور ان پر ردعمل دینے کے قابل بناتا ہے۔ یہ کثیر خلوی جانداروں (Multicellular Organisms)کے مناسب کام کے لیے بنیادی اہمیت رکھتا ہے، جو نشوونما(Growth) ، ارتقاء (Development)، مدافعتی ردعمل (Immune Responses) اور ہم ostasis (Homeostasis) کو برقرار رکھنے کے لیے خلیاتی سرگرمیوں کی ہم آہنگی کو ممکن بناتا ہے۔ مواصلات کے ذریعے خلیے اپنی افعال کو ہم آہنگ کر سکتے ہیں، ماحولیاتی تبدیلیوں کا جواب دے سکتے ہیں اور حیاتیاتی عملوں کے استحکام کو برقرار رکھ سکتے ہیں۔

کثیر خلوی جانداروں میں، انفرادی خلیے تنہا اکائیاں نہیں ہوتے بلکہ ایک پیچیدہ نیٹ ورک کا حصہ ہوتے ہیں جہاں سگنلز کا مسلسل تبادلہ ہوتا رہتا ہے۔ یہ سگنلز مختلف ذرائع سے آ سکتے ہیں اور مختلف شکلوں میں ہو سکتے ہیں جیسے کیمیائی سگنلز(Chemical Signals) ، برقی امپلسز (Electrical Impulses) یا براہ راست جسمانی رابطہ(Direct Physical Contact) ۔ ان سگنلز کی مؤثر ترسیل اور تفہیم خلیاتی رویے کو منظم کرنے، بافتی افعال (Tissue Functions) کو ہم آہنگ کرنے اور جاندار کی بقا کو یقینی بنانے کے لیے انتہائی اہم ہے۔

خلیہ-خلیہ مواصلات کی کئی اقسام ہیں، جو اس بات پر منحصر ہیں کہ سگنل کس طرح منتقل ہوتا ہے اور سگنل دینے والے اور وصول کرنے والے خلیوں کے درمیان فاصلہ کیا ہے۔ خلیاتی سگنلنگ کی بنیادی اقسام میں شامل ہیں : **آٹوکرائن(Autocrine)** ، **پیراکائن (Paracrine)**، **جکستاکرائن (Juxtacrine)** اور **خلیہ سے خلیہ رابطہ سگنلنگ:(Cell-to-Cell Contact Signaling)**

- **آٹوکرائن سگنلنگ :(Autocrine Signaling)** اس میں ایک خلیہ سگنلنگ مالیکیولز (Signaling Molecules) خارج کرتا ہے جو اس کی اپنی سطح پر موجود ریسیپٹرز (Receptors) سے جڑ جاتے ہیں، یوں خلیہ اپنے ہی رویے پر اثر انداز ہوتا ہے۔ یہ سگنلنگ خلیے کی نشوونما اور تمیز (Differentiation) میں اہم کردار ادا کرتی ہے۔
- **پیراکائن سگنلنگ :(Paracrine Signaling)** اس میں ایک خلیہ سگنلنگ مالیکیولز خارج کرتا ہے جو قریبی خلیوں پر اثر انداز ہوتے ہیں۔ یہ عمل بافتوں کی مرمت (Tissue Repair) اور سوزش (Inflammation) جیسے عملوں میں اہم ہے۔
- **جکستاکرائن سگنلنگ :(Juxtacrine Signaling)** اس میں سگنل دینے والے اور وصول کرنے والے خلیوں کے درمیان براہ راست رابطہ درکار ہوتا ہے، جیسے خصوصی جوڑ (Specialized Junctions) یا جھلی سے جڑے مالیکیولز (Membrane-Bound Molecules)کے ذریعے۔ یہ سگنلنگ خلیاتی تمیز (Cell Differentiation) اور بافتی طرز

بندی (Tissue Patterning) کے لیے اہم ہے۔

- **خلیہ سے خلیہ رابطہ سگنلنگ :(Cell-to-Cell Contact Signaling)** اس میں براہ راست مواصلات مخصوص ڈھانچوں جیسے گیپ جنکشنز (Gap Junctions) کے ذریعے ہوتی ہے، جو متصل خلیوں کے درمیان آئنز (Ions) اور چھوٹے مالیکیولز (Small Molecules) کے تبادلے کو ممکن بناتے ہیں، اور یوں خلیاتی افعال کو ہم آہنگ کرتے ہیں۔

خلیاتی مواصلات کا عمل مختلف مالیکیولز کے ذریعے ہوتا ہے، جن میں شامل ہیں :**لائگنڈز(Ligands)** ، **ریسپٹرز (Receptors)**، **ثانوی میسنجرز** (Secondary Messengers) اور **سگنل ٹرانسڈیوسرز:(Signal Transducers)**

- **لائگنڈز :(Ligands)** یہ سگنلنگ مالیکیولز ہیں جو مخصوص ریسپٹرز سے جڑ کر سگنلنگ راستے کو متحرک کرتے ہیں۔
- **ریسپٹرز :(Receptors)** یہ مخصوص پروٹینز ہیں جو خلیے کی سطح یا اندر موجود ہوتے ہیں اور لائگنڈز کو پہچان کر سگنلنگ عمل کا آغاز کرتے ہیں۔
- **ثانوی میسنجرز :(Secondary Messengers)** یہ بین الخلوی مالیکیولز (Intracellular Molecules) ہیں جو سگنل کو بڑھا کر ریسپٹر سے ہدف مالیکیولز تک پہنچاتے ہیں۔
- **سگنل ٹرانسڈیوسرز :(Signal Transducers)** یہ بیرونی سگنلز کو مناسب اندرونی رد عمل میں تبدیل کرتے ہیں، اور بالآخر مختلف خلیاتی افعال کو منظم کرتے ہیں۔

خلیاتی مواصلات کے طریقہ کار اور سگنلنگ مالیکیولز کے کردار کو سمجھنا، خلیوں کے بے شمار فزیالوجیکل (Physiological) اور ترقیاتی عملوں کو سمجھنے کے لیے نہایت اہم ہے۔ ان سگنلنگ راستوں میں کسی بھی قسم کی خرابی یا ناکامی بیماریوں جیسے کینسر، خود کار امراض (Autoimmune Disorders) یا نشوونما کی غیر معمولیتوں کا سبب بن سکتی ہے۔

یہ باب خلیہ -خلیہ مواصلات کے بنیادی پہلوؤں کی جامع تفہیم فراہم کرنے کے لیے مرتب کیا گیا ہے، جس میں مختلف سگنلنگ میکانزم اور سگنلنگ مالیکیولز شامل ہیں۔ ان تصورات کو سمجھ کر، طلباء کو یہ جاننے میں مدد ملے گی کہ خلیے کس طرح ہم آہنگی کو برقرار رکھتے ہیں، بیرونی محرکات کا جواب دیتے ہیں اور پیچیدہ حیاتیاتی افعال کو انجام دیتے ہیں۔

3.1 مقاصد(Objectives)

اس اکائی کے مطالعے کے بعد طلباء درج ذیل مقاصد کو حاصل کرنے کے قابل ہوں گے:

- ❖ خلیہ -خلیہ مواصلات (Cell-Cell Communication) کے بنیادی تصورات اور اس کے حیاتیاتی اہمیت کو سمجھنا۔

- ❖ خلیاتی مواصلات کی مختلف اقسام جیسے آٹو کرائن(Autocrine) ، پیراکائن(Paracrine) ، جکستا کرائن (Juxtacrine) اور خلیہ سے خلیہ رابطہ (Cell-to-Cell Contact) سگنلنگ کی وضاحت کرنا۔
- ❖ سگنلنگ مالیکیولز (Signaling Molecules) جیسے لاگنڈز(Ligands) ، ریسپٹرز(Receptors) ، ثانوی میسنجرز (Secondary Messengers)اور سگنل ٹرانسڈیوسرز (Signal Transducers) کے افعال اور کردار کو بیان کرنا۔
- ❖ مختلف سگنلنگ راستوں (Signaling Pathways) میں شامل مالیکیولز کے باہمی تعامل کو سمجھنا اور ان کے حیاتیاتی عملوں پر اثرات کا تجزیہ کرنا۔
- ❖ سگنلنگ کے میکانزم میں موجود کسی بھی خلل کے ممکنہ اثرات اور بیماریوں سے تعلق کا تجزیہ کرنا۔
- ❖ ان اہداف کے حصول سے طلباء خلیاتی مواصلات کی بنیادی اہمیت اور حیاتیاتی نظام میں ان کے کردار کو بہتر طور پر سمجھ سکیں گے۔

3.2 خلیہ-خلیہ مواصلات اور اقسام(Cell-Cell Communication and Types)

کثیر خلوی جاندار (Multicellular Organisms) مختلف خلیاتی اقسام (Cell Types) پر مشتمل ہوتے ہیں جو اپنے رویوں کو ہم آہنگ (Coordinate) کرنے کے لیے مواصلات (Communication) کے عمل سے گزرتے ہیں۔ خلیہ-خلیہ مواصلات (Cell-Cell Communication) نشوونما(Growth) ، ترقی(Development) ، امتیاز(Differentiation) ، بافتوں (Tissues) اور اعضاء (Organs) کی تشکیل، نگہداشت (Maintenance) اور فعلیاتی ضابطے (Physiological Regulation)کے لیے نہایت اہم ہیں۔

زندہ خلیات کی دنیا میں دو قسم کی مواصلات (Communication) ہوتی ہیں:

1. **بین خلیاتی سگنلنگ :(Intercellular Signaling)** جب ایک خلیہ (Cell) دوسرے خلیے (Cell) کے ساتھ مواصلت (Communication)کرتا ہے۔
2. **بین الخلیہ سگنلنگ :(Intracellular Signaling)** جب ایک ہی خلیہ اپنے اندر پیغام رسانی (Signal Transmission)کرتا ہے۔

کیمیائی سگنلز (Chemical Signals) سگنل دینے والے خلیے (Signaling Cell) کے ذریعے خارج (Release) ہوتے ہیں اور ہدف خلیے (Target Cell) کے ذریعے وصول (Receive) کیے جاتے ہیں۔ ہدف خلیے میں موجود پروٹینز (Proteins)، جنہیں **ریسپٹرز (Receptors)** کہا جاتا ہے، سگنلنگ مالیکیولز (Signaling Molecules) سے جڑ کر ردعمل

(Response)کا باعث بنتے ہیں۔

کثیر خلوی جانداروں (Multicellular Organisms) میں کیمیائی سگنلنگ (Chemical Signaling) کی چار اقسام پائی جاتی ہیں:

1. **آٹو کرائن سگنلنگ(Autocrine Signaling)**
2. **پیراکائن سگنلنگ(Paracrine Signaling)**
3. **اینڈو کرائن سگنلنگ(Endocrine Signaling)**
4. **جکستا کرائن سگنلنگ یا براہ راست سگنلنگ(Juxtacrine Signaling/Direct Signaling)**

ان مختلف اقسام میں بنیادی فرق یہ ہے کہ سگنل (Signal) کو ہدف خلیے (Target Cell) تک پہنچنے کے لیے کتنا فاصلہ (Distance)طے کرنا پڑتا ہے۔

3.2.1 آٹو کرائن سگنلنگ:(Autocrine Signaling)

جب کوئی خلیہ اپنے ہی سگنلنگ مالیکیول (Signaling Molecule) پر رد عمل ظاہر کرے تو اسے آٹو کرائن سگنلنگ (Autocrine Signaling)کہتے ہیں۔

(Auto = "خود"یعنی خود کار)

خلیہ ایک ہارمون (Hormone) یا کیمیائی میسنجر (Chemical Messenger) خارج کرتا ہے جسے ***آٹو کرائن ایجنٹ* (Autocrine Agent)**کہتے ہیں، جو اسی خلیے کے آٹو کرائن ریسپٹرز (Autocrine Receptors) سے جڑ کر خلیے میں تبدیلیاں (Changes)پیدا کرتا ہے۔

یہ سگنلنگ عام طور پر خلیے کی نشوونما(Growth)، تمیز (Differentiation) اور **قوت مدافعت** (Immune Function) کے عمل کو متاثر کرتی ہے۔

3.2.2 پیراکائن سگنلنگ:(Paracrine Signaling)

یہ ایک ایسی خلیاتی مواصلات (Cellular Communication) کی قسم ہے جس میں خلیہ اپنے اردگرد موجود خلیات (Nearby Cells)کو متحرک کرنے کے لیے سگنل (Signal) پیدا کرتا ہے، جس سے ان خلیات کے رویے (Behavior) میں تبدیلی آتی ہے۔ سگنلنگ مالیکیولز(Signaling Molecules) ، جنہیں **پیراکائن عوامل (Paracrine Factors)** کہا جاتا ہے، کم فاصلے (Short Distance) تک پھیلتے ہیں) مقامی عمل(Local Action - ۔ پیراکائن عامل (Paracrine Factor) کے ریسپٹر

(Receptor) کے ساتھ جڑنے سے سگنل کی ترسیل کے سلسلے (Signal Transduction Cascades) کا آغاز ہوتا ہے، جو مختلف رد عمل (Different Responses) کا سبب بنتا ہے۔ پیغام وصول کرنے والے خلیے (Receiving Cell) کے لیے ضروری ہے کہ اس میں مناسب ریسپٹرز (Appropriate Receptors) دستیاب ہوں تاکہ سگنل وصول (Receive) کیا جا سکے، جسے **اہلیت (Competency)** کہا جاتا ہے۔

مثال کے طور پر **نیوروٹرانسمیشن (Neurotransmission)**

3.2.3 اینڈوکرائن سگنلنگ:(Endocrine Signaling)

دور دراز خلیات (Distant Cells) سے ملنے والے سگنلز کو **اینڈوکرائن سگنلنگ (Endocrine Signaling)** کہتے ہیں۔ یہ سگنل اینڈوکرائن غدود (Endocrine Glands) جیسے **تھائیرائڈ غدود (Thyroid Gland)**، **ہائپو تھیلمس (Hypothalamus)** اور **پچوٹری غدود (Pituitary Gland)** سے پیدا ہوتے ہیں۔ اینڈوکرائن سگنلنگ میں خارج ہونے والے لائیگنڈز (Ligands) کو **ہارمونز (Hormones)** کہتے ہیں۔ یہ سگنلنگ مالیکیولز جسم کے ایک حصے (Part of the Body) میں پیدا ہوتے ہیں لیکن جسم کے دوسرے حصوں (Other Body Regions) پر اثرانداز ہوتے ہیں۔

3.2.4 براہ راست سگنلنگ:(Direct Signaling)

جانوروں میں **گیپ جنکشنز (Gap Junctions)** اور پودوں میں **پلازموڈیسمیٹا (Plasmodesmata)** خلیاتی جھلیوں (Cell Membranes) کے درمیان رابطے فراہم کرتے ہیں۔ یہ پانی سے بھرے چینلز (Water-Filled Channels) چھوٹے سگنلنگ مالیکیولز (Small Signaling Molecules) جیسے **کیلشیم آئنز (Calcium Ions - Ca^{2+})** کو دو خلیات کے درمیان منتقل (Transfer) کرنے دیتے ہیں، لیکن بڑے مالیکیولز جیسے **پروٹینز (Proteins)** اور **ڈی این اے (DNA)** ان چینلز سے نہیں گزر سکتے۔ چینلز کی خصوصیت (Specificity) اس بات کو یقینی بناتی ہے کہ خلیے آزاد (Independent) رہیں، لیکن ایک ہی وقت میں تیزی سے اور آسانی سے سگنلز کی ترسیل (Signal Transmission) ممکن ہو سکے۔ براہ راست سگنلنگ (Direct Signaling) ایک گروپ کے خلیات کو ایک ہی سگنل کے جواب (Response) میں ہم آہنگ (Coordinate) رد عمل کا اہل بناتی ہے، چاہے وہ سگنل صرف ایک خلیے کو ہی کیوں نہ ملا ہو۔

3.3 خلیے میں سگنلنگ میں شامل مالیکیولز (Molecules Involved in Cell Signalling)

خلیاتی سگنلنگ (Cell Signalling) عام طور پر تین اہم مراحل (Stages) پر مشتمل ہوتی ہے:

1. **استقبال :(Reception)** اس مرحلے میں سگنل مالیکیول (Signal Molecule) کا ریسپٹر (Receptor) کے ساتھ جڑنا ہوتا ہے۔
2. **سگنل کی ترسیل :(Signal Transduction)** اس مرحلے میں کیمیائی سگنلز (Chemical Signals) خامروں (Enzymes) کو متحرک کرتے ہیں۔
3. **جواب :(Response)** آخر میں سگنل کا جواب یا ردعمل (Reaction) ظاہر ہوتا ہے۔

خلیے میں سگنلنگ کے عمل میں مختلف مالیکیولز شامل ہوتے ہیں جیسے لائیگنڈز(Ligands) ، ریسپٹرز (Receptors) اور دوسرے میسنجرز(Secondary Messengers) ۔

3.3.1 لائیگنڈز:(Ligands)

کیمیائی سگنلز (Chemical Signals) جو سگنل دینے والے خلیات (Signalling Cells) کے ذریعے چھوٹے حل پذیر (Soluble) یا بخاراتی مالیکیولز (Volatile Molecules) کی شکل میں خارج ہوتے ہیں، **لائیگنڈز (Ligands)** کہلاتے ہیں۔ یہ ہدف خلیے (Target Cells) کے ریسپٹرز (Receptors) کے ساتھ جڑ کر کیمیائی سگنلز (Chemical Signals) کے طور پر کام کرتے ہیں جو ہدف خلیے تک پہنچتے ہیں۔

لائیگنڈز کی اقسام مختلف ہوتی ہیں اور یہ چھوٹے پروٹینز (Small Proteins) سے لے کر چھوٹے آئنز (Ions) جیسے **کیلشیم (Ca^{2+} - Calcium)** تک ہو سکتے ہیں۔لائیگنڈز ہائیڈروفوبک (Hydrophobic) یا ہائیڈروفیلک (Hydrophilic) مالیکیولز ہو سکتے ہیں۔

- **ہائیڈروفوبک لائیگنڈز:(Hydrophobic Ligands)**

یہ ایسے مالیکیولز ہیں جو **اسٹیرائڈ ہارمونز (Steroid Hormones)** کی طرح ہوتے ہیں جیسے **وٹامن ڈی(Vitamin D)** ۔ یہ براہ راست پلازما جھلی (Plasma Membrane) کے ذریعے سائیٹوپلازم (Cytoplasm) میں داخل ہو سکتے ہیں اور اندرونی ریسپٹرز (Intracellular Receptors) کے ساتھ تعامل (Interact) کرتے ہیں۔

- **ہائیڈروفیلک لائیگنڈز:(Hydrophilic Ligands)**

یہ مالیکیولز، جیسے **پیپٹائیڈ ہارمونز (Peptide Hormones)** جیسے **انسولین(Insulin)** ، خلیے میں داخل ہونے کے لیے سطحی ریسپٹرز (Cell Surface Receptors) کا استعمال کرتے ہیں۔

3.3.2 ریسپٹرز:(Receptors)

ریسپٹر ایک مخصوص پروٹین مالیکیول (Specialized Protein Molecule) ہے جو مخصوص لائیگنڈ (Specific Ligand) کو منتخب طور پر پہچانتا ہے اور اس سے جڑتا ہے، جس سے خلیے کے اندر سگنل کی ترسیل (Signal Transduction) یا خلیاتی ردعمل (Cellular Response) شروع ہوتا ہے۔

ریسپٹرز کو ان کی جگہ کے لحاظ سے دو اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے:

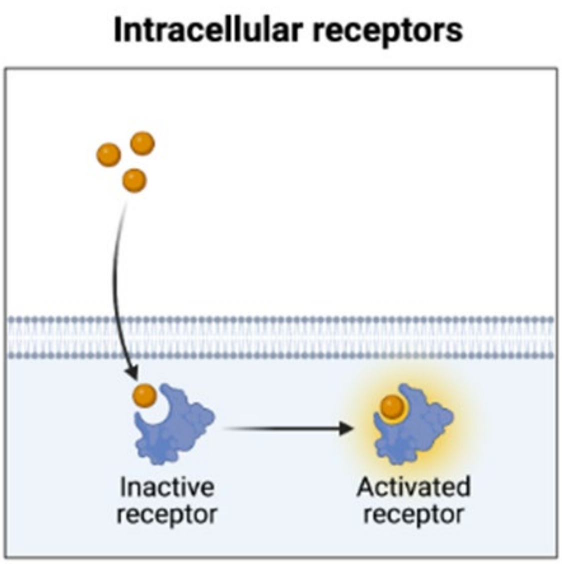
1. **خلیاتی سطح کے ریسپٹرز :(Cell Surface Receptors)** یہ ریسپٹرز پلازما جھلی (Plasma Membrane) پر پائے جاتے ہیں اور ہائیڈروفیلک لائیگنڈز (Hydrophilic Ligands) سے جڑتے ہیں۔
2. **اندرونی ریسپٹرز :(Intracellular Receptors)** یہ ریسپٹرز خلیے کے اندر پائے جاتے ہیں اور ہائیڈروفوبک لائیگنڈز (Hydrophobic Ligands) جیسے اسٹیرائڈ ہارمونز (Steroid Hormones) سے جڑتے ہیں۔

ریسپٹرز کے ساتھ لائیگنڈز کے ملاپ (Binding) سے خلیے میں سگنلنگ کے راستے (Signaling Pathways) فعال (Activate) ہو جاتے ہیں، جو مختلف خلیاتی ردعمل (Cellular Responses) پیدا کرتے ہیں۔

(i) اندرونی ریسپٹرز:(Internal Receptors)

اندرونی ریسپٹرز، جنہیں انٹرا سیلولر (Intracellular) یا سائٹوپلازمک ریسپٹرز (Cytoplasmic Receptors) بھی کہا جاتا ہے، خلیے کے سائٹوپلازم (Cytoplasm) میں پائے جاتے ہیں۔ یہ ریسپٹرز ہائیڈروفوبک لائیگنڈ مالیکیولز (Hydrophobic Ligand Molecules) پر ردعمل ظاہر کرتے ہیں جو پلازما جھلی (Plasma Membrane) کے پار سفر کرنے کی صلاحیت رکھتے ہیں۔

لائیگنڈ-ریسپٹر مرکب (Ligand-Receptor Complex) نیوکلیئس (Nucleus) میں داخل ہو جاتا ہے اور ڈی این اے (DNA) کے مخصوص حصوں سے جڑ جاتا ہے۔ یہ عمل ایم آر این اے (mRNA) کی پیداوار کو مخصوص جینز (Specific Genes) سے فروغ دیتا ہے، اور اس میں کسی دوسرے ثانوی پیامبر (Second Messenger) کا عمل دخل نہیں ہوتا۔



1. (ii) **سیل سرفیس ریسیپٹرز: (Cell-surface Receptors)**

سیل سرفیس ریسیپٹرز ایسے پروٹین (Proteins) ہیں جو خلیہ جھلی (Cell Membrane) سے منسلک ہوتے ہیں۔ انہیں **ٹرانس میمبرین ریسیپٹرز (Transmembrane Receptors)** بھی کہا جاتا ہے۔ یہ بیرونی سگنلز (External Signals) کا پتہ لگاتے ہیں اور انہیں خلیے کے اندر منتقل کرتے ہیں، بغیر خود خلیے میں داخل ہوئے۔

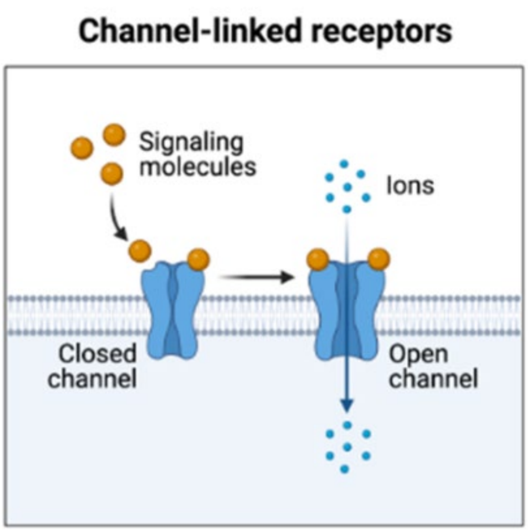
ہر سیل سرفیس ریسیپٹر کے تین بنیادی اجزاء ہوتے ہیں:

2. **بیرونی لائیگنڈ بائنڈنگ ڈومین - (External Ligand-binding Domain)** جو سگنل مالیکیول (Signal Molecule) سے جڑتا ہے۔
3. **ہائیڈروفوبک جھلی پار کرنے والا حصہ - (Hydrophobic Membrane-spanning Region)** جو جھلی کے پار ہوتا ہے۔
4. **انٹرا سیلولر ڈومین - (Intracellular Domain)** جو خلیے کے اندر موجود ہوتا ہے۔

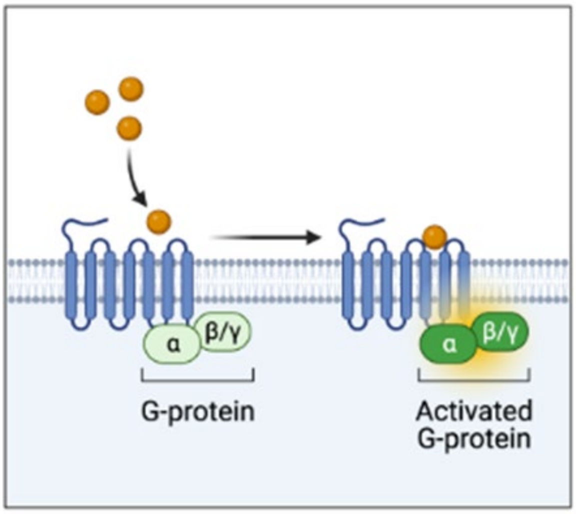
سیل سرفیس ریسیپٹرز کو ان کی فعلیت (Function) کی بنیاد پر تین اقسام میں تقسیم کیا جاتا ہے۔

(i) گیٹیڈ آئن چینلز: (Gated Ion Channels)

یہ ایسے چینلز ہیں جو ہائیڈروفیلک آئنز (Hydrophilic Ions) کو پلازما جھلی (Plasma Membrane) سے گزرنے کی اجازت دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر، جب کوئی نیوروٹرانسمیٹر (Neurotransmitter) جیسے ایسیٹائل کولین (Acetylcholine) اس سے جڑتا ہے، تو آئنز جھلی کو عبور کرتے ہیں اور اعصابی سگنل (Neural Firing) کو انجام دینے کی اجازت دیتے ہیں۔



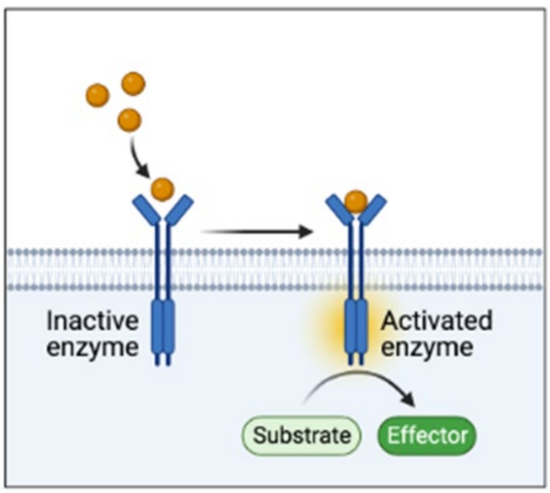
G-protein-coupled receptors



(i)گیٹیڈ آئن چینلز:(Gated Ion Channels)

یہ ایسے چینلز ہیں جو ہائیڈروفیلک آئنز (Hydrophilic Ions) کو پلازما جھلی (Plasma Membrane) سے گزرنے کی اجازت دیتے ہیں۔ مثال کے طور پر، جب کوئی نیوروٹرانسمیٹر (Neurotransmitter) جیسے ایسیٹائل کولین (Acetylcholine) اس سے جڑتا ہے، تو آئنز جھلی کو عبور کرتے ہیں اور اعصابی سگنل (Neural Firing) کو انجام دینے کی اجازت دیتے ہیں۔

Enzyme-linked receptors



(iii)ٹائروسین کائنیز:(Tyrosine Kinase)

ایک لیگنڈ (Ligand) جب ریسپٹر ٹائروسین کائنیز (Receptor Tyrosine Kinase) سے جڑتا ہے تو اس کے نتیجے میں کائنیز ڈومینز (Kinase Domains) کی ڈائمرائزیشن (Dimerization) ہوتی ہے۔ ڈائمر کے ٹائروسین کائنیز ڈومینز فاسفوریلیشن (Phosphorylation) انجام دیتے ہیں، جو اندرونی خلیاتی پروٹینز (Intracellular Proteins) کو فاسفوریلیٹڈ سائٹس (Phosphorylated Sites) سے جڑنے اور فعال ہونے کی اجازت دیتے ہیں۔

3.3.3 سیکنڈ میسنجرز اور سگنل ٹرانسڈکشن:(Second Messengers and Signal Transduction)

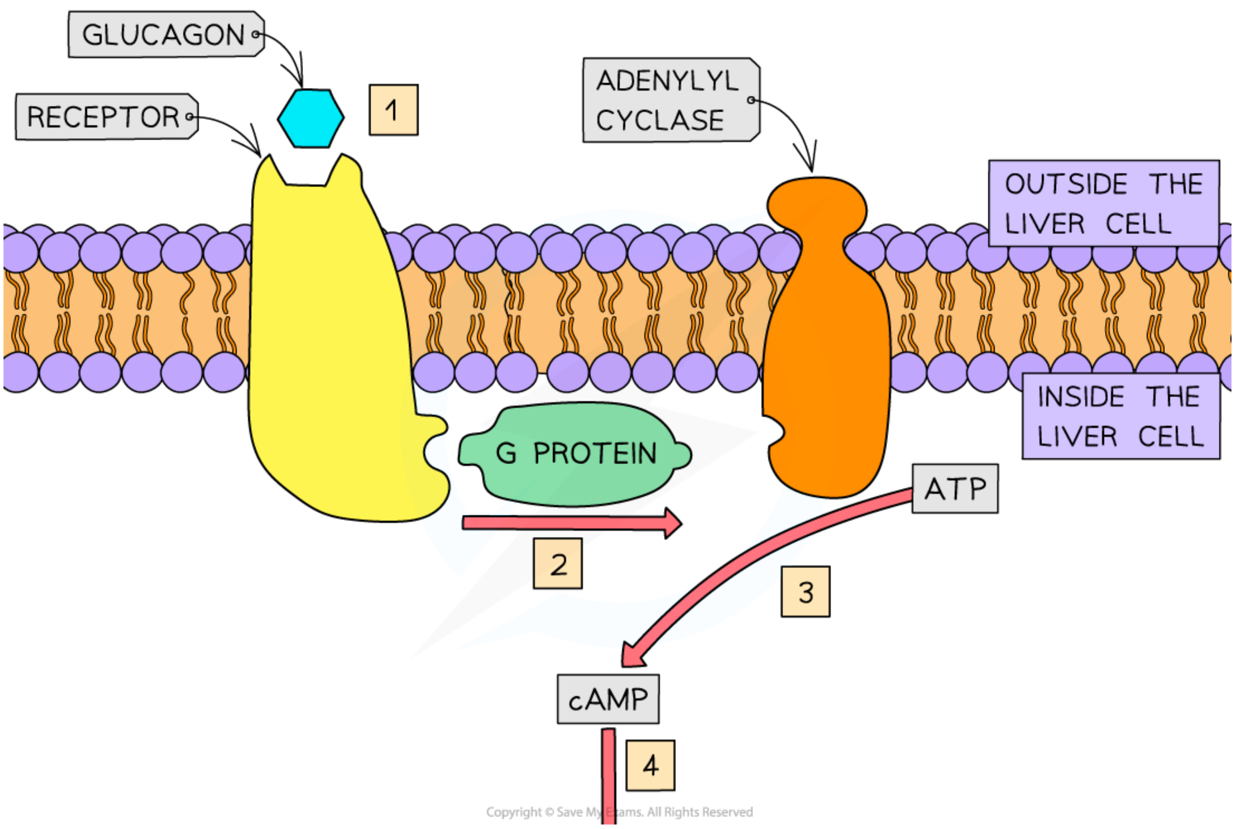
سیکنڈ میسنجرز (Second Messengers) وہ مالیکیولز (Molecules) ہیں جو خلیے کی سطح پر موجود ریسپٹرز **(Receptors)** پر سگنلز موصول ہونے کے بعد انہیں منتقل کرتے ہیں، جیسے **پروٹین ہارمونز (Protein Hormones)** یا گروتھ

فیکٹرز (Growth Factors) کے ریسپٹر سے جڑنے کے بعد سگنل کو آگے پہنچاتے ہیں۔ سیکنڈ میسنجرز سگنل کی طاقت کو بہت زیادہ بڑھانے میں مدد دیتے ہیں۔ ایک **لیگنڈ** (Ligand) کے خلیے کی سطح پر ایک واحد ریسپٹر سے جڑنے کے نتیجے میں خلیے کے اندر **بایو کیمیکل سرگرمیوں** (Biochemical Activities) میں بڑے پیمانے پر تبدیلیاں واقع ہو سکتی ہیں۔

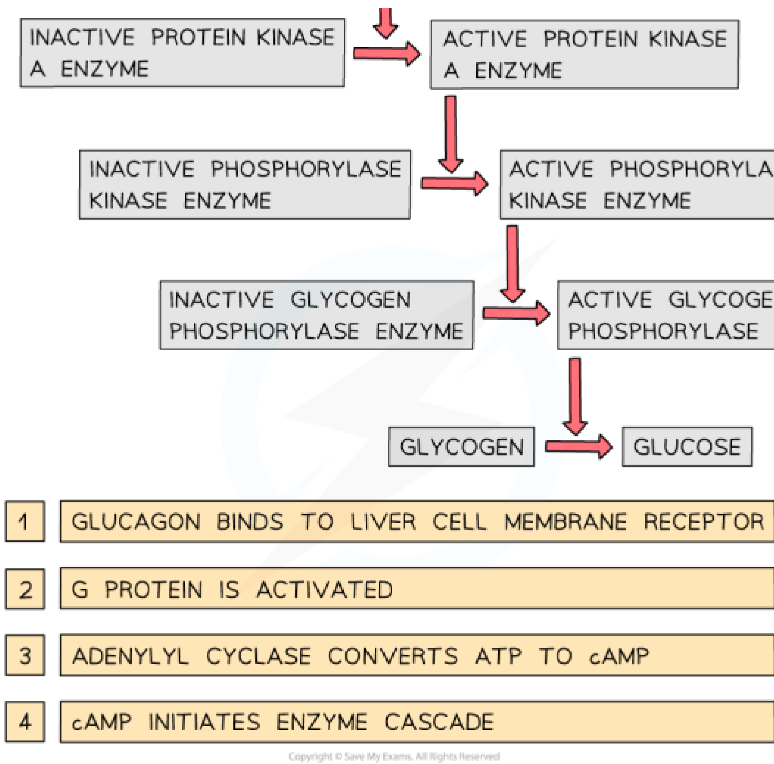
سیکنڈ میسنجرز کی تین اہم اقسام ہیں:

1. **سائکلک نیوکلیوٹائڈز** (Cyclic Nucleotides) مثلاً cAMP اور cGMP)
2. **اینوٹول ٹرائی فاسفیٹ** (Inositol Trisphosphate – IP3) اور **ڈائی ایسائل گلیسرول** (Diacylglycerol – DAG)
3. **کیلشیم آئنز** $(Calcium\ Ions – Ca^{2+})$

آیئے اب اس بات پر غور کریں کہ ایک خارجی سگنل کیسے خلیے کے اندر منتقل ہوتا ہے اور خلیے کے رد عمل کا باعث بنتا ہے۔



Copyright © Save My Exams. All Rights Reserved



اگر خون میں گلوکوز (Glucose) کی مقدار ایک مخصوص سطح سے کم ہو جائے تو خلیات (Cells) کے پاس تنفس (Respiration) کے لیے کافی گلوکوز نہیں ہو گا اور وہ معمول کے مطابق کام نہیں کر سکیں گے۔ خون میں گلوکوز کی مقدار کا کنٹرول ہومیوسٹیسس (Homeostasis) کا ایک اہم حصہ ہے۔ خون میں گلوکوز کی مقدار کو دو ہارمونز (Hormones) کنٹرول کرتے ہیں جو لبلبہ (Pancreas) کے اینڈوکرائن ٹشوز (Endocrine Tissues) سے خارج ہوتے ہیں۔ یہ ٹشوز چھوٹے گروہوں میں منظم ہوتے ہیں جو آئی لیٹس آف لینگر ہانز (Islets of Langerhans) کہلاتے ہیں۔ ان میں دو قسم کے خلیات ہوتے ہیں: الفا خلیات (α Cells) جو گلوکاگون (Glucagon) ہارمون خارج کرتے ہیں اور بیٹا خلیات (β Cells) جو انسولین (Insulin) ہارمون خارج کرتے ہیں۔ یہ دونوں خلیات بطور ریسپٹرز (Receptors) کام کرتے ہیں اور خون میں گلوکوز کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے لیے ردعمل (Response) کا آغاز کرتے ہیں۔

گلوکاگون کے ذریعے خون میں گلوکوز کی مقدار کا کنٹرول خلیاتی سگنلنگ (Cell Signaling) کے اصولوں کو ظاہر کرتا ہے۔ لبلبہ کے الفا اور بیٹا خلیات ریسپٹرز کے طور پر کام کرتے ہیں اور گلوکاگون ہارمون خارج کرتے ہیں۔ جگر کے خلیات (Liver Cells) اثر انداز خلیات (Effectors) کے طور پر کام کرتے ہیں اور گلوکاگون کے جواب میں ردعمل ظاہر کرتے ہیں۔ جب خون میں گلوکوز کی مقدار کم ہوتی ہے تو یہ کمی لبلبہ کے الفا اور بیٹا خلیات کے ذریعے محسوس کی جاتی ہے۔ الفا خلیات جواب میں گلوکاگون خارج کرتے ہیں جبکہ بیٹا خلیات انسولین کی

ترسیل (Secretion) کوروک دیتے ہیں۔ انسولین کی مقدار میں کمی کی وجہ سے جگر اور پٹھوں کے خلیات (Liver and Muscle Cells) کے ذریعے گلوکوز کا استعمال کم ہو جاتا ہے۔

گلوکاگون) پہلا میسنجر (First Messenger - جگر کے خلیات کی سطح پر موجود ریسپٹرز سے جڑ جاتا ہے۔ یہ جڑنا ریسپٹر پروٹین (Receptor Protein) میں ساختی تبدیلی (Conformational Change) کا سبب بنتا ہے جو جی پروٹین (G Protein) کو فعال (Activate) کرتا ہے۔ فعال جی پروٹین ایڈینیلیل سائکلیس (Adenylyl Cyclase) انزائم کو متحرک کرتا ہے۔ فعال ایڈینیلیل سائکلیس اے ٹی پی (ATP) کو سائکلک اے ایم پی (cAMP) میں تبدیل کرتا ہے۔ سائکلک اے ایم پی پروٹین کائنیز اے (Protein Kinase A) انزائم کو فعال کرتا ہے۔ فعال پروٹین کائنیز اے فاسفوریلیز کائنیز (Phosphorylase Kinase) انزائم کو فاسفیٹ گروپ (Phosphate Group) شامل کر کے فعال کرتا ہے۔ فعال فاسفوریلیز کائنیز گلائکوجن فاسفوریلیز (Glycogen Phosphorylase) انزائم کو فعال کرتا ہے۔ فعال گلائکوجن فاسفوریلیز گلائکوجن (Glycogen) کو گلوکوز میں توڑ دیتا ہے۔

اس عمل کو گلائکوجنولائسز (Glycogenolysis) کہا جاتا ہے اور یہ سیکنڈ میسنجر ماڈل (Second Messenger Model) کے ذریعے ہوتا ہے۔ یہ انزائم سلسلہ (Enzyme Cascade) اصل سگنل (Signal) کو بڑھاتا ہے اور اضافی گلوکوز کی فراہمی کا سبب بنتا ہے تاکہ خون میں گلوکوز کی مقدار معمول پر آجائے۔

گلوکاگون پہلا میسنجر ہے جبکہ سائکلک اے ایم پی دوسرا میسنجر ہے۔ گلوکاگون اور انسولین دونوں خون میں گلوکوز کی مقدار کو کنٹرول کرنے کے لیے منفی تاثری لوپ (Negative Feedback Loop) کا حصہ ہیں۔ جب خون میں گلوکوز کی مقدار کم ہوتی ہے تو زیادہ گلوکاگون خارج ہوتا ہے اور کم انسولین بنتی ہے۔ جب خون میں گلوکوز کی مقدار زیادہ ہوتی ہے تو زیادہ انسولین خارج ہوتی ہے اور کم گلوکاگون بنتا ہے۔ ان درستگی کے طریقہ کاروں کے ذریعہ خون میں گلوکوز کی مقدار کو منظم کیا جاتا ہے۔

3.4 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طالب علم اب وضاحت کرے گا:

- خلیہ-خلیہ رابطے (Cell-Cell Communication) کی اہمیت اور بنیادی تصورات کی وضاحت۔
- خلیاتی سگنلنگ کے مختلف اقسام جیسے آٹوکرائن (Autocrine)، پیراکرائن (Paracrine)، جکسٹاکرائن (Juxtacrine) اور خلیہ سے خلیہ رابطہ (Cell-to-Cell Contact) کے اصول اور طریقہ کار کو سمجھنا۔
- سگنلنگ میں شامل اہم مالیکیولز جیسے لیگنڈز (Ligands)، ریسپٹرز (Receptors)، ثانوی پیغام رساں (Secondary

Messengers) اور سگنل ٹرانسڈیوسرز (Signal Transducers) کے کردار کو بیان کرنا۔

- ❖ داخلی ریسپٹرز (Internal Receptors) اور خلیہ سطحی ریسپٹرز (Cell-Surface Receptors) کے ساختی اور عملی فرق کی وضاحت۔
- ❖ ثانوی پیغام رساں (Second Messengers) جیسے سائیکلیک اے ایم پی (cAMP)، کیلشیئم آئنز (Ca2+) اور انوسٹول ٹرائی فاسفیٹ (IP3) کے کردار اور سگنل ٹرانسڈکشن (Signal Transduction) کے عمل کو سمجھنا۔
- ❖ گلوکوز کے خون میں ارتکاز کے کنٹرول کے طریقہ کار، جس میں گلوکاگون (Glucagon) اور انسولین (Insulin) کے عمل اور منفی فیڈبیک لوپ (Negative Feedback Loop) کو بیان کرنا۔
- ❖ سگنلنگ میکانزم (Signaling Mechanism) کے جسمانی ردعمل (Physiological Response) پر اثرات کا تجزیہ۔
- ❖ سگنلنگ راستوں میں رکاوٹوں کے نتیجے میں پیدا ہونے والے امراض اور ان کی وجوہات کی وضاحت۔

3.5 کلیدی الفاظ (Keywords)

سیل-سیل کمیونیکیشن	Cell-Cell Communication	خلیہ-خلیہ رابطے کے ذریعے سگنل کا تبادلہ (Signal exchange through cell-to-cell contact)
لیگنڈز	Ligands	سگنل بھیجنے والے چھوٹے سالمے جو ریسپٹرز سے جڑتے ہیں (Small molecules that bind to receptors)
سیل-سرفیس ریسپٹرز	Cell-Surface Receptors	خلیے کی جھلی میں موجود پروٹین جو سگنل کو وصول کرتی ہے (Proteins in the cell membrane that receive signals)
سگنل ٹرانسڈیوسرز	Signal Transducers	سگنل کو خلیے کے اندر منتقل کرنے والے مالیکیولز (Molecules that transmit signals within the cell)
سیکنڈ میسینجرز	Second Messengers	سگنل کی طاقت کو بڑھانے والے دوسرے پیغام رساں (Secondary messengers that amplify the signal strength)

3.6 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

3.6.1 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Objective Answer Type Questions)

.1خلیہ-خلیہ رابطے (Cell-Cell Communication) کا بنیادی مقصد کیا ہے؟

(A)خلیات کو توانائی فراہم کرنا(To provide energy to cells)

(B)خلیات کے درمیان معلومات کا تبادلہ(Exchange of information between cells)

(C)خلیات میں پانی کی سطح برقرار رکھنا(Maintain water level in cells)

(D)خلیات کو تقسیم کرنا(Divide the cells)

صحیح جواب(B) :

.2کون سا سگنلنگ طریقہ کار اسی خلیے کے اندر سگنل بھیجتا ہے جس نے سگنل پیدا کیا ہو؟

(A)آٹوکرائن سگنلنگ(Autocrine Signaling)

(B)پیراکائن سگنلنگ(Paracrine Signaling)

(C)جکستاکرائن سگنلنگ(Juxtacrine Signaling)

(D)اینڈوکرائن سگنلنگ(Endocrine Signaling)

صحیح جواب(A) :

.3ذیل میں سے کون سا مالیکیول خلیے کے اندر سگنل کی ترسیل کے لیے ذمہ دار ہے؟

(A)لیگنڈز(Ligands)

(B)ریسپٹرز(Receptors)

(C)سگنل ٹرانسڈیوسرز(Signal Transducers)

(D)سیکنڈ میسینجرز(Second Messengers)

صحیح جواب(C) :

4. کون سی سگنلنگ ہارمونز کے ذریعے طویل فاصلے تک سگنلز بھیجتی ہے؟

(A) آٹوکرائن سگنلنگ (Autocrine Signaling)
(B) پیراکائن سگنلنگ (Paracrine Signaling)
(C) اینڈوکرائن سگنلنگ (Endocrine Signaling)
(D) جکستاکرائن سگنلنگ (Juxtacrine Signaling)

صحیح جواب (C):

5. کون سا ریسپٹر خلیے کی جھلی (Cell Membrane) پر موجود ہوتا ہے؟

(A) اندرونی ریسپٹر (Internal Receptor)
(B) خلیہ سطحی ریسپٹر (Cell-Surface Receptor)
(C) سائٹوپلازمی ریسپٹر (Cytoplasmic Receptor)
(D) نیوکلئر ریسپٹر (Nuclear Receptor)

صحیح جواب (B):

6. کون سی قسم کے سگنلنگ مالیکیول جھلی سے گزر کر خلیے کے اندر داخل ہوتے ہیں؟

(A) ہائیڈروفیلک لیگنڈز (Hydrophilic Ligands)
(B) ہائیڈروفوبک لیگنڈز (Hydrophobic Ligands)
(C) پولر مالیکیولز (Polar Molecules)
(D) آئنز (Ions)

صحیح جواب (B):

7. گلائکوجن کو گلوکوز میں توڑنے کے عمل کو کیا کہتے ہیں؟

(A) گلائکوجینیسس (Glycogenesis)
(B) گلائکوجنولائسز (Glycogenolysis)
(C) گلوکونیوجینیسس (Gluconeogenesis)
(D) گلیکولائسز (Glycolysis)

صحیح جواب (B):

8. کون سی دوسری میسنجر مالیکیول کے طور پر کام کرتی ہے؟

(A) cAMP
(B) ATP
(C) DNA
(D) RNA

صحیح جواب(A) :

9.انسولین کے اخراج میں کمی اور گلوکاگون کے اخراج میں اضافہ خون میں کس کے اضافے کی علامت ہے؟

(A)گلوکوز(Glucose) (B)کیلشیم(Calcium)

(C)آئرن(Iron) (D)سوڈیم(Sodium)

صحیح جواب(A) :

10.ٹائروسین کائنیز ریسپٹر (Tyrosine Kinase Receptor) کی خصوصیت کیا ہے؟

(A)آئن چینل کھولنا(Open Ion Channel)

(B)کائنیز ڈومین کو فاسفوریلیٹ کرنا(Phosphorylate Kinase Domain)

(C)سگنل کو اندرونی ریسپٹر تک پہنچانا(Transmit Signal to Internal Receptor)

(D) DNA کو براہ راست باندھنا(Direct DNA Binding)

صحیح جواب(B) :

3.6.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. خلیہ-خلیہ رابطے کی اقسام(Types of Cell-Cell Communication)پر مختصر نوٹ لکھیں۔
2. سگنل ٹرانسڈکشن(Signal Transduction)اور اس کے مراحل پر مختصر نوٹ لکھیں۔
3. سیل سرفیس ریسپٹرز(Cell Surface Receptors)اور ان کی اقسام پر مختصر نوٹ لکھیں۔

سیکنڈ میسنجرز(Second Messengers)اور ان کی اقسام پر مختصر نوٹ لکھیں۔

5.بلڈ گلوکوز ریگولیشن(Blood Glucose Regulation)میں گلوکاگون(Glucagon)اور انسولین(Insulin)کے کردار پر مختصر نوٹ لکھیں۔

3.6.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. مقام (Location) کی بنیاد پر ریسپٹرز (Receptors) کی درجہ بندی کریں اور وضاحت کریں۔
2. سگنل (Signal) کس طرح خلیے کے باہر سے اندر تک سفر کرتا ہے؟

3. ریسیپٹرز (Receptors) کی تین اقسام کی ساخت (Structure) کی وضاحت کریں۔
4. سگنلنگ (Signaling) کی اقسام پر بحث کریں۔
5. کسی مثال کی مدد سے سگنل ٹرانسڈکشن (Signal Transduction) کی وضاحت کریں۔

3.7 فرہنگ (Glossary)

انگریزی اصطلاح	اردو املا	اردو متبادل	اردو مفہوم (English in Brackets)
Second Messenger	سیکنڈ میسنجر	دوسرا پیغام رساں	ایک ایسا مالیکیول جو سگنل کو پہنچانے میں معاون ہوتا ہے، جیسے cAMP جو دوسرے پیغام رساں کے طور پر کام کرتا ہے۔ (A molecule that aids in signal transmission, like cAMP acting as a second messenger.)
Signal Transducer	سگنل ٹرانسڈوسر	سگنل منتقلی کرنے والا	ایک پروٹین جو خلیے کے بیرونی سگنل کو اندرونی رد عمل میں تبدیل کرتا ہے۔ (A protein that converts an external cell signal into an internal response.)
Receptor	ریسیپٹر	وصول کنندہ	ایک سالمہ جو مخصوص سگنل وصول کرتا ہے اور جواب کے لیے متحرک کرتا ہے۔ (A molecule that specifically receives signals and triggers a response.)
Cell Signaling	سیل سگنلنگ	خلیاتی پیغام رسانی	خلیے کے درمیان پیغام رسانی کا عمل جو سگنلز کے ذریعے انجام پاتا ہے۔ (The process of communication between cells through signals.)

اکائی 4: سرطان: اسباب، اقسام اور جینیاتی بنیادیں

(Cancer: Causes, Types, and Genetic Basis)

اکائی کے اجزا

4.0 تمہید (Introduction)

4.1 مقاصد (Objectives)

4.2 کینسر (Cancer)

4.2.1 کینسر کے خلیات کی خصوصیات (Properties of Cancer Cells)

4.3 خوش خیم اور بد خیم رسولیاں (Benign and Malignant Tumors)

4.4 کینسر کے خلیے کی ان-ویٹرو خصوصیات (In-Vitro Characteristics of a Cancer Cell)

4.5 کینسر کے اسباب اور کینسر میں شامل جینز (Carcinogens and Genes Involved in Cancer)

4.5.1 سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens)

4.5.2 کینسر میں شامل جینز (Genes Involved in Cancer)

4.6 کینسر کی شروعات، ترویج اور ترقی (Cancer Initiation, Promotion, and Progression)

4.6.1 شروعاتی مرحلہ (Initiation Stage)

4.6.2 ترویجی مرحلہ (Promotion Stage)

4.6.3 ترقیاتی مرحلہ (Progression Stage)

4.7 مخففات (Abbreviations)

4.8 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

4.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

4.10 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

4.10.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

4.10.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

4.0 تمہید (Introduction)

کینسر (Cancer) ایک پیچیدہ اور جان لیوا بیماری ہے جو انسانوں اور جانوروں دونوں کو متاثر کرتی ہے۔ یہ بیماری غیر معمولی خلیوں (Abnormal Cells) کی بے قابو نشوونما اور تقسیم سے عبارت ہے جو نارمل جسمانی بافتوں (Normal Body Tissues) پر حملہ آور ہو کر انہیں تباہ کر دیتی ہے۔ کینسر کی نشوونما، ارتقاء اور ممکنہ علاج کو سمجھنے کے لیے خلیاتی (Cellular) اور سالماتی سطح (Molecular Level) پر اس کا مطالعہ انتہائی اہم ہے۔

کینسر اس وقت پیدا ہوتا ہے جب عام خلیاتی عمل (Normal Cellular Processes) میں خلل واقع ہوتا ہے، جس کے نتیجے میں غیر معمولی خلیوں کی افزائش اور پروگرام شدہ خلیاتی موت (Apoptosis) سے بچاؤ ہوتا ہے۔ یہ خلل اندرونی اور بیرونی عوامل جیسے جینیاتی تغیرات(Genetic Mutations) ، سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens) اور موروثی جینیاتی رجحانات (Inherited Genetic Predispositions) کی وجہ سے رونما ہوتا ہے۔ یہ بات سمجھنا ضروری ہے کہ ہر غیر معمولی خلیاتی افزائش کینسر کا باعث نہیں بنتی؛ کچھ صورتوں میں بے ضرر رسولیاں (Benign Tumors) بنتی ہیں جو ارد گرد کے بافتوں میں نہیں پھیلتی، جبکہ کچھ صورتوں میں بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) پیدا ہوتی ہیں جو جسم کے دوسرے حصوں میں میٹا سٹیسیس (Metastasis) کر سکتی ہیں۔

کینسر حیاتیات (Cancer Biology) کا ایک بنیادی پہلو خوش خیم (Benign) اور بدخیم (Malignant) رسولیوں کے درمیان فرق کو سمجھنا ہے۔ خوش خیم رسولیاں مقامی طور پر بڑھتی ہیں اور جسم کے دوسرے حصوں میں نہیں پھیلتی، جبکہ بدخیم رسولیاں قریب کی بافتوں پر حملہ آور ہوتی ہیں اور دور دراز اعضاء (Distant Organs) تک پھیل جاتی ہیں۔ بدخیم خلیوں (Malignant Cells) کی یہ جارحانہ خصوصیت کینسر کے علاج اور نظم ونسق میں اہم چیلنجز پیدا کرتی ہے۔

کینسر کے خلیوں کی تجربہ گاہ میں خصوصیات (In-Vitro Characteristics) کا مطالعہ بھی ضروری ہے جو عام خلیوں سے نمایاں طور پر مختلف ہوتی ہیں۔ ان میں بگڑی ہوئی ساخت(Altered Morphology) ، تیز افزائش(Rapid Proliferation) ، رابطے کی ممانعت کا خاتمہ (Loss of Contact Inhibition) اور اینکریج کی عدم موجودگی میں بڑھنے کی صلاحیت شامل ہیں۔ یہ خصوصیات کینسر کے خلیوں کو جارحانہ اور مشکل حالات میں زندہ رہنے کے قابل بناتی ہیں۔

سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens) کینسر کے آغاز اور ارتقاء میں اہم کردار ادا کرتے ہیں۔ یہ عوامل جسمانی عناصر (Physical Agents) جیسے تابکاری(Radiation) ، کیمیائی مرکبات (Chemical Compounds) جیسے تمباکو کا دھواں (Tobacco Smoke) یا حیاتیاتی عناصر (Biological Agents) جیسے مخصوص وائرس ہو سکتے ہیں۔ سرطان پیدا کرنے والے عوامل

جینیاتی تغیرات یاماورائے جین تغیرات (Epigenetic Changes) کو متحرک کرتے ہیں جو خلیاتی تقسیم اور پروگرام شدہ موت کے ضابطے کو درہم برہم کر دیتے ہیں۔

جینیاتی عوامل (Genetic Factors) بھی کینسر کی نشوونما میں نمایاں کردار ادا کرتے ہیں۔ مخصوص جینز (Genes) جیسے اونکوجینز (Oncogenes) اور رسولی دبانے والے جینز (Tumor Suppressor Genes) عام خلیوں کو کینسر کے خلیوں میں تبدیل کرنے میں ملوث ہوتے ہیں۔ اونکوجینز خلیاتی نشوونما اور افزائش کو فروغ دیتے ہیں، جبکہ رسولی دبانے والے جینز خلیاتی تقسیم کو منظم کرتے اور خراب شدہ ڈی این اے (DNA) کی مرمت کرتے ہیں۔ ان جینز میں تغیرات بے قابو خلیاتی تقسیم اور رسولی کی تشکیل کا سبب بنتے ہیں۔

کینسر کی نشوونما کئی مراحل پر مشتمل ہوتی ہے، جس کا آغاز ابتدا (Initiation) سے ہوتا ہے، جہاں جینیاتی تبدیلی (Genetic Alteration) رونما ہوتی ہے۔ اس کے بعد فروغ (Promotion) کا مرحلہ آتا ہے، جہاں تبدیل شدہ خلیے تیز افزائش اختیار کرتے ہیں، اور بالآخر پیش رفت (Progression) کا مرحلہ آتا ہے، جہاں خلیے بدخیم خصوصیات (Malignant Characteristics) حاصل کرتے ہیں، جیسے حملہ آور ہونا اور میٹاسٹیسیس (Metastasis) کی صلاحیت۔

کینسر کے خلیوں کی بنیادی خصوصیات، سرطان پیدا کرنے والے عوامل، اور جینیاتی میکانزم کو سمجھ کر ہم تشخیص، روک تھام اور علاج کے مؤثر طریقے وضع کر سکتے ہیں۔ یہ باب کینسر کی حیاتیاتی پیچیدگیوں اور اس کے سالماتی بنیادوں کو سمجھنے میں طلبہ کی رہنمائی کرے گا۔

4.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طالب علم اب وضاحت کرے گا:

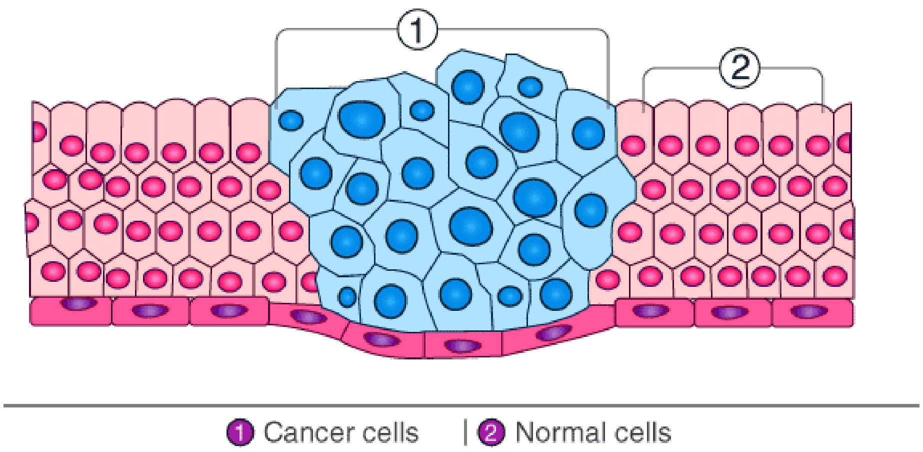
- 🔍 کینسر (Cancer)– کینسر کی تعریف (Definition)، خصوصیات (Properties)، اور اقسام (Types) جیسے خوش خیم (Benign) اور بدخیم (Malignant) رسولیوں کی وضاحت۔
- 🔬 کینسر کے خلیات کی خصوصیات (Characteristics of Cancer Cells)– کینسر کے خلیات کی تجربہ گاہی خصوصیات (In-Vitro Characteristics) کی وضاحت۔
- 🧬 سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens)– کینسر کی ابتدا (Initiation)، فروغ (Promotion)، اور پیش رفت (Progression) میں ملوث عوامل کی وضاحت۔
- 🧪 جینز کا کردار (Role of Genes)– کینسر سے منسلک جینز (Genes Involved) جیسے اونکوجینز (Oncogenes) اور رسولی دبانے والے جینز (Tumor Suppressor Genes) کی وضاحت۔
- 🚀 کینسر کی نشوونما کے مراحل (Stages of Cancer Development)– کینسر کے آغاز، فروغ، اور پیش رفت کے مراحل کو بیان کرنا۔

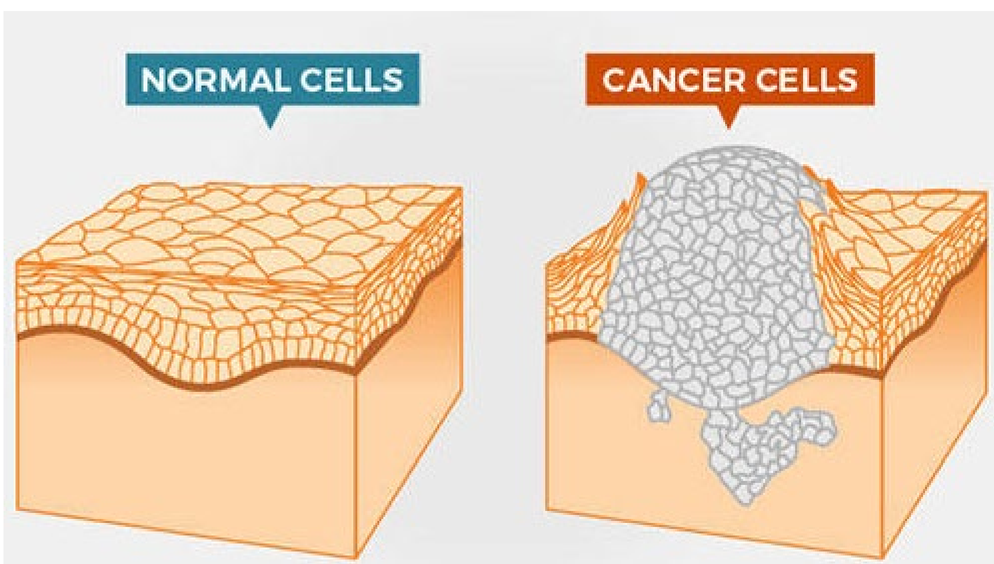
4.2 کینسر (Cancer)

کینسر (Cancer) ایک گروہ ہے بیماریوں کا جو اس وقت واقع ہوتا ہے جب جسم کے خلیے (Cells) بے قابو ہو کر بڑھنے اور پھیلنے لگتے ہیں۔ انسانوں میں خلیوں کی تفریق (Differentiation) اور افزائش (Proliferation) کو خلیاتی تقسیم کے طریقہ کار (Cell Division Mechanism) کے ذریعے انتہائی منظم اور قابو میں رکھا جاتا ہے۔

بے قابو خلیاتی تقسیم اس وقت ہوتی ہے جب ایک عمل جسے رابطہ ممانعت (Contact Inhibition) کہا جاتا ہے، ناکام ہو جاتا ہے۔ صحت مند جانداروں میں اس عمل کے دوران جب خلیے دوسرے خلیوں کے ساتھ رابطے میں آتے ہیں تو خلیاتی نقل (Replication) کا عمل رک جاتا ہے۔

رابطہ ممانعت ایک طاقتور ضد کینسر طریقہ کار (Anti-Cancer Mechanism) کے طور پر کام کرتا ہے، لیکن یہ کینسر کے خلیوں میں ختم ہو جاتا ہے۔ اسی لیے زیادہ تر اقسام کے کینسر میں رسولیاں (Tumours) ہوتی ہیں (خون کے کینسر کے علاوہ)۔





4.2.1 کینسر کے خلیات کی خصوصیات (Properties of Cancer Cells)

کینسر (Cancer) ایک بیماریوں کا گروہ ہے جو اس وقت پیدا ہوتا ہے جب جسم کے خلیے (Cells) بے قابو ہو کر بڑھنے اور پھیلنے لگتے ہیں۔ انسانوں میں خلیاتی تفریق (Cell Differentiation) اور افزائش (Proliferation) کو خلیاتی تقسیم کے میکانزم (Cell Division Mechanism) کے ذریعے سختی سے کنٹرول کیا جاتا ہے۔ جب رابطہ ممانعت (Contact Inhibition) کا عمل ناکام ہو جاتا ہے تو بے قابو خلیاتی تقسیم واقع ہوتی ہے۔ صحت مند جانداروں میں، اس عمل کے دوران جب خلیے ایک دوسرے سے رابطے میں آتے ہیں تو خلیاتی نقل (Cell Replication) کا عمل رک جاتا ہے۔

رابطہ ممانعت ایک طاقتور ضد کینسر میکانزم (Anti-Cancer Mechanism) ہے، لیکن کینسر کے خلیوں میں یہ ختم ہو جاتا ہے۔ یہی وجہ ہے کہ زیادہ تر اقسام کے کینسر میں رسولیاں (Tumors) پائی جاتی ہیں، سوائے خون کے کینسر کے۔

1. **بے قابو خلیاتی افزائش: *(Uncontrolled Cell Proliferation)***

کینسر کے خلیات ان معمولی سگنلز کو نظر انداز کر دیتے ہیں جو خلیاتی تقسیم کو کنٹرول کرتے ہیں، جس کے نتیجے میں بے قابو اضافہ ہوتا ہے۔

2. **اپوپٹوسس سے مزاحمت: *(Resistance to Apoptosis)***

عام خلیے جب خراب یا غیر ضروری ہو جاتے ہیں تو پروگرام شدہ خلیاتی موت (*Apoptosis*) کا شکار ہو جاتے ہیں۔ لیکن کینسر کے خلیے اس عمل سے بچ نکلتے ہیں، جو ان کی بقا اور جمع ہونے کا باعث بنتا ہے۔

3. **جینیاتی عدم استحکام: *(Genomic Instability)***

کینسر کے خلیے اپنے ڈی این اے (*DNA*) میں زیادہ شرح سے تغیرات (*Mutations*) ظاہر کرتے ہیں، جو مزید جینیاتی تبدیلیوں اور بڑھتی ہوئی بدخیمی (*Malignancy*) کا باعث بنتے ہیں۔

4. **مسلسل خون کی نالیوں کی تشکیل: *(Sustained Angiogenesis)***

کینسر کے خلیات نئے خون کی نالیوں (*Blood Vessels*) کی تشکیل کو متحرک کرتے ہیں تاکہ آکسیجن اور غذائیت کی مستقل فراہمی کو یقینی بنایا جا سکے۔

5. **جارحیت اور میٹاسٹیسیز: *(Invasion and Metastasis)***

کینسر کے خلیے پڑوسی بافتوں (*Tissues*) پر حملہ آور ہو جاتے ہیں اور جسم کے دور دراز مقامات تک پھیل جاتے ہیں، جہاں ثانوی رسولیاں (*Secondary Tumors*) بنتی ہیں۔

6. **میٹابولزم میں تبدیلی:(Altered Metabolism)**

کینسر کے خلیات "واربرگ ایفیکٹ (*Warburg Effect*) " ظاہر کرتے ہیں، جس میں وہ آکسیجن کی موجودگی کے باوجود گلائکولیسس (*Glycolysis*) پر انحصار کرتے ہیں، جو تیز رفتار بڑھوتری کو سہارا دیتا ہے۔

7. **قوت مدافعت سے بچاؤ:(Immune Evasion)**

کینسر کے خلیے مدافعتی نظام (*Immune System*) کو دبا دیتے ہیں یا بچ نکلتے ہیں، جس سے وہ بغیر کسی روک ٹوک کے بڑھنے اور پھیلنے میں کامیاب رہتے ہیں۔

8. **خود کفالت میں نمو سگنلز:(Self-Sufficiency in Growth Signals)**

کینسر کے خلیات اپنے نمو سگنلز خود پیدا کرتے ہیں یا ریسیپٹر راستوں (*Receptor Pathways*) میں تبدیلی کرتے ہیں تاکہ بیرونی نمو عوامل (*External Growth Factors*) کی ضرورت کو ختم کیا جاسکے۔

9. **تولیدی عدم موت:(Replicative Immortality)**

عام خلیوں کے برعکس، کینسر کے خلیات اپنی ٹیلیومیرز (*Telomeres*) کو برقرار رکھتے ہیں، جو انہیں لامحدود تقسیم کی اجازت دیتے ہیں۔

4.3 خوش خیم اور بد خیم رسولیاں(Benign and Malignant Tumors)

کینسر انسانی جسم میں تقریباً کہیں سے بھی شروع ہو سکتا ہے، جو کھربوں خلیات پر مشتمل ہوتا ہے۔ عام طور پر، انسانی خلیے بڑھتے اور تقسیم ہوتے ہیں (خلیاتی تقسیم کے عمل کے ذریعے) تاکہ نئے خلیے پیدا ہوں جب جسم کو ان کی ضرورت ہو۔ جب خلیے پرانے ہو جاتے ہیں یا نقصان زدہ ہو جاتے ہیں تو وہ مر جاتے ہیں اور ان کی جگہ نئے خلیے لے لیتے ہیں۔

بعض اوقات یہ منظم عمل ٹوٹ جاتا ہے، اور غیر معمولی یا خراب خلیے اس وقت بڑھنے اور تقسیم ہونے لگتے ہیں جب انہیں نہیں ہونا چاہیے۔ یہ خلیے رسولیوں (*Tumors*) کی تشکیل کر سکتے ہیں، جو کہ بافتوں کے گچھے (*Lumps*) ہوتے ہیں۔ رسولیاں سرطان زدہ (*Malignant*) یا غیر سرطان زدہ (*Benign*) ہو سکتی ہیں۔

(A)خوش خیم رسولیاں:(Benign Tumors)

خوش خیم رسولیاں غیر سرطان زدہ بڑھوتری ہیں جو عام خلیات کی افزائش سے پیدا ہوتی ہیں۔ یہ رسولیاں آہستہ بڑھتی ہیں اور عام طور پر اپنی ابتدا کے مقام پر محدود رہتی ہیں۔ ان کے ارد گرد ایک ریشہ دار غلاف (*Fibrous Capsule*) ہوتا ہے جو انہیں قریبی بافتوں میں داخل ہونے یا جسم کے دیگر حصوں میں پھیلنے سے روکتا ہے۔

مثال کے طور پر، لیپوما (Lipoma) ایک خوش خیم رسولی ہے جو چربی کے خلیات سے بنتی ہے اور اپنے آس پاس کے ایڈیپوز ٹشو (Adipose Tissue) سے مشابہت رکھتی ہے۔

(B) بدخیم رسولیاں: (Malignant Tumors)

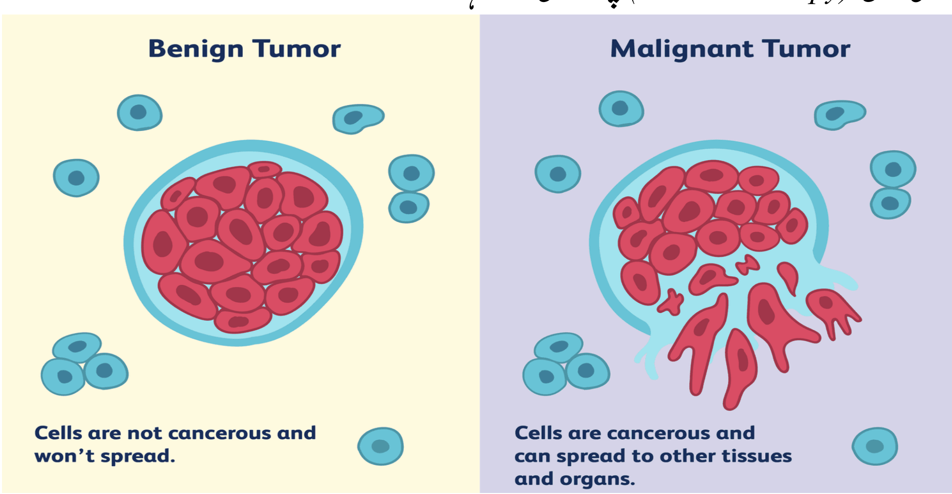
بدخیم رسولیاں، جو عام طور پر کینسر کہلاتی ہیں، جارحانہ اور بے قابو بڑھوتری کے حامل ہوتی ہیں۔ یہ رسولیاں عام خلیات سے مختلف ہوتی ہیں، اور ان کی ساخت اور فعل غیر معمولی ہو جاتا ہے۔

بدخیم رسولیوں میں خلیات عام خلیاتی خصوصیات کھو دیتے ہیں اور بے ترتیبی کے ساتھ بڑھتے ہیں، جسے اینا پلاسیا (Anaplasia) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، ہیپاٹو سیلولر کارسینوما (Hepatocellular Carcinoma) میں جگر کے کینسر والے خلیات عام جگر کے افعال جیسے زہریلے مواد کا اخراج (Detoxification) انجام دینے کی صلاحیت کھو دیتے ہیں۔

یہ رسولیاں جینیاتی تبدیلیوں (Genetic Mutations) کی بلند شرح ظاہر کرتی ہیں، جیسے کہ p53 جین میں تغیر، جو پروگرام شدہ خلیاتی موت (Apoptosis) کو روکتا ہے، یا BCl2 جین کی زیادتی، جو خلیاتی موت کو روک دیتی ہے۔

بدخیم رسولیاں جسم کے مختلف حصوں میں پھیل جاتی ہیں، جسے میٹاسٹیسیز (Metastasis) کہا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، چھاتی کا کینسر (Breast Cancer) عام طور پر پھیپھڑوں، جگر اور ہڈیوں میں پھیل جاتا ہے۔

بدخیم رسولیاں جسم پر نظامی اثرات بھی ڈالتی ہیں جیسے کہ کیشیکشیا (Cachexia)، جو شدید وزن میں کمی، عضلات کی کمزوری اور تھکاوٹ کا باعث بنتا ہے۔ علاج عام طور پر جراحی (Surgery)، کیموتھراپی (Chemotherapy)، شعاعی علاج (Radiation Therapy) اور مدافعتی علاج (Immunotherapy) پر مشتمل ہوتا ہے۔



4.4 کینسر کے خلیے کی ان-ویٹرو خصوصیات (In-Vitro Characteristics of a Cancer Cell)

کینسر کے خلیے کی ان-ویٹرو (In-Vitro) خصوصیات درج ذیل ہیں:

1. بے قابو خلیاتی افزائش (Uncontrolled Cell Proliferation)

کینسر کے خلیے ان-ویٹرو میں تیز اور غیر منظم افزائش ظاہر کرتے ہیں۔ نارمل خلیے (Normal Cells) ایک خاص کثافت تک پہنچنے کے بعد تقسیم ہونا روک دیتے ہیں) رابطہ رکاوٹ (Contact Inhibition - ، جبکہ کینسر کے خلیے افزائش جاری رکھتے ہیں اور کثیف، کثیر پرت والے خلیاتی مجموعے بناتے ہیں۔

مثال: جب کلچر ڈش (Culture Dish) میں لگائے جائیں تو نارمل فائبر وبلاسٹس (Normal Fibroblasts) رابطہ رکاوٹ کے باعث ایک تہہ بناتے ہیں، جبکہ کینسر والے فائبر وبلاسٹس ایک دوسرے کے اوپر بڑھتے ہیں اور فوکائی (Foci) بناتے ہیں۔

2. رابطہ رکاوٹ کا خاتمہ (Loss of Contact Inhibition)

نارمل خلیے کلچر میں رابطہ رکاوٹ ظاہر کرتے ہیں، یعنی جب وہ ہمسایہ خلیوں کے ساتھ رابطے میں آتے ہیں تو تقسیم بند کر دیتے ہیں۔ کینسر کے خلیے اس خصوصیت کو کھو دیتے ہیں، جس کے نتیجے میں اضافی افزائش ہوتی ہے۔

مثال: بدخیم خلیے (Malignant Cells) جیسے ہیلا (HeLa) اور ایم سی ایف-7 (MCF-7) ملٹی لیئرز (Multilayers) میں بغیر کسی رکاوٹ کے بڑھتے ہیں۔

3. لنگر سے آزاد افزائش (Anchorage-Independent Growth)

نارمل خلیوں کو نشوونما اور تقسیم کے لیے ٹھوس سطح (Extracellular Matrix) کی ضرورت ہوتی ہے، جبکہ کینسر کے خلیے معلق حالت میں بھی بڑھ سکتے ہیں۔

مثال: سافٹ ایگر کالونی فارمیشن ایسی (Soft Agar Colony Formation Assay) لنگر سے آزاد افزائش کو جانچنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ کینسر کے خلیے سافٹ ایگر میں کالونیاں بناتے ہیں، جبکہ نارمل خلیے نہیں بنا سکتے۔

4. تغیر شدہ ساخت (Altered Morphology)

کینسر کے خلیے ان-ویٹرو میں نارمل خلیوں کے مقابلے میں غیر معمولی شکلیں اور سائز ظاہر کرتے ہیں۔ ان کے پاس اکثر غیر منظم، لمبے یا تکونی ظاہری شکل ہوتی ہے۔

مثال: کلچر میں کینسر کے خلیے بڑھا ہوا نیوکلیئر ٹو سائٹوپلازمی تناسب (Nuclear-to-Cytoplasmic Ratio) ، نمایاں نیوکلیولی (Prominent Nucleoli) اور بے قاعدہ خلیاتی سرحدیں ظاہر کرتے ہیں۔

5. بقاپذیری (Immortality)

کینسر کے خلیے دہرانے کی عمر رسیدگی (Replicative Senescence) کو بائی پاس کرتے ہیں اور کلچر میں غیر معینہ مدت تک تقسیم جاری رکھتے ہیں۔ یہ زیادہ تر ٹیلومریز (Telomerase) کے فعال ہونے کی وجہ سے ہے، جو ٹیلومیرز (Telomeres) کی لمبائی کو برقرار رکھتا ہے۔

مثال: ہیلا خلیے (HeLa Cells) ، جو 1951 میں ایک سروائیکل کینسر (Cervical Cancer) مریض سے حاصل کیے گئے

تھے، آج تک استعمال ہو رہے ہیں، جو ان کی بقاپذیری کو ظاہر کرتے ہیں۔

6. میٹابولک تبدیلیاں *(Metabolic Alterations)*

کینسر کے خلیے ایروبک گلیکولائسز (Aerobic Glycolysis) کو ترجیح دیتے ہیں، یہاں تک کہ آکسیجن کی موجودگی میں بھی۔
یہ میٹابولک ری پروگرامنگ (Metabolic Reprogramming) ان کی تیز رفتار افزائش اور دباؤ میں بقا کو سہارا دیتی ہے۔
مشاہدہ ان-ویٹرو: کینسر کے خلیاتی لائینز میں گلوکوز کے استعمال میں اضافہ اور لیکٹیٹ کی پیداوار۔

7. اپوپٹوسس کے خلاف مزاحمت *(Resistance to Apoptosis)*

کینسر کے خلیے ان-ویٹرو میں پروگرام شدہ خلیاتی موت *(Apoptosis)* سے بچتے ہیں، یہاں تک کہ ایسے حالات میں بھی جو عام طور پر اپوپٹوسس کو متحرک کریں۔
مثال: کیموتھراپیٹک دواؤں *(Chemotherapeutic Drugs)* کے سامنے کینسر کے خلیے اکثر بی سی ایل2 *(BCl2)* جیسے اینٹی اپوپٹوٹک پروٹینز کی زیادہ اظہار *(Overexpression)* کی وجہ سے زندہ رہتے ہیں۔

8. حملہ آور صلاحیت میں اضافہ *(Increased Invasiveness)*

کینسر کے خلیے ان-ویٹرو میں جارحانہ رویہ ظاہر کرتے ہیں، جو ان کی جسم میں حملہ آور صلاحیت کی نقل کرتے ہیں۔
مثال ٹیسٹ: میٹریجل انویژن ایسی *(Matrigel Invasion Assay)*، جس میں کینسر کے خلیے میٹریجل کی تہہ سے گزر کر ہجرت کرتے ہیں۔

9. چپکنے کی صلاحیت میں تبدیلی *(Altered Adhesion)*

کینسر کے خلیے ذیلی سطح یا دوسرے خلیوں کے ساتھ چپکنے کی صلاحیت میں کمی ظاہر کرتے ہیں، جو ای-کیڈہرین *(E-Cadherin)* جیسے چپکنے والے سالمات *(Adhesion Molecules)* میں تبدیلی کی وجہ سے ہوتی ہے۔ مثال: میٹاسٹیٹک کینسر سیل لائنز جیسے اے549 *(A549)* میں چپکنے کی کمی۔

10. ٹیومر-سپھیئر کی تشکیل *(Tumor-Sphere Formation)*

غیر چپکنے والے حالات میں کلچر کیے جانے پر، کینسر کے خلیے تین جہتی ڈھانچے *(Three-Dimensional Structures)* بناتے ہیں جنہیں ٹیومر-سپھیئرز *(Tumor-Spheres)* کہا جاتا ہے۔
مشاہدہ: چھاتی کے کینسر کے خلیے *(MDA-MB-231)* سیرم فری میڈیا میں ٹیومر-سپھیئرز بناتے ہیں۔

11. خلیاتی چکر کی بے ضابطگی *(Altered Cell Cycle Regulation)*

کینسر کے خلیے خلیاتی چکر کے معمول کے پڑاؤ *(Cell Cycle Checkpoints)* کو بائی پاس کرتے ہیں۔
مشاہدہ ان-ویٹرو: خلیاتی چکر کا مختصر دورانیہ اور افزائش کو روکنے والے اشاروں سے بے حسی۔

12. جینیاتی اور اپی جینیاتی عدم استحکام *(Genetic and Epigenetic Instability)*

کینسر کے خلیے کروموسومی بے قاعدگی *(Chromosomal Abnormalities)* اور اپی جینیاتی تبدیلیاں *(Epigenetic Changes)* ظاہر کرتے ہیں۔

مثال: کینسر کے خلیوں کا کیریوٹائپ *(Karyotype)* بے قاعدہ کروموسوم نمبرز اور ساختی بے ضابطگیوں کو ظاہر کرتا ہے۔

13. خون کی نالیوں کی تشکیل *(Angiogenesis)*

کینسر کے خلیے خون کی نئی نالیوں *(Blood Vessels)* کی تشکیل کو فروغ دیتے ہیں۔

مثال: وی ای جی ایف *(VEGF)* کا اظہار اینڈوتھیلیل خلیوں میں ٹیوب کی تشکیل کو فروغ دیتا ہے۔

14. دوائیوں کے خلاف مزاحمت *(Drug Resistance)*

کینسر کے خلیے دوائیوں کے اخراج پمپس یا ہدف میں تبدیلی کے ذریعے کیموتھراپی کے خلاف مزاحمت حاصل کرتے ہیں۔

مشاہدہ: کسی دوائی کے طویل استعمال سے مزاحم ذیلی آبادیوں کا ابھرنا۔

4.5 کینسر کے اسباب اور کینسر میں شامل جینز (Carcinogens and Genes Involved in Cancer)

4.5.1 سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens)

سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Carcinogens) وہ مواد، ایجنٹس یا نمائشیں ہیں جو خلیاتی ڈھانچے کو تبدیل کر کے یا ڈی این اے (DNA) کو نقصان پہنچا کر کینسر کا سبب بنتی ہیں، جس کے نتیجے میں بے قابو خلیاتی افزائش ہوتی ہے۔ یہ عوامل معمولی حیاتیاتی عمل (Biological Processes) میں مداخلت کر کے کینسر کی ابتدا یا فروغ دے سکتے ہیں۔

A. سرطان پیدا کرنے والے عوامل کی درجہ بندی (Classification of Carcinogens)

سرطان پیدا کرنے والے عوامل کو ان کے ماخذ (Source)، نمائش کی قسم (Type of Exposure) اور عمل کے طریقہ کار (Mechanisms of Action) کی بنیاد پر درجہ بند کیا جاتا ہے:

i. جسمانی سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Physical Carcinogens)

یہ عوامل جسمانی عناصر یا شعاعوں (Radiation) پر مشتمل ہوتے ہیں جو ڈی این اے کو نقصان پہنچا کر تغیرات (Mutations) کا سبب بنتے ہیں۔

مثالیں:

A. **بالائے بنفشی شعاعیں: (Ultraviolet (UV) Radiation)**

- سورج کی طویل نمائش یا مصنوعی ذرائع) مثلاً ٹیننگ بیڈز (Tanning Beds - کا استعمال جلد کے کینسر جیسے میلانوما (Melanoma) کے خطرے کو بڑھاتا ہے۔

B. **آئنائزنگ شعاعیں :(Ionizing Radiation)**

- ایکس ریز(X-rays) ، گاماریز(Gamma Rays) ،اور تابکار مادے (Radioactive Substances) جیسے ریڈون گیس (Radon Gas) شامل ہیں، جو لیوکیمیا (Leukemia) اور تھائیرائیڈ کینسر (Thyroid Cancer) کا سبب بن سکتے ہیں۔

ii. *کیمیائی سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Chemical Carcinogens)*

کچھ کیمیائی مادے خلیاتی عمل میں خلل ڈال کر یا تغیرات کا سبب بن کر کینسر پیدا کرتے ہیں۔

کیمیائی سرطان پیدا کرنے والوں کی اقسام:

- **براہ راست اثر کرنے والے سرطان پیدا کرنے والے عوامل:(Direct-Acting Carcinogens)**
  - یہ عوامل ڈی این اے کے ساتھ براہ راست تعامل کرتے ہیں اور میٹابولک سرگرمی کے بغیر کینسر کا سبب بنتے ہیں۔
  - **مثال :** مسٹرڈ گیس(Mustard Gas) ۔
- **بالواسطہ سرطان پیدا کرنے والے عوامل (Indirect-Acting Carcinogens) یا:(Procarcinogens)**
  - یہ عوامل میٹابولک فعالیت کے بعد کینسر پیدا کرتے ہیں۔
  - **مثال :** پولی سائکلک ایرومیٹک ہائیڈروکاربنز (PAHs) جو تمباکو کے دھوئیں میں پائے جاتے ہیں۔

کیمیائی سرطان پیدا کرنے والوں کی مثالیں:

- **تمباکو کا دھواں :(Tobacco Smoke)**
  - 60 سے زیادہ معروف سرطان پیدا کرنے والے عناصر پر مشتمل ہوتا ہے، جیسے بینزوپائرین (Benzopyrene) اور نائٹروسامینز(Nitrosamines) ، جو پھیپھڑوں، گلے اور منہ کے کینسر سے وابستہ ہیں۔
- **ایسبیسٹوس :(Asbestos)**
  - ریشے جو میزوتھیلیوما (Mesothelioma) اور پھیپھڑوں کے کینسر کا سبب بنتے ہیں۔
- **ایفلاٹوکسنز :(Aflatoxins)**
  - پھپھوندی (Aspergillus flavus) کے ذریعہ پیدا ہوتے ہیں اور ناقص ذخیرہ شدہ اناج اور گری دار میوے میں پائے جاتے ہیں؛ جگر کے کینسر سے وابستہ ہیں۔
- **آرسینک :(Arsenic)**

- آلودہ پینے کے پانی میں پایا جاتا ہے؛ جلد، مثانہ، اور پھیپھڑوں کے کینسر سے وابستہ ہے۔

iii. **حیاتیاتی سرطان پیدا کرنے والے عوامل (*Biological Carcinogens*)**

کچھ وائرس، بیکٹیریا، اور پرجیوی (Parasites) کینسر کی تشکیل سے وابستہ ہوتے ہیں۔

مثالیں:

- **ہیومن پیپیلوماوائرس (HPV):**
  - سروائیکل، مقعد اور سر و گردن کے کینسر سے وابستہ۔
- **ہیپاٹائٹس بی اور سی وائرسز (Hepatitis B and C Viruses):**
  - جگر کے کینسر (Hepatocellular Carcinoma) کے خطرے میں اضافہ۔
- **ایب سٹین-بار وائرس (EBV):**
  - برکٹ لیمفوما (Burkitt Lymphoma) اور ناکی-حلقی کینسر (Nasopharyngeal Carcinoma) سے وابستہ۔
- **ہیلی کوبیکٹر پائلوری (Helicobacter pylori):**
  - مسلسل انفیکشن معدے کے کینسر کا باعث بن سکتا ہے۔
- **شسٹوسوما ہیماٹوبئیم (Schistosoma haematobium):**
  - مثانے کے کینسر سے وابستہ پرجیوی کیڑا۔

iv. **ماحولیاتی اور پیشہ ورانہ سرطان پیدا کرنے والے عوامل (*Environmental and Occupational Carcinogens*)**

ماحول اور کام کی جگہ پر طویل نمائش کینسر کے خطرے کو بڑھا سکتی ہے۔

مثالیں:

- **فضائی آلودگی (Air Pollution):**
  - ڈیزل انجن کا دھواں اور ٹھوس ذرات (Particulate Matter) پھیپھڑوں کے کینسر سے وابستہ ہیں۔
- **صنعتی کیمیکلز (Industrial Chemicals):**
  - بینزین (Benzene)، جو مینوفیکچرنگ میں استعمال ہوتا ہے، لیوکیمیا سے وابستہ ہے۔
- **زرعی زہریلے مادے (Pesticides):**
  - طویل نمائش مختلف اقسام کے کینسر کا سبب بن سکتی ہے۔

v. **طرز زندگی سے وابستہ سرطان پیدا کرنے والے عوامل (*Lifestyle-Associated Carcinogens*)**

کچھ طرز زندگی کے انتخاب اور نمائشیں سرطان کے خطرات سے وابستہ ہیں۔

مثالیں:

- **الکحل :(Alcohol)**
    - طویل مدتی الکحل کے استعمال سے جگر، غذائی نالی، اور منہ کے کینسر کا خطرہ۔
- **غذائی عوامل :(Dietary Factors)**
    - پروسیس شدہ گوشت (Processed Meats) جیسے بیکن اور ساسیج میں نائٹروسامینز (Nitrosamines) بنتے ہیں، جو بڑی آنت کے کینسر سے وابستہ ہیں۔

B. سرطان کی تشکیل کے میکانزم (Mechanisms of Carcinogenesis)

1. جینوٹوکسک سرطان پیدا کرنے والے عوامل:(Genotoxic Carcinogens)

- براہ راست ڈی این اے کو نقصان پہنچاتے ہیں، جیسے تغیرات اور کروموسومی بے ضابطگیاں۔
- **مثال :** بینزوپائرین(Benzo[a]pyrene) ۔

2. غیر جینوٹوکسک سرطان پیدا کرنے والے عوامل:(Non-Genotoxic Carcinogens)

- براہ راست ڈی این اے کو نقصان نہیں پہنچاتے، لیکن دیگر میکانزم جیسے سوزش یا ہارمونی عدم توازن کے ذریعے کینسر کا سبب بنتے ہیں۔
- **مثال :** ایسٹروجنز(Estrogens) ۔

3. ایپی جینیاتی تبدیلیاں:(Epigenetic Changes)

- جینیاتی اظہار میں تبدیلی لاتے ہیں بغیر ڈی این اے ترتیب کو متاثر کیے، جیسے ڈی این اے میتھائیلیشن یا ہسٹون میں تبدیلی۔

4.5.2 کینسر میں شامل جینز(Genes Involved in Cancer)

کینسر بنیادی طور پر ایک جینیاتی بیماری ہے جو ان جینز (Genes) میں تبدیلیوں کی وجہ سے ہوتی ہے جو اہم خلیاتی عملوں (Cellular Processes) جیسے نشوونما(Growth) ، تقسیم(Division) ، تمیز(Differentiation) ، اور موت (Death) کو منظم کرتے ہیں۔ کینسر میں شامل جینز کو عام خلیاتی افعال (Normal Cellular Functions) میں ان کے کردار اور جب یہ تغیر پذیر (Mutated) یا بے قاعدہ (Dysregulated) ہو جائیں تو ٹیومر کی تشکیل (Tumorigenesis) میں ان کے کردار کی بنیاد پر درجہ بند کیا جاتا ہے۔

کینسر میں شامل جینز کی بڑی اقسام درج ذیل ہیں:

1. اونکوجینز(Oncogenes)

اونکو جینز وہ تبدیل شدہ *(Mutated)* یا حد سے زیادہ اظہار شدہ *(Overexpressed)* جینز ہیں جنہیں عام جینز *(Proto-Oncogenes)* کہا جاتا ہے، جو خلیاتی نشوونما *(Cell Growth)* اور افزائش *(Proliferation)* کو فروغ دیتے ہیں۔ جب یہ فعال *(Activated)* ہو جاتے ہیں تو بے قابو خلیاتی تقسیم *(Uncontrolled Cell Division)* کا سبب بنتے ہیں، جو کینسر کی ایک نمایاں خصوصیت ہے۔

فعالیت عام طور پر تغیرات *(Mutations)*، اضافہ *(Amplifications)*، یا کروموسوم کی ترتیب نو *(Chromosomal Rearrangements)* کے ذریعے ہوتی ہے، جس کے نتیجے میں فعل کا حصول *(Gain of Function)* ہوتا ہے۔

مثالیں:(Examples)

- **RAS فیملی:(KRAS, NRAS, HRAS)**
    - RAS جینز میں تغیرات مسلسل ان سگنلنگ راستوں (Signaling Pathways) کو فعال رکھتے ہیں جو خلیاتی نشوونما (Cell Growth) کو فروغ دیتے ہیں، جیسے MAPK اور PI3K راستے۔
    - یہ تغیرات لبلبے (Pancreatic)، بڑی آنت (Colon)، اور پھیپھڑوں (Lung) کے کینسر سے وابستہ ہیں۔
- **MYC:**
    - ایک ٹرانسکرپشن عنصر (Transcription Factor) ہے جو خلیاتی نشوونما (Cell Growth) اور میٹابولزم (Metabolism) سے متعلق جینز کو منظم کرتا ہے۔
    - اضافے (Amplification) یا زیادہ اظہار (Overexpression) کی صورت میں برکٹ لیمفوما (Burkitt Lymphoma) اور دیگر کینسروں میں عام ہے۔
- **HER2/ERBB2:**
    - ایک ریسپٹر ٹائروسین کائنیز (Receptor Tyrosine Kinase) جو کچھ چھاتی (Breast) اور معدے (Gastric) کے کینسروں میں زیادہ اظہار (Overexpression) پاتا ہے، جس سے جارحانہ ٹیومر کی نشوونما (Aggressive Tumor Growth) ہوتی ہے۔
- **BCR-ABL:**
    - ایک فیوژن پروٹین (Fusion Protein) جو فلڈیلفیا کروموسوم منتقلی (Philadelphia Chromosome Translocation) کے نتیجے میں بنتا ہے۔
    - دائمی مائیلائڈ لیوکیمیا (Chronic Myeloid Leukemia - CML) میں مسلسل ٹائروسین کائنیز سرگرمی (Constitutive Tyrosine Kinase Activity) کا باعث بنتا ہے۔

2. ***ٹیومر سپریسر جینز (Tumor Suppressor Genes)***

یہ جینز خلیاتی نشوونما (Cell Growth) اور تقسیم (Division) پر روک لگانے کے طور پر کام کرتے ہیں،ڈی این اے کے نقصان (DNA Damage) کی مرمت کرتے ہیں اور خلیاتی موت (Apoptosis) کا آغاز کرتے ہیں۔

ان جینز کے فعل میں کمی (Loss of Function) کینسر کی تشکیل میں معاون ہوتی ہے۔ تغیرات عموماً غیر فعالیت (Inactivation)کا سبب بنتے ہیں، جیسے کہ حذف(Deletions) ، نقطہ تغیرات(Point Mutations) ، یا اپی جینیٹک خاموشی *(Epigenetic Silencing)*۔

مثالیں:(Examples)

- **TP53 (p53):**
  - " جینوم کا محافظ (Guardian of the Genome) " کہلاتا ہے اور ڈی این اے مرمت(DNA Repair) ، اپوپٹوسس(Apoptosis) ، اور خلیاتی چکر کی گرفت (Cell Cycle Arrest) کو منظم کرتا ہے۔
  - TP53میں تغیرات 50 فیصد سے زائد انسانی کینسر (Human Cancers) میں پائے جاتے ہیں۔
- **RB1:**
  - خلیاتی چکر کے G1-S مرحلے (G1-S Phase Transition) کی منتقلی کو منظم کرتا ہے۔
  - RB1کے فعل کی کمی ریٹینوبلاسٹوما (Retinoblastoma) اور اوسٹیوسارکوما (Osteosarcoma) سے وابستہ ہے۔
- **BRCA1اور:BRCA2**
  - ڈی این اے کے ڈبل اسٹرینڈ وقفوں (Double-Strand Breaks) کی ہم آہنگی سے مرمت (Homologous Recombination Repair)میں شامل ہیں۔
  - ان جینز میں تغیرات چھاتی(Breast) ، بیضہ دانی(Ovarian) ، اور دیگر کینسر کے خطرے میں اضافہ کرتے ہیں۔
- **PTEN:**
  - ایک فاسفیٹیز (Phosphatase) ہے جو PI3K/AKT راستے (Pathway) کو منفی طور پر منظم کرتا ہے۔
  - PTENمیں تغیرات پروسٹیٹ(Prostate) ، اینڈومیٹریل(Endometrial) ، اور دماغی کینسر (Brain Cancer)سے وابستہ ہیں۔

3. ***ڈی این اے مرمت جینز(DNA Repair Genes)***

یہ جینز جینوم کی سالمیت *(Genomic Integrity)* کو برقرار رکھتے ہیں اور خراب ڈی این اے *(Damaged DNA)* کی مرمت کرتے ہیں۔

مثالیں:(Examples)

- **MLH1, MSH2, MSH6, PMS2:**
  - بے جوڑ مرمت (Mismatch Repair – MMR) میں شامل ہیں۔
  - تغیرات لنچ سنڈروم (Lynch Syndrome) سے وابستہ ہیں۔
- **ATM (Ataxia Telangiectasia Mutated):**
  - ڈی این اے نقصان کے جواب (DNA Damage Response) میں شامل ہے۔
  - تغیرات لیمفوما (Lymphoma) اور چھاتی کے کینسر (Breast Cancer) کے خطرے میں اضافہ کرتے ہیں۔

4. اپوپٹوٹک ریگولیٹرز *(Apoptotic Regulators)*

یہ جینز پروگرام شدہ خلیاتی موت *(Programmed Cell Death)* کو کنٹرول کرتے ہیں۔

مثالیں:(Examples)

- **BCL2:**
  - زیادہ اظہار اپوپٹوسس (Apoptosis) کو روکتا ہے، کینسر کے خلیات (Cancer Cells) کی بقاء کو فروغ دیتا ہے۔
  - عام طور پر فولی کیولر لیمفوما (Follicular Lymphoma) میں شامل ہے۔

5. خلیاتی چکر کو منظم کرنے والے جینز *(Genes Regulating Cell Cycle)*

یہ جینز خلیاتی چکر *(Cell Cycle)* کی منظم ترقی کو یقینی بناتے ہیں۔

مثالیں:(Examples)

- **CDKN2A (p16INK4a):**
  - سائکلن پر منحصر کائنیز (Cyclin-Dependent Kinase – CDK4/6) کو روکتا ہے۔
  - تغیرات میلانوما (Melanoma) اور لبلبے کے کینسر (Pancreatic Cancer) سے وابستہ ہیں۔

6. ایپی جینیٹک ریگولیٹرز *(Epigenetic Regulators)*

یہ جینز ڈی این اے میتھیلیشن *(DNA Methylation)*، ہسٹون ترمیم *(Histone Modification)* اور کرومیٹن کی تبدیلی *(Chromatin Remodeling)* کو منظم کرتے ہیں۔

مثالیں:(Examples)

- **DNMT3A:**
  - ڈی این اے میتھائل ٹرانسفریس (DNA Methyltransferase)؛ AML میں عام تغیرات۔
- **EZH2:**
  - ایک ہسٹون میتھائل ٹرانسفریس (Histone Methyltransferase)؛ لیمفوما اور پروسٹیٹ کینسر میں تغیرات۔

4.6 کینسر کی شروعات، ترویج اور ترقی (Cancer Initiation, Promotion, and Progression)

کینسر کی نشوونما ایک کثیر مرحلہ عمل *(Multi-Stage Process)* ہے جس میں شروعات *(Initiation)* ، ترویج *(Promotion)*، اور ترقی *(Progression)* شامل ہیں۔ ہر مرحلہ مخصوص حیاتیاتی میکانزم *(Biological Mechanisms)* پر مشتمل ہوتا ہے اور جینیاتی *(Genetic)* ، ماحولیاتی *(Environmental)* ، اور طرز زندگی *(Lifestyle)* کے عوامل سے متاثر ہوتا ہے۔

4.6.1 شروعاتی مرحلہ (Initiation Stage)

کینسر کی ترقی کا آغاز شروعاتی مرحلے *(Initiation Stage)* سے ہوتا ہے۔ یہ مرحلہ ایک ناقابل واپسی جینیاتی تبدیلی *(Irreversible Genetic Change)* یا تغیر *(Mutation)* پر مشتمل ہوتا ہے، جو عام طور پر کسی خلیے کے ڈی این اے *(DNA)* میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔

یہ تغیرات اکثر سرطان پیدا کرنے والے عوامل *(Carcinogens)* جیسے تمباکو کا دھواں *(Tobacco Smoke)* ، بالائے بنفشی شعاعیں *(Ultraviolet Radiation)* ، بعض کیمیکلز *(Certain Chemicals)* ، یا سرطان پیدا کرنے والے وائرس *(Oncogenic Viruses)* کی وجہ سے ہوتے ہیں۔

یہ تغیرات ڈی این اے نقل *(DNA Replication)* کے دوران غلطیوں *(Errors)* کے باعث بھی ہوسکتے ہیں یا جراثیمی لائن تغیرات *(Germline Mutations)* کے ذریعے وراثت میں مل سکتے ہیں۔

اس مرحلے میں متاثر ہونے والے اہم جینز (Critical Genes) شامل ہیں:

- **پروٹو اونکوجینز :(Proto–Oncogenes)** یہ جینز عام طور پر خلیاتی نشوونما (Cell Growth) کو منظم کرتے ہیں، لیکن تغیر پذیر ہو کر اونکوجینز (Oncogenes) بن جاتے ہیں، جو کینسر کا سبب بنتے ہیں۔
- **ٹیومر سپریسر جینز :(Tumor Suppressor Genes)** یہ جینز خلیاتی تقسیم (Cell Division) کو قابو میں رکھتے ہیں، لیکن ان کی غیر فعالیت (Inactivation) کینسر کا باعث بن سکتی ہے۔
- **ڈی این اے مرمت جینز :(DNA Repair Genes)** یہ جینز ڈی این اے کے نقصان (DNA Damage) کی مرمت کرتے ہیں، لیکن ان میں خرابی سے جینیاتی عدم استحکام (Genomic Instability) پیدا ہو سکتا ہے۔

اہم نکات:(Important Points)

- شروعاتی خلیہ (Initiated Cell) ظاہری طور پر معمول کے مطابق نظر آتا ہے، لیکن اس کی جینیاتی ساخت (Genetic Makeup) میں تبدیلیاں اسے بدخیم تبدیلی (Malignant Transformation) کے لیے مائل کر دیتی ہیں۔

- شروعات ایک ناقابل واپسی عمل (Irreversible Process) ہے، یعنی ایک بار تغیر ہونے کے بعد اسے واپس نہیں بدلا جا سکتا۔

4.6.2 ترویجی مرحلہ (Promotion Stage)

یہ مرحلہ شروعات کے بعد آتا ہے اور ان تبدیل شدہ خلیات *(Altered Cells)* کی نقالی افزائش *(Clonal Expansion)* پر مشتمل ہوتا ہے۔

یہ مرحلہ ایسے عوامل سے متحرک ہوتا ہے جو خلیاتی افزائش *(Cell Proliferation)* کو فروغ دیتے ہیں لیکن براہ راست ڈی این اے کو نقصان نہیں پہنچاتے، جیسے:

- **ہارمونز :(Hormones)** جو خلیاتی تقسیم کو متحرک کرتے ہیں۔
- **مستقل سوزش :(Chronic Inflammation)** جو خلیاتی تناؤ (Cellular Stress) کو بڑھا سکتی ہے۔
- **الکحل :(Alcohol)** جو خلیات کو نقصان پہنچا کر افزائش کا باعث بنتی ہے۔
- **غذائی عوامل :(Dietary Influences)** جیسے چربی سے بھرپور غذا۔

اہم نکات:(Important Points)

- ترویجی مرحلے کے دوران تبدیلیاں قابل واپسی (Reversible) ہوتی ہیں، بشرطیکہ ترویجی عوامل کو ختم کر دیا جائے۔
- اس مرحلے کے دوران، شروعاتی خلیات (Initiated Cells) تیزی سے تقسیم ہوتے ہیں، ان کی تعداد بڑھتی ہے اور اضافی تغیرات کے حصول کا امکان بڑھ جاتا ہے۔
- ترویج وہ اہم مرحلہ ہے جہاں مداخلت (Intervention) سے کینسر کی ترقی کو روکا جا سکتا ہے، اور اسی وجہ سے یہ مرحلہ کیمو تدارک حکمت عملیوں (Chemo-Preventive Strategies) کے لیے ایک نمایاں ہدف (Prime Target) ہے۔

4.6.3 ترقیاتی مرحلہ (Progression Stage)

ترقی کینسر کی ترقی کا آخری اور سب سے جارحانہ مرحلہ *(Aggressive Stage)* ہے۔

یہ مرحلہ مزید جینیاتی *(Genetic)* اور اپی جینیٹک *(Epigenetic)* تبدیلیوں کے جمع ہونے کی خصوصیت رکھتا ہے، جو سومی گھاؤ *(Benign Lesion)* سے بدخیم رسولی *(Malignant Tumor)* میں تبدیلی کا باعث بنتی ہیں۔

اہم خصوصیات:(Key Characteristics)

- **جینیاتی عدم استحکام :(Genetic Instability)** تغیرات کا مسلسل اضافہ۔

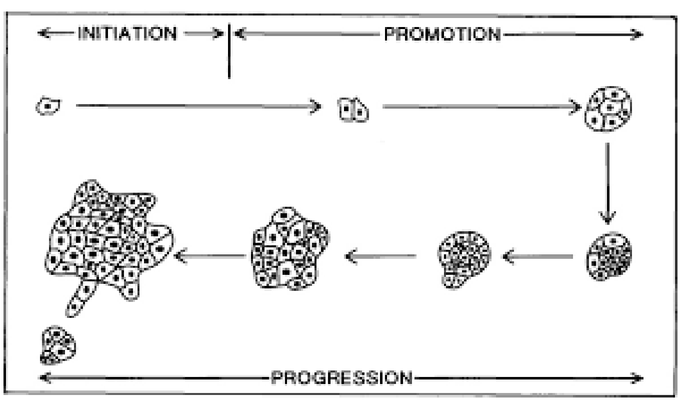
- **انجیو جینیسیس :(Angiogenesis)** نئی خون کی نالیوں (Blood Vessels) کی تشکیل، جو رسولی کو غذائی اجزاء فراہم کرتی ہے۔
- **مدافعتی فرار :(Immune Evasion)** رسولی کے خلیات مدافعتی نگرانی (Immune Surveillance) سے بچنے لگتے ہیں۔
- **دراندازی اور میٹاسٹاسس :(Invasion and Metastasis)** رسولی کے خلیات دیگر اعضاء (Distant Organs) میں پھیلنے لگتے ہیں۔

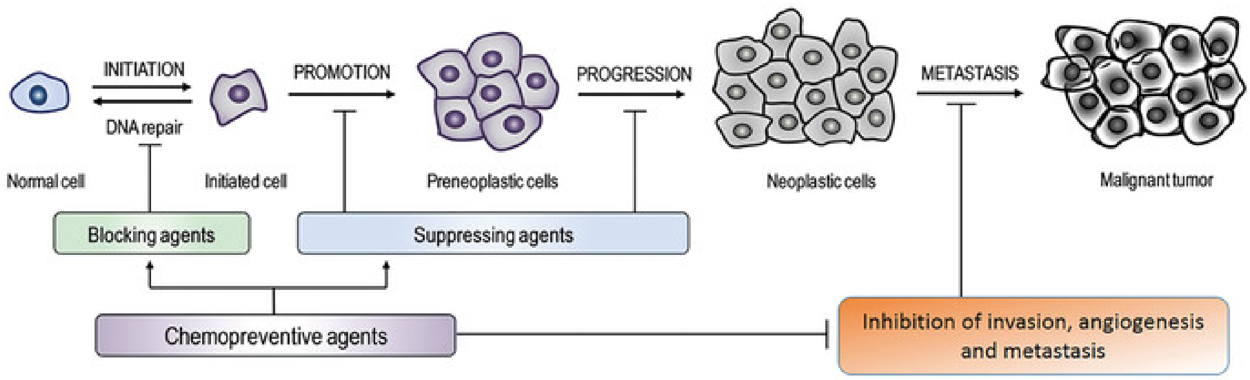
اہم جینز:(Critical Genes)

- **p53 جین:**
  - جینوم کی سالمیت (Genomic Integrity) کو برقرار رکھتا ہے اور ڈی این اے مرمت، خلیاتی چکر گرفت (Cell Cycle Arrest)، یا اپوپٹوسس (Apoptosis) کو تحریک دیتا ہے۔
  - p53 میں تغیر کے باعث نقصان یافتہ ڈی این اے والے خلیات مرمت سے بچ جاتے ہیں اور تقسیم ہونے لگتے ہیں۔
- **BCl2 پروٹین:**
  - خلیاتی بقاء (Cell Survival) کو فروغ دیتا ہے اور اپوپٹوسس کو روکتا ہے۔
  - اس کی زیادتی کینسر کے خلیات کو زندہ رہنے کا فائدہ دیتی ہے، خاص طور پر ترویج اور ترقی کے مراحل میں۔

مشترکہ اثر:(Synergistic Effect)

- p53 کے تغیرات اور BCl2 کے زیادہ اظہار (Overexpression) کا مجموعی اثر کینسر کی نشوونما میں اضافہ کرتا ہے، کیونکہ ایک طرف سے مرمت کے میکانزم ناکام ہو جاتے ہیں اور دوسری طرف خلیات کو مرنے سے بچالیا جاتا ہے۔
- یہ دونوں عوامل کینسر کی ترقی کے لیے راہ ہموار کرتے ہیں۔





4.7 مخففات (Abbreviations)

1. - **HCC** ہیپاٹوسیلولر کارسینوما (Hepatocellular Carcinoma)
2. - **NSCLC** نان اسمال سیل پھیپھڑوں کا کینسر (Non-Small Cell Lung Cancer)
3. - **BRCA1** چھاتی کے کینسر کا جین 1 (Breast Cancer Gene 1)
4. - **TNBC** ٹرپل نیگیٹو چھاتی کا کینسر (Triple-Negative Breast Cancer)
5. - **AML** شدید مائیلوئیڈ لیوکیمیا (Acute Myeloid Leukemia)
6. - **p53** رسولی کو دبانے والا جین 53 (Tumor Suppressor Gene 53)
7. - **BCl2** بی سیل لمفوما 2 (B-cell Lymphoma 2)
8. - **Synergistic Effect** مشترکہ عمل کا مجموعی اثر انفرادی اثرات سے زیادہ (Combined Action Greater than Individual Effects)
9. - **Carcinogenesis** کینسر کی تشکیل (Formation of Cancer)

4.8 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طالب علم اب وضاحت کرے گا:

- **حیاتیاتی درجہ بندی اور ساخت** – یوگلینا، ٹرپینوسوما، امیبا، اور اینٹامیبا کی منظم حیثیت، خلیاتی ساخت اور جسمانی خصوصیات کو سمجھنا۔
- **نقل و حرکت اور غذائیت** – فلیجیلم، جھوٹی ٹانگوں، اور انڈولنگ جھلی کے ذریعے حرکت کے طریقے، اور مختلف غذائی حکمت عملیوں جیسے مخلوط، پرجیوی، اور ہولوفگوس غذائیت کا مطالعہ۔
- **تنفس اور تولید** – پروٹوزون میں ایروبک وانیروبک تنفس، اور تولید کے مختلف طریقے جیسے دوئی تقسیم، متعدد تقسیم، اور سسٹ

بننے کے عمل کو جاننا۔

- **امراض اور انسانی صحت** – ٹرپینوسوما سے ہونے والی افریقی نیند کی بیماری اور اینٹامیبا سے ہونے والی ایمیبک ڈائسنٹری کی وجوہات، علامات، اور علاج کو سمجھنا۔
- **ماحولیاتی اور سائنسی اہمیت** – پروٹوزون جانداروں کے ماحولیاتی نظام میں کردار، جیسے نامیاتی مادے کے گلنے سڑنے اور دیگر حیاتیاتی تعلقات کا مطالعہ۔
- **تشخیصی تکنیک اور ارتقاء** – ان جانداروں کے مطالعے میں مائیکرواسکوپی، جینیاتی تجزیے، اور ارتقائی تعلقات کی جدید سائنسی تحقیق کو سمجھنا۔

4.9 کلیدی الفاظ (Keywords)

سرطان (کینسر)	*Cancer*	خلیات کی بے قابو افزائش (*Uncontrolled Cell Growth*) اور جسم کے دیگر حصوں تک پھیلاؤ (*Metastasis*)۔
ٹیومر (رسولیاں)	*Tumor*	خلیات کے غیر معمولی پھیلاؤ سے بننے والی گلٹی (*Mass of Abnormal Cells*)۔
سرطان ساز اجزاء	*Carcinogens*	ایسے عوامل یا مادے (*Agents or Substances*) جو ڈی این اے میں تغیر (*Mutation*) پیدا کر کے کینسر کا سبب بنتے ہیں۔
آنکو جینز	*Oncogenes*	وہ جینز جو خلیاتی تقسیم (*Cell Division*) اور پھیلاؤ (*Proliferation*) کو بے قابو بناتے ہیں، جس سے کینسر بنتا ہے۔
ٹیومر سپریسر جینز	*Tumor Suppressor Genes*	وہ جینز جو خلیاتی افزائش (*Cell Growth*) کو قابو میں رکھتے ہیں اور تغیر (*Mutation*) کی صورت میں کینسر کے خطرے کو بڑھاتے ہیں۔
اینٹی اپوپٹوٹک پروٹینز	*Anti-Apoptotic Proteins*	وہ پروٹینز جو خلیاتی موت (*Cell Death*) کو روکتے ہیں، جیسے *BCl2* جو کینسر خلیات کو زندہ رکھتا ہے۔
اینجیو جینیسس	*Angiogenesis*	خون کی نئی نالیوں (*Blood Vessels*) کی تشکیل، جو ٹیومر (*Tumor*) کو غذائیت (*Nutrients*) فراہم کرتی ہے۔
جینیاتی تغیرات	*Genetic Mutations*	ڈی این اے میں تبدیلیاں (*Changes in DNA*) جو خلیات کے معمول کے افعال کو متاثر کرتی ہیں اور کینسر کا سبب بنتی ہیں۔

جنسی تبدیلیاں	*Epigenetic Changes*	وہ تبدیلیاں جو ڈی این اے کے تسلسل کو متاثر کیے بغیر جین کے اظہار (*Gene Expression*) کو تبدیل کرتی ہیں۔
میٹاسٹیسیس	*Metastasis*	کینسر خلیات کا جسم کے دوسرے حصوں میں پھیلنا (*Spread of Cancer Cells to Other Parts of the Body*)۔

4.10 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

4.10.1 مختصر جوابات کے حامل سوالات / خالی جگہ پر کریں (Objective Answer Type Questions)

1. کینسر (Cancer) کی بہترین تعریف کیا ہے؟

A) بے قابو خلیاتی موت (Uncontrolled Cell Death)

B) غیر منظم اور بے قابو خلیاتی افزائش اور پھیلاؤ (Unregulated and Uncontrolled Cell Growth and Proliferation)

C) منظم خلیاتی افزائش اور تقسیم (Regulated Cell Growth and Division)

D) معمول کے مطابق خلیاتی تفریق (Normal Cellular Differentiation)

جواب (B: غیر منظم اور بے قابو خلیاتی افزائش اور پھیلاؤ (Unregulated and Uncontrolled Cell Growth and Proliferation)

2. حمید اور بدخیم رسولیوں (Benign and Malignant Tumors) میں بنیادی فرق کیا ہے؟

A) حمید رسولیاں (Benign Tumors) تیزی سے بڑھتی ہیں جبکہ بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) آہستہ بڑھتی ہیں

B) حمید رسولیاں (Benign Tumors) غیر جارحانہ (Non-Invasive) ہوتی ہیں جبکہ بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) اردگرد کے بافتوں (Tissues) پر حملہ آور (Invasive) ہوتی ہیں

C) حمید رسولیاں (Benign Tumors) ہمیشہ مہلک (Fatal) ہوتی ہیں جبکہ بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) بے ضرر (Harmless) ہوتی ہیں

D) بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) وقت کے ساتھ سکڑتی ہیں جبکہ حمید رسولیاں (Benign Tumors) مسلسل بڑھتی ہیں

جواب (B: حمید رسولیاں (Benign Tumors) غیر جارحانہ (Non-Invasive) ہوتی ہیں جبکہ بدخیم رسولیاں (Malignant Tumors) اردگرد کے بافتوں (Tissues) پر حملہ آور (Invasive) ہوتی ہیں

3 . وہ کون سا جین (Gene) ہے جسے "جینوم کا محافظ (Guardian of the Genome) " کہا جاتا ہے اور جو 50% سے زائد انسانی سرطانوں (Human Cancers) میں تغیر پذیر (Mutated) ہوتا ہے؟

A) RAS B) p53

C) HER2 D) BCl2

جواب B) p53 :

4 . کینسر کے خلیات (Cancer Cells) میں BCl2 پروٹین کا بنیادی فعل کیا ہے؟

A) خلیاتی تقسیم کو بڑھانا (Induce Cell Division)

B) اپوپٹوسس (Apoptosis - Programmed Cell Death) کو روکنا

C) ڈی این اے مرمت کے طریقہ کار کو فعال کرنا (Activate DNA Repair Mechanisms)

D) خون کی نالیوں کی تشکیل کو منظم کرنا (Regulate Angiogenesis)

جواب B): اپوپٹوسس (Apoptosis - Programmed Cell Death) کو روکنا

5 . اینجیو جینیسیس (Angiogenesis) کیا ہے اور یہ کینسر کی ترقی (Cancer Progression) میں کیسے کردار ادا کرتی ہے؟

A) کینسر کے پھیلاؤ کو روکنے کے لیے خون کے لوتھڑے (Blood Clots) بنانا

B) نئے خون کی نالیوں (Blood Vessels) کی تشکیل جو رسولی (Tumor) کی غذائیت (Nourishment) کو بڑھاتی ہے

C) غیر معمولی خلیاتی تقسیم (Abnormal Cell Division) کو بڑھانا

D) مدافعتی نظام (Immune System) کو دبانا

جواب B): نئے خون کی نالیوں (Blood Vessels) کی تشکیل جو رسولی (Tumor) کی غذائیت (Nourishment) کو بڑھاتی ہے

6 . وہ کون سی جینیاتی تبدیلیاں ہیں جو کینسر کے آغاز (Cancer Initiation) میں اہم کردار ادا کرتی ہیں؟

A) جینیاتی تغیرات (Genetic Mutations)

B) اپی جینیٹک تبدیلیاں (Epigenetic Modifications)

C) پروٹو آنکوجینز (Proto-Oncogenes) میں فعالیت (Activation)

D) تمام مذکورہ بالا (All of the Above)

جواب D): تمام مذکورہ بالا (All of the Above)

7 . کینسر کے فروغ (Cancer Promotion) کے مرحلے میں کون سی چیز اہم کردار ادا کرتی ہے؟

A) غیر متغیر جینیاتی تبدیلیاں (Irreversible Genetic Changes)

B) خلیاتی پھیلاؤ (Cell Proliferation) کو بڑھانے والے عوامل (Promoting Factors)

C) ڈی این اے میں نقائص (DNA Defects) کا خاتمہ

D) رسولی کے حجم میں کمی (Decrease in Tumor Size)

جواب (B: خلیاتی پھیلاؤ (Cell Proliferation) کو بڑھانے والے عوامل (Promoting Factors)

8. رسولیوں (Tumors) کے پھیلاؤ (Metastasis) کے دوران کون سا عمل سب سے زیادہ اہم ہے؟

A) اپوپٹوسس (Apoptosis)

B) اینجیو جینیسیس (Angiogenesis)

C) خلیاتی خودکشی (Cellular Suicide)

D) ڈی این اے مرمت (DNA Repair)

جواب (B: اینجیو جینیسیس (Angiogenesis)

9. کینسر کے خلیات (Cancer Cells) اور عام خلیات (Normal Cells) کے درمیان بنیادی فرق کیا ہے؟

A) کینسر کے خلیات میں بے قابو تقسیم (Uncontrolled Division) ہوتی ہے

B) عام خلیات ہمیشہ متحرک (Motile) ہوتے ہیں

C) کینسر کے خلیات کبھی مر نہیں جاتے (Immortal)

D) عام خلیات میں ہمیشہ جینیاتی تغیر (Genetic Mutation) ہوتی ہے

جواب (A: کینسر کے خلیات میں بے قابو تقسیم (Uncontrolled Division) ہوتی ہے

10. کون سا جین (Gene) ڈی این اے مرمت (DNA Repair) اور خلیاتی سائیکل کی نگرانی (Cell Cycle Checkpoint) میں اہم کردار ادا کرتا ہے؟

A) MYC

B) TP53

C) BAX

D) RAS

جواب: B) TP53

4.10.2 مختصر جوابات کے حامل سوالات (Short Answer Type Questions)

1. کینسر (سرطان) کی تعریف کریں اور خوش خیم (*Benign*) اور بد خیم (*Malignant*) رسولیوں کے درمیان فرق بیان کریں۔
2. مختلف قسم کے کینسر میں *p53* میوٹیشنز (تغیرات) کی اہمیت کیا ہے؟
3. "اینجیو جنیسس" (*Angiogenesis*) کی اصطلاح کی تعریف کریں اور رسولی (*Tumor*) کی نشوونما میں اس کے کردار کو بیان کریں۔

4. کارسینوجینیسس (*Carcinogenesis*) میں *BCl2* کے کردار کی وضاحت کریں۔

5. کینسر کی شروعات میں عام طور پر کون سے جینز شامل ہوتے ہیں، اور وہ رسولی (*Tumor*) کی تشکیل میں کیسے معاون ثابت ہوتے ہیں؟

4.10.3 طویل جوابات کے حامل سوالات (Long Answer Type Questions)

1. کینسر کے آغاز (*Initiation*)، فروغ (*Promotion*)، اور ارتقاء (*Progression*) کے عمل کی وضاحت کریں۔

2. کینسر خلیے (*Cancer Cell*) کی ان وٹرو خصوصیات (*In-Vitro Characteristics*) بیان کریں جو اسے عام خلیے (*Normal Cell*) سے ممتاز کرتی ہیں۔

3. اہم اقسام کے کارسینوجنز (*Carcinogens*) اور کینسر کی نشوونما میں ان کے کردار کو بیان کریں۔

4.11 فرہنگ (Glossary)

انگریزی اصطلاح	اردو املا	اردو متبادل	تشریح
Cancer	سرطان	سرطان	خلیات کی بے قابو افزائش (*Uncontrolled Cell Growth*) اور جسم کے دیگر حصوں تک پھیلاؤ (*Metastasis*) ۔
Oncogenes	آنکوجینز	سرطان زاجینز	وہ جینز جو خلیاتی تقسیم (*Cell Division*) اور پھیلاؤ (*Proliferation*) کو بے قابو بناتے ہیں، جس سے کینسر بنتا ہے۔
Angiogenesis	اینجیوجینیسس	خون کی نئ نالیوں کی تشکیل	خون کی نئ نالیوں (*Blood Vessels*) کی تشکیل، جو ٹیومر (*Tumor*) کو غذائیت (*Nutrients*) فراہم کرتی ہے۔
Apoptosis	اپوپٹوسس	خلیاتی موت	ایک قدرتی عمل جس کے ذریعے غیر ضروری یا خراب خلیات خود کو ختم کر لیتے ہیں۔
Metastasis	میٹاسٹیسیس	پھیلاؤ	کینسر خلیات کا جسم کے دوسرے حصوں میں پھیل جانا اور نئے ٹیومر تشکیل دینا۔

تجویز کردہ اکتسابی مواد (Suggested Learning Materials)

1. Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). *Molecular biology of the cell* (6th ed.). Garland Science.
2. Cooper, G. M., & Hausman, R. E. (2019). *The cell: A molecular approach* (8th ed.). Sinauer Associates.
3. De Robertis, E. M. F., & De Robertis, E. D. P. (2017). *Cell and molecular biology* (8th ed.). Wolters Kluwer.
4. DeVita, V. T., Lawrence, T. S., & Rosenberg, S. A. (2018). *Cancer: Principles & practice of oncology* (11th ed.). Wolters Kluwer.
5. Gupta, P. K. (2018). *Cell and molecular biology* (5th ed.). Rastogi Publications.
6. Hardin, J., Bertoni, G., & Kleinsmith, L. J. (2017). *Becker's world of the cell* (9th ed.). Pearson Education.
7. Hesketh, R. (2013). *Introduction to cancer biology*. Cambridge University Press.
8. Karp, G. (2018). *Cell and molecular biology: Concepts and experiments* (8th ed.). Wiley.
9. Kuldell, N. (2015). *Biobuilder: Synthetic biology in the lab*. O'Reilly Media.
10. Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C. A., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Amon, A., & Martin, K. C. (2021). *Molecular cell biology* (9th ed.). W. H. Freeman.
11. Pecorino, L. (2016). *Molecular biology of cancer: Mechanisms, targets, and therapeutics* (4th ed.). Oxford University Press.
12. Pollard, T. D., Earnshaw, W. C., Lippincott-Schwartz, J., & Johnson, G. T. (2017). *Cell biology* (3rd ed.). Elsevier.
13. Rastogi, S. C. (2019). *Cell and molecular biology* (3rd ed.). New Age International Publishers.
14. Verma, P. S., & Agarwal, V. K. (2020). *Cell biology, genetics, molecular biology, evolution & ecology* (15th ed.). S. Chand Publishing.
15. Weinberg, R. A. (2013). *The biology of cancer* (2nd ed.). Garland Science.

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. (Life Sciences)-Zoology & ITEP

Cell Biology-II (Theory) II Semester- Examination XX- 20XX

Code: BNZY201DET

Time: 2 hrs **Marks: 25**

ہدایات:

یہ پرچہ سوالات تین حصوں پر مشتمل ہے: حصہ اول، حصہ دوم، حصہ سوم۔ ہر جواب کے لیے لفظوں کی تعداد اشارۃ ہے۔ تمام حصوں سے سوالوں کا جواب دینا لازمی ہے۔

1. حصہ اول میں 5 لازمی سوالات ہیں جو کہ معروضی سوالات / خالی جگہ پر کرنا / مختصر جواب والے سوالات ہیں۔ ہر سوال کا جواب لازمی ہے۔ ہر سوال کے لیے 1 نمبر مختص ہے۔ **(5x 1 = 5 Marks)**
2. حصہ دوم میں 4 سوالات ہیں، اس میں طالب علم کو کوئی چار سوالوں کے جواب دینے ہیں۔ ہر سوال کا جواب تقریباً دو سو (200) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 3 نمبر مختص ہے۔ **(4x 3 = 12 Marks)**
3. حصہ سوم میں 2 سوالات ہیں، اس میں طالب علم کو کوئی ایک سوال کا جواب دینا ہے۔ ہر سوال کا جواب تقریباً پانچ سو (500) لفظوں پر مشتمل ہے۔ ہر سوال کے لیے 8 نمبر مختص ہے۔ **(8x 1 = 8 Marks)**

حصہ (اول)

خالی جگہیں پُر کریں (تمام سوالات کے جواب لکھیں) **(Marks: 5x1=5)**

i. خلیے کے زندگی کے اُس مرحلے (Phase of cell cycle) کو کیا کہتے ہیں جب خلیہ بڑھتا (cell growth) ہے اور DNA کی نقل (replication) کے لیے تیاری کرتا ہے؟ اسے ______________ کہتے ہیں۔

ii. وہ عمل جس کے ذریعے ایک خلیہ تقسیم (cell division) ہو کر دو جینیاتی طور پر یکساں daughter خلیے پیدا کرتا ہے، اسے ________ کہا جاتا ہے۔

iii. Meiosis کے دوران جب ہم شکل کروموسوم علیحدہ ہوتے ہیں (separation of homologous chromosomes)، اس مرحلے کو ________phase کہتے ہیں۔

iv. جب سگنل دینے والے مالیکیولز قریبی خلیوں کو متاثر کرتے ہیں، تو اسے ______________ سگنلنگ کہا جاتا ہے۔

v. ایک سگنلنگ مالیکیول جو ریسپٹر (receptor) سے جڑ کر سگنلنگ کا عمل شروع (initiate signalling) کرتا ہے، اسے __________ کہتے ہیں۔

حصہ (دوم)

درج ذیل میں سے کسی چار پر مختصر نوٹ لکھیں **(Marks: 4x3=12)**

2۔ Mitosis اور meiosis جینیاتی تنوع (genetic variation) کے لحاظ سے کس طرح مختلف ہوتے ہیں؟

3۔ مائٹوسس کے مراحل (different phases of mitosis) کو وضاحت کے ساتھ بیان کریں اور لیبل شدہ خاکے بنائیں۔

4۔ کرومیٹن (Chromatin) کی ترتیب کے سولونائیڈ ماڈل (Solenoid Model) کی مختصر وضاحت کریں۔

5۔ آٹوکرائن (Autocrine) اور پیراکائن (Paracrine) سگنلنگ میں فرق بیان کریں، اور ایک ایک مثال دیں۔

6۔ بینائن (Benign) اور میلگنٹ (Malignant) ٹیومرز کے درمیان دو فرق بیان کریں۔

7۔ سیل سائیکل چیک پوائنٹس (Cell Cycle Checkpoints) کی اہمیت (Significance) کیا ہے؟

حصہ (سوم)

درج ذیل میں سے کوئی ایک کو تفصیل سے بیان کریں: **(Marks:8x1=8)**

8۔ Cell-Cell Communication کی مختلف اقسام (types) پر تبادلہ خیال کریں، مناسب مثالوں کے ساتھ (جیسے: آٹوکرائن (autocrine)، پیراکائن (paracrine)، جکستاکرائن (juxtacrine)، اور اینڈوکرائن (endocrine))۔

9۔ Meiosis کے مختلف مراحل لکھیں۔ meiosis جانداروں میں جینیاتی تنوع (Genetic Variation) میں کس طرح مددگار ہے؟

BNZY201DEP

لیب مینول

(Lab Manual)

خلیاتی حیاتیات-2

(Cell Biology-2)

بی۔ ایس سی۔ (آنرس)

چار سالہ پروگرام

دوسرا سمسٹر (حیوانیات)

اکائی 5: خوردبین کے ذریعے مائٹوسس کے مراحل کا مشاہدہ

(Visualization of Stages of Mitosis under Microscope)

اکائی کے اجزا

5.0 تمہید(Introduction)

5.1 مقاصد(Objectives)

5.2 مواد درکار(Materials Required)

5.3 طریقہ کار(Procedure)

5.4 مائیٹوٹک مراحل کی شناختی خصوصیات(Identifying Features of Mitotic Stages)

5.5 مشاہدات اور نتائج(Observations and Results)

5.6 احتیاطی تدابیر(Precautions)

5.0 تمہید(Introduction)

مائٹوسس(Mitosis)ایک بنیادی خلیاتی تقسیم(cell division)کا عمل ہے جو جینیاتی مواد(genetic material)کی برابر تقسیم کو یقینی بناتا ہے۔ یہ عمل کثیر خلوی جانداروں (multicellular organisms) میں نشوونما (growth)، ارتقاء (development)، بافتوں کی مرمت(tissue repair)اور غیر جنسی تولید(asexual reproduction)میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ مائٹوسس کے مراحل کو سمجھنا اس بات کو جاننے کے لیے ضروری ہے کہ خلیات جینیاتی استحکام (genetic stability) اور تسلسل (continuity)کو کیسے برقرار رکھتے ہیں۔

اس تجربہ گاہی مشق(laboratory exercise)میں، ہم خوردبین(microscope)کے تحت مائٹوسس کے مختلف مراحل کو دیکھنے اور مطالعہ کرنے کا ہدف رکھتے ہیں۔ اس عملی تجربے کے ذریعے، سیکھنے والے ابتدائی مرحلہ (prophase)، استوائی مرحلہ (metaphase)، جداگانہ مرحلہ (anaphase) اور اختتامی مرحلہ (telophase) کے ساتھ سائیٹو کنسس (cytokinesis) کی اہم خصوصیات کو پہچاننے کے قابل ہوں گے۔ تیار شدہ سلائیڈز(prepared slides)اور زندہ خلیاتی نمونوں(live cell samples)کا بغور مشاہدہ کرکے، طلباء خوردبینی مہارتوں(microscopy skills)کو فروغ دیں گے اور خلیاتی حرکات(cellular dynamics)کے بارے میں گہری سمجھ حاصل کریں گے۔

یہ عملی مشق حیوانیات (zoology) کے نصاب کا ایک اہم حصہ ہے کیونکہ یہ نظریاتی علم (theoretical knowledge) کو عملی مشاہدے (practical observation) کے ساتھ جوڑتی ہے۔ اس سرگرمی کے ذریعے، سیکھنے والے نہ صرف مائٹوسس کی اہمیت کو سمجھیں گے بلکہ خلیاتی عمل (cellular processes) کے مطالعے کے لیے ضروری تجربہ گاہی تکنیکوں (laboratory techniques) میں مہارت بھی حاصل کریں گے۔

اس مشق میں، آپ پیاز *(Allium cepa)* کی جڑوں کے سکوائشز میں مائیٹوسس کے مراحل کا مشاہدہ کریں گے۔ لیبارٹری مشقوں کے لیے یہ ایک مثالی مواد ہے کیونکہ یہ *(i)* بآسانی دستیاب ہے اور *(ii)* کروموسومز نسبتاً بڑے، تعداد میں کم *(2n=16)* اور گہرے رنگ میں رنگنے والے ہوتے ہیں۔ جڑ میں مائیٹوٹک طور پر سرگرم خلیات مرسٹیمیٹک علاقے *(Meristematic Region)* میں جڑ کی نوک کے قریب پائے جاتے ہیں۔ اس لیبارٹری مشق کو انجام دینے سے پہلے، خلیاتی تقسیم *(Cell Division)* کے یونٹ کا جائزہ لینا مفید ہو گا۔

5.1 مقاصد (Objectives)

لیبارٹری مشق کے اختتام پر، آپ قابل ہوں گے کہ:

- ❖ پیاز کی جڑ کی نوک کے داغ دار سکوائشز (*Stained Squashes*) تیار کریں؛
- ❖ ہر مرحلے (*Stage*) کی شناختی خصوصیات (*Identifying Features*) کو بیان کریں؛
- ❖ مائیٹوٹک انڈیکس (*Mitotic Index*) کا حساب لگائیں؛ اور
- ❖ تجربہ خود مختاری سے انجام دیں، ترجیحاً کسی دوسرے مواد کے ساتھ، شروع سے لے کر قبل از لیبارٹری تیاریوں (*Pre-Lab Preparations*) تک۔

5.2 مواد درکار (Materials Required)

تجربے کے لیے درج ذیل مواد درکار ہیں:

1. پیاز کی جڑ کی نوکیں *(Onion Root Tips)*
2. کارنائے فکزیٹیو/ایسیٹک الکحل *(Carnoy's Fixative/Acetic Alcohol)* - ایسیٹک ایسڈ 1 حصہ اور ایتھائل الکحل 3 حصے *(v/v)*
3. *2N* ہائیڈروکلورک ایسڈ *(Hydrochloric Acid)*
4. *70%* ایتھانول *(Ethanol)*

5. ایسیٹوکارمین یاایسیٹو آرسیئن *(Acetocarmine/Acetoorcein)* کاڈراپنگ بوتل*(2%)*

6. ایسیٹک ایسڈ *(Acetic Acid)* کاڈراپنگ بوتل*(45%)*

7. مائیکرواسکوپ سلائیڈز *(Microscope Slides)* اور کور سلپس*(Cover Slips)*

8. پیسچرپیپٹ*(Pasteur Pipettes)*

9. چھیڑنے والی سوئیاں*(Teasing Needles)* ،باریک چمٹی *(Fine Forceps)* اور ریزر بلیڈ*(Razor Blade)*

10. واچ گلاس*(Watch Glass)*

11. فلٹر پیپر/ بلوٹنگ پیپر*(Filter Paper/Blotting Paper)*

12. نیل پالش یاڈی پی ایکس ماونٹنٹ*(Nail Polish or DPX Mountant)*

13. کمپاؤنڈمائیکرواسکوپ*(Compound Microscope)*

14. اسپرٹ لیمپ*(Spirit Lamp)*

5.3 طریقہ کار(Procedure)

اس تجربے کے پروٹوکول کو دو مراحل *A)* اور *(B* میں تقسیم کیا گیاہے،اور ہر مرحلے میں متعدد اقدامات شامل ہیں۔

(A) قبل ازلیبارٹری تیاری*(Pre-Lab Preparations)*

i. پیاز کے بلب *(Onion Bulbs)* کو ان کی جڑ والی جانب نیچے کی طرف پانی کے ساتھ کسی فلاسک *(Flask)* یا کوپلن جار *(Coplin Jar)* میں رکھیں۔ بہتر جڑنے کے لیے اس حصے میں چند کٹ لگائے جاسکتے ہیں۔

ii. 3-4 دن بعد(موسم کے لحاظ سے زیادہ بھی ہو سکتاہے)، جڑیں(2-3 سینٹی میٹر لمبی) نمودار ہو جائیں گی۔

iii. ریزر بلیڈ کی مدد سے جڑ کی نوکیں *(Root Tips)* کاٹ کر کارنائے فکزیٹیو *(Carnoy's Fixative)* ایسیٹک-الکحل 1:3 *(v/v)* میں 24 گھنٹوں کے لیے منتقل کریں۔

iv. فکس ہونے کے بعد، جڑ کی نوکوں کو ذخیرہ محلول *(Storage Solution)* (70٪ ایتھانول) میں منتقل کریں اور ان شیشیوں کو 4°C-5 پر رکھیں۔ ان نوکوں کو ایک سال سے زائد عرصے تک استعمال کیا جاسکتا ہے

شکل 5.1 پیاز میں جڑ بنانا(Rooting in Onion)

(B) داغ دار اسکوائشز کی تیاری(Preparation of Stained Squashes)

i. چند جڑوں کے سروں (Root tips) کو فکسٹیو (acetic alcohol) یا سٹور تیج محلول سے نکال کر واچ گلاس (Watch glass) میں منتقل کریں اور پانی سے اچھی طرح دھولیں۔

ii. پانی کو پیسچر پیپٹیٹ (Pasteur pipette) کی مدد سے نکال دیں اور چند قطرے 2 N HCl ڈالیں۔ جڑوں کے سرے 2 N HCl میں ہائیڈرولائسس (Hydrolysis) کے باعث نرم ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل کمرے کے درجہ حرارت پر 10 منٹ یا اسپرٹ لیمپ (Spirit lamp) کی آگ پر 2-3 منٹ تک جاری رکھیں۔ HCl ڈی این اے کو ڈی پیورینیٹ (Depurinate) بھی کرتا ہے جس سے رنگائی (Staining) بہتر ہوتی ہے۔

iii. ہائیڈرولائسس کے بعد ہائیڈروکلورک ایسڈ (HCl) کو نکال دیں اور جڑوں کے سروں کو بار بار پانی سے دھوئیں۔ چند جڑوں کے سروں کو احتیاط سے چنیں اور ایک صاف سلائیڈ (Slide) پر رکھیں۔

iv. پانی کو نکال دیں اور 2٪ ایسیٹوکارمین (Acetocarmine) کے چند قطرے ڈالیں اور سلائیڈ کو واچ گلاس سے ڈھانپ کر 10 منٹ تک چھوڑ دیں۔ ٹشو (Tissue) کو خشک نہ ہونے دیں۔ اگر ضرورت ہو تو مزید رنگ ڈالیں۔

v. داغ دار جڑوں کے سروں کو احتیاط سے دوسری سلائیڈ پر منتقل کریں۔ جڑ کے انتہائی سرے کو بہت آہستگی سے چھیڑیں تاکہ جڑ کیپ کے کچھ خلیے الگ ہو جائیں۔

vi. 45% ایسیٹک ایسڈ (Acetic acid) کے چند قطرے ڈالیں اور سوئی کی مدد سے تمام غیر ضروری باقیات کو کاٹ دیں، صرف وہی انتہائی گہرے داغ دار جڑ کے سرے رہنے دیں، جہاں تقسیم ہوتے ہوئے خلیے پائے جاتے ہیں۔

vii. داغ دار جڑ کے سروں پر احتیاط سے کور سلپ (Cover slip) رکھیں اور فلٹر پیپر (Filter paper) کے تہوں کے درمیان سلائیڈ کو رکھ کر اضافی ایسیٹک ایسڈ کو ہٹا دیں۔ انگوٹھے یا پنسل کے چپٹے سرے سے عمودی دباؤ لگائیں۔ ٹیپنگ (Tapping) خلیات کو چپٹا کرتی ہے اور کروموسومز (Chromosomes) کو پھیلاتی ہے۔ ایک صحیح اسکوائشڈ ٹشو اپنی اصل جسامت سے تقریباً تین گنا

بڑا ہونا چاہئے۔

viii. **کور سلپ (Cover slip) کو اطراف میں حرکت نہ کرنے دیں کیونکہ اس سے اسکوائش خراب ہو جائے گا۔ کسی بھی وقت اسکوائش کو خشک نہ ہونے دیں۔**

ix. **.viii** کور سلپ کے کناروں کو ڈی پی ایکس (DPX) یا نیل پالش (Nail polish) سے سیل کر دیں تاکہ خشک ہونے سے بچ سکے۔

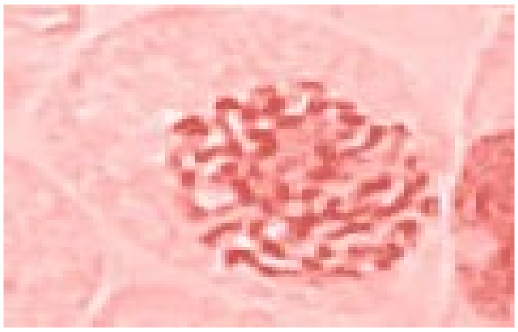
x. **.ix** کمپاؤنڈ مائیکروسکوپ (Compound microscope) کے تحت سلائیڈز کو 10X اور 40X میگنیفکیشن پر مشاہدہ کریں۔

5.4 مائیٹوٹک مراحل کی شناختی خصوصیات (Identifying Features of Mitotic Stages)

آپ پہلے ہی مائٹوسس (Mitosis) کے مراحل سے واقف ہیں۔ اس سیکشن میں ہر مرحلے کی خصوصیات اور کروموسومز (Chromosomes) کی ظاہری حالت کا خلاصہ پیش کیا گیا ہے۔ تقسیم کے درمیان کا دورانیہ انٹر فیز (Interphase) کہلاتا ہے جس میں ایک عام خلیہ زیادہ تر وقت گزارتا ہے۔ پیاز کی جڑ کے سروں (Onion root tips) کے اسکوائش میں آپ دیکھیں گے کہ زیادہ تر خلیات انٹر فیز میں ہیں۔ اس مرحلے میں نیوکلیئر جھلی (Nuclear membrane) برقرار ہوتی ہے اور کرومیٹن (Chromatin) جال کی شکل میں ڈی کنڈینسڈ (Decondensed) ہوتا ہے۔ انفرادی کروموسومز نظر نہیں آتے۔ اسی مرحلے میں ڈی این اے (DNA) نقل (Replication) ہوتا ہے اور خلیہ تقسیم کے لیے تیاری کرتا ہے۔

1. **پروفیز (Prophase)** مائٹوسس کے آغاز کا اشارہ دیتا ہے۔ اس مرحلے میں:

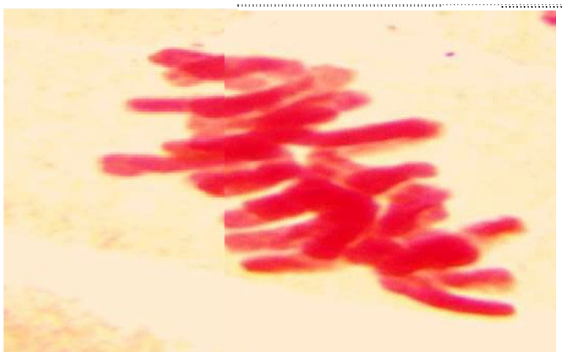
- کروموسومز (Chromosomes) نمایاں ہو جاتے ہیں) سسٹر کرومیٹڈز (Sister chromatids - ،
- سینٹریولز (Centrioles) قطبوں کی طرف ہجرت کرتے ہیں (صرف جانوروں میں)،
- نیوکلیئر جھلی (Nuclear membrane) غائب ہو جاتی ہے،
- نیوکلیولس (Nucleolus) غائب ہو جاتا ہے۔



شکل 5.2: پروفیز (Prophase)

2. میٹافیز(Metaphase)

- میٹافیز میں کروموسومز (Chromosomes) زیادہ سے زیادہ کنڈینسڈ (Maximally condensed) ہوتے ہیں۔
- تمام کروموسومز خلیے کے خطِ استوا (Equator) پر ایک قطار میں جمع ہو جاتے ہیں، جسے میٹافیز پلیٹ (Metaphase plate) کہا جاتا ہے۔
- دونوں قطبوں سے نکلنے والے اسپنڈل ریشے (Spindle fibers) سسٹر کرومیٹڈز (Sister chromatids) کے سینٹرومیرَز (Centromeres)سے جڑ جاتے ہیں۔



شکل5.3:میٹافیز(Metaphase)

1. اینافیز(Anaphase)

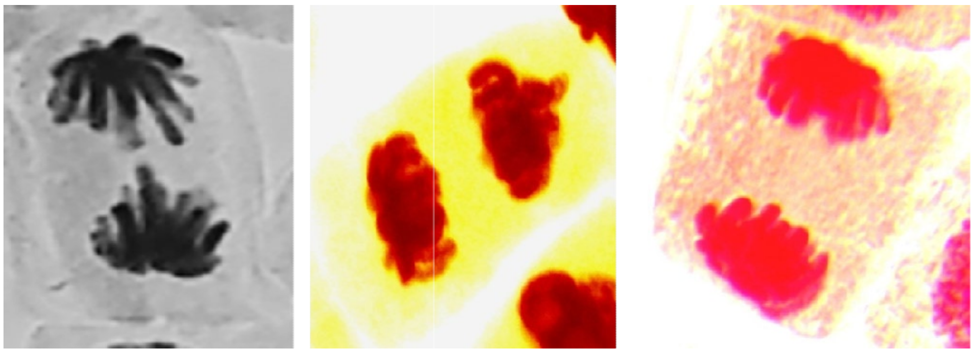
2. سسٹر کرومیٹڈز (Sister chromatids) الگ ہو جاتے ہیں۔
3. سسٹر کرومیٹڈز قطبوں کی طرف حرکت کرتے ہیں۔

(a) Early Anaphase (b) Anaphase (c) Metaphase and anaphase

شکل5.4:اینافیز(Anaphase)

4. ٹیلوفیز (Telophase)

- کروموسومز کی غیر کنڈینسڈ حالت میں تبدیلی اور کرومیٹن (Chromatin) کی ظاہری شکل۔
- نیوکلیئر جھلی (Nuclear membrane) کی دوبارہ تشکیل۔
- اسپنڈل ریشے (Spindle fibers) کا غائب ہونا۔
- نیوکلیولس (Nucleolus) کا دوبارہ نمودار ہونا۔



شکل5.5: ٹیلوفیز (Telophase)

5.5 مشاہدات اور نتائج (Observations and Results)

مائیکرواسکوپ (Microscope) کے نیچے خلیات (Cells) کو احتیاط سے مشاہدہ کریں۔ آپ کو مختلف مراحل (Stages) کو یا تو خاکہ بنا کر دکھانا چاہیے یا اپنے موبائل کیمرے سے تصاویر لینی چاہئیں۔

- **مشاہدات کے نکات (Observation Points)**

$$\text{Mitotic index} = \frac{\text{Number of actively-dividing cell in filed of view}}{\text{Total number of cells in field of view}}$$

مائٹوٹک انڈیکس (Mitotic Index)

مائٹوٹک انڈیکس (MI) کو تقسیم ہوتے ہوئے خلیات کی کل تعداد (n) اور خوردبین کے نیچے کسی مخصوص تصادفی فوکس میں خلیات کی کل تعداد (N) کے تناسب کے طور پر تعریف کیا جاتا ہے۔

اس کا اظہار درج ذیل طور پر کیا جاتا ہے:

$$\frac{N}{n} = MI$$

5 سے 10 تصادفی فوکس منتخب کر کے، مائٹوٹک انڈیکس کا اندازہ لگایا جاسکتا ہے۔

100 سے ضرب دے کر، ان خلیات کا تناسب معلوم کیا جاسکتا ہے جو مائٹوٹک تقسیم سے گزر رہے ہیں:

$$\frac{N}{n} \times 100 = Percent\ mitotic\ cell\ population$$

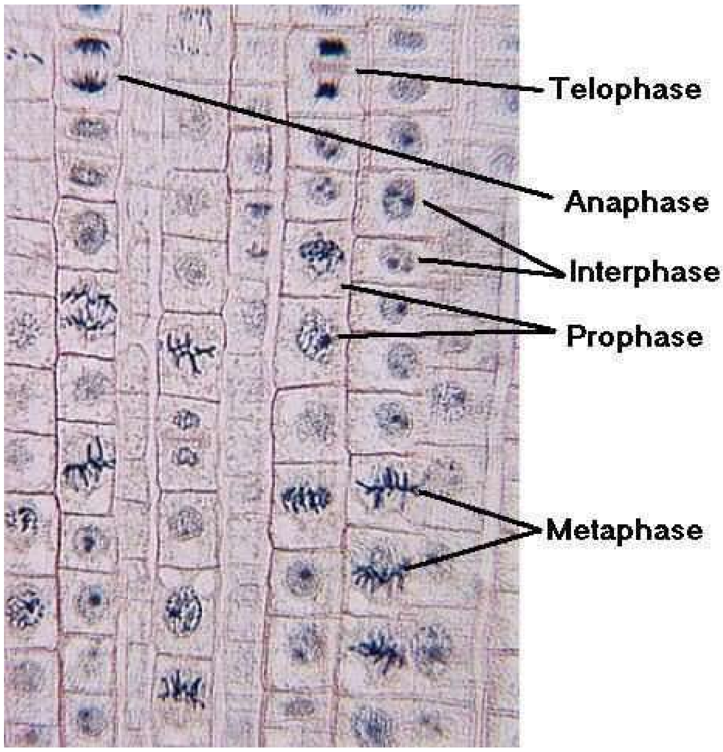
اس طرح مائٹوٹک انڈیکس ہمیں خلیات کی تقسیم کے تناسب کا علم فراہم کرتا ہے۔

کوئی اور مدد چاہیے؟

1. مختلف مراحل میں موجود خلیات کی شناخت کریں۔
2. مختلف مراحل کی وہ خصوصیات *(Characteristics)* درج کریں جو آپ نے واضح طور پر مشاہدہ کیں۔
3. جتنے زیادہ ممکن ہو خلیات گنیں اور نیچے دی گئی جدول کو مکمل کریں۔ ڈیٹا *(Data)* کا تجزیہ کریں۔

مشاہدات اور نتائج *(Observations and Results)*

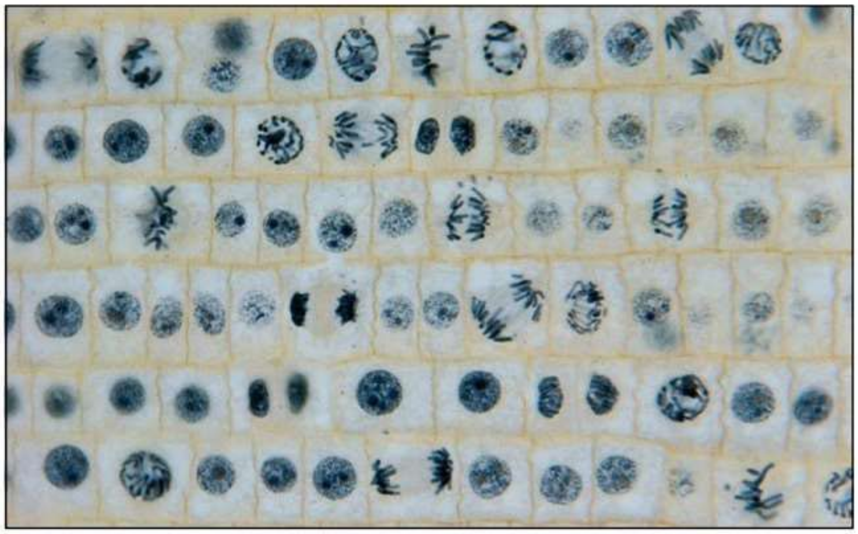
مرحلہ *(Stage)*	انٹرفیز *(Interphase)*	پروفیز *(Prophase)*	میٹافیز *(Metaphase)*	اینافیز *(Anaphase)*	ٹیلوفیز *(Telophase)*	کل *(Total)*
خلیات کی تعداد *(Number of Cells)*						
خلیات کا تناسب *(Percent of Cells)*						*100*



5.6 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- سلائیڈز *(Slides)* اور کور سلپس *(Cover Slips)* کو صاف رکھیں اور انہیں گرد اور انگلیوں کے نشانات سے پاک رکھیں۔
- کور سلپ *(Cover Slip)* کو پہلو کی طرف حرکت نہ دیں، ورنہ اسکواش *(Squash)* خراب ہو جائے گا۔
- کسی بھی وقت اسکواش خشک نہ ہونے دیں۔
- کور سلپ کے کناروں سے اضافی ماونٹنگ فلوئڈز *(Mounting Fluids)* کو بلوٹنگ پیپر *(Blotting Paper)* کے کنارے کی مدد سے احتیاط سے ہٹادیں۔
- کور سلپ کو آہستہ سے رکھیں تا کہ ہوا کے بلبلے *(Air Bubbles)* نہ بنیں۔
- مواد *(Material)* اور فلوئڈ کو سلائیڈ کے وسط میں رکھیں تا کہ یکساں پھیلاؤ ہو۔

Calculate MI/مائٹوٹک انڈیکس (MI) کا حساب لگائیں:



Mitotic Index

$$\frac{\text{Cells in mitosis}}{\text{Total number of cells}}$$

Cells with visible chromosomes:

?

Cells without visible chromosomes:

?

Mitotic Index:

?

اکائی 6: خوردبین کے نیچے میوسس کے مراحل کا مشاہدہ (ٹڈی کے خصیے)

[Visualization of Stages of Meiosis under Microscope (Grasshopper Testis)]

اکائی کے اجزا

6.0 تمہید (Introduction)

6.1 مقاصد (Objectives)

6.2 ٹڈے کے خصیے کے خلیوں میں میوزس کے مختلف مراحل (Stages of Meiosis in Grasshopper Testis Cells)

6.3 Material required

6.4 طریقہ کار

6.5 خردبینی مشاہدہ: (Microscopic Observation)

6.6 مشاہدات کا اندراج: (Recording Observations)

6.6.1 مشاہدات کا تجزیہ: (Analysis of Observations)

6.0 تمہید (Introduction)

میوسس (Meiosis) ایک بنیادی عمل ہے جو جنسی تولید (Sexual Reproduction) کرنے والے جانداروں میں پایا جاتا ہے۔ اس عمل کے ذریعے ہاپلوائیڈ گیمیٹس (Haploid Gametes) یعنی نطفہ (Sperm) اور بیضہ (Egg) خلیے بنتے ہیں۔ میٹوسس (Mitosis) کے برعکس، جو دو جینیاتی طور پر یکساں دختر خلیے پیدا کرتا ہے، میوسس چار جینیاتی طور پر مختلف خلیے پیدا کرتا ہے، جن میں والدین کے خلیے کے مقابلے میں آدھی کروموسوم (Chromosome) تعداد ہوتی ہے۔ کروموسوم کی اس تعداد میں کمی نسل در نسل جینیاتی استحکام کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہے۔

میوسس کے عمل میں دو مسلسل تقسیمات شامل ہوتی ہیں: میوسس I اور میوسس II۔ ان تقسیمات کے دوران، ہم جنس کروموسوم (Homologous Chromosomes) آپس میں جڑ جاتے ہیں، کراسنگ اوور (Crossing Over) کے ذریعے جینیاتی

مواد کا تبادلہ کرتے ہیں، اور بعد ازاں دختر خلیات (Daughter Cells) میں تقسیم ہو جاتے ہیں۔ یہ پیچیدہ عمل جینیاتی تنوع (Genetic Variation) کو یقینی بناتا ہے، جو ارتقاء (Evolution) اور ماحول کے مطابق ڈھلنے کے لیے اہم عنصر ہے۔

اس تجرباتی مشق میں، آپ مائیکروسکوپ کے تحت میوسس کے مراحل کو مشاہدہ کریں گے۔ اس مقصد کے لیے مناسب حیاتیاتی نمونے جیسے کہ پھولوں کی کلیاں (Flower Buds) یا ٹڈی کے خصیے (Grasshopper Testes) استعمال کیے جائیں گے۔ سلائیڈز کی محتاط تیاری اور رنگائی (Staining) کے بعد، آپ میوسس کے اہم مراحل کی شناخت کر سکیں گے، جن میں پروفیز I (Prophase I)، میٹافیز I (Metaphase I)، اینافیز I (Anaphase I)، ٹیلوفیز I (Telophase I) اور میوسس II کے متعلقہ مراحل شامل ہیں۔ ان مراحل کا مشاہدہ کر کے آپ کروموسوم کی تبدیلیوں کو سمجھ سکیں گے جو میوسس کے دوران وقوع پذیر ہوتی ہیں اور جینیاتی تنوع کو برقرار رکھنے میں ان کی اہمیت کا ادراک حاصل کریں گے۔

یہ خود سیکھنے کا مواد آپ کی عملی مہارتوں کو بہتر بنانے کے لیے ترتیب دیا گیا ہے، خاص طور پر مائیکروسکوپی (Microscopy) اور سائٹولوجیکل تکنیکوں (Cytological Techniques) میں۔ اس مشق کے اختتام پر، آپ میوسس کے مراحل کو درست طور پر شناخت کرنے، کروموسوم کے رویے کا تجزیہ کرنے اور جینیاتی تنوع کو برقرار رکھنے میں میوسس کی حیاتیاتی اہمیت کو سمجھنے کے قابل ہوں گے۔

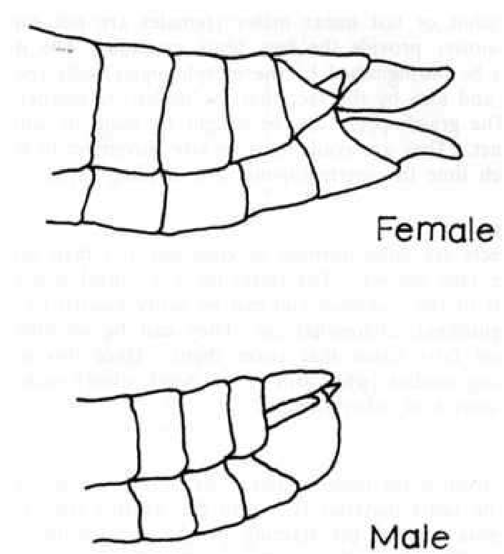
6.1 مقاصد (Objectives)

اس یونٹ کے اختتام پر، آپ قابل ہوں گے:

- ❖ ٹڈی کے خصیے (Grasshopper Testes) کے نمونے تیار کرنا اور انہیں صحیح طریقے سے رنگنا (Staining)۔
- ❖ میوسس (Meiosis) کے مراحل کی شناخت کرنا اور ان کی خصوصیات بیان کرنا۔
- ❖ کروموسوم (Chromosome) کی ترتیب اور تقسیم کا مشاہدہ کرنا۔
- ❖ جینیاتی تنوع (Genetic Variation) کے لیے میوسس کے عمل کی اہمیت کو سمجھنا۔
- ❖ مائیکروسکوپ (Microscope) کے تحت مختلف مراحل کی نشاندہی کرنا اور مشاہدات کو ریکارڈ کرنا۔

6.2 ٹڈے کے خصیے کے خلیوں میں میوزس کے مختلف مراحل (Stages of Meiosis in Grasshopper Testis Cells)

ٹڈے کے خصیے (grasshopper testis) کے خلیات میوزس (meiosis) کے مختلف مراحل کا مطالعہ کرنے کے لیے ایک بہترین مواد فراہم کرتے ہیں۔ ٹڈا ایک اچھا انتخاب ہے کیونکہ یہ آسانی سے لانز اور کھیتوں میں دستیاب ہوتا ہے، نر اور مادہ میں واضح فرق ہوتا ہے، اور خصیہ (testis) کو الگ کرنا بھی آسان ہوتا ہے۔ اس کے علاوہ، اس میں کروموسومز کی تعداد کم ہوتی ہے (مقامی دستیاب اقسام میں نروں میں 17، 19 یا 21 کروموسومز ہوتے ہیں؛ کروموسومز کی طاق تعداد XX / XO جنس کروموسوم نظام کی وجہ سے ہوتی ہے) اور تمام کروموسومز ایک ہی قسم کے ہوتے ہیں، یعنی ایکروسنٹرک (acrocentric)، جو تقسیم کے مراحل کی غیر مبہم شناخت کو آسان بناتا ہے۔



6.3 Material required

نمونہ (Sample)

- ٹڈی کے خصیے (Grasshopper Testes)

آلات (Equipment)

- کمپاؤنڈ مائیکروسکوپ (Compound microscope)

- چیر پھاڑ کی ٹرے اور چیر پھاڑ کا ڈبہ (Dissecting tray & Dissection box)
- اسپرٹ لیمپ (Spirit lamp)
- پیٹری ڈشز (Petri dishes)
- سلائیڈز اور کور سلپس (Slides & Cover slips)
- جاذب کاغذ / بلوٹنگ پیپر (Blotting paper)

کیمیائی اجزاء (Reagents)

- کلوروفارم (Chloroform)
- گلیشیائی ایسیٹک ایسڈ (Glacial acetic acid)
- ایتھنول (70%)
- ایسیٹوکارمین / ایسیٹوریسن داغ (Acetocarmine/Acetoorecin stain)
- ایچ سی ایل (N/10)
- پگھلا ہوا موم / نیل پالش (Molten wax/nail polish)

محلول (Solution)

فکسیٹو: (Fixative)

ایسیٹو-الکحل محلول (Aceto-alcohol solution)

:: 1:3) گلیشیائی ایسیٹک ایسڈ (glacial acetic acid) : ایتھنول (ethanol))

داغ: (Stain)

ایسیٹوکارمین: (Acetocarmine)

1%) کارمین محلول (carmine solution) 45% ایسیٹک ایسڈ میں (

10 گرام کارمین (Fisher C579-25) کو 1 لیٹر 45% گلیشیائی ایسیٹک ایسڈ میں حل کریں۔

بوائلرز (boileezers) ڈال کر 24 گھنٹے تک ریفلوکس کریں۔

محلول کو فلٹر کریں اور گہرے رنگ کی بوتلوں میں 4 °C پر محفوظ کریں۔

یا

ایسیٹو-اوریسین:(Aceto-orecein)

1٪)اوریسین محلول 45٪ (orcein solution) ایسیٹک ایسڈ میں(

1 گرام اوریسین پاؤڈر پر 55 ملی لیٹر ابلتا ہوا گلیشیائی ایسیٹک ایسڈ ڈالیں۔

ٹھنڈا ہونے پر 45 ملی لیٹر کشید شدہ پانی (distilled water) شامل کریں اور فلٹر کریں۔

6.4 طریقہ کار

طریقہ کار کو دو مراحل A) اور (B میں تقسیم کیا گیا ہے:

A) قبل از تجربہ تیاری(Pre-lab Preparations)

1. **ٹڈی کے نمونے جمع کرنا اور چیر پھاڑ کرنا:(Collection and Dissection of Grasshopper Specimens)**
   - ٹڈیوں کو میدان یا باغ سے زندہ جمع کریں۔ نر ٹڈیوں (male grasshoppers) کو ترجیح دی جاتی ہے کیونکہ ان کے پاس خصیے (testes) ہوتے ہیں۔
   - ٹڈی کو چند منٹ کے لیے فریزر میں رکھ کر یا کلوروفارم کا استعمال کر کے بے ہوش کریں(anesthetize) ۔
   - نمونے کو پیٹ کے بل چیر پھاڑ والے ٹرے (dissection tray) پر رکھیں۔
   - پیٹ کو احتیاط سے چیریں تا کہ پچھلے سرے کے قریب موجود خصیے (testes) ظاہر ہو جائیں۔
   - باریک چمٹی (fine forceps) کی مدد سے خصیوں کو آہستگی سے نکالیں اور کارنوئے کے محلول (Carnoy's fixative)والے شیشے میں منتقل کریں۔
2. **فکسنگ:(Fixation)**
   - نکالے گئے خصیوں کو 24 گھنٹے کے لیے کارنوئے کے محلول (acetic acid:ethyl alcohol = 1:3 v/v) میں بھگو دیں۔
   - فکسنگ خلیاتی ڈھانچے (cellular structure) کو محفوظ کرتی ہے اور مواد کو رنگنے کے لیے تیار کرتی ہے۔
3. **ذخیرہ:(Storage)**
   - فکس کیے گئے خصیوں کو 70٪ ایتھنول میں منتقل کریں اور 4 °C پر ذخیرہ کریں۔

- ذخیرہ کرنے والے کنٹینر پر تاریخ اور نمونے کی تفصیلات کے ساتھ لیبل لگا دیں۔

B) داغدار چپٹی تیاری (Preparation of Stained Squashes)

1. **فکسڈ مواد کو دھونا: (Washing the Fixed Material)**
   - محفوظ شدہ خصیوں کو نکالیں اور آست پانی (distilled water) سے اچھی طرح دھوئیں تاکہ فکسٹیو کو ہٹایا جا سکے۔
   - دھوئے ہوئے خصیے کو شیشے کی پلیٹ (watch glass) میں رکھیں۔

2. **ہائیڈرولائسز: (Hydrolysis)**
   - شیشے کی پلیٹ میں چند قطرے 2N ہائیڈروکلورک ایسڈ (HCl) ڈالیں۔
   - کمرہ درجہ حرارت (room temperature) پر 5-10 منٹ یا اسپرٹ لیمپ (spirit lamp) کی ہلکی آنچ پر 2-3 منٹ تک چھوڑ دیں۔
   - یہ عمل ٹشو کو نرم (soften) کرتا ہے اور ڈی این اے کو جزوی طور پر ڈیپیوریٹ (depurinate) کر دیتا ہے، جس سے رنگ پذیری بہتر ہوتی ہے۔

3. **دھلائی: (Rinsing)**
   - تیزاب (acid) کو خارج کریں اور مواد کو بار بار آست پانی سے دھوئیں تاکہ اضافی تیزاب ہٹ جائے۔
   - ٹشو کو فلٹر پیپر (filter paper) سے آہستہ سے خشک کریں۔

4. **رنگ کاری: (Staining)**
   - دھوئے ہوئے مواد پر 1٪ ایسیٹوکارمین داغ (acetocarmine stain) ڈالیں۔
   - شیشے کی پلیٹ (watch glass) سے ڈھانپ دیں اور 10-15 منٹ کے لیے چھوڑ دیں تاکہ رنگ اچھی طرح جذب ہو جائے۔
   - رنگ کاری کے دوران مواد کو خشک نہ ہونے دیں۔

5. **ٹشو کو چپٹا کرنا: (Squashing the Tissue)**
   - رنگے ہوئے خصیے کو صاف سلائیڈ (microscope slide) پر منتقل کریں۔
   - 45٪ ایسیٹک ایسڈ کے چند قطرے ڈالیں اور احتیاط سے کور سلپ (cover slip) رکھیں۔
   - پنسل کے چپٹے سرے یا انگوٹھے سے ہلکا دباؤ ڈال کر خلیات کو چپٹا کریں تاکہ کروموسوم واضح نظر آئیں۔

- چپٹانے کے دوران کور سلپ کو پہلوؤں میں حرکت نہ دیں۔

6. **تیاری کو محفوظ کرنا:(Sealing the Preparation)**

- کور سلپ کے کناروں کو ڈی پی ایکس (DPX) یا نیل پالش سے سیل کریں تاکہ خشک ہونے سے بچایا جا سکے۔
- مہر بند ہونے کے بعد مکمل خشک ہونے دیں۔

7. **خردبین مشاہدہ:(Microscopic Observation)**

- سلائیڈ کو کمپاؤنڈ مائیکروسکوپ پر 10 X پر دیکھیں تاکہ خلیات کا مقام معلوم ہو۔
- پھر 40 X پر مختلف میوٹک مراحل (meiotic stages) کا مطالعہ کریں:
  - پروفیز I (Prophase I)، میٹافیز I (Metaphase I)، انافیز I (Anaphase I)، ٹیلوفیز I (Telophase I)،
  - پروفیز II (Prophase II)، میٹافیز II (Metaphase II)، انافیز II (Anaphase II)، ٹیلوفیز II (Telophase II)۔
- مختلف مراحل کو کروموسومل ترتیب (chromosomal arrangement) اور خلیاتی مورفولوجی (cell morphology) کی بنیاد پر شناخت کریں۔

Grasshopper during dissection

Grasshopper testes on the petriplate

Grasshopper testes under microscope

6.5 خردبینی مشاہدہ:(Microscopic Observation)

خردبینی مشاہدہ (Microscopic Observation) گھاس پھوس (Grasshopper) کے خصیوں (Testis) میں میوزس (Meiosis) کے مراحل کا بصری معائنہ کرنے کا ایک اہم مرحلہ ہے۔ مرکب خردبین (Compound Microscope)

کے تحت درست مشاہدہ کرنے سے میوزس کے مختلف مراحل کی شناخت اور خلیاتی تقسیم (Cell Division) کے دوران کروموسومی حرکات (Chromosomal Dynamics) کو سمجھنے میں مدد ملتی ہے۔ خردبینی معائنہ کے لیے درج ذیل اقدامات کریں:

1. **خوردبین کی ترتیب:(Microscope Setup)**

1. تیار شدہ سلائیڈ (Prepared Slide) کو خوردبین کے اسٹیج (Microscope Stage) پر رکھیں۔
2. سلائیڈ کو اسٹیج کلیپس (Stage Clips) کے ذریعے محفوظ کریں تاکہ مشاہدے کے دوران حرکت نہ ہو۔
3. کنڈینسر (Condenser) کو ایڈجسٹ کریں تاکہ روشنی نمونے پر مرکوز ہو اور ڈایافرام (Diaphragm) سے روشنی کی شدت کو متوازن کریں۔

2. **ابتدائی مشاہدہ (Preliminary Observation) – 10X میگنیفکیشن پر:**

- کم پاور آبجیکٹو لینس (Low Power Objective Lens - 10X) سے مشاہدہ شروع کریں تاکہ سلائیڈ پر خلیات (Cells) کو تلاش کیا جاسکے۔
- کواسر فوکس نوب (Coarse Focus Knob) کو ایڈجسٹ کرکے نمونے کو دیکھنے کے قابل بنائیں۔
- باریک فوکس نوب (Fine Focus Knob) کا استعمال کرکے تصویر کو واضح کریں۔
- ان جگہوں کی تلاش کریں جہاں خلیات کی کثافت (Density) زیادہ ہو کیونکہ ان علاقوں میں تقسیم ہوتے ہوئے خلیات (Dividing Cells) ملنے کے امکانات زیادہ ہوتے ہیں۔
- سلائیڈ کو ایک سرے سے دوسرے سرے تک باقاعدہ اسکین کریں تاکہ کوئی حصہ نظر انداز نہ ہو۔

3. **تفصیلی مشاہدہ (Detailed Observation) – 40X میگنیفکیشن پر:**

- جب موزوں علاقہ مل جائے تو زیادہ پاور آبجیکٹو لینس (High Power Objective Lens – 40X) پر منتقل ہوں۔
- صرف باریک فوکس نوب (Fine Focus Knob) کا استعمال کریں تاکہ تصویر کو مزید واضح کیا جاسکے، کیونکہ کواسر فوکس (Coarse Focus) کے استعمال سے سلائیڈ یا کورسلپ (Cover Slip) کو نقصان پہنچ سکتا ہے۔
- انفرادی خلیات (Individual Cells) پر توجہ دیں اور ان کی شکل(Shape) ، سائز (Size) اور کروموسومی ترتیب (Chromosomal Arrangement) کا مشاہدہ کریں۔
- مختلف مناظر (Fields) کا مشاہدہ کریں تاکہ میوزس کے مختلف مراحل (Different Stages of Meiosis) کا پتہ چل سکے۔

4. میوزس کے مختلف مراحل (Different Stages of Meiosis) کی شناخت:

الف) پروفیز I (Prophase I):

- کروموسومز (Chromosomes) لمبے، دھاگے جیسے ڈھانچے کے طور پر نظر آتے ہیں۔
- ہم جنس کروموسومز (Homologous Chromosomes) جوڑ بناتے ہیں (Synapsis) اور بیویلنٹس (Bivalents) یا ٹیٹراڈز (Tetrads) کی تشکیل کرتے ہیں۔
- ہم جنس کروموسومز کے درمیان جینیاتی مواد کا تبادلہ (Genetic Exchange) چائیزمیٹا (Chiasmata) کے طور پر نظر آتا ہے۔
- نیوکلئیر جھلی (Nuclear Membrane) تحلیل ہونا شروع ہو جاتی ہے۔

ب) میٹافیز I (Metaphase I):

- بیویلنٹس (Bivalents) خلیے کے وسطی سطح (Equatorial Plane) پر قطار میں آجاتے ہیں، جسے میٹا فیز پلیٹ (Metaphase Plate) کہتے ہیں۔
- دونوں سروں سے سپنڈل فائبرز (Spindle Fibers) ہم جنس کروموسومز کے سینٹرومیرز (Centromeres) سے جڑ جاتے ہیں۔
- کروموسومز جوڑوں کی صورت میں موٹی اور مرکوز حالت میں نظر آتے ہیں۔

ج) اینافیز I (Anaphase I):

- ہم جنس کروموسومز علیحدہ ہو کر خلیے کے مخالف سروں (Opposite Poles) کی طرف حرکت کرتے ہیں۔
- بہن کرومیٹڈز (Sister Chromatids) سینٹرومیرز (Centromeres) سے جڑے رہتے ہیں۔
- کروموسومز وی شکل (V-Shaped) میں نظر آتے ہیں جب انہیں کھینچا جاتا ہے۔

د) ٹیلوفیز I (Telophase I):

- کروموسومز مخالف سروں تک پہنچ جاتے ہیں اور نیوکلئیر جھلی (Nuclear Membrane) دوبارہ بننا شروع ہو جاتی ہے۔
- خلیے کی تقسیم (Cytokinesis) شروع ہو سکتی ہے، جس کے نتیجے میں دو ہیپلوئیڈ (Haploid) بیٹیاں (Daughter Cells) بنتی ہیں۔
- کروموسومز جزوی طور پر غیر مرکوز ہو سکتے ہیں۔

ہ) پروفیز: II (Prophase II)

- ڈی این اے نقل (DNA Replication) کے بغیر کروموسومز دوبارہ مرکوز ہوتے ہیں۔
- نئے سپنڈل فائبرز (Spindle Fibers) ہر ہیپلوئیڈ بیٹی خلیے (Haploid Daughter Cells) میں بنتے ہیں۔
- اگر ٹیلوفیز I کے بعد نیوکلئیر جھلی دوبارہ بنی ہو تو وہ تحلیل ہونا شروع ہو جاتی ہے۔

و) میٹافیز: II (Metaphase II)

- کروموسومز وسطی سطح (Equatorial Plane) پر سیدھ میں آجاتے ہیں، لیکن اس بار اکیلے کروموسومز (Single Chromosomes) کے ساتھ۔
- سپنڈل فائبرز مخالف سروں سے سینٹرومیرز سے جڑتے ہیں۔

ز) اینافیز: II (Anaphase II)

- بہن کرومیٹڈز (Sister Chromatids) علیحدہ ہو کر مخالف سروں کی طرف حرکت کرتے ہیں۔
- کروموسومز وی شکل (V-Shaped) میں مخالف سروں کی طرف بڑھتے نظر آتے ہیں۔

ح) ٹیلوفیز: II (Telophase II)

- کروموسومز غیر مرکوز ہوتے ہیں اور نیوکلئیر جھلی دوبارہ بنتی ہے۔
- سائٹوکائنیسس (Cytokinesis) مکمل ہونے سے چار ہیپلوئیڈ (Haploid) بیٹیاں (Daughter Cells) بنتی ہیں، ہر ایک میں آدھے کروموسومز (Chromosomes) ہوتے ہیں۔

6.6 مشاہدات کا اندراج: (Recording Observations)

- ہر مرحلے کا خاکہ (Sketch) بنائیں تاکہ شناخت میں مدد ملے۔
- دستیاب ہونے پر موبائل کیمرے یا ڈیجیٹل خردبین (Digital Microscope) سے تصاویر لیں۔
- ہر مرحلے کے مشاہدے کی خصوصیات نوٹ کریں، خاص طور پر کروموسومی ترتیب (Chromosomal Arrangement) اور خلیاتی شکل (Cell Morphology) پر توجہ دیں۔

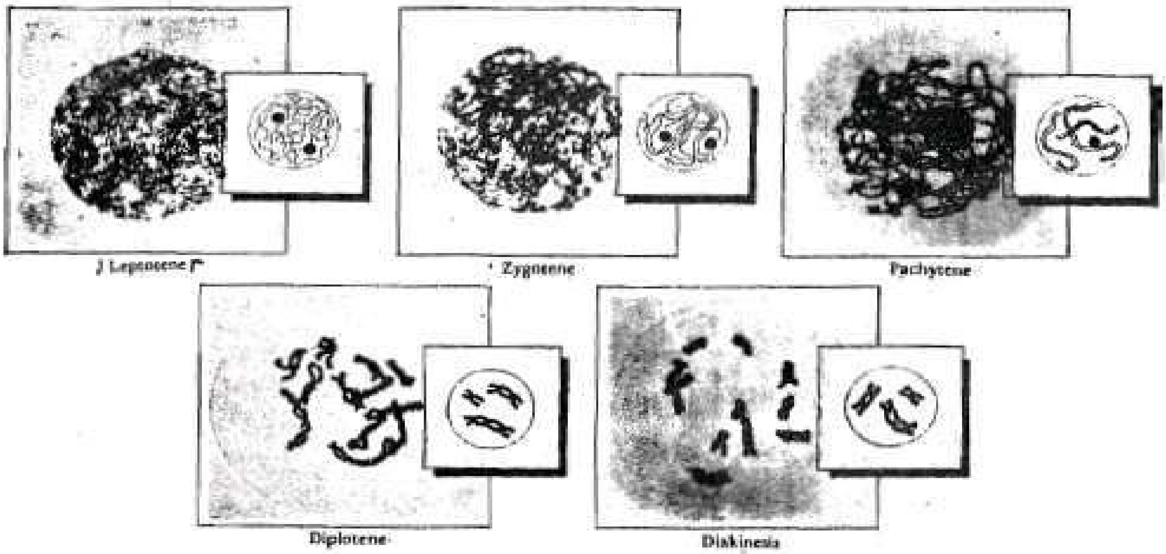
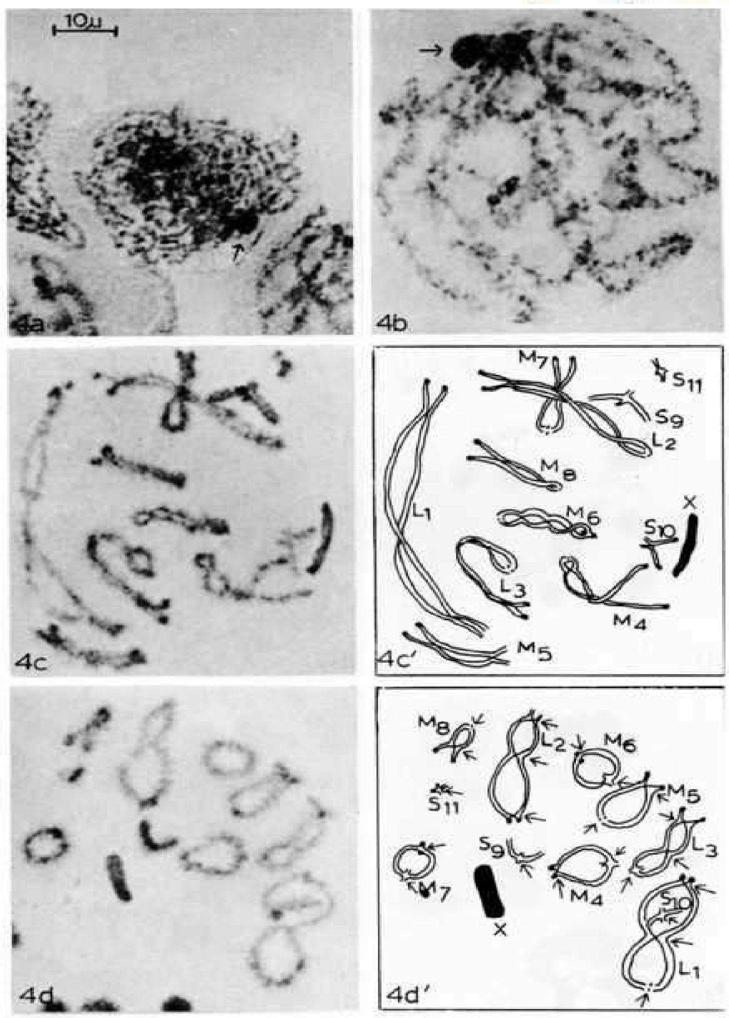


Fig. 7.2 : Stages in meiosis (Prophase I)



6.6.1 مشاہدات کا تجزیہ:(Analysis of Observations)

- مشاہدہ شدہ مراحل کا موازنہ معیاری ڈایاگرامز (Standard Diagrams) سے کریں۔
- ہر مرحلے پر موجود خلیات کی تعداد شمار کریں اور ڈیٹا کو باقاعدگی سے ریکارڈ کریں۔
- میوزس انڈیکس (Meiotic Index) کا حساب درج ذیل فارمولے سے لگائیں:

$$\text{Meiotic Index (MI)} = \frac{Number\ of\ dividing\ cells}{total\ number\ of\ cells} \times 100$$

- ہر مرحلے کی فریکوئنسی کا تجزیہ کریں تاکہ گھاس پھوس کے خصیوں میں میوزس کی مدت اور ترقی کو سمجھا جاسکے۔

اکائی 7: ٹریپان بلیو کے ذریعے خلیاتی بقاء

(Cell Viability by Trypan Blue.)

اکائی کے اجزا

7.0 تمہید(Introduction)

7.1 مقاصد(Objectives)

7.2 ٹریپان بلیو اخراج کے اصول(Principle of Trypan Blue Exclusion)

7.2.1 اہم نکات(Key Components)

7.3 مواد اور ریجنٹس(Materials and Reagents)

7.3.1 آلات(Equipment)

7.3.2 ریجنٹس(Reagents)

7.4 طریقہ کار(Procedure)

7.4.1 مرحلہ 1: خلیات کی جمع آوری اور تیاری(Cell Harvesting and Preparation)

7.4.2 مرحلہ 2: ٹریپان بلیو سے رنگ آمیزی(Staining with Trypan Blue)

7.4.3 مرحلہ 3: گنتی اور خوردبینی معائنہ(Counting and Microscopy)

7.4.4 مرحلہ 4: سیل بقا کی حساب کتاب(Calculation of Cell Viability)

7.5 مشاہدات اور نتائج(Observations and Results)

7.6 تشریح(Interpretation)

7.7 احتیاطی تدابیر(Precautions)

7.8 اطلاق(Applications)

7.9 مسائل کا حل(Troubleshooting)

7.10 نتیجہ(Conclusion)

7.11 اکتسابی نتائج(Learning Outcomes)

7.0 تمہید (Introduction)

سیل کی بقا ایک اہم پیمانہ ہے جو سیل آبادی *(cell population)* کی صحت اور فعالیت *(functionality)* کو ظاہر کرتا ہے۔
کسی نمونے *(sample)* میں زندہ خلیات *(living cells)* کی تعداد معلوم کرنا ضروری ہے تاکہ سیل کی نشوونما*(growth)*، افزائش *(proliferation)*، زہریلے اثرات *(cytotoxic effects)* اور سیل کلچر *(cell culture)* کے تجربات کی مجموعی کامیابی کا اندازہ لگایا جا سکے۔
مختلف شعبوں میں سیل کی بقا کا درست اندازہ لگانا بہت ضروری ہے، جیسے کہ:

- سیل بائیولوجی*(Cell Biology)*
- مائکروبائیولوجی*(Microbiology)*
- کینسر تحقیق*(Cancer Research)*
- ادویات کی تیاری*(Drug Development)*
- کلینیکل تشخیص*(Clinical Diagnostics)*

ٹریپان بلیو اخراج ٹیسٹ*(Trypan Blue Exclusion Test)*

سیل کی بقا کا اندازہ لگانے کے لیے سب سے زیادہ استعمال ہونے والا اور قابل اعتماد طریقہ ٹریپان بلیو اخراج ٹیسٹ *(Trypan Blue Exclusion Test)* ہے۔
یہ طریقہ اس اصول پر مبنی ہے کہ زندہ خلیات *(viable cells)* کی جھلیاں *(membranes)* صحیح حالت میں ہوتی ہیں اور کچھ رنگوں *(dyes)* کو داخل ہونے سے روکتی ہیں۔
جبکہ مردہ خلیات *(non-viable cells)* کی جھلیاں خراب یا متاثر ہو جاتی ہیں، جس کی وجہ سے رنگ آسانی سے اندر داخل ہو جاتا ہے۔
ٹریپان بلیو *(Trypan Blue)* ایک اہم داغ *(vital stain)* ہے جو منفی چارج شدہ ڈائیزوڈائی *(negatively charged diazo dye)* ہے۔ یہ زندہ خلیات کی جھلی میں داخل نہیں ہوتا لیکن مردہ خلیات میں آسانی سے داخل ہو کر انہیں نیلا رنگ دیتا ہے۔

- زندہ خلیات *(Viable Cells):* خوردبین *(microscope)* کے نیچے بے رنگ یا شفاف *(colorless or clear)* نظر آتے ہیں۔
- مردہ خلیات *(Non-Viable Cells):* نیلے رنگ *(blue stain)* کے ساتھ واضح طور پر دکھائی دیتے ہیں۔

سیل کی بقا کے ٹیسٹ کی اہمیت*(Importance of Cell Viability Testing)*

سیل کی بقا کا تجزیہ مختلف ایپلی کیشنز *(applications)* اور تحقیقی مقاصد *(research purposes)* کے لیے انتہائی اہم ہے۔

اس کی اہمیت درج ذیل شعبوں میں واضح ہوتی ہے:

1. سیل کلچر کی نگرانی:(Cell Culture Monitoring)

سیل کلچر (cell culture) کی باقاعدہ نگرانی اس بات کو یقینی بناتی ہے کہ خلیات تجربات یا پیداواری عمل (production process) کے دوران صحت مند اور قابل بقا (viable) رہیں۔ بقا میں کمی سے آلودگی (contamination) ، غیر موزوں کلچر حالات (suboptimal culture conditions) یا تجرباتی علاج (experimental treatments) کے باعث سیل کی موت کا پتہ چلتا ہے۔

2. ادویات کی جانچ اور زہریلا پن کا تجزیہ:(Drug Screening and Cytotoxicity Testing)

سیل کی بقا کے ٹیسٹ نئی ادویات یا مرکبات (compounds) کی مؤثریت (efficacy) اور زہریلے اثرات (toxicity) کا اندازہ لگانے کے لیے نہایت اہم ہیں۔ علاج کے بعد زندہ اور مردہ خلیات کا تناسب معلوم کر کے، محققین دواسازی یا علاجی ایجنٹوں (therapeutic agents) کے زہریلے امکانات (cytotoxic potential) کا تجزیہ کر سکتے ہیں۔

3. کینسر تحقیق:(Cancer Research)

اینٹی کینسر ادویات (anticancer drugs) کے اثرات کا مطالعہ کرنے کے لیے سیل کی بقا کا ٹیسٹ بہت اہم ہے۔ زندہ خلیات کی تعداد معلوم کر کے محققین کیموتھراپی ایجنٹوں (chemotherapeutic agents) کی مؤثریت کا جائزہ لے سکتے ہیں۔

4. ری جنریٹو میڈیسن اور اسٹیم سیل تحقیق:(Regenerative Medicine and Stem Cell Research)

اسٹیم سیل تحقیق (stem cell research) میں، اعلیٰ بقا (high viability) کو برقرار رکھنا اہم ہوتا ہے تاکہ کامیاب تفریق (differentiation) اور علاجی استعمال (therapeutic applications) کو یقینی بنایا جا سکے۔ بقا کے ٹیسٹ کے ذریعے اسٹیم سیل کلچر کی صحت اور استحکام (stability) کی نگرانی کی جاتی ہے۔

5. بایوپروسیسنگ اور بایوٹیکنالوجی:(Bioprocessing and Biotechnology)

بڑی پیمانے پر سیل کلچر (large-scale cell culture) میں، جیسے ویکسین کی تیاری (vaccine production) اور بایولوجکس مینوفیکچرنگ(biologics manufacturing) ، سیل کی بقا کا تجزیہ پیداوار کی بہترین کارکردگی (optimal yields)اور حتمی مصنوعات کے معیار (quality) کو یقینی بنانے کے لیے نہایت ضروری ہے۔

7.1 مقاصد (Objectives)

اس اکائی کے مطالعے بعد طلبا کو اس قابل ہونا چاہئے:

- ❖ ٹریپان بلیو (Trypan Blue) کے ذریعے سیل بقا کے تجزیوں (Cell Viability Assays) کے اصول اور اہمیت کو سمجھنا۔

- ❖ سیل معطلی (*Cell Suspension*) کو بقا کے ٹیسٹ کے لیے تیار کرنا۔
- ❖ ٹریپان بلیو اخراج تجزیہ (*Trypan Blue Exclusion Assay*) کو درستگی کے ساتھ انجام دینا۔
- ❖ ہیموسائٹو میٹر (*Hemocytometer*) کا استعمال کرتے ہوئے سیل بقا اور کل خلیات کی تعداد کا حساب لگانا۔
- ❖ نتائج کی درست تشریح اور تجزیہ کرنا۔
- ❖ مختلف جماعتوں کی مثالیں درج فہرست کر سکیں۔

7.2 ٹریپان بلیو اخراج کے اصول (Principle of Trypan Blue Exclusion)

ٹریپان بلیو اخراج ٹیسٹ (Trypan Blue Exclusion Test) سیل جھلی کی سالمیت (Cell Membrane Integrity) کے بنیادی اصول پر مبنی ہے۔ یہ زندہ خلیات (Living Cells) کی صلاحیت کا فائدہ اٹھاتا ہے کہ وہ اپنی سالم اور نیم پار گذر جھلی (Selectively Permeable Membrane) کو برقرار رکھتے ہیں، جو مخصوص رنگوں (Dyes) کے داخلے کو مؤثر طریقے سے روکتی ہے۔

ٹریپان بلیو ایک مصنوعی ڈائیزو رنگ (Synthetic Diazo Dye) ہے جو اپنی مالیکیولر خصوصیات کی وجہ سے زندہ خلیات کی جھلی میں داخل نہیں ہو سکتی۔ تاہم، جب خلیے کی جھلی کو نقصان پہنچتا ہے یا وہ خراب ہو جاتی ہے، جیسا کہ مردہ یا مرتے ہوئے خلیات میں ہوتا ہے، تو یہ رنگ آسانی سے خلیے میں داخل ہو کر نیلا رنگ دے دیتا ہے۔

7.2.1 اہم نکات (Key Components)

آیئے اصول کو بہتر طور پر سمجھنے کے لیے اس کے اہم اجزاء پر تفصیل سے بات کریں:

1. جھلی کی سالمیت (*Membrane Integrity*)

ٹریپان بلیو اخراج ٹیسٹ کا بنیادی تصور سیل جھلی کی سالمیت ہے۔ زندہ خلیات میں صحت مند اور سالم جھلی ہوتی ہے جو ایک منتخب رکاوٹ (Selective Barrier) کا کام کرتی ہے۔ یہ ضروری مالیکیولز کو گزرنے دیتی ہے جبکہ نقصان دہ مادوں، بشمول ٹریپان بلیو، کو باہر روکتی ہے۔ جھلی کی سالمیت لپڈز اور پروٹینز کے پیچیدہ بندوبست سے برقرار رہتی ہے، جو نیم پار گذر ڈھانچہ (Semi-Permeable Structure) بناتا ہے۔ جب خلیات جسمانی نقصان (Physical Damage)، کیمیائی نمائش (Chemical Exposure)، یا اپوپٹوسس - Apoptosis) پروگرامڈ خلیاتی موت (کی وجہ سے مر جاتے ہیں، تو جھلی کی سالمیت ختم ہو جاتی ہے۔ اس سے پار گمیتا (Permeability) میں تبدیلی آتی ہے، جس سے بیرونی مادے سائیٹوپلازم (Cytoplasm) میں داخل ہو سکتے ہیں۔

ٹرپان بلیو اس مظہر کا فائدہ اٹھا کر صرف ان خلیات میں داخل ہوتا ہے جن کی جھلی کو نقصان پہنچا ہو، انہیں غیر فعال (Non-Viable) کے طور پر نشان زد کرتا ہے۔

2. منتخب رنگ پذیری (*Selective Staining*)

ٹرپان بلیو ڈائی کو جب خلیاتی معطلی (Cell Suspension) میں شامل کیا جاتا ہے تو یہ خلیوں کے ساتھ ان کی جھلی کی حالت کے مطابق تعامل کرتی ہے:

- **زندہ خلیات (Viable Cells):** یہ خلیات رنگ کو خارج کر دیتے ہیں کیونکہ ان کی سالم جھلی ٹرپان بلیو کے داخلے کی اجازت نہیں دیتی۔ نتیجتاً، یہ خلیات خوردبین کے نیچے صاف، چمکدار یا بے رنگ نظر آتے ہیں۔
- **غیر فعال خلیات (Non-Viable Cells):** یہ خلیات، جن کی جھلی کو نقصان پہنچ چکا ہو، رنگ کو اندر آنے دیتے ہیں اور اندرونی اجزاء (Intracellular Components) سے جڑ کر سائیٹوپلازم (Cytoplasm) کو واضح نیلا رنگ دے دیتے ہیں۔

یہ بصری امتیاز (Visual Distinction) رنگ دار اور بے رنگ خلیوں کے درمیان فرق کو آسان اور قابل اعتماد بناتا ہے۔ خوردبین کی مدد سے دونوں قسم کے خلیات کا مشاہدہ کیا جا سکتا ہے، جس سے زندہ اور مردہ آبادیوں (Populations) کے درمیان فرق کرنا آسان ہوتا ہے۔

3. مقداری تجزیہ (*Quantitative Analysis*)

ٹرپان بلیو اخراج ٹیسٹ کا ایک اہم فائدہ یہ ہے کہ یہ سیل بقا (Cell Viability) کے مقداری ڈیٹا (Quantitative Data) فراہم کرتا ہے۔

رنگ آمیزی کے بعد، زندہ (بے رنگ) اور غیر فعال (نیلے رنگ والے) خلیات دونوں کو خوردبین کے نیچے ہیموسائٹومیٹر (Hemocytometer) کا استعمال کرتے ہوئے شمار کیا جاتا ہے۔

سیل بقا کا فیصد (Percentage of Viability) درج ذیل فارمولے سے نکالا جاتا ہے:

$$Viablity(\%) = \frac{Number\ of\ viable\ cells}{Total\ number\ of\ cell(viable + Non\ viable} \times 100$$

صحیح نتائج کے لیے، متعدد دیکھنے کے میدانوں (Fields of View) کا شمار کرنا ضروری ہے تاکہ گنتی کی غلطیوں کو کم کیا جا سکے اور شماریاتی اعتبار (Statistical Reliability) میں اضافہ ہو۔ یہ مقداری تجزیہ سیل کی صحت، کلچر کے معیار اور علاج یا ماحولیاتی عوامل کے اثرات کا اندازہ لگانے میں مدد کرتا ہے۔

7.3 مواد اور ریجنٹس (Materials and Reagents)

7.3.1 آلات (Equipment)

1. لائٹ مائکروسکوپ :(Light Microscope) رنگ دار اور بے رنگ خلیات کو دیکھنے اور شمار کرنے کے لیے۔
2. ہیموسائٹومیٹر :(Hemocytometer) سیل کی تعداد معلوم کرنے کے لیے خصوصی گنتی چیمبر۔
3. سینٹری فیوج :(Centrifuge) خلیات کو پیلیٹ (Pellet) کرنے کے لیے دوبارہ معطلی (Resuspension) کے مقصد سے۔
4. پائپیٹس (1 mL اور 10 mL): مائعات کی درست پیمائش کے لیے۔
5. گلاس سلائیڈز اور کور سلپس :(Glass Slides and Cover Slips) خوردبین کے لیے سیل معطلی تیار کرنے کے لیے۔

7.3.2 ریجنٹس (Reagents)

1. ٹریپان بلیو محلول :(Trypan Blue Solution - 0.4% w/v) زندہ اور مردہ خلیات میں فرق کرنے کے لیے بنیادی رنگ۔
2. فاسفیٹ بفرڈ سیلائن :(Phosphate-Buffered Saline - PBS) خلیات کو دھونے اور پتلا کرنے کے لیے۔
3. سیل کلچر میڈیم :(Cell Culture Medium) تیاری کے دوران سیل بقا کو برقرار رکھنے کے لیے۔
4. جراثیم سے پاک ٹیسٹ ٹیوبز :(Sterile Test Tubes) سیل معطلی تیار کرنے کے لیے۔
5. 70% ایتھنول :(70% Ethanol) صفائی اور جراثیم کشی کے لیے۔

7.4 طریقہ کار (Procedure)

7.4.1 مرحلہ 1: خلیات کی جمع آوری اور تیاری (Cell Harvesting and Preparation)

1. ***خلیات کا حصول:(Cell Collection)***
- کلچر فلاسک یا پلیٹ سے سیل معطلی حاصل کریں۔
- اسے جراثیم سے پاک سینٹری فیوج ٹیوب میں منتقل کریں۔

2. **سینٹری فیوگیشن:(Centrifugation)**

- 1,000 rpm پر 5 منٹ کے لیے سینٹری فیوج کریں تا کہ خلیات پیلیٹ ہو جائیں۔
- سپر نٹننٹ (Supernatant) کو احتیاط سے ہٹا دیں، پیلیٹ کو متاثر کیے بغیر۔

3. **دوبارہ معطلی:(Resuspension)**

- پیلیٹ کو 1 mL PBS یا تازہ میڈیم میں دوبارہ معطل کریں تا کہ یکساں سیل معطلی حاصل ہو۔

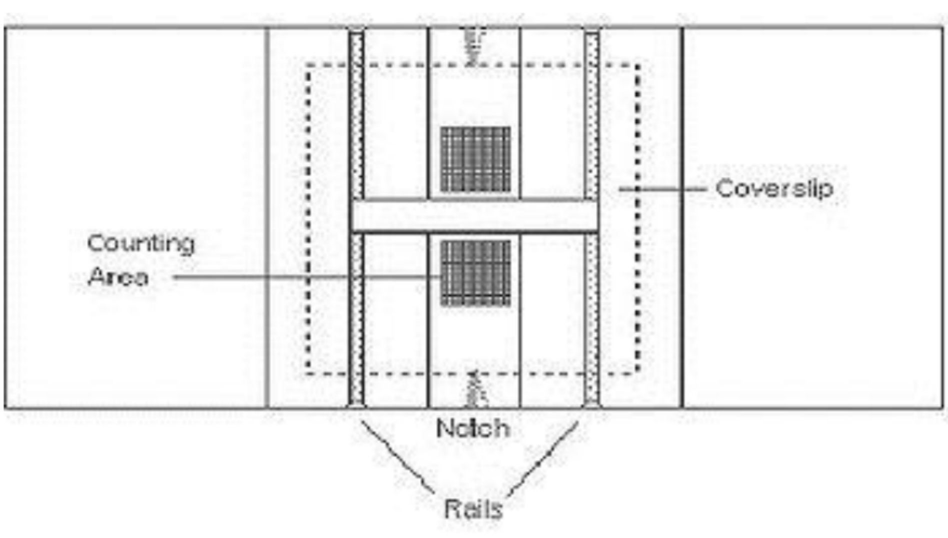
7.4.2 مرحلہ 2: ٹریپان بلیو سے رنگ آمیزی (Staining with Trypan Blue)

1. پتلا کرنا: *(Dilution)*

- 50 µL سیل معطلی کو 50 µL 0.4٪ ٹریپان بلیو کے ساتھ مائیکرو سینٹری فیوج ٹیوب میں ملا دیں۔
- بلبلے بنائے بغیر آہستہ سے پائپٹنگ کریں۔
- آمیزہ کو کمرے کے درجہ حرارت پر 2-3 منٹ کے لیے چھوڑ دیں۔

2. **ہیموسائٹومیٹر میں لوڈ کرنا:(Loading the Hemocytometer)**

- ہیموسائٹومیٹر اور کور سلپ کو ایتھنول سے صاف کریں۔
- رنگ دار سیل معطلی کے 10 µL کو ہیموسائٹومیٹر چیمبر میں کور سلپ کے کنارے سے آہستگی سے ڈالیں۔
- مشاہدے سے پہلے خلیات کو ایک منٹ کے لیے بیٹھنے دیں۔



7.4.3 مرحلہ 3: گنتی اور خوردبینی معائنہ (Counting and Microscopy)

1. **مائیکروسکوپ کی ترتیب:(Microscope Setup)**

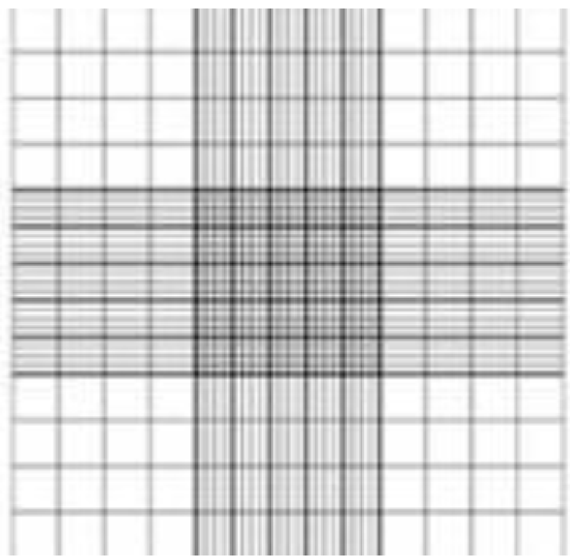
- مائیکروسکوپ کو 10x یا 20x میگنیفکیشن پر سیٹ کریں۔

- گرڈ اور خلیات کو واضح طور پر دیکھنے کے لیے فوکس کو ایڈجسٹ کریں۔

2. **خلیات کی گنتی:(Counting Cells)**

- ہیموسائٹومیٹر کے چار کونے والے خانوں میں زندہ (بے رنگ) اور غیر فعال (نیلا رنگ) خلیات کی گنتی کریں۔
- زیادہ درستگی کے لیے مرکزی خانے میں بھی گنتی کریں۔
- زندہ اور غیر فعال خلیات کی تعداد علیحدہ ریکارڈ کریں۔

ہیمی سائٹو میٹر *(Hemacytometer)* کو لائٹ مائیکروسکوپ *(Light Microscope)* کے اسٹیج پر رکھیں اور خلیات *(Cells)* پر فوکس کریں۔ ہیمی سائٹو میٹر کے ہر طرف متعدد بڑے مربع خانے ہوتے ہیں۔ ہر کونے میں موجود بڑے مربع خانے میں تمام خلیات (واضح اور نیلے) کو گنیں (نیچے دیے گئے خاکے میں سفید علاقوں کو دیکھیں)۔ ہر بڑے مربع خانے میں 16 چھوٹے مربع خانے ہوتے ہیں۔ ہر بڑے مربع خانے میں صرف دو اطراف کی سرحدی لائنوں پر موجود خلیات کو بھی شمار کریں۔ نیلے خلیات کی تعداد کو علیحدہ سے نوٹ کریں کیونکہ یہ غیر فعال *(Non-Viable)* خلیات ہیں۔



7.4.4 مرحلہ 4: سیل بقا کی حساب کتاب(Calculation of Cell Viability)

1. سیل بقا کی فیصد:(Viability Percentage)

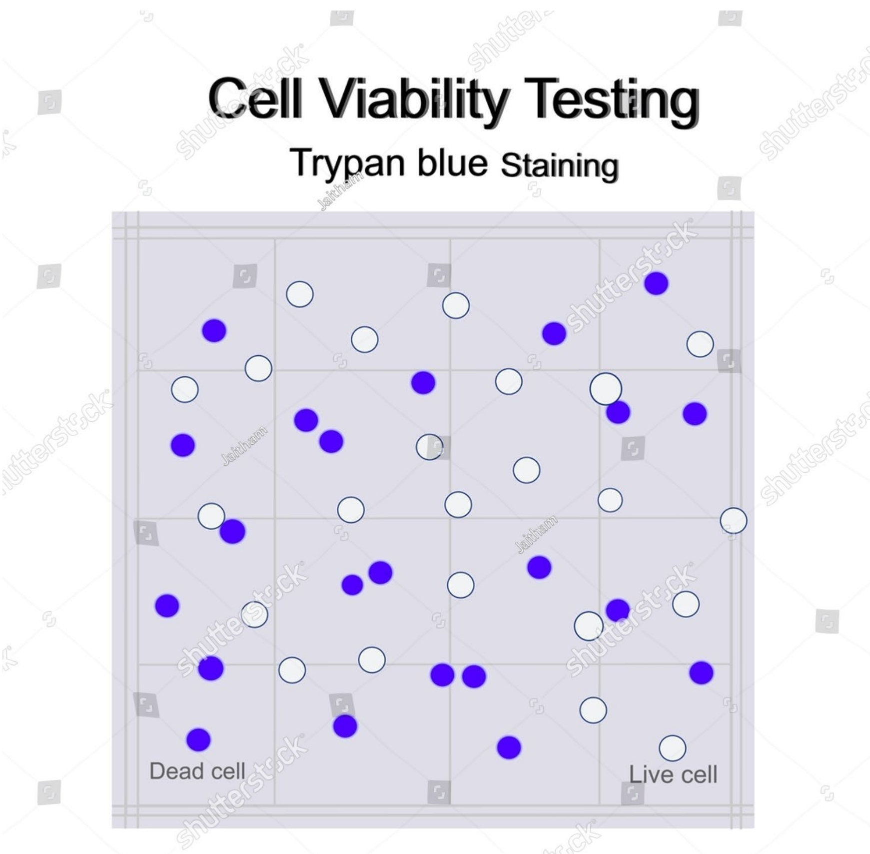
$$Viablity(\%) = \frac{Number\ of\ viable\ cells}{Total\ number\ of\ cell(viable + Non\ viable} \times 100$$

2. کل سیل ارتکاز:(Total Cell Concentration)

$$Cell\ Concentration\ (cells/mL) = \frac{Avergae\ count \times Dilution\ Factor \times 10^4}{Number\ of\ Quadrant\ counted}$$

7.5 مشاہدات اور نتائج (Observations and Results)

سیل کی قسم (Cell Type)	خلیات کی تعداد (Number of Cells)	فیصد (Percentage)
زندہ خلیات (Viable Cells)	150	75
غیر فعال خلیات (Non-Viable Cells)	50	25
کل خلیات (Total Cells)	200	100



Parameter	Observation
Viable Cells (Clear)	__________
Non-Viable Cells (Blue)	__________
Total Cells Counted	__________
Viability Percentage	__________ ٪
Cell Concentration	__________ cells/mL

7.6 تشریح (Interpretation)

- 80٪ سے زیادہ بقا: صحت مند کلچر کی نشاندہی کرتی ہے۔
- 50٪ سے کم بقا: ناقص کلچر یا زہریلے اثرات کی علامت ہے۔
- باقاعدہ نگرانی: سیل کی صحت کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہے۔

7.7 احتیاطی تدابیر (Precautions)

1. خلیات اور ریجنٹس کو جراثیم سے پاک حالت میں سنبھالیں تاکہ آلودگی سے بچا جا سکے۔
2. درست نتائج کے لیے تازہ تیار کردہ ٹریپان بلیو محلول استعمال کریں۔
3. خوردبینی گنتی کے لیے مائیکروسکوپ کی درست کیلیبریشن یقینی بنائیں۔
4. حیاتیاتی فضلہ کو لیبارٹری حفاظتی ہدایات کے مطابق ٹھکانے لگائیں۔

7.8 اطلاق (Applications)

1. سیل کلچر مانیٹرنگ (Cell Culture Monitoring): تحقیق اور طبی لیبارٹریوں میں سیل صحت اور افزائش کا تجزیہ۔
2. زہریلا تجزیہ (Toxicity Testing): دوائیوں اور کیمیکلز کے اثرات کا تجزیہ۔
3. بایومیڈیکل ریسرچ (Biomedical Research): تجرباتی علاج کے اثرات پر تحقیق۔

4. کینسر کے مطالعے :(Cancer Studies) اینٹی کینسر علاج کی مؤثریت کا تجزیہ۔

7.9 مسائل کا حل(Troubleshooting)

مسئلہ(Problem)	ممکنہ وجہ(Possible Cause)	حل(Solution)
ہلکی رنگت (Faint Staining)	ڈائی کی ناکافی مقدار(Insufficient Dye)	تازہ ٹریپان بلیو محلول استعمال کریں۔
خلیات کا جڑ جانا (Clumped Cells)	معطلی میں کمی (Improper Resuspension)	یکساں معطلی کے لیے آہستگی سے پائپٹنگ کریں۔

7.10 نتیجہ(Conclusion)

ٹریپان بلیو اخراج ٹیسٹ سیل بقا کا اندازہ لگانے کے لیے ایک لازمی تکنیک ہے۔ مختلف شعبوں جیسے طبی تحقیق، زہریلا تجزیہ، اور سیل کلچر کی دیکھ بھال میں اس کے استعمال کو سمجھنا نہایت اہم ہے۔ صحیح طریقہ کار اور بہترین مشقوں پر عمل کر کے، طلباء اور محققین درست اور قابل اعتماد نتائج حاصل کر سکتے ہیں، جو خلیاتی حرکیات اور بقا کے جائزے کے بارے میں گہری بصیرت فراہم کرتے ہیں۔

7.11 اکتسابی نتائج (Learning Outcomes)

اس اکائی کا مطالعہ کرنے کے بعد طلباء وضاحت نہیں کر سکیں گے:

- انسانوں، جانوروں اور ماحولیات کے فائدے کے لیے مویشیوں کا پائیدار اور موثر انتظام
- جانوروں کی بہبود میں اضافہ
- پائیدار زراعت کا فروغ
- اہم جانوروں کا جینیاتی تحفظ
- بیماری کی روک تھام اور انتظام

7.12 نمونہ امتحانی سوالات (Model Examination Questions)

1. ٹرائی پین بلیو ایکسکلوژن ٹیسٹ کے اصول کو مختصر طور پر بیان کریں۔
2. ہیماسیٹومیٹر کا استعمال کرتے ہوئے خلیاتی بقا(cell viability) کی پیمائش کا طریقہ کار کیا ہے؟
3. ٹرائی پین بلیو رنگت کی مدد سے زندہ اور مردہ خلیات کے درمیان فرق کیسے کیا جاتا ہے؟
4. خلیاتی بقا کا تناسب معلوم کرنے کے لیے استعمال ہونے والا فارمولہ کیا ہے؟
5. ٹرائی پین بلیو ایکسکلوژن ٹیسٹ کے دوران درپیش ممکنہ مسائل اور ان کے حل کیا ہیں؟

اکائی 8: کرومیٹن ماڈل

(Chromatin Model)

اکائی کے اجزا

8.0 تمہید(Introduction)

8.1 مقاصد(Objectives)

8.2 درکار مواد(Materials Required)

8.3 طریقہ کار(Procedure)

8.4 مشاہدات اور نتائج(Observations and Results)

8.5 احتیاطی تدابیر(Precautions)

8.6 نتیجہ(Conclusion)

8.7 تجویز کردہ اکتسابی مواد(Suggested Learning Materials)

8.0 تمہید (Introduction)

کرومیٹن (*Chromatin*) یوکریوٹک (*Eukaryotic*) خلیات کے نیوکلئیس (*Nucleus*) میں موجود ایک بنیادی جزو ہے، جو ڈی این اے(*DNA*) کو منظم اور سکیڑ کر محفوظ رکھنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔ یہ ڈی این اے مالیکیولز پر مشتمل ہوتا ہے جو ہسٹون پروٹینز (*Histone Proteins*) کے گرد سختی سے لپٹے ہوتے ہیں، جس سے "نیوکلیوسوم"(*Nucleosome*) نامی موتیوں جیسی ساخت بنتی ہے۔ کرومیٹن کی یہ منظم پیکنگ نہ صرف نیوکلئیس میں ڈی این اے کو مؤثر طریقے سے ذخیرہ کرتی ہے بلکہ جین کے اظہار (*Gene Expression*)، نقل(*Replication*)، اور خلیاتی تقسیم(*Cell Division*) کو بھی منظم کرتی ہے۔

کرومیٹن دو مختلف اقسام میں پایا جاتا ہے: یوکرومیٹن (*Euchromatin*) اور ہیٹروکرومیٹن (*Heterochromatin*)۔ یوکرومیٹن کم سکیڑا ہوا اور جینیاتی طور پر سرگرم(*Transcriptionally Active*) ہوتا ہے، جس میں جینی اظہار کی اجازت ہوتی ہے۔ اس کے برعکس، ہیٹروکرومیٹن زیادہ کثیف(*Condensed*) اور جینیاتی طور پر غیر فعال(*Transcriptionally Inactive*) ہوتا ہے، جو ساختی مدد فراہم کرتا ہے اور جینوم(*Genome*) کی سالمیت کی حفاظت کرتا ہے۔ یوکرومیٹن اور ہیٹروکرومیٹن کے درمیان حرکی تبدیلی (*Dynamic Transition*) خلیاتی افعال اور جینیاتی سرگرمیوں کے ضابطے کے لیے اہم ہے۔

کرومیٹن کی تنظیم کا سب سے اہم پہلو نیوکلئیسوم کی تشکیل ہے۔ ایک نیوکلئیسوم تقریباً 147 بنیادی جوڑوں (*Base Pairs*) پر مشتمل ہوتا ہے، جو ہسٹون آکٹامر (*Histone Octamer*) کے گرد لپٹے ہوتے ہیں۔ یہ آکٹامر ہسٹون پروٹینز *H2A*، *H2B*، *H3*، اور *H4* کے دو دو مالیکیولز پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان نیوکلئیسومز کو "لنکر ڈی این اے" (*Linker DNA*) اور ہسٹون *H1* کے ساتھ جوڑا جاتا ہے، جس سے "موتیوں کی لڑی" (*Beads-on-a-String*) جیسی ساخت بنتی ہے۔ جیسے جیسے کرومیٹن زیادہ کمپیکٹ ہوتا جاتا ہے، یہ 30*nm* فائبر اور بالآخر اعلیٰ ترتیب والی ساختیں (*Higher-Order Structures*) بناتا ہے، جو کروموسومل تنظیم (*Chromosomal Organization*) اور خلیاتی تقسیم کے دوران علیحدگی کو آسان بناتا ہے۔

کرومیٹن کی ساخت کی حرکی نوعیت کو ہسٹون ترمیمات (*Histone Modifications*) جیسے ایسیٹائلیشن (*Acetylation*)، میتھائلیشن (*Methylation*)، اور فاسفوریلیشن (*Phosphorylation*) اور کرومیٹن ری ماڈلنگ (*Chromatin Remodeling*) کے ذریعے منظم کیا جاتا ہے۔ یہ ترامیم کرومیٹن کے کثیف ہونے اور جینی رسائی (*Gene Accessibility*) کو متاثر کرتی ہیں، اس طرح خلیاتی تفریق (*Cellular Differentiation*) اور ماحولیاتی محرکات (*Environmental Stimuli*) کے رد عمل میں اہم کردار ادا کرتی ہیں۔

اس تجربہ گاہی مشق میں، ہم ایک کرومیٹن ماڈل تیار کریں گے تاکہ ڈی این اے اور ہسٹون پروٹینز کے مابین نیوکلئیسوم اور اعلیٰ ترتیب والی کرومیٹن ساختوں کی جگہ بندی کو دیکھ سکیں اور سمجھ سکیں۔ ماڈل کی تیاری طلباء کو یہ سمجھنے میں مدد دے گی کہ کرومیٹن تنظیم جینی اظہار اور خلیاتی سرگرمیوں کو کیسے متاثر کرتی ہے۔ عملی نقطہ نظر کے ذریعے، طلباء کرومیٹن کے حرکی پہلوؤں کا عملی علم حاصل کریں گے اور کرومیٹن کی کمپیکشن (*Compaction*) اور جینی رسائی کے درمیان پیچیدہ توازن کی اہمیت کو سراہیں گے۔

مزید بر آں، یہ تجربہ طلباء میں تنقیدی سوچ (*Critical Thinking*) اور کرومیٹن کے ساختی پہلوؤں اور جینیاتی معلومات کے ضابطے میں اس کے عملی مضمرات کے بارے میں تصورات کی وضاحت کو فروغ دے گا۔ کرومیٹن ماڈل کی بصری تخلیق اور جوڑ توڑ کے ذریعے، طلباء یہ جان سکیں گے کہ کرومیٹن کی ساخت خلیاتی عمل، جیسے ڈی این اے نقل (*DNA Replication*)، ٹرانسکرپشن (*Transcription*)، مرمت (*Repair*)، اور کروموسومل علیحدگی (*Chromosomal Segregation*) کو کس طرح متاثر کرتی ہے۔

8.1 مقاصد (Objectives)

اس لیب تجربے کے اختتام پر، آپ درج ذیل چیزوں کو سمجھنے کے قابل ہوں گے:

- کرومیٹن تنظیم کی نمائندگی کرنے والا تین جہتی ماڈل تیار کرنا۔
- کرومیٹن کی ساختی ترتیب کو نیوکلئوسوم سے لے کر اعلیٰ ترتیب تک واضح طور پر بیان کرنا۔
- کرومیٹن کی کمپیکشن (Compaction) اور تنظیم کی عملی اہمیت کو سمجھنا۔
- کرومیٹن ساخت کو جین کے اظہار (Gene Expression) اور ضابطے (Regulation) کے ساتھ منسلک کرنا۔

❖ ماڈل تعمیر اور سائنسی بصری کاری (Scientific Visualization) کی مہارتیں تیار کرنا۔

8.2 درکار مواد(Materials Required)

- لچکدار تاریں - (Flexible Wires) ڈی این اے کی نمائندگی کے لیے
- موتیاں - (Beads) ہسٹون پروٹینز کی نمائندگی کے لیے
- مختلف سائز کے جھاگ کے گیندے - (Foam Balls) نیوکلئوسوم کے لیے
- چپکنے والا گوند (Adhesive Glue) اور ٹیپ
- قینچی اور کٹرز(Scissors and Cutters)
- رنگین دھاگے یا ربنز - (Colored Threads or Ribbons) یوکرومیٹن اور ہیٹروکرومیٹن کو فرق کرنے کے لیے
- ماڈلنگ مٹی(Modeling Clay)
- پیمائش کے لیے فیتہ اور پیمائش کا پیمانہ(Ruler and Measuring Tape)
- مارکر اور لیبلز(Markers and Labels)
- ماڈل پیش کرنے کے لیے ڈسپلے بورڈ(Display Board)

8.3 طریقہ کار(Procedure)

A)نیوکلئوسوم اسمبلی(Nucleosome Assembly)

1. ڈی این اے کی نمائندگی کے لیے تقریباً50 سینٹی میٹر لمبائی کا لچکدار تار لیں۔ ایسا تار منتخب کریں جو لچکدار اور مضبوط ہو۔
2. تار کے ساتھ یکساں سائز کی موتیاں وقفے وقفے سے پروئیں تاکہ ہسٹون پروٹینز کی نمائندگی ہو۔
3. ہر موتی کے مجموعے کے ارد گرد جھاگ کے گیندے لپیٹیں تاکہ نیوکلئوسوم کی نمائندگی ہو۔
4. گوند کا استعمال کر کے موتیوں اور جھاگ کے گیندوں کو محفوظ کریں تاکہ ساخت برقرار رہے۔
5. یوکرومیٹن اور ہیٹروکرومیٹن کی نمائندگی کے لیے ہلکے اور گہرے رنگ کے دھاگے استعمال کریں۔

B)کرومیٹن فائبر کی تشکیل(Chromatin Fiber Formation)

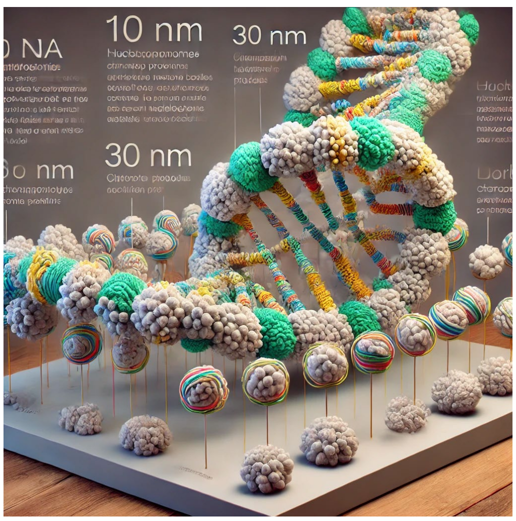
1. تار اور موتیوں کی اسمبلی کو10 این ایم کرومیٹن فائبر بنانے کے لیے لپیٹیں۔
2. فائبر کو مزید موڑ کر30 این ایم کرومیٹن فائبر بنائیں۔
3. ماڈل کی مضبوطی کے لیے ماڈلنگ مٹی سے سہارا دیں۔
4. ماڈل کے سروں کو گوند کے ساتھ مضبوط کریں۔

(C) اعلیٰ ترتیب والی تہہ بندی (Higher-Order Folding)

1. کرومیٹن لوپس کی نمائندگی کے لیے بڑے جھاگ کے گیندے استعمال کریں اور انہیں گلاب نما ساخت میں ترتیب دیں۔
2. کئی گلابوں کو جوڑ کر کروموسوم جیسا ماڈل بنائیں۔
3. مختلف ساختی اجزاء کو واضح کرنے کے لیے ماڈل پر مارکر اور لیبل استعمال کریں۔

8.4 مشاہدات اور نتائج (Observations and Results)

- کرومیٹن کے مختلف ترتیب والے مراحل کو احتیاط سے دیکھیں اور نوٹ کریں۔
- ماڈل کی تصاویر لیں یا تفصیلی ڈایاگرام بنائیں۔
- یوکرومیٹن اور ہیٹروکرومیٹن کے فرق کو بیان کریں۔
- کرومیٹن تنظیم کی حیاتیاتی اہمیت (Biological Significance) پر تجزیہ کریں۔



8.5 احتیاطی تدابیر (Precautions)

- تیز دھار اوزاروں کو احتیاط سے استعمال کریں۔
- چپکنے والے مواد کے ساتھ اچھی ہوا داری والے علاقے میں کام کریں۔
- گوند کے خشک ہونے کے بعد ماڈل کو سنبھالیں۔
- ماڈل کو ہلکے وزن کے مواد سے بنائیں تاکہ پیشکش کے دوران نہ گرے۔
- ہر ساختی حصے کو واضح طور پر نشان زد کریں۔

8.6 نتیجہ (Conclusion)

کروميٹن ماڈل کی تیاری سرگرمی کروميٹن کے تنظیمی اور کمپیکشن کے اصولوں کو سمجھنے میں مدد دیتی ہے۔ اس ماڈل کی تیاری سے طلباء کو ڈی این اے کی تہہ بندی اور کروموسوم کی تشکیل کے بارے میں عملی بصیرت حاصل ہوتی ہے۔ یہ عملی تجربہ نظریاتی تصورات کو مضبوط بناتا ہے اور کروميٹن ساخت اور جین کے ضابطے کے درمیان تعلق کو بصری طور پر ظاہر کرتا ہے۔

مولانا آزاد نیشنل اردو یونیورسٹی

Maulana Azad National Urdu University

B.Sc. Semester Examination, Nov./Dec. 20XX

Practical Exam

Subject: Cell Biology-2

Total Marks: 10 Time: 2 Hours

1. پیاز کی جڑ کے سرے (Onion Root Tip) کی عارضی سلائیڈ تیار کریں اور خردبین کے نیچے مائیٹوسس (Mitosis) کے مختلف مراحل کا مشاہدہ کریں۔ دیکھے گئے تین مراحل کی تصویریں بنائیں اور درست طور پر لیبل لگائیں۔ (3 نمبر)
2. پھول کی کلی (Flower Bud) یا ٹڈی کے خصیے (Grasshopper Testis) سے میوسس (Meiosis) کے مراحل کا مشاہدہ کرنے کے لیے سلائیڈ تیار کریں۔ کم از کم دو نمایاں مراحل کی نشاندہی کریں اور لیبل شدہ تصویریں بنائیں۔ (3 نمبر)
3. خلیاتی حیات کی جانچ کے لیے ٹرائپان بلیو ایکسکلوژن ٹیسٹ (Trypan Blue Exclusion Test) انجام دیں۔ زندہ (Viable) اور مردہ (Non-viable) خلیات کی تعداد نوٹ کریں اور زندہ خلیات کی فیصد (Percentage of Living Cells) معلوم کریں۔ (2 نمبر)
4. ویوا ووچے (Viva Voce) اور عملی ریکارڈ (Practical Record): (2 نمبر)