بيولوجيا الخلية / أ.د. ايمان جابر عبد الرسول

دراسات عليا / دكتوراه / قسم البستنة وهندسة الحدائق / كلية علوم الهندسة الزراعية/ جامعة بغداد 2022 - 2023

مستويات التنظيم في الانظمة الحية Levels of Organization

يعتقد ان باطن الارض مؤلف اساساً من الحديد والنيكل وغيرهما من العناصر الثقيلة أما قشرة الارض فعلى العكس من ذلك فهي مؤلفة من عناصر خفيفة وان قشرة الارض وما فوقها اليابسة والمحيطات والجو يتألف من 74.3 % وزناً من الاوكسجين

العناصر والذرات في الكائنات الحية:

هنالك 92 عنصر يشكل القشرة الارضية وهناك 11 عنصر مألوف في الكائنات الحية وهي العناصر الضرورية وهي(Essential elements) :

الكربون (C) العنصر الأساسي في تركيب جميع الجزيئات العضوية حيث يمثل العمود الفقري لها.
الأوكسجين (O) ضروري للتنفس الخلوي ومكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية.

الهيدروجين (H) مكون أساسي في تركيب الماء ومعظم الجزيئات العضوية.
النيتروجين (N) يدخل في تركيب جميع البروتينات. و الأحماض النووية.
الفوسفور (P) من مكونات الأحماض النووية، وله اهمية في تحويل الطاقة.
الكبريت (S) يدخل في تركيب معظم البروتينات.

البوتاسيوم (K) أيون موجب رئيسي يوجد داخل الخلايا

الكالسيوم (Ca) عنصر تركيبي جدران الخلايا النباتية.

الصوديوم (Na) أيون موجب رئيسي له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية.

المغنسيوم (Mg) مكون هام في العديد من الأنظمة الإنزيمية، وفي الكلوروفيل.
الكلور (Cl) أيون سالب رئيسي له دور هام في حفظ توازن السوائل داخل وخارج الخلية.
هناك عناصر موجودة بشكل اثري Trace elements أو Micro elements وتوجد خلايا الانسان وبعض الكائنات وهي :

اليود (I) يدخل في تركيب هرمونات الغدة النخامية.
الفلور (F) يدخل في تركيب العظام والأسنان. ويساعد على مقاومة الترسبات الجيرية على الأسنان.
الزنك (Zn) عنصر محفز للعديد من الإنزيمات.
المنغنيز (Mn) يعمل على تنشيط إنزيمات معينة.
النحاس (Cu) مرافق إنزيمي لبعض الإنزيمات.
الحديد (Fe) بنسب قليلة يدخل في تكوين الهيموكلوبين وفي عدد معين الإنزيمات.

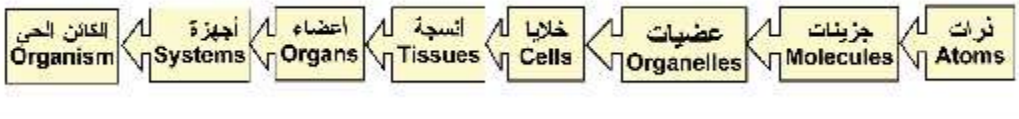
الالمنيوم (Al) و الكروم (Cr) و كابولت (Co) والبورون (B) و السليكون (Ci) وغيرها من العناصر على الرغم من وفرة جميع هذه العناصر في قشرة الارض الا ان العناصر المألوفة في الكائنات الحية هي العناصر ذات العدد الذري غير العالي أي لا يزيد عن 21. هناك مستويات تحت الذرية Sub atomic حيث يوجد ما يقارب 100 نوع من الدقائق التحت الذرية لكن معظمها غير مستقر وبعضها لا يتعدى عمره من جزء أو اجزاء من مليون من الثانية أما البعض الاخر فهو أكثر استقراراً. ان أهم الدقائق التحت الذرية:

1 – البروتونات Protons

2- النيوترونات Neutrons

3 – الالكترونات Electrons

هذه الدقائق تقترن مع بعضها لتكوين منظومات مستقرة هي الذرات وتكمن فيها الخصائص المميزة للكون والذرات تكون بشكل مباشر وغير مباشر بعض مستويات التنظيم في الانظمة البايولوجية



الجزئيات تشكل احياناً جزئيات عملاقة Macro elements

الكائن الحي Organism ← المجتمع Society ← السكان أو العشائر Population ← المجاميع السكانية Communities ← النظام البيئي Eco system ← المناطق الاحيائية Biomass ← الكرة الارضية Biosphere

تتألف الذرة من البروتونات (موجبة الشحنة) والنيوترونات (متعادلة الشحنة) والذرة هي أصغر وحدة تدخل في تركيب أي عنصر كيميائي. وكل العناصر الكيميائية تتكون من ذرات متشابهة في التركيب وتختلف عن بعضها في عدد جسيمات البروتونات والإلكترونات. والعناصر هي أبسط مكونات الكائن الحي.

العدد الذري Atomic number : يطلق على عدد البروتونات الموجودة في النواة وهي التي تكمن فيها خصائص الذرة لانها تحدد عدد الالكترونات الموجودة في المدارات Orbitals الموجودة حول نواة الذرة والتي تدور بها الالكترونات.

الكتلة الذرية وهي تساوي مجموع كتلة البروتونات والنيوترونات علما ان البروتونات والنيوترونات يمتلكان نفس الكتلة

الذرات الموجودة طبيعيا في الارض تمتلك 1 – 92 بروتون وبين صفر – 146 نيوترونات

الذرات التي تمتلك نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيوترونات يطلق عليها مصطلح نظائر Isotopes والنظائر الخاصة بذرة معينة تمتلك نفس الخصائص الكيميائية لكنها تتباين في الكتلة الذرية

الدقائق الموجودة في النواة مرتبطة مع بعضها البعض بقوى وتعمل بنطاق مسافات محدودة جداً كما ان الشحنة الموجبة لنواة الذرة تقابلها شحنة سالبة ناتجة عن الالكترونات الموجودة حول الذرة وعندما يكون عدد البروتونات في نواة الذرة مساويا لعدد الالكترونات توصف الذرة بانها متعادلة .

نواة اليورانيوم U^{238} تمتلك 92 بروتون و 146 نيوترون وهو اليورانيوم المشع

الاشعاع يحدث نتيجة صافي الشحنة ما بين الالكترونات والبروتونات فاذا كان هناك اختلاف يجب ان تفقد أو تكتسب الالكترونات لذلك تشع

المدارات Orbital هي التي تدور بها الالكترونات حول الذرة كتلة الالكترونات صغيرة جداً وهي تساوي 1\1840 من كتلة البروتون

يساعد على بقاء الالكترونات في مدارها هو الجذب بينها وبين البروتونات في الذرة وقد يفقد المدار تحت ظروف معينة واحد أو أكثر من الالكترونات كما قد يكتسب بعض الالكترونات.

الفقد أو الكسب يحدث فيها تغير صافي الشحنة وعندما لا يكون عدد الالكترونات = عدد البروتونات في ذرة ما يطلق عليه آيون وتكون حاملة لشحنة موجبة أو سالبة وتختلف في عددها مثلاً ذرة الصوديوم Na تفقد احد الكتروناتها فتصبح Na^{+1}

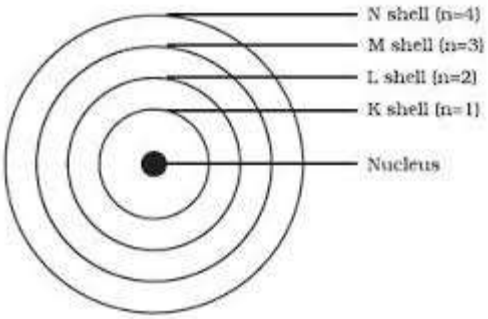
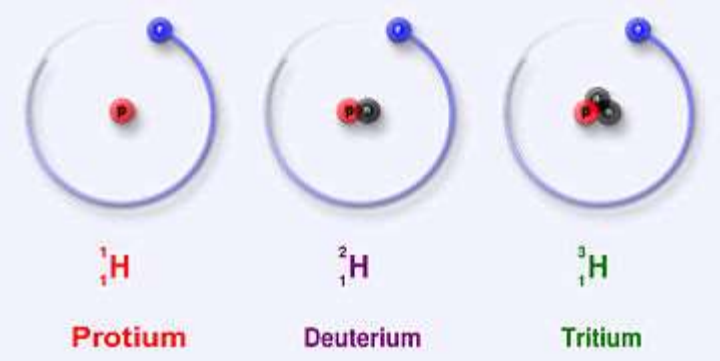


Fig. 4.3: *A few energy levels in an atom*

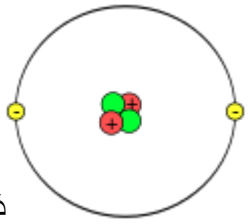
Element	Atomic Number	Shells		
		K	L	M
H	1	1		
He	2	2		
Li	3	2	1	
Be	4	2	2	
Na	11	2	8	1
Mg	12	2	8	2

توجد عدة نظائر للهيدروجين



للهيدروجين ثلاث نظائر متوفرة طبيعياً وهي ^{1}Hو ^{2}Hو ^{3}H. أكثر نظير مشع ثابت للهيدروجين هو ^{3}H وله عمر نصف مقداره 12.32 سنة. هنالك نظائر أخرى أثقل (من ^{4}H إلى ^{7}Hولكنها غير ثابتة بالمرة) ومصنعة فقط مختبرياً. من هذه النظائر الثقيلة، يعد ^{5}H أكثرها ثباتاً، أما أقلها فهو ^{7}H . يعد الهيدروجين العنصر الكيميائي الوحيد الذي تختلف أسماء نظائره، حيث أن يسمّى النظير هيدروجين-2 ديوتيريوم تحتوي على بروتون واحد ونيوترون واحد، في حين أن النظير هيدروجين-3 يسمّى تريتيوم يحتوي على بروتون واحد و2 نيوترون النظير الشائع للهيدروجين وهو هيدروجين-1، والذي لا يحتوي على نيوترونات، يدعى بروتيوم.

أما الهليوم الخامل عندما يكون عدد الالكترونات في المدار مشيع وهو مساوي لعدد البروتونات في النواة لذلك فهو غاز خامل متعادل الشحنة النواة فيها 2 بروتون و 2 نيوترون



ذرة الهليوم He

Element	Symbol	% in body	in earth %	atomic n.
Oxygen	O	65.0	46.6	8
Carbon	C	18.5	0.03	6
Hydrogen	H	9.5	0.14	1
Nitrogen	N	3.2	Trace	7
Silicon	Si	Trace	27.7	14

هذه العناصر يطلق عليها NOCH وهي تشكل معظم العناصر الوفيرة في الانسان وفي الخلايا الحية للاسباب التالية:

1 – جميعها يمكن ان تكون بشكل غازي أما منفردة أو مع بعضها NH_3 , NH_2 , No , Co_2 , Co وكذلك معظمها تذوب في الماء.

2 – تحتاج NOCH اضافة ما بين 1 – 4 الكترونات في مستوى الطاقة K أو L لتأمين القاعدة الثمانية Octet role لذا فان عناصر NOCH يمكن ان تكون مع بعضها أواصر تساهمية

3 – الجزئيات التي تشترك فيها NOCH بعدم الاستقرار حيث يمكن تكسير الروابط بينها

4 – يشكل عنصر O_2 و H_2 ما يقارب 88.5% من مجموع العناصر المكونة للاحياء مما يعزز دو الماء في الانظمة الحية

يعتقد ان أول غازين تكونا في الكون هما الهيدروجين والهليوم وتكونت الشمس قبل 10 بليون سنة وهناك نجوم أخرى مثل الشمس يبلغ تكوينها 250 بليون نجم في مجرتنا وهناك حوالي 10 بلاين مجرة.

شكل الخلايا وحجمها:

تتباين الخلايا في اشكالها وحجومها وذلك تبعاً للكائن الحي والنسيج والموقع وكذلك العمر....الخ فالبكتريا Bacteria يتراوح قطرها ما بين 0.2 - 0.3 مايكروميتر والطول 1 – 5 مايكروميتر وقد يصل الى اكبر من ذلك كما في بكتريا القولون *E.coli* (الطول × القطر) 1.5× 0.7 مايكروميتر

بكتريا المسببة لمرض ذات الرئة Diplococcus pneumonia 0.2 – 0.1 مايكروميتر

الخلية العصبية الطويلة قد يصل طولها الى أكثر من متر كتلك الموجودة في رقبة الزرافة أو أرجلها

الالياف في النباتات يصل طولها الى عدة سم

الياف القطن هي زوائد شعرية من البشرة أي هي امتدادات من خلايا البشرة الا انها تسمى مجازاً الياف أي هي ليست اليافا بالمعنى التشريحي الدقيق

بيضة النعامة Ostrich egg من الامثلة على الخلايا الكبيرة تصل ابعادها 130 – 170 ملي متر وهي أكبر انواع الخلايا الموجودة

الابعاد	النوع
بيضة الدجاج	60 × 45 ملم
الانسان	0.1 مايكروميتر
الاميبيا	100 مايكروميتر
قنفذ البحر	70 مايكروميتر
كبد الانسان	20 مايكروميتر
ورقة التبغ	30 – 40 مايكروميتر
كريات الدم الحمر RBC	القطر 7 مايكروميتر
المسبب لمرض التيفوئيد	2.4 ×0.5 مايكروميتر
فايروس الحمى	100 نانوميتر
فايروس موزائيك التبغ	300 × 15 نانوميتر
بكتريا الفاج نوع T_3	45 نانوميتر

تمتاز الخلايا النباتية بكونها اكبر من الخلايا الحيوانية وكروموسومات الخلايا الحيوانية عادة اصغر من كروموسومات الخلايا النباتية وكروموسومات ذوات الفلقة الواحدة اكبر من ذوات الفلقتين

أما فيما يخص اشكال الخلايا فهي بين المنتظمة كالكروي والمكعب بينما يميل البعض الاخر بكونه غير منتظم كالمستطيل والمستدق وفي الغالب الخلايا النباتية معظمها ثابت الشكل لحد ما لوجود جدار الخلية السليلوزي حولها وهو صلب وقوي بينما الخلايا الحيوانية لا تكون محاطة بجدار سليلوزي وفي بعض الاحيان قد تحاط الخلايا الحيوانية بمحددات صلبة لكن لا يطلق عليها جدار الخلية وانما يطلق عليها Exergenous coat

كيمياء الخلية Chemistry of Cell :

تعتمد الدراسات البايولوجية بصورة عامة وبيولوجيا الخلية بصفة خاصة على المعلومات الكيميائية والفيزيائية بشكل كبير حيث ان الكثير من الكائنات الحية والخلايا والانظمة البايولوجية تخضع في نمط نموها وفعاليتها على القوانين الفيزيائية والدراسة البايولوجية في واقع الامر هي دراسة كيميائية لانظمة حية . اذ ان كل ما يوجد في الخلايا من عضيات أو اجزاء لها قواعدها واسسها الكيميائية سواء وضعنا في نظر الاعتبار الجانب التركيبي أو الجانب الوظيفيلذا فان من المتعذر دراسة بيولوجيا الخلية بمعزل عن اساس رصين وجيد في الاسس الكيميائية والخطوات الكيميائية المختلفة التي تجري في مختلف الوظائف وتتابعها بهيئة مسارات معينة ولدى النظر في كيمياء الخلية يتعين ان ندرك أهمية كل من الآتي:

(الكاربون) و (الماء) و (الاغشية الانتخابية) و (الجزيئات الكبيرة أو العملاقة) و (البناء الذاتي) و (الاملاح المعدنية)

- أهمية الكاربون الذي يمثل العمود الفقري لسائر المركبات المهمة بيولوجياً وتعود أهميته الى كونه:

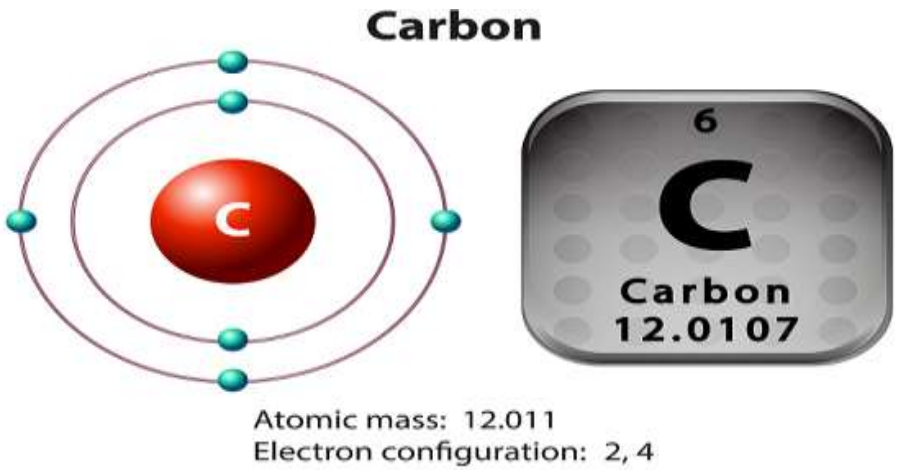
1 – يدخل في تركيب جميع المركبات العضوية

2 – تعتبر ذرة الكاربون هي الاهم ضمن الجزئيات البايولوجية

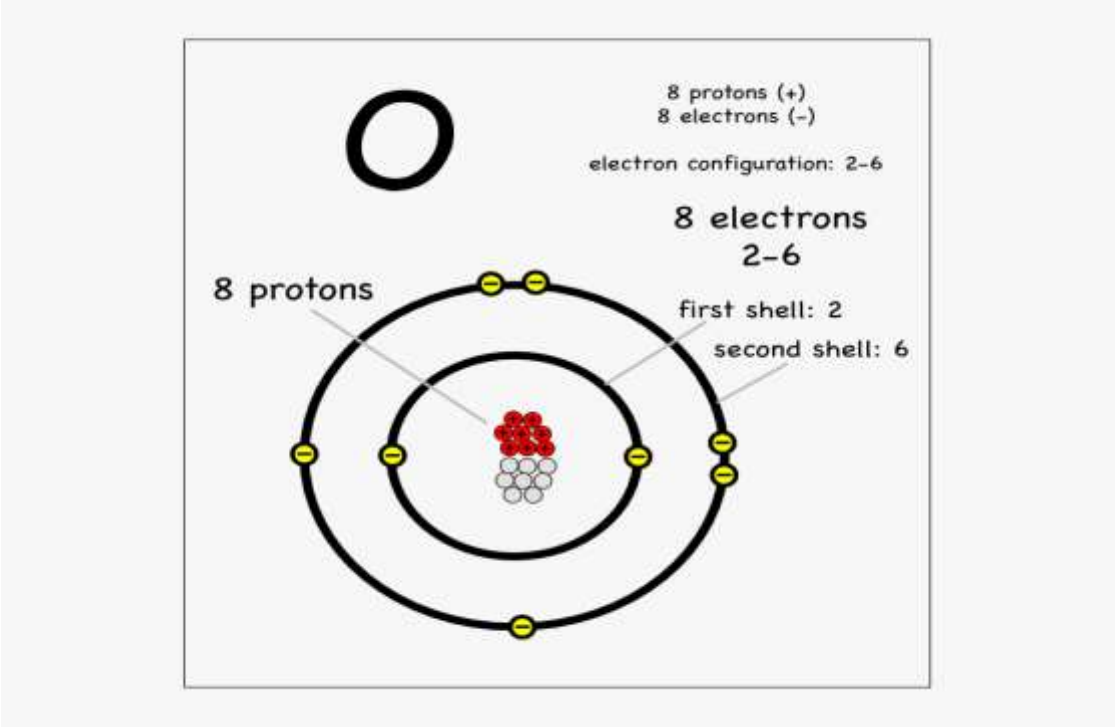
3 – استقرارية المركبات الكاربونية تعود الى بعض الصفات التي تتسم بها ذرة الكاربون ومنها له تكافؤ يساوي 4 مما يدل على ان المدار الخارجي للذرة يحتاج الى 4 ألكترونات لاشباعه كما له القدرة على تكوين أواصر تساهمية مع العديد من العناصر مثل O_2 , H_2 , CH_4 , N و S و مع ذرات الكاربون بعضها مع البعض الاخر.

العناصر NOCH المدار الخارجي للذراتها

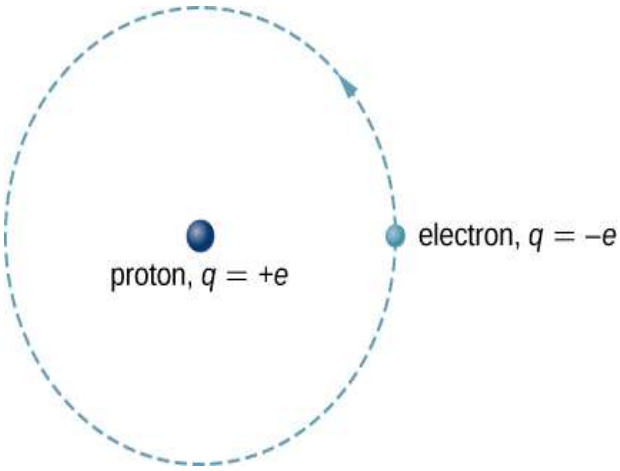
الكاربون له تكافؤ 4



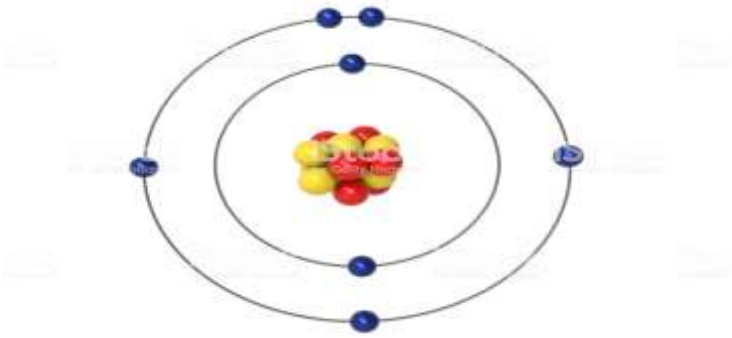
الاوكسجين له تكافؤ 2



الهيدروجين له تكافؤ 1



النيتروجين له تكافؤ 3



تتفاعل ذرات العناصر مع بعضها البعض لتكون ما يعرف بالجزيئات (Molecules). حيث أن معظم الجزيئات تتكون من ارتباط ذرات عناصر مختلفة، ويعتمد الارتباط بين هذه العناصر على عدد الالكترونات في مستوى الطاقة الأخير لكل ذرة. ويعرف التفاعل بين ذرات هذه العناصر بالروابط الكيميائية (Chemical bonds). وهناك عدة أنواع من هذه الروابط الكيميائية وهي على النحو التالي:

أولاً:الروابط التساهمية (Covalent bonds):

تعرف بأنها روابط كيميائية تتشكل نتيجة للمساهمة بين ذرات العناصر بزوج أو أكثر من الالكترونات في المدار الخارجي للطاقة لكي تصبح هذه الذرات مشبعة الكترونياً. ومن الأمثلة على ذلك تكوين الماء.

* أشكال الروابط التساهمية ..

1- رابطة تساهمية أحادية (Single bonds). مثل مركب Methyl amine ($H_2N - CH_3$) و Ethanol (C_2H_5-oH) و Methane (CH_4)

2- رابطة تساهمية ثنائية أو مزدوجة (Double bonds). مثل CO2 (O=C=O) والاثلينEthylene (CH2=CH2)

3- رابطة تساهمية ثلاثية (Triple bonds). مثل سيانيد الهيدروجين (HCΞN) و غاز النيتروجين N_2 (N Ξ N)

NOCHجميعها لها القابلية على التأصر مع بعضها وتكوين أواصر تساهمية أكثر من العناصر الخرى المعروفة

ثانياً: الروابط الأيونية (Ionic bonds)

في هذا النوع من الروابط نجد أن ذرات بعض العناصر تكون أكثر ثباتاً عندما يكون مستوى الطاقة الخارجي لها مشبعاً بالالكترونات. لذلك تميل هذه العناصر إلى فقد أو كسب بعض الالكترونات وذلك بالتفاعل مع ذرات العناصر الأخرى. مثال ذلك التفاعل بين الصوديوم و الكلور.

ثالثا : الروابط الهيدروجينية (Hydrogen)

روابط كيميائية ضعيفة (Weak bonds) تكون بين ذرة سالبة الشحنة الكهربية (Electronegative) وذرة هيدروجين موجبة الشحنة الكهربية (Electropositive) مرتبطة بذرة أخرى سالبة الشحنة. وتنشا الروابط الهيدروجينية عادة بين الجزيئات المستقطبة (Polarized) مثل جزيئات الماء.

رابعاً: الروابط الكارهة للماء (Hydrophobic bonds)

هي نوع من الروابط الضعيفة التي تتشكل بين مجاميع لا قطبية (Non-polar) عند وجودها في الماء لعدم ذوبانها في الماء. حيث تميل هذه المجاميع إلى التكتل أو التجمع مع بعضها البعض في وجود الماء وذلك للحد من تلامسها مع الماء . كمثال لذلك عند وضع قطرات صغيرة من الزيت في الماء فانه يلاحظ تجمع قطرات الزيت وعدم ذوبانها فيه.

خامساً: روابط فان دير والس (Van der waals bonds)

وهي روابط كيميائية اضعف من الروابط الهيدروجينية و الأيونية، حيث لا تزيد قوة الرابطة عن 2 كيلو سعر حراري للمول الواحد. يتكون هذا النوع من الروابط بين الجزيئات المتعادلة كهربياً عندما تقترب من بعضها البعض. ولهذا النوع من الترابط أهمية في عمليات الأيض الحيوي في الخلية حيث تحدد قدرة الإنزيمات على التفاعل.