مؤتمر العرب الثاني في 16-19 فبراير **2002**م

(41) "المنظومة المنهجية في التعرف على التركيبات البنائية للمركبات العضوية وآليات التفاعلات العضوية"

حسن بن عبد القادر حسن البار* - **أمين فاروق محمد فهمى****
* جامعة الملك عبدالعزيز - قسم الكيمياء - ص.ب.80203 - جدة 21589
المملكة العربية السعودية - Hassanalbar@hotmial.com
** جامعة عين شمس - قسم الكيمياء - كلية العلوم - ومركز تطوير تدريس العلوم
العباسية - القاهرة - جمهورية مصر العربية - fahmy@online.com.eg

مقدمة:

استحدث المدخل المنظومى فى التدريس والتعلم عام (1998) (1) **واستخدم** بنجاح فى تدريس وتعلم الكيمياء بمرحلتى التعليم الجامعى والعام (2-7). وفى هذا البحث نستخدم المنظومة المنهجية فى التعرف على التركيب البنائى للمركبات العضوية وعلى آلية التفاعلات العضوية. ولتحقيق هذا الهدف تستخدم عدة تقنيات علمية تطبق على المركب العضوى أو التفاعل العضوى، للتعرف على تركيبه البنائى أو للتعرف على آلية التفاعل العضوى، وذلك للحصول على نتائج علمية من جهاز علمى أو تفاعل عضوى.

أولاً: الطرق المستخدمة فى كيفية التعرف على تركيب المركبات العضوية:

هناك العديد من الطرق المستخدمة فى كيفية التعرف على تركيب المركبات العضوية من ضمنها:

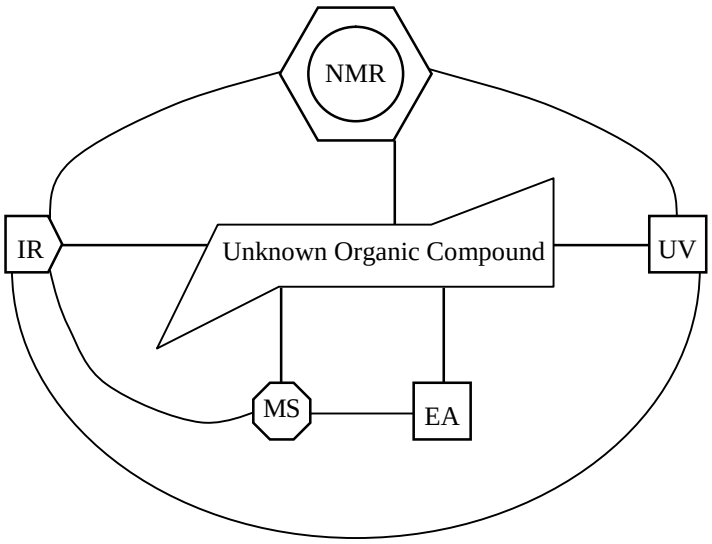
1- **الطرق التقليدية:** وهى تختص بالتفاعلات العضوية وبعض الاختبارات المعملية التى تعطى نتائج علمية متعددة المفاهيم يتم الربط فيما بينها **للوصول إلى** استنباطات يمكن عن طريقها التوصل إلى التعرف على تركيب أجزاء من **المركب**. يلى ذلك عملية الربط بين تركيب هذه الأجزاء بطريقة منظومية منهجية للتعرف على التركيب الكلى له.

2- **الطرق الآلية:** وهى تختص باستخدام العديد من الأجهزة العلمية التى يتم تحليل **المر**كب العضوى بواسطتها لتعطى نتائج متعددة ومتفرقة يتم تجميعها وربطها فى منظومة منطقية تتفق مع المفاهيم العلمية المتعارف عليها من واقع الأسس العلمية فى مجال الكيمياء العضوية للوصول إلى التركيب البنائى للمركب **العضوى**.

وهنا سوف نوضح منهجية المنظومة فى كيفية التعرف على التركيب البنائى للمركبات العضوية باستخدام التحليل الآلى. حيث تستخدم الأجهزة الحديثة للتعرف على التركيبات البنائية للمركبات العضوية وأهمها:

جهاز الأشعة تحت الحمراء (IR) - جهاز الأشعة فوق البنفسجية (UV)
جهاز الرنين النووى المغناطيسى (NMR) - جهاز طيف الكتلة (MS)
جهاز تحليل العناصر الدقيق (EA)

والمخطط المنظومى التالى يوضح العلاقات المنظومية بين دور هذه الأجهزة فى إثبات التركيب البنائى لمركب عضوى آروماتى.



المخطط المنظومى (1) (SD_1)

ويلاحظ من الشكل المنظومى (1) أن جميع نتائج الأطياف لمركب عضوي ما ترتبط فيما بينها وتكمل بعضها البعض ، لذا نجد أن بينها علاقات متبادلة. كما أن نتائج التحليل العنصرى (EA) تدعمها نتائج طيف الكتلة لذا بينهما علاقة متبادلة.

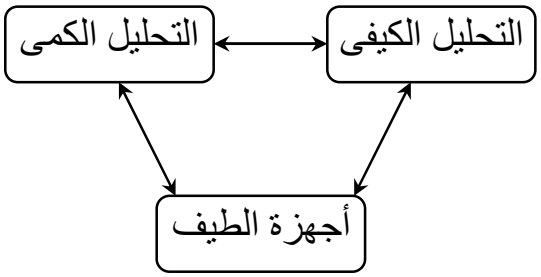
وفى بعض الأحيان قد يطلب من الكيميائى التعرف على مادة مجهولة (ولتكن مادة بيضاء فى صورة مسحوق أبيض) فيجب عليه فى هذه الحالة اتباع منظومة منهجية علمية بحثية تدخل فى نطاق أسس علم الكيمياء العضوية الفيزيائية للتعرف على التركيب البنائى للمركب العضوى (المادة البيضاء)، يلى ذلك التعرف على اسم المادة، ذلك على النحو التالى:

عند فحص المادة البيضاء بالنظر إليها قد يتخيل للإنسان أنها مسحوق سكر أو ملح أو هوروين أو كوكايين .... إلخ، وعملية اختبار المادة بالتذوق أو الشم فيها درجة كبيرة من الخطورة. لذا يجب اتباع التالى.

يتم استخدام بعض التجارب العملية فى مجال الكيمياء التحليلية الكيفية والكمية وذلك لمعرفة المادة إذا كانت مركب ملحى غير عضوى أو مركب عضوى ومعرفة العناصر المكونة للمادة البيضاء.

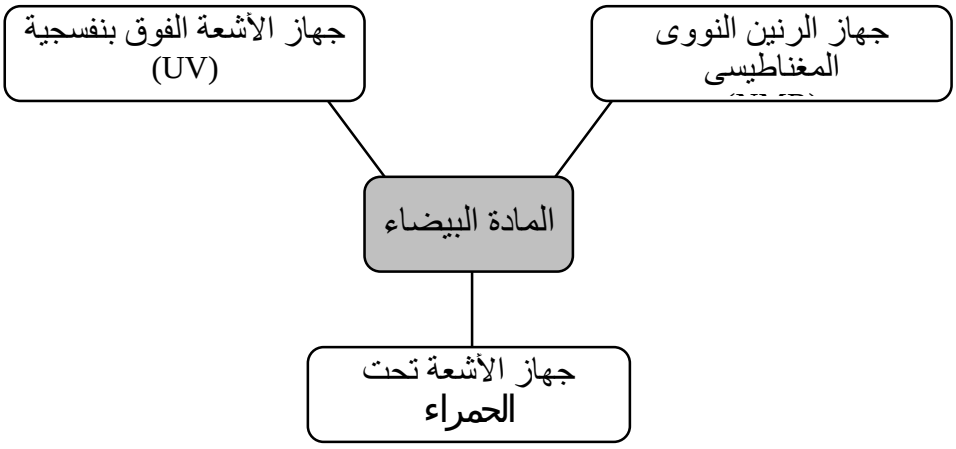
مما سبق نكون قد أشرنا إلى مفهومين من المفاهيم الخطية هما التحليل الكيفى والتحليل الكمى ولا يستطيع الكيميائى التعرف على التركيب البنائى للمادة بهما خصوصاً فى بعض حالات المركبات المعقدة وخاصة إذا كان المركب يحتوى على

مراكز كيرالية، لذا يجب إدخال المفهوم الثالث وهو التحليل الطيفى حيث يتم اختبار المادة البيضاء باستخدام بعض أجهزة الطيف للتعرف على التركيب البنائى لها. وفى هذه الحالة يكون قد تم بناء منظومة من ثلاثة مفاهيم يوضحها الشكل المنظومى 2 التالى:



الشكل المظومى (2) (SD_2)

وعند إجراء تحليل للمادة البيضاء على ثلاثة أجهزة من الأجهزة التى يوضحها الشكل (3) فسوف نحصل على نتائج متعددة يمكن فى هذه الحالة ربطها مع بعضها فى شكل منطقى يتفق مع أسس علم الكيمياء العضوية والعامة.

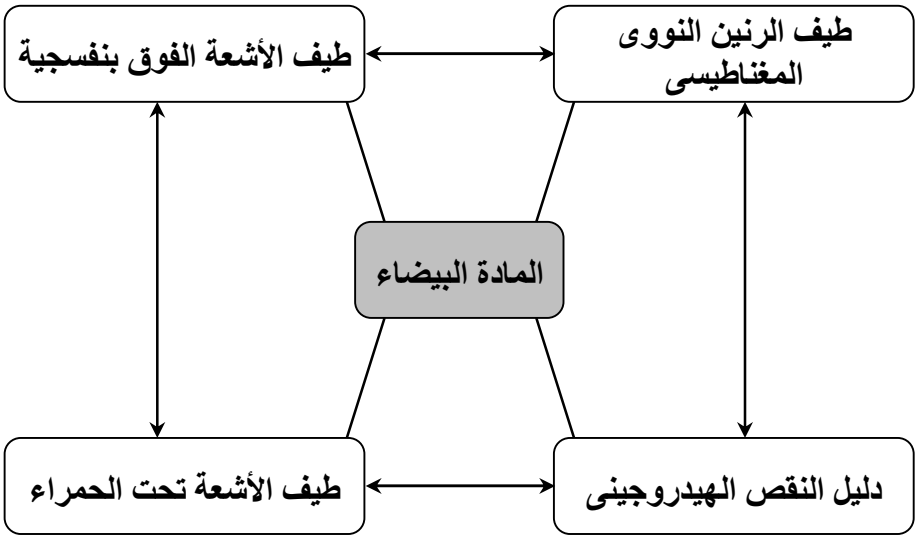


شكل (3) يوضح استخدام كل جهاز فى الكشف عن المادة البيضاء
وهذه العلاقات هى علاقات خطية

فعلى سبيل المثال إذا نظرنا إلى نتائج أطياف الثلاثة أجهزة للمادة البيضاء فى الشكل (3)فيمكن اعتبار هذه النتائج على أنها ثلاثة مفاهيم يجب الربط بينها فى صورة منظومية متناسقة تتفق مع الأسس العلمية ، فإذا تحققت العلاقة بين هذه المفاهيم فسوف نصل لاستنباط هام يوجهنا إلى الطريق السليم للوصول إلى تركيب هذه المادة.

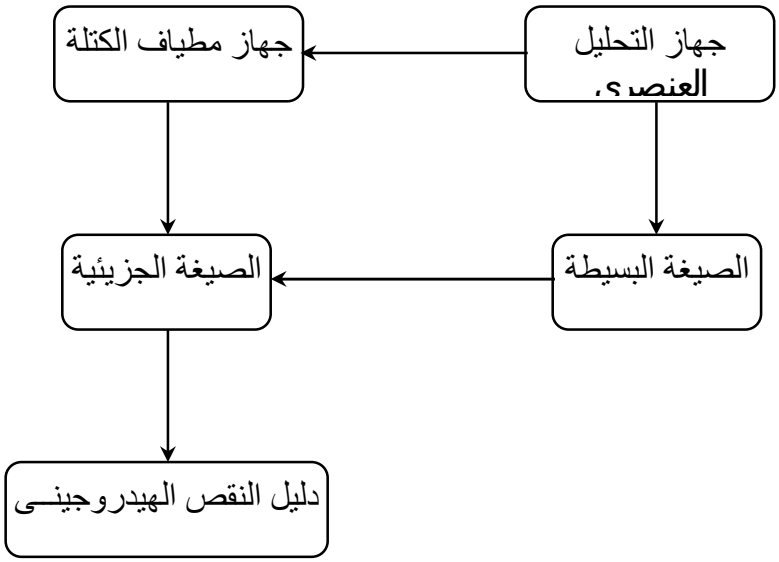
فمثلاً: من نتيجة طيف جهاز الرنين النووى المغناطيسى أن المادة البيضاء تحتوى على حلقة آروماتي . ومن المنطقى أن نتيجة التحليل الطيفى للمادة على كل من الجهازين الآخرين وهما جهازى الأشعة الفوق بنفسجية والتحت حمراء سوف تعطى

نفس الاستنتاج. بهذا نكون قد حصلنا على استنتاج موحد من نتائج أطياف الثلاثة أجهزة. ويمكن إدخال مفهوم رابع للتأكد من هذا الاستنتاج وهو تطبيق قاعدة تسمى بدليل النقص الهيدروجينى. والشكل المظلومى التالى (4) يوضح العلاقة المنظومية للمفاهيم الثلاثة السابقة والموضحة فى الشكل (3) مع مفهوم دليل النقص الهيدروجينى.



الشكل المظلومى (4)

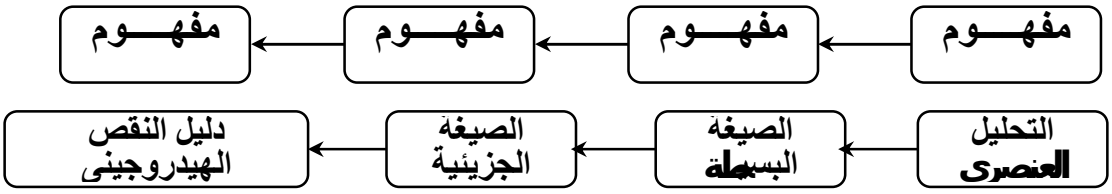
ولكن لا يمكن إيجاد قيمة دليل النقص الهيدورجينى إلا بعد ربط عدة مفاهيم مع بعضها البعض للوصول إلى الصيغة الجزيئية ، كما يتضح من الشكل (5) التالى:



شكل (5)

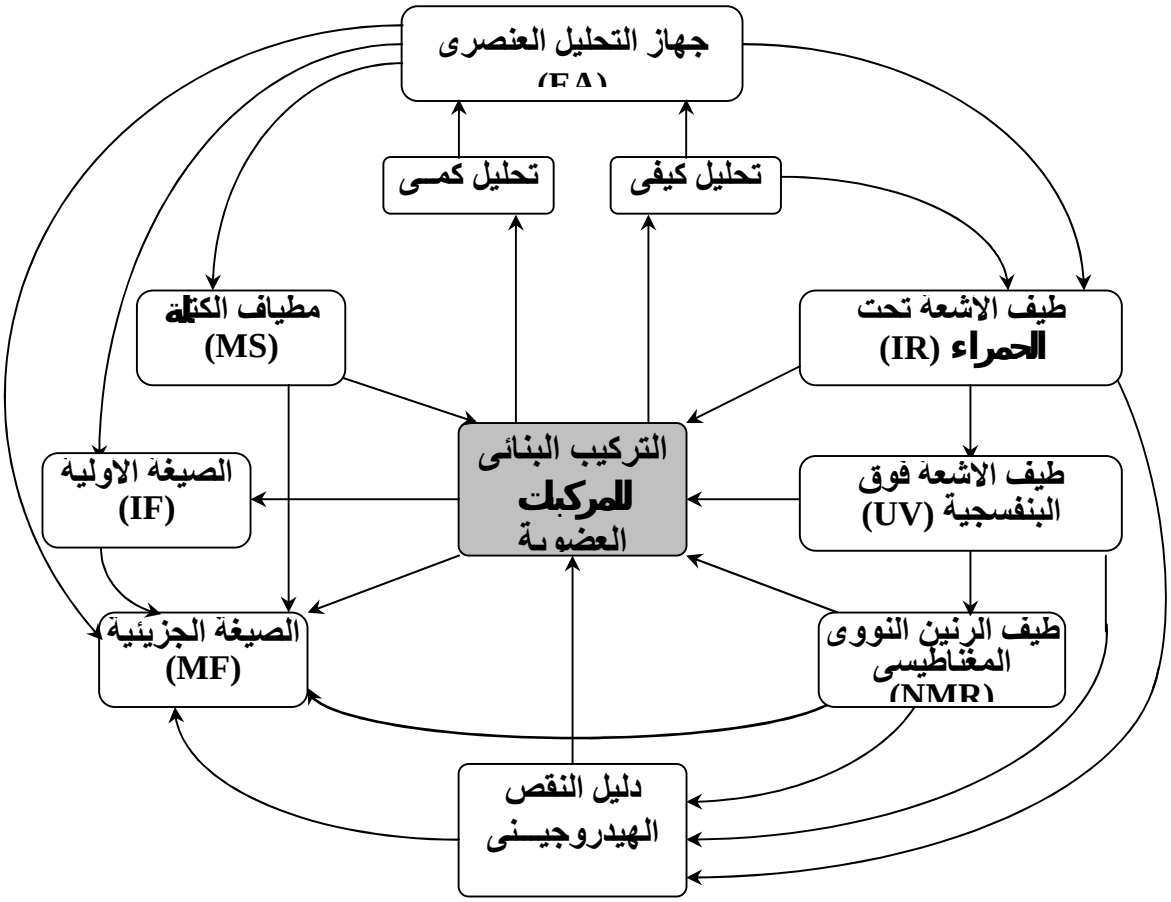
هنا نرى أن ليس فى كل الحالات يمكن استخدام المنهجية المنظومية مباشرة بل نحتاج إلى المنهجية الخطية لبناء مظومة ومثل ذلك فى الشكل (5) يتضح أن هناك

أربعة مفاهيم تعتمد على بعضها البعض وتمثل جزءاً من الشكل (5) حيث توضحها المنهجية الخطية فى الشكل التالى (6).



شكل (6)

وفى ضوء المعلومات السابقة الواردة فى الشكل (5) يمكن تعديل الشكل المظومى (2) إلى الشكل المظومى (7) وذلك للتعرف على التركيب النهائى للمادة البيضاء.

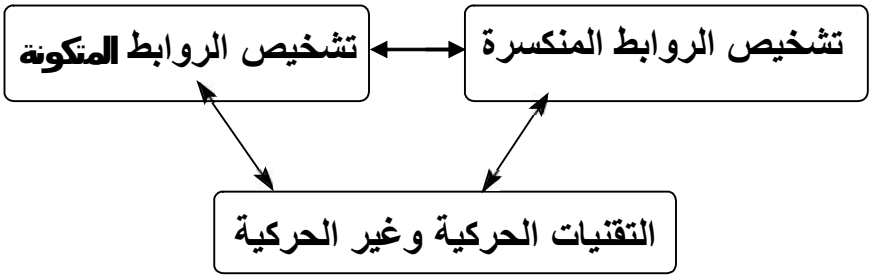


الشكل المظومى (7)
يوضح منظومة التعرف على التركيب البنائى للمركبات العضوية

ويلاحظ من الشكل المنظومى أنه يشتمل على **أغلب** المفاهيم التى نحتاجها لتحقيق الهدف.

ثانياً: منظومة التعرف على آلية (Mechanism) التفاعل العضوى:

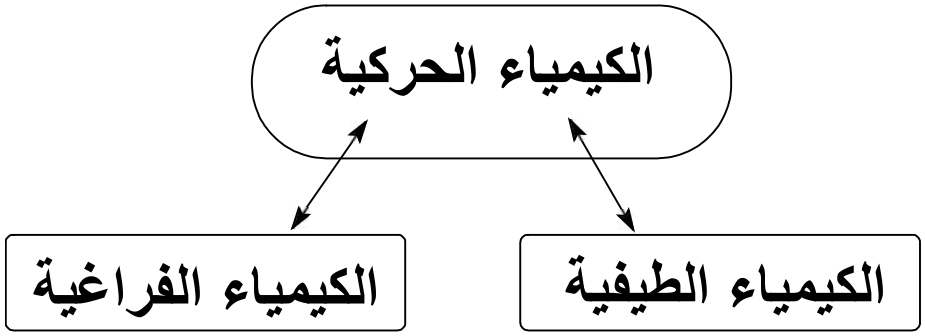
يمكن أفتراض آلية مناسبة للتفاعل العضوي عن طريق تشخيص الروابط التي **تنكسر في المتفاعلات والروابط المتكونة في الناتج**. وقد تصل سلامة الآلية لـ 90% **عند فحص ومعرفة الروابط المنكسرة والمتكونة**. ويمكن التأكد من سلامة الآلية بتطبيق عدة تقنيات حركية **كانت** و/أو غير حركية للتأكد من سلامة أفتراض الآلية عن طريق تشخيص الروابط في كل من المتفاعلات والنواتج. مما سبق يعطى فكرة أن هناك ثلاثة مفاهيم ترتبط ببعضها البعض في منظومية منهجية لتوضيحها للطلاب كما هي موضحة بالمنظومة التاليا:



والمفاهيم (التقنيات الحركية) المستخدمة فى كيفية التعرف على آليات التفاعلات العضوية **متعددة** منها:

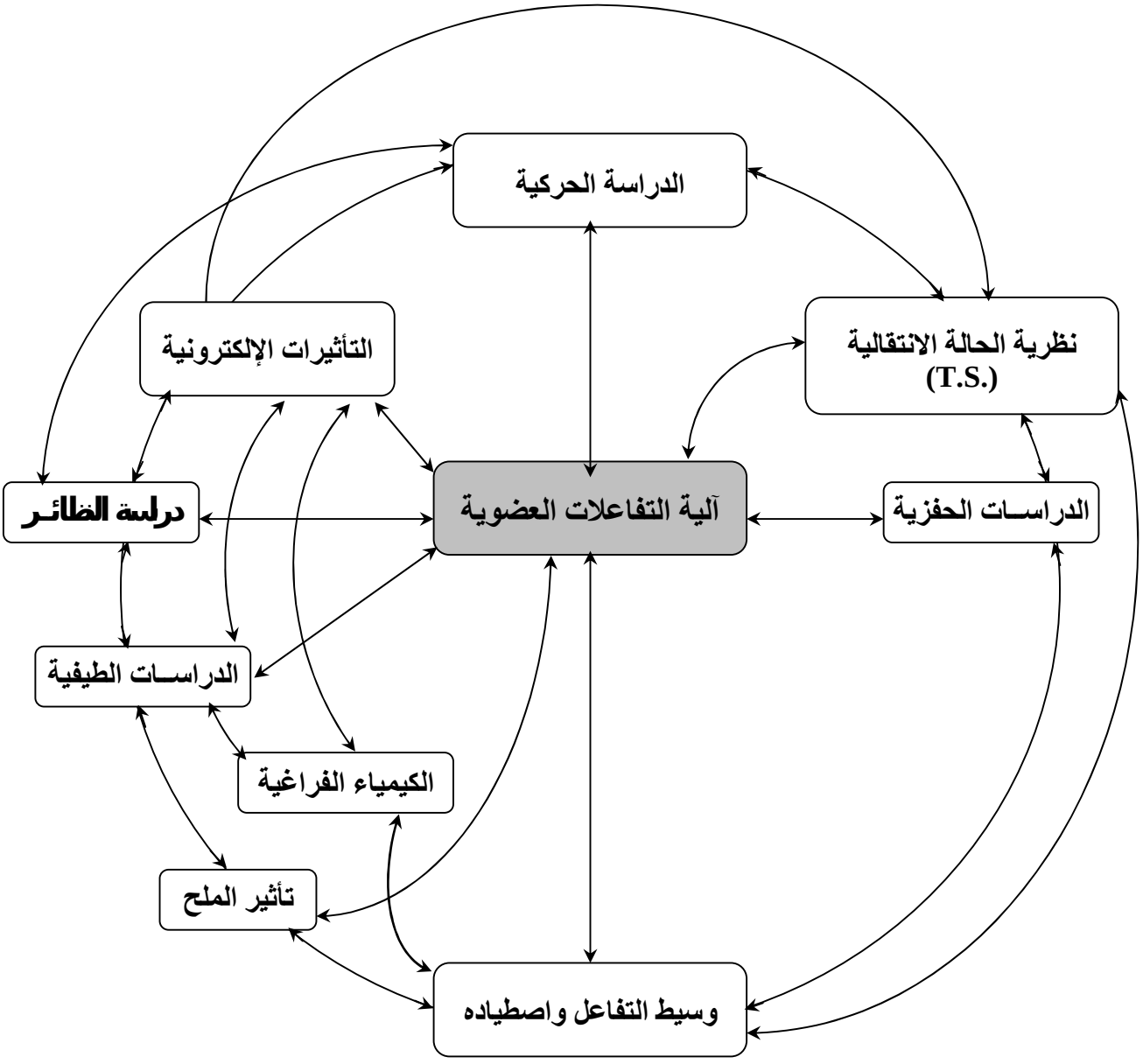
الدراسة الحركية - الدراسة الفراغية - الدراسة الطيفية - الدراسة الحفزية - نظرية الحالة الانتقالية ونظرية أرهينيس (دالة الظلم) - دراسة التأثيرات الإلكترونية (مثلا معادلة هامت) - دراسة الظائر – إصطياد وسيط التفاعل - تأثير الوسط والملح -.....الخ.

ويلاحظ أن هناك علاقة منظومية بين ثلاثة مفاهيم اساسية في علم الكيمياء العضوية الفيزيائية وهي الدراسة الحركية (**تمثل بالرأس**) والدراسة الفراغية والدراسة الطيفية (الدراعين) يوضحها الشكل المنظومى (8). أما بقية التقنيات **الموضحة أعلاه** (يمثلها بقية أجزاء الجسم).



الشكل المظلومى (9)

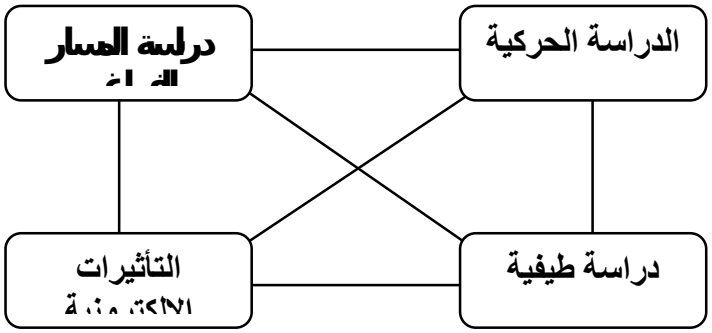
كما أن هناك علاقات منظومية بين التقنيات المستخدمة في التعرف على آلية التفاعل العضوى والسابق ذكرها يمكن توضيحها فى الشكل المنظومى 9 الآتي :



الشكل المظلومى (9)

وعلى سبيل المثال دعنا نحاول التعرف على آلية تفاعل تمئ أستر فى وسط حمضى باستخدام منهجية العلاقات المنظومية بين الثلاثة مفاهيم الموضحة فى الشكل (8). فعند تحليل النتائج وجد أن نتائج الدراسة الحركية تتماشى مع نتائج الدراسة الفراغية والطيفية . وبدمج هذه النتائج يمكن التوصل إلى وضع آلية مناسبة للتفاعل تتفق مع منطقية تسلسل القواعد العلمية فى الكيمياء ، وعليه نصل إلى استنباطات من ربط نتائج التقنيات المستخدمة تترجم في صورة آلية مفترضة للتفاعل العضوى انظرشكل (8).

وفى حالة عدم الوصول لإثبات صحة الآلية المفترضة على ضوء نتائج الثلاثة تقنيات أو الثلاثة مفاهيم السابقة يمكن استخدام تقنية رابعة مناسبة لهذا التفاعل مثل دراسة التأثيرات الإلكترونية على معدل التفاعل. وعند الحصول على نتائجها تتم عملية ربطها بالثلاثة مفاهيم السابقة فى منظومة رباعية، كما هو موضح بالشكل المنظومى التالى:



الشكل المظومى (10)

وقد وجد أن نتائج دراسة المسار الفراغى (تعتبر دراسة غير حركية مثلا باستخدام النظائر والمراكز الكيرالية في المتفاعلات) ترتبط بشكل وثيق مع نتائج الدراسة الحركية، من ناحية إثبات آلية التفاعل حيث معروف علمياً أن معظم تفاعلات تمىء الإسترات تسير بآليات مختلفة. لذا فالتعرف على المسار الفراغى للتفاعل يعطى فكرة تتماشى مع نتائج الدراسة الحركية. ولتوضيح هذا نفترض أن نتائج الدراسة الحركية دلت على أن التفاعل يسير برتبة أحادية فهذا قد يدل على حدوث كسر فى الحامض ليعطى وسيطين أحدهما الكربوكاتيون، هذه النتيجة ترتبط مع نتيجة الدراسة الفراغية غير الحركية من ناحية الحصول على كحول فى صورة خليط راسيمى (عند استخدام أستر كيرالى). كذلك نجد أن هذه النتائج يمكن ربطها مع الدراسة الطيفية عند أثبات عدم تكون (أو تكون) وسيط الهرم الرباعي خلال تميء الاستر ، هذا بأختفاء عصابة مجموعة الكربونيل ثم ظهورها مرة أخرى خلال تفاعل التميء أو عدم أختفائها خلال تمئ الاستر في طيف IR .

مما سبق نجد أننا قمنا بربط أربعة مفاهيم مع بعضها البعض فى منظومة تلقى الضوء على ماهية آلية التفاعل العضوى باستخدام أربعة تقنيات مختلفة كما هى موضحة بالشكل (10) السابق.

كذلك فى بعض التفاعلات العضوية نحتاج لاستخدام أكثر من أربعة تقنيات تطبق على تفاعل واحد للحصول على نتائج متعددة ترتبط ببعضها البعض فى منهجية علمية منظومية للوصول إلى افتراض آلية مناسبة للتفاعل العضوى **قائمة** على نتائج علمية دقيقة.

المراجع

1) Fahmy, A.F.M., Lagowski, J.J; Pure Appl. Chem., 1999, 71(5) 859 – 863. [15th ICCE, Cairo, Egypt, August, 1998].

2) Fahmy, A.F.M., Lagowski, J.J. Arief, M.H.[16th (ICCE) Budapest, Hungary August, (2000)].

3) Fahmy, A.F.M., Workshop: on New Trends in Chemistry Teaching (NTCT) Organized by IUPAC, UNESCO, Budapest, Hungary August (2000).

4) Fahmy, A.F.M., Lagowski, J.J.; Systemic Approach in Teaching and Learning Carboxylic Acids and Their derivatives,

http.//www. Salty2k.com/satlc. html

5) Fahmy, A.F.M., Lagowski, J.J.; "Systemic Approach in Teaching and Learning Aliphatic Chemistry"; Modern Arab Establishment for printing, publishing; Cairo, Egypt (2000).

6) Fahmy A. F. M., El-Hashash M., "Systemic Approach in Teaching and Learning Heterocyclic Chemistry". Science Education Center, Cairo, Egypt (1999).

7) Fahmy A. F. M., Hashem, A. I., and Kandil, N. G.; Systemic Approach in Teaching and Learning Aromatic Chemistry. Science Education Center, Cairo, Egypt (2000).