1 - 1 تمهيد للكيمياء الحياتية

يبحث علم الكيمياء الحياتية في الصفات الكيميائية والفيزيائية لمكونات الخلية والمعالم العامة للأنظمة الحياتية التي تمارسها هذه المكونات، إضافة إلى ذلك فالكيمياء الحياتية تفسر بصورة دقيقة ماهية هذه النظم في الخلية.

قدمت الكيمياء الحياتية إلى الجنس البشري الكثير من الإنجازات، فقد ساعدت في توضيح عمل الأدوية، وساهمت في تشخيص وعلاج الكثير من الأمراض، وقدمت الطرق التي يمكن تطبيقها لقياس الكثير من المركبات الموجودة في الجسم الحي.

إن عمر الكيمياء الحياتية يتجاوز القرن من الزمن وله تخصصات مختلفة، بعضها يتعلق بدراسة التركيب الكيميائي للمواد التي تتكون منها الكائنات الحية النباتية وتسمى بالكيمياء الحياتية النباتية، والبعض الآخر يتعلق بالخلية الحيوانية ويسمى الاختصاص هذا بالكيمياء الحياتية الحيوانية، وإذا كانت الخلية البشرية هي المقصودة سواء كانت طبيعية أم مرضية فيسمى الاختصاص بالكيمياء السريرية، ويتعلق التخصص المسمى بالكيمياء الحياتية المجهرية بالأحياء المجهرية وتكوينها الكيميائي. وقد توسعت الكيمياء الحياتية فأصبحت تشمل الكيمياء الحياتية الفيزيائية والكيمياء الحياتية العضوية والكيمياء الحياتية اللاعضوية وكذلك كيمياء التغذية، وأصبحت له تطبيقات مختلفة كالتي تتعلق بكيمياء الألبان والصناعات الغذائية، وساهم هذا العلم في صناعة الألبان والورق والأنسجة والجلود .... الخ.

1 - 2 الملامح العامة لعلم الأحياء

يختص علم الأحياء بدراسة أشكال الحياة وصفاتها وقوانينها متضمنة الكائنات الحية ابتداء من الرواشح الابتدائية إلى الإنسان الذي يعتبر أرقى المخلوقات وأكثرها ذكاء.

تفرع هذا العلم إلى فروع عديدة ذات اختصاصات مختلفة منها علم الحيوان، وعلم النبات، وعلم الوراثة، وعلم الأجنة، وعلم المورفولوجيا، وعلم الفسلجة، وعلم الخلية، كما أن الكيمياء الحياتية قد تعتبر في رأي البعض أحد فروع علم الأحياء وخاصة تلك المتعلقة بوظائف الخلية.

يعبر علم الأحياء عن المواد الحية بجميع أشكالها وظواهرها، وكذلك عن نشأة الحياة، وهل هي ذاتية أم من مواد غير حية. وقد لاحظ «انتوني فان يولنهوب» أن اكتشاف أعداد هائلة من المخلوقات الحية الدقيقة عند فحصه قطرة ماء بواسطة المجهر، أدى إلى أن يطرح «باستور» فكرة نشوء الحياة تحت الظروف الحالية في الكرة الأرضية، وفي نهاية القرن التاسع عشر تم الاتفاق على أن الحياة تنشأ من كائن حي تحت هذه الظروف.

1 - 3 الملامح الكيميائية للكائنات الحية

كيمياء الحياة ونشاة الكيمياء الحياتية :

يعتبر القرن التاسع عشر بدء كيمياء الحياة والذي سمي بالكيمياء الحياتية حين توصل «ليبك» إلى التركيب الكيميائي للنباتات، وتمكن «فوهللر» من صنع اليوريا من سيانات الأمونيوم سنة 1828 والذي قضى على الفكرة السائدة في ذلك الحين بأن النواتج الحيوانية تصنع فقط بواسطة حيوية الكائنات، وتمكن «بخلر» من تحضير مستخلص خال من الخلية له القابلية على تخمر السكر وبدوره مهد الطريق إلى مفهوم عمل الإنزيمات.

بدأت الكيمياء الحياتية الحديثة بمساعدة الرواد أمثال «ستانلي» الذي درس التركيب الكيميائي للفيروس والمتمثل بالبروتينات النووية، و«لوب» الذي درس الصفات الغروية للبروتينات، وبحوث «مايوهوف» المتعلقة بحامض اللاكتيك الناتج من الفعاليات الحياتية والتي أدت إلى توضيح العلاقة بين التفاعلات الكيميائية والفعاليات الوظيفية.

البناء الكيميائي للخلايا :

يمكن متابعة البناء الكيميائي للخلايا من مستويات متعددة :

أ ـ العناصر المكونة للجزيئات الحياتية.

ب ـ الجزيئات الحياتية الصغيرة والعملاقة (العيانية).

أ ـ العناصر المكونة للجزيئات الحياتية : تدخل جميع العناصر الموجودة في الجدول

الدوري لمندليف في تركيب الكائن الحي حيث يشكل كل من الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والنتروجين 96 % من العناصر الموجودة في الخلية، بينما تبلغ نسبة كل من الكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت 30%. ويشكل الحديد والصوديوم والكلور 1% من هذه النسبة، وهناك كميات ضئيلة جداً من عناصر اليود والمغنيسيوم والنحاس والمنغنيز والكوبلت والبورون والزنك والفلور والمولبيدنوم والسلنيوم.

ب ـ الجزيئات الحياتية الصغيرة والعملاقة :

تتكون بصورة رئيسية من ثلاثة أنواع :

1- المواد العضوية 8 - 25 %.

2- المواد غير العضوية 2 - 5 %.

3- الماء 70 - 90 %.

وتختلف الخلايا عن بعضها بصورة رئيسية كيميائياً وفق طبيعة وكمية المركبات الكيميائية، وطبيعة التفاعلات التي تطرأ بين محتوياتها، وسرعة تلك التفاعلات.

أما المواد العضوية الرئيسية للخلايا فتشمل :

أ – الكاربوهيدرات.

ب ـ الدهون.

ج ـ البروتينات.

د ـ الإنزيمات.

هـ ـ الفيتامينات.

و ـ الهورمونات.

1 - 4 تعريف وطبيعة الكيمياء الحياتية

يتضمن علم الكيمياء الحياتية دراسة التركيب الكيميائي للخلية الحية والتفاعلات التي تحدث في داخلها، ويتميز بكونه مركز اتصال كل من علم الأحياء والكيمياء والفيزياء وعلوم الطب، وعلى أثر هذه العلاقة ظهرت علوم جديدة مثل الفيزياء الحياتية، وعلم الأحياء الجزيئي، وغيرها.

يقسم علم الكيمياء الحياتية إلى اختصاصات مختلفة تعتمد على طريقة التقسيم فمنها أسلوب الدراسة ونوع الكائن الحي وكذلك طبيعته.

1 - 4 - 1 أسلوب الدراسة :

1 ـ الكيمياء الحياتية الوصفية Descriptive Biochemistry : ويتضمن دراسة وصفية لمكونات الخلية الكيميائية.

2 ـ الكيمياء الحياتية الديناميكية Dynamic Biochenistry : وتعنى بدراسة التفاعلات الكيميائية التي تحدث في داخل الخلية الحية.

1 - 4 - 2 نوع الكائن الحي :

1 - **الكيمياء الحياتية النباتية** : تتضمن دراسة صفات المملكة النباتية كيميائياً كعملية التركيب الضوئي، والمحتوى الكيميائي للنباتات، والصفات الطاقية للتفاعلات التي تحدث في الخلية النباتية.

2 - **الكيمياء الحياتية الحيوانية** : يتضمن هذا الاختصاص المحتوى الكيميائي للخلية الحيوانية، وكذلك التفاعلات الكيميائية التي تحدث في هذا النوع من الخلايا.

3 - **الكيمياء الحياتية المجهرية** : تتميز الكيمياء الحياتية المجهرية بقدرتها على دراسة الكائنات البسيطة ذات الخلية الواحدة، وقد تم الاستفادة من ذلك في معرفة المحتوى الكيميائي لهذه الكائنات، والتفاعلات الكيميائية التي تحدث فيها، والمواد التي تفرزها، وبالتالي سهلت معرفة الطريقة التي تسبب بها البكتيريا المرضية المرض مثلاً وكذلك الفيروسات، إضافة إلى القدرة الكيميائية للعديد من الخمائر على إنتاج الكحولات.

4 - **الكيمياء الحياتية المقارنة** : تشمل العلاقات الكيميائية بين مختلف الأشكال الحياتية ذات الخلية بدائية النواة صعوداً إلى الخلية حقيقية النواة.

1 - 4 - 3 طبيعة الكائن الحي البشري :

الكيمياء الحياتية السريرية

وتمثل العلم التطبيقي للكيمياء الحياتية وتشمل : المتغيرات الكيميائية عند المرضى، وكذلك في الحالة الطبيعية.

1 - 5 الكيمياء الحياتية وعلم الكيمياء :

تهدف الكيمياء الحياتية كما ذكرنا إلى متابعة الخواص الكيميائية للمركبات العضوية واللاعضوية والتفاعلات التي تتعرض لها آخذين بنظر الاعتبار تطبيقات علم الكيمياء من النواحي العديدة التي يتميز بها، والفروع العديدة التي تعطي الشخصية المتميزة لهذا العلم.

استطاع العديد من الباحثين المختصين بفروع الكيمياء المتعددة التعرض إلى مركبات الخلية، ودراسة صفاتها الفيزيائية والتركيبية، والولوج إلى طبيعة التفاعلات الكيميائية التي تحدث في الخلية حسب طبيعة هذه الدراسات التي تتطلب بحوثاً عديدة ودراسات متميزة تتطرق إلى طبيعة الجزيئات والذرات من الناحية البنائية، وكذلك الأواصر التي تساهم في توصيف الجزيئات الحياتية الصغيرة منها والعيانية.

وعلى سبيل المثال، هناك مركبات عضوية ذات أهمية حياتية مثل الكحولات المثيلية منها التي تسبب العمى والموت، والأثيلية التي تتكون نتيجة تخمر السكر والذي سمي قديماً باسم كحول الحبوب والايسوبروبيك الذي يستعمل عادة للتدليك، والكليسرول الذي له أهمية غذائية وصناعية حيث يضاف أحياناً للأطعمة والتبغ ومستحضرات التجميل، أما الأحماض الكاربوكسيلية ومشتقاتها فهي مهمة جداً في الخلايا والعمليات الحياتية، وكذلك الهيدريد الحامض، والاستر، والأميدات، والأسترات الفينولية.

أما الأمينات فتأثيراتها متعددة منها وظيفية، وأخرى نفسية كالأدرينالين والنورادرينالين حيث تفرزهما قشرة الغدة الأدرينالية ويؤثران على نقل الاستجابات العصبية، ويعتبر الأمفيتامين منشطاً قوياً، ويسبب الميسكالين الهلوسة.

العناصر الكيميائية التي تشكل الحياة :

Periodic Table of Biologically Important Elements																	
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
					Mo								Sn			I	

الحياة على العموم مؤسسة من الهيدروجين وعناصر الدورة الثانية من الجدول الدوري. والمحتوى الاغلب هو الكاربون والنيتروجين والاوكسجين و الهيدروجين . والتي تكون معظم العضيات الحيوية متكونة منها .

أولا، لوحظ أن الكاربون , هيدروجين , اوكسجين والنيتروجين هب من اصغر العناصر التي لها القدرة على تشكيل 1 او 2 او 3 او 4 اواصر على التوالي . ان الصغر له اهمية لان هذا يعني انها يمكن ان تشكل اقوى الاواصر التساهمية الاكثر استقرارا . لذلك هذه الذرات قادرة على تشكيل بعض الجزيئات الاكثر استقرارا .

ان عنصر الكاربون هو الاكثر اهمية لانه يمكن ان يكون اربع من الاواصر القوية المستقرة مع نفسه مما يجعله يشكل العمود الفقري لسلسلة كبيرة من الهياكل المتفرعة ولديه خصائص فريدة من نوعها بين العناصر

ثانيا : ان الكاربون والنيتروجين والاوكسجين هي العناصر الوحيدة القادرة على تكوين اواصر قوية متعددة (الكاربون والنيتروجين تستطيع ان تكون اواصر ثلاثية , العناصر الثلاث بامكانها تكوين اواصر مزدوجة)

العناصر الحياتية المهمة الاخرى تقع في الدورة الثالثة من الجدول الدوري هي الفسفور والكبريت والتي تكون صغيرة والتي لها القابلية على تكوين اواصر متعددة تساهمية مع العناصر الاولى . وايضا لاحتوائها على الغلاف d والذي يسمع بارتباط بعض العناصر الانتقالية .ان الكبريت والفسفور لها اهمية في التقاط وحفظ وتوزيع الطاقة الكيميائية .

العناصر الايونية :

الايونات الاساسية والاكثر وفرة

Ca (+2), Mg(+2), K (+1), Na (+1) and Cl (-1)

الايونات الاقل وفرة والتي تعتبر عوامل مساعدة او ليكندات

Mn, Fe, Co, Cu, and Zn,

وهناك حاجة إلى مجموعة متنوعة من العناصر الأخرى من قبل عدد قليل من الكائنات الحية على الأقل،

B, F, AI, Ti, V, Cr, Ni, Ga, As, Se, Br, Mo, Sn and I

الجزيئات الحياتية Molecules of life (Biomolecules)

ان الذرات الغالبة في تركيب الكائنات الحية هي الكاربون .النتروجين . الهيدروجين.الاوكسجين . الفسفور و الكبريت.هذه الذرات تؤلف جزيئات المادة الحية.ويبين الجدول الاتي تركيب الجزيئات الحياتية الصغيرة المهمة وهي الاحماض الامينية .السكريات .الاحماض الدهنية وكذلك البيورينات والبايرميدينات والنيوكليوتيدات. ان هذه الجزيئات الصغيرة تملك اهمية حياتية مستقلة . وهي ايضا تعمل كمكونات للجزيئات الحياتية الكبيرة macromolecules والتي هي على التتالي: البروتينات. الكلايكوجين والنشأ.الدهون والاحماض النووية. إن جميع الخلايا الحياتية تحتوي على الماء كأحد المكونات الرئيسية.أما بقية ما تحتويه الخلايا بكثرة فهي البروتينات والاحماض النووية والليبيدات والكاربوهيدرات .هناك توافق في تكرار الوحدات الحياتية الصغيرة المكونة للجزيئات الحياتية الكبيرة المهمة (البروتينات والأحماض النووية) في كل من مملكتي النبات والحيوان.فلقد وجد ان هناك عشرين حامضا امينيا تعمل نفسها مكونات البروتينات في كل الخلايا وأن هناك اثنين من قواعد البيورين وثلاث من البايريميدين هي ذاتها تؤلف تركيب النيوكليوتيدات للأحماض النووية جميعا.وهناك مركبات اصغر متوحدة الوجود والوظيفة في كل من خلايا النبات والحيوان مثل المركب ادينوسين ثلاثي الفوسفات ATPالذي يستخدم لحفظ ونقل الطاقة.اضافة للتشابه في المكونات الكيمياوية . فأن خلايا جميع الكائنات الحية تشترك في مسارات ايضية عامة.

الخلية ونظامها الحياتي:

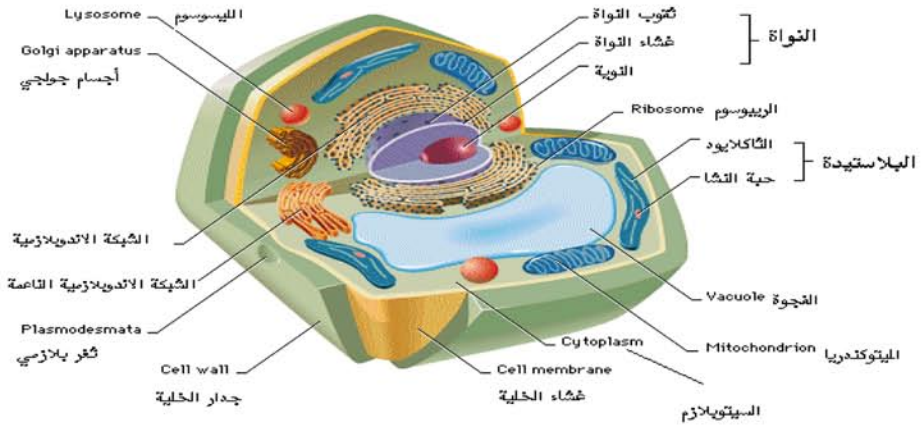
بالرغم من ان الكائن الحي يبدو متجانسا في التركيب نسبيا الا انه يمثل مجموعة من الوحدات المجهرية التي تعرف بالخلايا . وتعمل هذه الوحدات بتناسق تام لاستمرار الحياة في الكائن الحي .وبهذا فإن الخلية تمثل الوحدة الأساسية للحياة. وهي بذلك اصغر تركيب في الكون قادر على النمو والتكاثر ولا ترى إلا بالمجهر وعلى الرغم من صغرها ودقة تركيبها الا انها تتم فيها المئات من التفاعلات الكيمياوية.

قسمت الخلية (سواء كانت نباتية ام حيوانية) على اساس الحجم والتركيب الى صنفين رئيسين:

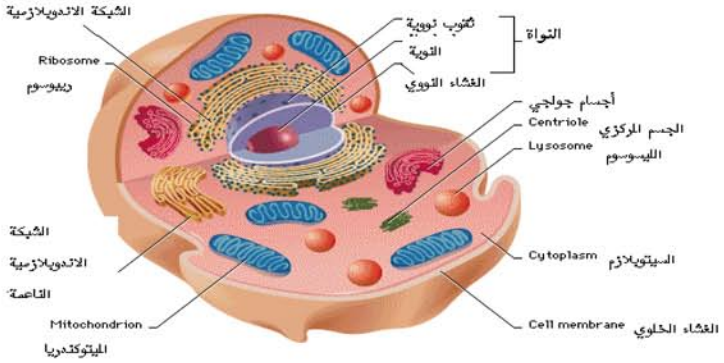
1- خلايا بدائية النواة prokaryotic cells : وهي تكون صغيرة جدا وبسيطة التركيب يحيط الخلية الواحدة منها جدار منفرد. وسميت بهذا الاسم لأنها لا تحتوي على نواة محاطة بغشاء وكذلك لا تحتوي على عضيات محاطة باغشية. وتحتوي على كروموسوم واحد. وتتمثل هذه بخلايا البكتريا والطحالب الزرقاء _ الخضراء.

2-خلايا حقيقية النواة Eukaryotic cells : وهذه اكبر واكثر تعقيدا بحوالي 1000_ 10000 مرة من الخلايا بدائية النواة. وتحوي الخلية حقيقية النواة إضافة للغشاء الخلوي على أغشية تحيط بالنواة وبالعضيات الموجودة داخلها.كما تحتوي على كروموسومات عديدة وتتكاثر بالانقسام غير المباشر.ويتمثل هذا الصنف بالخلايا الموجودة في الحيوانات والنباتات الراقية.

تختلف البنية باختلاف الوظائف الحياتية المتخصصة له. فالخلية النباتية تحتوي على العضيات الموجودة في الخلية الحيوانية نفسها كما تحتوي بالاضافة الى ذلك على البلاستيدات الخضراء Chloroplasts وعلى عدد من الفجوات الكبيرة .كما إنها محاطة بجدار صلد يحتوي على سليلوز. وتقسم الخلايا عادة إلى خلايا نباتية وخلايا حيوانية كما في الشكل (1) و (2) على التوالي:



شكل (1): الخلية النباتية



شكل (2): الخلية الحيوانية

اجزاء الخلية والعمليات التي تتم فيها:

تتضمن الخلية من الأجزاء الاتية :

1-الغشاء البلازمي :هو غشاء رقيق جدا يحيط بعضيات الخلية ويعمل على حمايتها من البيئة الخارجية ,ويلعب دورا مهما في مرور المواد الغذائية والنفايات إلى داخل وخارج الخلية. ان غشاء الخلية في كل من خلايا الحيوان والنبات والبكتريا يتكون من معقدات بروتين ودهون مفسفرة وكميات صغيرة من الكاربوهيدرات (كلايكوبروتين وكلايكوليبد) .

2 -**السايتوبلازم** : هو الكتلة البروتوبلازمية حيث تكون عضيات الخلية مطمورة فيه . ومن المعتقد في الوقت الحاضر إن جميع المركبات الاساسية والجزيئات الكبيرة التي لاتتحد مع عضيات محددة توجد في السايتوبلازم . ومعظم الانزيمات توجد في السايتوبلازم

ومن العضيات الموجودة في السيتوبلازم.

- **<u>الشبكة الاندوبلازمية والرايبوسومات</u>** :الشبكة الاندوبلازمية هي عبارة عن شبكة من القنيوات الغشائية المتفرعة المغلقة والتي تخترق السايتوبلازم ولا تفتح فيه ولكنها تصل الغشاء البلازمي في الغلاف النووي(غشاء يحيط في النواة). في الخلية نوعان من الشبكة الاندوبلازمية احداهما ملساء والاخرى خشنة السطح مغطاة بحبيبات قائمة وتسمى هذه الحبيبات بالرايبوسومات التي هي مصنع لبناء البروتينات على الخلية

ومن وظائف الشبكة الاندوبلازمية المهمة : إزالة سمية ادوية مختلفة ..

- أجسام جولجي : عبارة عن حويصلات مرصوصة في صفوف متوازية ذات أغشية ملساء وغالبا ما يكون جسم كولجي مرتبطا بقناة ويعمل كمحطة في طريق نقل المواد التي تنتج من العضيات الأخرى مثلا في بعض الخلايا تعمل أجسام كولجي على خزن البروتينات المتكونة في الشبكة الاندوبلازمية بصورة مؤقتة كي تنقل وتفرز خارجا من خلال الغشاء الخلوي يقوم جهاز كولجي بدور هام في تصنيف البروتين وتعبئته وافرازه.

-الأجسام الحالة :تشكل الاجسام الحالة الجهاز الهضمي في الخلية فهي تحتوي على عدد من الانزيمات المحللة التي لها PH مثلى في مدى حامضي ولها قدرة على هضم المواد العضوية حيث تندمج الاجسام الحالة بالمواد العضوية المختلفة وتعمل الانزيمات على هضمها ثم تطرح نواتج الهضم إلى السيتوسول حيث تستفيد الخلية منها كمصدر غذاء أو مصدر طاقة وعندما تموت الخلية او تصاب بأذى ويتمزق الغشاء للجسيم الحال فان الانزيمات المحللة ستحرر وتؤدي الى تحليل (هضم) محتويات الخلية تحللا ذاتيا.

- المايتوكندريا : الميتوكوندريا لها شكل بيضوي ممتد وتكون محاطة بغشاء ثنائي , تكون الطبقة الداخلية ذات طيات عديدة ممتدة الى داخل تجويف العضية وتدعى بالأعراف وتحوي الانزيمات التي تعمل على تكوين ATP بطريقة الفسفرة التأكسدية . وتحتوي الحشوة الموجودة في الحيز الداخلي للمايتوكوندريا على بروتينات ودهون متعادلة ودهون مفسفرة وأحماض نووية وكذلك على الانزيمات اللازمة لدورة كريبس لذلك تعد المايتوكندريا محطة توليد الطاقة في الخلية ، و ذلك لأن الكثير من التفاعلات الكيميائية التي تتضمن أكسدة المواد الغذائية و استخلاص الطاقة منها تتم داخل الميتوكندريا بتأثير الإنزيمات الموجودة بداخلها .

- **البلاستيدات :**توجد البلاستيدات في معظم خلايا النباتات والطحالب وتقسم الى ثلاث انواع :

-1البلاستيدات الخضراء :وهي التي تحتوي على الصبغة الخضراء المعروفة بصبغة الكلوروفيل وتقوم هذه البلاستيدات بعملية البناء الضوئي

-2البلاستيدات الملونة :تحتوي على اصباغ ملونة بالإضافة إلى صبغة الكلوروفيل وهي تكسب الازهار والثمار الالوان المختلفة

-3البلاستيدات عديمة الون :لا تحتوي على أصباغ وتقوم بخزن النشا والدهون والبروتين

- **الفجوات** :أكياس غشائية توجد في الخلايا الحيوانية بأعداد كبيرة وبحجوم صغيرة وتوجد بالخلايا

النباتية فتوجد فجوة او فجوتان كبيرتان تحتلا معظم حيز الخلية وتحتوي الفجوات في الخلايا النباتية على أملاح وسكاكر ومواد سامة بالإضافة إلى بعض الأصباغ التي تكسب الازهار الالوان المختلفة وتكسب الفجوات الخلايا النباتية القوة والامتلاء.

- المريكزات :تتواجد المريكزات في معظم الخلايا الحيوانية ولا تتواجد في الخلايا النباتية ويتركب المريكزات من اسطوانة جوفاء تتكون من خيوط بروتينية تسمى النيبيات الدقيقة وتلعب دور مهم في انقسام الخلية .

3- **النواة** هي عضية بيضوية او كروية الشكل التي تعد مركز للنشاطات الحيوية في الخلية وبدونها تموت الخلية .

مكونات النواة:

-1الغلاف النووي :غلاف مزدوج يحيط في النواة وتخترقه العديد من الثقوب ويعمل على تنظيم مرور المواد الى داخل وخارج النواة .

-2السائل النووي :يملئ تجويف النواة وتسبح فيه مكونات النواة الأخرى.

-3النوية :يوجد في النواة جسيم كروي واحد أو أكثر ولها دور مهم في بناء الرايبوسومات.

-4الكروماتين :تحتوي الخلية عندما لا تكون في حالة انقسام على شبكة خيوط وحبيبات تسمى كروماتين (الشبكة الكروماتينية) وتتكون من مادتين هما:

أ-البروتين ب -الحمض النووي DNA :وهي مادة الوراثة في الخلية تظهر على شكل خيوط تسمى كروموسومات ويحمل كل كروموسوم ألاف من الجينات الوراثية المكونة من DNA التي تحدد صفات الكائن الحي وتنقل الصفات من الاباء الى الابناء.

4-**سطح الخلية** :يقسم الى قسمين :

الجدار الخلوي :يتكون من كربوهايدرات معقدة التركيب واهمها السيليوز الذي يتكون من عدد كبير من جزيئات الكلوكوز ويوجد في الخلايا النباتية ولا يوجد في الحيوانية ولكن هناك في الخلية الحيوانية بديل عنه هو الغلاف الخلوي.