الفصل الثاني

لغة الكيمياء ومعايير تعلمها

الفصل الثاني
لغة الكيمياء ومعايير تعلمها

*** المقدمة:**

إن لغة الكيمياء تعد لغة كونية، فقد طورها الكيمائيون لتكون لغة خاصة بهم في جميع أنحاء العالم، وهي تتضمن استخدام الصيغ والرموز الكيميائية في الكتابة، حيث أن لكل عنصر من عناصرها رمز خاص به، فالعناصر الكيميائية هي بمثابة مفردات هذه اللغة التي يتحدث بها الكون عن نفسه، وهي ثابتة ومتفق عليه دون تغير. فالعناصر عندما تتحد مع بعضها تكون المركبات الكيميائية فكأن العناصر هي حروف هذه اللغة والمركبات هي الكلمات التي تتمثلها، وكل مركب له صفات خاصة به.

إن العناصر الكيميائية، منها ما هو متحرك وهي اللافلزات ومنها الأكسجين، الكبريت، الكربون، ومنها ما هو ساكن وهي الفلزات ومنها النحاس، القصدير، ويبلغ عدد العناصر الثابتة (٩٢) عنصراً تبدأ بالهيدروجين وتنتهي باليورانيوم، والأخرى تتكون من (٧٥) عنصراً لا فلزياً وهي تشبه حروف اللغة الساكنة، أما بقية العناصر اللافلزية فهي تشبه الحروف المتحركة في اللغة، ولذا نادراً ما تتحد الفلزات لتكون مركبات، ولكن اللافلزات هي التي تكون مع الفلزات المركبات الكيميائية، وكذلك حروف العناصر المتحركة (اللافلزات) تتحد مع بعضها لتكون المركبات مثل الماء فهو يتكون من عنصرين متحركين هما الأكسجين والهيدروجين.

إضافة لذلك فإن ما يظهر جمال التركيب الكيميائي للمركبات الكيميائية بجميع أنواعها هو استخدام اللغة الرمزية (التي ينظر إليها البعض على أنها لغة ثابتة في الكيمياء) في التعبير خاصة عند مستواها البنائي الذي يوضح ويبين طريقة ترتيب

هذه العناصر داخل المركبات الكيميائية وكيفية ارتباطها مع بعضها البعض وطبيعة الروابط فيما بينها، فتتضح فيها التناسق والتناسب وهما من عناصر الجمال في التعبير، ولهذا فإن استخدام الرموز الكيميائية في لغة الكيمياء يبرز لحد كبير الجوانب الجمالية في التركيب الكيميائي لها، مما يجعل من تعلمها متعة وجمالاً فتكون مشوقة للمتعلم وجاذبة له مما يزيد اتجاهه نحو تعلم الكيمياء ورموزها ولغتها المتعارف عليها عالمياً، وإظهاراً لجمال المعنى والمبنى فيها.

وبصفة عامة يمكن النظر إلى الرمز الكيميائي للعناصر والمركبات الكيميائية على أنه صورة بصرية:

(١) يمكن ملاحظتها وكتابتها أو رسمها لتناسب كل فئات التلاميذ ومنهم المعاقين بصرياً.

(٢) لها دلالة لفظية تعبر عنها.

(٣) تقرأ بشكل يناسب كل التلاميذ، بالشفاة للمعاقين سمعياً، وببرايل للمعاقين بصرياً.

(٤) يعبر عنها بلغة الإشارة والهجاء الأصبعي لتناسب التلاميذ المعاقين سمعياً.

(٥) يسهل ترميزها وتخزينها في الذاكرة.

(٦) يمكن صياغتها جزيئياً أو بنائياً أو هندسياً.

(٧) تظهر جماليات بنية المركب الكيميائي.

(٨) موضحة لشكل الارتباط بين عناصر المركب الكيميائي.

(٩) تستخدم في التعبير عن التفاعلات الكيميائية.

(١٠) تعرض داخل محتوى المنهج بأنماط متعددة قبل النص أو بعده أو تزامناً معه.

(١١) ضرورية لدراسة النص الكيميائي وفهم محتواه والتعبير عنه.

(١٢) تعد لغة أساسية لعلم الكيمياء متفق عليها بين المتخصصين.

(١٣) تكتسب مهاراتها بالتعليم والتدريب من معلم الكيمياء.
(١٤) يمكن اكتسابها من كل فئات التلاميذ في المجتمع.
(١٥) تمثل بنية المحتوى غير اللفظي في الكيمياء.

*** معايير كتابة لغة الكيمياء الرمزية:**

فإن ماهية اللغة الرمزية للعناصر تعد بمثابة طريقة مختصرة ومختزلة للتعبير عن العنصر الكيميائي وتمثيله في صورة رمزية معينة، وذلك يكون من خلال:

(١) استخدام الحرف الأول في الاسم غير العربي المعبر لفظياً عن العنصر، كمثال:

Hydrogen	H	Phosphorus	P
Oxygen	O	Sulphur	S

(٢) استخدام الحرفين الأول والثاني في الاسم غير العربي المعبر لفظياً عن العنصر، كمثال:

Helium	H	Calcium	Ca
Lithium	Li	Cobalt	CO

مع الأخذ في الاعتبار عند كتابة الرموز الكيميائية للعناصر أن يكون الحرف الأول كبيراً والثاني صغيراً بصفة عامة، عند استخدام حرفين في التعبير الرمزي عن العنصر أو المركب الكيميائي، كمثال:

Calcium	Ca
Cobalt	Co

كما أن ماهية اللغة الرمزية للمركبات الكيميائية تعد أيضاً طريقة موجزة للتعبير عن المركب الكيميائي وتمثيلة في صورة رمزية وصيغة كيميائية تظهر ارتباط وطبيعة الذرات داخل هذا المركب، وهي تكتب من خلال نفس اللغة الرمزية للعناصر، كمثال:

ثاني أكسيد الكربون	CO_2
أكسيد الماغنسيوم	MgO

وتجدر الإشارة إلى أنه قد يكون من الصعب تعلم صيغ ورموز أكثر من مائة رمز كيميائي، ولكن من الضروري السعي نحو البدء في التشجيع نحو تعلم هذه اللغة في الكيمياء بطرق مناسبة للتعلم وملائمة لتذكر الدارسين في الكيمياء.

إن استخدام اللغة الرمزية في تعليم الكيمياء من خلال المعلم أو من خلال عرضها عبر مناهج الكيمياء في المراحل الدراسية المختلفة، إنما يتطلب أن تكون أولويات التدريس في مجل الكيمياء لإكساب الطلاب والدارسين لهذا العلم الطبيعي المفردات اللغوية الرمزية، وتدريبهم على ما يلي:

(أ) القراءة الصحيحة للرموز الكيميائية.

(ب) الكتابة السليمة لهذه الرموز وفق المعايير المتفق عليها من قبل المتخصصين في مجال تعليم الكيمياء سواء العناصر أو المركبات.

(ج) التعبير العلمي الدقيق باستخدام هذه الرموز خاصة عند كتابة التفاعل الكيميائي أو الصيغ الكيميائية.

(د) حفظ وترميز هذه اللغة الرمزية في الذاكرة وتذكرها عند تعلم محتوى مناهج الكيمياء.

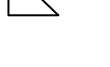
(هـ) رسم هذه الرموز الكيميائية بصورة دقيقة خاصة في الكيمياء العضوية ذات الصيغ الرمزية الحلقية والبنائية.

وهذا يتطلب أن يكون لدى المتخصصين في مجال تعليم العلوم الطبيعية (الكيمياء) الوعي بأسس وقواعد أو معايير اللغة الرمزية السليمة بناءً ومعنى، حتى يكتسبها الدارسين لعلم الكيمياء بصورة صحيحة، وتوظيفها عند تعلمهم وممارستهم القراءة والكتابة والتعبير اللغوي الكيميائي، فيستطيع الدارسين أن

يمارسوا مهارات لغة الكيمياء بدقة يظهرون من خلال إتقانهم لهذه اللغة الرمزية قراءة، كتابة، تعبيراً وتصويراً في ضوء المحتوى العلمي المتطلب دراسته.

فعلى سبيل المثال، حينما يطلب من الدارسين كتابة أحد الرموز الكيميائية للعناصر، أو قراءته بصورة صحيحة، أو رسمها بشكل دقيق (كالبنزين مثلاً) أو التعبير بهذه اللغة عن تفاعل كيميائي أو عبر صيغ كيميائية معنية (الجزيئية، البنائية، الحلقية) فمن المهم أن يكون لدى هؤلاء الدارسين وعياً بهذا وبشكل دقيق وسليم، ذلك لأن هذه المهارات تمثل فنون لغة الكيمياء الرمزية ولا يمكن فهم المحتوى الكيميائي الرمزي وتوظيفه في تعلم الكيمياء دون اكتساب هذه المهارات معرفة وممارسة عند التعلم.

لذلك من المهم التوجه في تعليم الكيمياء نحو ضرورة تشجيع الطلاب على تعلم أسماء العناصر الكيميائية المتعارف عليها بمعنى معرفة مسمياتها العلمية ثم تعلم رموزها الكيميائية الدالة عليها كما اتفق عليها بين المتخصصين في المجال ومن الأفضل في بداية التعليم أن يتم ربط الاسم العلمي للعنصر برمزه الكيميائي وبإشارته في حالة التلاميذ الصم وبشكله الهندسي المتفق عليه في حالة التلاميذ المعاقين بصرياً، ذلك قد يكون من خلال البطاقات الضوئية أو الورقية المعدة لذلك وبتصميم مناسب للدارسين، وتعد هذه البطاقات لتمثل وسيلة تعليمية بسيطة في تعليم هذه المفردات أولاً قبل استخدامها وتوظيفها كيميائياً في صياغة الرموز الكيميائية للمركبات أو التفاعل الكيميائي، كأن يكون شكلها كالتالي:

- الاسم اللفظي للعنصر = الصوديوم
- رمزه الكيميائي العربي = ص
- رمزه الكيميائي غير العربي = Na
- رمزه الكيميائي الإشاري = إشارة
- رمزه الكيميائي للمعاق بصرياً = 

لتكون بذلك بطاقة شاملة لكل الدارسين في الكيمياء خاصة العاديين لاكتساب ثقافة هذه اللغة الرمزية عند غير العاديين، مع مراعاة أن تكتب هذه البطاقة بلغة برايل لتناسب التلاميذ المعاقين بصرياً حتى يتمكنوا من الاكتساب السليم لمفردات اللغة الرمزية بمترادفاتها المتنوعة، وتمشياً مع مبدأ مراعاة الفروق الفردية في تعليم وتعلم التلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة في الفصول الدراسية الشاملة، مع الأخذ في الاعتبار أيضاً أن تكون الإشارة المعبرة عن الرمز الكيميائي متفق عليها من قبل التلاميذ الصم أنفسهم، ومن قبل المتخصصين في مجال تعليم العلوم للتلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة من المعاقين سمعياً.

وهناك من القواعد والمعايير المتفق عليها علمياً من قبل المتخصصين في مجال تعليم الكيمياء، من المهم مراعاتها واتباعها عند تعليم الكيمياء للطلاب وتدريسها لهم في الفصول الدراسية على كافة المراحل والمستويات التعليمية وبطريقة تناسب كل فئات الطلاب داخل الفصول الدراسية الشاملة، وفيما يلي عرضاً لها:

(١) التعرف الدقيق والصحيح لرموز العناصر الكيميائية المتعارف عليها عالمياً بين المتخصصين في مجال تعليم الكيمياء.

(٢) التعرف التام على مسميات العناصر الكيميائية وهي المسميات اللفظية الدالة عليها.

(٣) التمييز بين المسميات الشائعة والمسميات العلمية وفق الأنظمة العالمية في ذلك كنظام (UPAC'S) كمثال:

الرمز الكيميائي	المسمى الشائع	المسمى العلمي وفق (UPAC'S)
H_2O_2	فوق أكسيد الهيدروجين أو هيدروجين بيروكسيد	داي هيدروجين داي أوكسيد

الرمز الكيميائي	المسمى الشائع	المسمى العلمي وفق (UPAC'S)
H_2O	الماء	داي هيدروجين مونوكسيد
K_2CO_3	بوتاسا	بوتاسيوم كربونات أو كربونات بوتاسيوم

لأن المعرفة السليمة بالإسم العلمي أو الشائع للمركب الكيميائي يسهل على الطلاب صياغته رمزياً بصورة سليمة.

(٤) التمييز بين الرموز الصحيحة وغير الصحيحة للعناصر والمركبات الكيميائية المراد صياغتها من مسماها اللفظي إلى رمزها غير اللفظي، كمثال:

المسمى اللفظي الشائع	المسمى العلمي	الرمز الصحيح	الرمز غير الصحيح
ثالث أكسيد الكبريت	تراي أوكسيد الكبريت	SO_3	SO_3^{-2}

(٥) الوعي بلغة رياضيات كتابة الرمز الكيميائي واستخدامها بصورة صحيحة عند التعبير الرمزي عنه، كمثال: فإن الأرقام الرياضية في مجال تعليم لغة الكيمياء اللفظية وتحويلها إلى رمزية تنطلق من معرفة وفهم المسمى اللفظي بدقة حتى تأتي صياغة الرمز الكيميائي سليم من الناحية العلمية، والمقصد هنا بلغة الرياضيات هي التعبير الرقمي عن عدد ذرات العنصر خاصة داخل المركب الكيميائي وهذه الأرقام الرياضية تكتب على الشكل التالي كما يوضحها الجدول:

عدد الذرات	التغيير المتفق عليه	عدد الذرات	التغيير المتفق عليه
١	مونو Mono	٦	هكسا Hexa
٢	داي Di	٧	هيبتا Hepta
٣	تراي Tri	٨	أوكتا Octa
٤	ترا Tetra	٩	نونا Nona
٥	بنتا Penta	١٠	ديكا Deca

وكمثال على ذلك من خلال الرموز الكيميائية:

المسلسل	الرمز الكيميائي	الاسم العلمي	الاسم الشائع
١	NO_2	نيتروجين داي أوكسيد	ثاني أكسيد النتروجين
٢	N_2O_4	داي نيتروجين تنر أوكسيد	رابع أكسيد النيتروجين
٣	CO	كربون مونوأوكسيد	أول أكسيد الكربون
٤	SO_2	كبريت داي أوكسيد	ثاني أكسيد الكبريت

وعلى ذلك فإن لغة الرياضيات الكيميائية هي لغة تعبر عن عدد الذرات العنصر في المركب الكيميائي المعبر عنه رمزياً وهذه من المهم معرفتها في حالة التعبير الرمزي عن المسمى اللفظي للعناصر والمركبات الكيميائية.

(٦) في حالة كتابة أو صياغة الرموز الكيميائية للأيونات الخاصة بالفلزات الموجبة (الأيونات الموجبة) يكتب وفق رمز العنصر المتفق عليه وفوقه من الجهة اليمنى عدد الأيونات السالبة أو الموجبة وفي الإشارة الجبرية ذلك عندما يكون للعنصر تكافؤ واحد، كمثال:

(H^{+}) أيون الهيدروجين، (K^{+}) أيون البوتاسيوم (Mg^{+2}) (أيون الماغنسيوم)، (AL^{+3}) أيوم الألومنيوم.

أما في حالة العنصر متعدد التكافؤ فتضاف لاسم العنصر أو أيونه (IC) عندما تكون عدد الالكترونات المفقودة أعلى أو أكبر، كمثال: أيون الحديد الثلاثي (F^{+3}) أو تسمى Iron III أو Ferric، أو يكتب بجانب اسم العنصر عدد الالكترونات المفقودة.

وعندما تكون عدد الالكترونات المفقودة أقل تضاف لاسم العنصر أو أيونه (OUS)، كمثال (CU^{+1}) أيون النحاس فتكتب أو تسمى (Cuprous or Copper 1).

وفي حالة الأيونات السالبة أو العناصر المكتسبة للإلكترونات يكتب رمز العنصر المتفق عليه، وفوقه على اليمين عدد الأيونات أو الالكترونات المكتسبة مضاف إليها إشارة (−) ، ويضاف لاسم العنصر (IDE)، كمثال أيون النتروجين (N^{-3}) نيتريد Nitride، (S^{-2}) أيون الكبريت ويسمى سلفيد Sulfide، (C^{4-}) أيون الكربون أو كربيد Carbide حتى ولو الصيغة في حالة المجموعات الذرية مثل Hydroxide (OH)

وهذا يتطلب في دروس الكيمياء أن يكتسب الطلاب والدارسين لغة الإشارة الجبرية عند صياغة الرموز الكيميائية للأيونات الموجبة أو السالبة للعنصر،

وذلك ليكون لديه وعي بدلالتها ومعناها ووضعها على رمز العنصر، حيث تعني الإشارة الموجبة أن العنصر فقد حين تعني الإشارة السالبة أن العنصر قد اكتسب الكترونات وهذا أيضاً يقود إلى اكتساب الطلاب الوعي بدلالة الإشارة الجبرية في التفاعلات الكيميائية عند صياغة المعادلة الكيميائية رمزياً، حيث أكدت إحدى الدراسات أن طلاب المرحلة الإعدادية والثانوية لديهم تصورات خاطئة عن دلالة الإشارة الجبرية في المعادلة الكيميائية، لذلك عند تدريس لغة الكيمياء الرمزية من المهم يكتسب الطلاب التمييز بين دلالة الإشارة الجبرية في حالة الأيون الموجب أو السالب للعنصر، وبين دلالة هذه الإشارة الجبرية المستخدمة في صياغة المعادلة الرمزية المعبرة عن التفاعل الكيميائي بين العناصر والمركبات الكيميائية.

كذلك من المهم أن نؤكد على أنه في حالة كتابة الرمز الكيميائي للمركب الذي يحتوي على أكثر من ذرة لعناصر مختلفة، ينبغي الوعي بأنه يكتب الاسم الأول للعنصر الأول حسب وضعه في صيغة المركب الكيميائي، ويضاف لإسم العنصر الثاني في المركب (IDE)، مع الأخذ في الاعتبار أنه في حالة الجمع بين عنصرين أحدهما يعطي الكترونات والآخر يفقد الكترونات أي تربط بينها رابطة أيونية، لابد أن تكون حصيلة جمع الأيونات لكلا العنصرين أو العناصر الموجودة في المركب تساوي (صفر)، كمثال (CaI_2) وتنطق يوديد الكالسيوم وهو المسمى الشائع أما المسمى العلمي فينطق الكالسيوم أيوديد أو أيوديد الكالسيوم (Calcium Idide) (KBR) بروميد البوتاسيوم أو بوتاسيوم بروميد (Potassium bromide) ذلك من أجل ضبط الصيغة الرمزية للمركب الكيميائي.

(٧) في حالة المركبات التي تحتوي على عنصر الأكسجين، يراعي عند كتابة الرمز الكيميائي لها، أن كان عدد ذرات الأكسجين أو أيوناته كثيرة في

المركب يضاف إلى الاسم (ATE)، وكلما كان عدد أيونات الأكسجين قليلة يضاف إلى الاسم (ITT)، كمثال (SO_4^{-2}) فتنطق Sulfate، (SO_3^{-2}) فتنطق Sulfite ، (No_3) وتسمى Nitrate، (No_{-2}) وتسمى (Nitrite) نسبة إلى عدد ذرات الأكسجين وأيوناته على المركب بمعنى زيادة عدد ذرات الأكسجين وقلة عدد الأيونات على المركب تضاف لاسم المركب (ITE)، وزيادة عدد الأيونات على المركب وقلة عدد ذرات الأكسجين، يضاق لاسم المركب (ATE) كما سبق توضيحه في الأمثلة.

(٨) عند كتابة الرمز الكيميائي للأحماض، من المهم أن يوضح للطلاب أن:

أ- الأحماض دائماً في صياغتها الرمزية تحتوي على عنصر الهيدروجين.

ب- يضاف إلى اسم الحمض (IC) أو (يك) كمثال (HCI)، حمض الهيدروكلوريك وتكتب Hgdrochloric acid.

ج- في حالة أحماض النتروجين تضاف (IC) في حالة زيادة عدد ذرات الأكسجين في الحمض، وتضاف (auc) في حالة قلة عدد ذرات الأكسجين في الحمض، كمثال: ($H_2 \ SO_4$) تنطق سلفوريك أسيد أو حمض الكبريتيك أو Sulfuric acid ، ($H_2 \ So_3$) تنطق سلفورز أسيد أو حمض الكبرتيوز أو Sufurous acid عندما يكون هناك حمض للأكسجين، وفي حالة وجود أربع أحماض، يضاف ليصغة المركب الأقل في عدد الأكسجين مقطع Hypo والمركب الأعلى في عدد ذرات الأكسجين يضاف مقطع Per كمثال:

Hypo bromans acid (HBRO)

Per bramic acid ($Hbro_4$)

مع ثبات عدد ذرات الهيدروجين في الحمض عن كتابة الرمز الكيميائي.

(٩) في حالة كتابة الصيغة أو الرمز الكيميائي للأملاح يراعي تحديد عدد ذرات الهيدروجين وفق لغة رياضيات الكيمياء المتبعة، وإضافة المقاطع المتفق عليها، وفق عدد ذرات الأكسجين كمثال Sodium Mono hydrogen Carbonate فتكتب الرمز ($NaHCO_3$) بيكربونات الصوديوم المسمى الشائع Sodium Dihydrogen Phosphate (NaH_2PO_4).

(١٠) يراعي معرفة المعلم في الكيمياء وطلابه أو الدارسين في الكيمياء أن هناك سبعة عناصر تكتب جزئياتها أو رمزها الكيميائي في صورة جزئي محدد به عدد ذراتها وهي دائماً ثنائية (Br_2 (di) ، F_2، H_2، N_2, Cl, I_2, O_2 وأن هناك مجموعات ذرية تنطلق كلية دون تحليل لعناصرها مثل PO_4 الفوسفات (CO3) الكربونات (HCO_3) بيكربونات (NO_3) النترات (OH) الهيدروكسيد (Cro_4) كرومات ($HCro_4$) بيكرومات وهكذا.

(١١) من المهم ضرورة تدريب الطلاب في دروس الكيمياء على معرفة دلالة الخطوط والأسهم الرياضية المستخدمة عند صياغة الرموز الكيميائية للعناصر والمركبات وكذلك في التعبير عن التفاعل الكيميائي بمعادلة رمزية، وإبراز ماهية النقاط المستخدمة في حالة التعبير الرمزي البنائي عن العناصر والمركبات الكيميائية، ويوضح الجدول التالي بعض هذه الدلالات.

رياضيات لغة الكيمياء	دلالاتها
*	الكترون
–	رابطة الكترونية تساهمية

رياضيات لغة الكيمياء	دلالاتها
$\longrightarrow$	اتجاه التفاعل
$\uparrow$	تصاعد غاز
$-$	اكتساب الكترون أو أيون سالب
$+$	فقط الكترون أو أيون موجب
$\downarrow$	راسب
$\triangle$	حرارة

(١٢) من المهم في دروس الكيمياء أن يوضح للطلاب دلالة الرقم الرياضي حسب وضعه أمام العنصر وخلفه وكذلك في المركبات الكيميائية ذلك عند صياغة الرمز الكيميائي خاصة في التفاعلات الكيميائية التي يتم التعبير عنها بمعادلات كيميائية رمزية كمثال:

O_2 ⟵ تعني جزئي أكسجين

$2O_2$ ⟵ تعني عدد (٢) جزئي أكسجين، وتنطق أحيانا (O_2)، وكذلك $2CO_2$ تعني (٢) جزئي من ثاني أكسيد الكربون أو كربون داي أوكسيد وهكذا. يكون من ذرتين منه،

وكذلك يوضح للطلاب في دروس الكيمياء أن وضع الرقم الكيميائي فوق رمز العنصر من جهة اليمين دون النظر للإشارة الجبرية المرتبطة به، إنما يعني عدد الالكترونات المفقودة أو المكتسبة من ذرة العنصر ليصبح أيوناً سالباً أو موجباً،

كمثال: (Zn^{+2})، الخارجين (Pb^{4+}) الرصاص ويوضح الجدول التالي بعضاً من ذلك:

م	وضع الرقم الرياضي	دلالاته
١	بعد ذرة العنصر	جزئي أو عدد الذرات داخل المركب
٢	قبل ذرة العنصر	عدد الذرات أو الجزئي
٣	فوق ذرة العنصر	عدد الإلكترونات المفقودة أو المكتسبة حسب الإشارة الجبرية

إن لغة الكيمياء الرمزية تعد جزءً رئيساً في تكوين مستوى جيد من مقروئية كتب الكيمياء للدارسين فهي تشكل أحد المكونات اللغوية فيها، بجانب اللغة اللفظية، والهندسية، وعلى قدر فهم التلاميذ لها كما هي معروضة داخل كتب الكيمياء، فهماً يعبر عن تعرفها، وبنيتها، وقراءتها في سياق اللغة اللفظية بما يعبر عن إفادتهم منها في تعلم المفاهيم الكيميائية وتطبيقاتها، واستخدامها في التعبير عن ذلك والتواصل العلمي مع المتخصصين في المجال فصياغة هذه اللغة الرمزية يتطلب تحقيقاً لمقروئية جيدة في كتب الكيمياء، مراعاة الخصائص اللغوية لفئات التلاميذ غير المتجانسة من العاديين وذوي الاحتياجات الخاصة.

فكتابة الرمز الكيميائي في كتب الكيمياء مصاحباً للغة اللفظية إنما يعني ترجمة رمزية لهذه اللغة اللفظية إلى صيغة بصرية تمكن فئات التلاميذ المتنوعة من إدراكها بحواسهم المختلفة خاصة الذين تضعف لديهم الذاكرة اللفظية ولديهم من المقدرة على ترميز مثل هذه اللغة في ذاكرتهم، فهي بذلك تعد من معنيات التذكر لدى كثير من التلاميذ، لكن من المهم أن يتم تعليمها لهم في سياق مقترن باللغة اللفظية حتى يستطيع هؤلاء التلاميذ الربط بين الرمز واللفظ بصورة إيجابية، وهذا

يتطلب مراعاة مستوى مقروئية اللغة الرمزية في كتب الكيمياء بما يناسب قدرات وخصائص الفئات المتنوعة من التلاميذ في فصول تعليم الكيمياء، لتكون مثل هذه الكتب جاذبة للتلاميذ لقراءتها والإفادة منها.

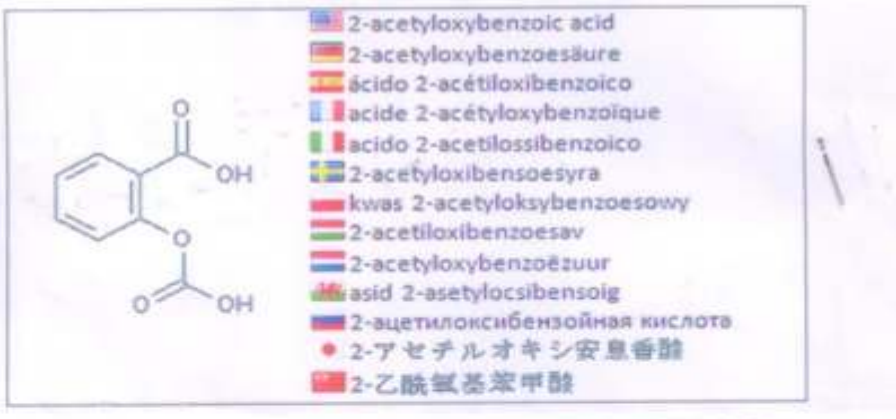
إن مقروئية اللغة الرمزية في مجال تعليم الكيمياء له مجموعة من المعايير التي من الضروري مراعاتها عند صياغة لغة الكتاب اللفظية والرمزية، منها أن:

١- واضحة الكتابة.
٢- مناسبة للغة اللفظية ومرتبطة بها.
٣- حجمها مناسب.
٤- مواضعها في الكتاب ملاءمة.
٥- مقرونة بلغة الإشارة لتناسب فئات المعاقين سمعياً.
٦- مقرونة بأشكال هندسية محددة لتناسب فئات المعاقين بصرياً.
٧- قواعد كتابتها سليمة من حيث الرمز والأرقام ذات الصلة به في حالة رمزين أو ثلاثة.
٨- ألوانها مناسبة عند التعبير عنها بالألوان.
٩- تعددية تكرار الرمز في الصفحة عند الضرورة الكيميائية.
١٠- توضح وضع الرمز الأبجدي الكيميائي داخل صياغة رمزية متعددة الأبجدية الكيميائية ودلالته بصورة تناسب كل التلاميذ.

معالجة لغة الكيمياء الرمزية للتباين في اللغة القومية بين المجتمعات:

إن أهم ما يميز لغة الكيمياء الرمزية بصفتها لغة تخاطب حاسة البصر لدى العاديين وجميع ذوي الاحتياجات الخاصة فيما عدا المعاقين بصرياً، إنها أي هذه اللغة الرمزية تعالج التباين اللغوي الموجود بين الأقطار المختلفة متعددة اللغات كالانجليزية، والفرنسية، والبرتغالية، والأسبانية، والفارسية وغيرها، حيث تعد لغة

مقروءة بصرياً من المتخصصين والدارسين لعلم الكيمياء في جميع أنحاء العالم مهما اختلفت لغتهم الأم، فالاختلاف والتباين لا يكون حول الرمز البصري فهو لغة متفق عليها عالمياً، إنما التباين يكون في كتابة وقراءة أو تسمية الرمز الخاص بالعنصر أو المركب بلغة الوطن كالصينية، واليابانية وبقية اللغات في العالم، أنظر الشكل التالي فهو يوضح إتقان الرمز الكيميائي بين دول العالم والتباين الواضح في كتابة مسماه وقراءته.



Language	Query
English	benzoic acid
Chinese	苯甲酸
Japanese	安息香酸
German	benzoesäure
Spanish	ácido benzoico
French	acide benzoïque
Russian	бензойная кислота
Dutch	benzoëzuur

من هنا فإن مهارة الترجمة داخل لغة الكيمياء وفي مناهجها تعد ذات أهمية لعدة أسباب أهمها:

١- أنها تعبر عن مدى الفهم الكيميائي اللغوي لدى المتخصص أو الدارس في مجال الكيمياء.

٢- أنها مهمة للتواصل الكيميائي لغوياً بين المتخصصين أو الدارسين عبر الأقطار المختلفة.

٣- أنها ضرورية لفهم لغة كيمياء عبر بلدان العالم المختلفة والاستفادة من خبرات المتخصصين بها.

لذلك فإن القائم بعملية الترجمة الكيميائية عبر لغتها من المهم أن يتوفر لديه المهارة المتقنة فيها التي تتطلب اكتساب ثقافة اللغة الأم أو الوطنية عبر الدول المختلفة، وكذلك المهارة في ملاحظة الرمز الكيميائي بدقة وقراءته بصورة صحيحة، وهذا يقتضي من المترجم وعياً بمفردات وأبجدية لغة الكيمياء الرمزية، وكذا اللغات ذات الصلة كالرياضيات بأرقامها، وإشاراتها وأشكالها الهندسية، كما يتطلب أن يكون لدى المترجم ثقافة لغة ذوي الاحتياجات الخاصة كلغة الإشارة والهجاء الأصبعي لدى المعاقين سمعياً.

لذلك فإن الترجمة في لغة الكيمياء يلزمها تدريب القائم بها جيداً حتى تأتي ترجمته دقيقة لغوياً وبالتالي علمياً، ولهذا فإنه في بعض الأحيان يستعان بالمترجم الحاسوبي للقيام بمهمة الترجمة الإلكترونية عبر الرموز الكيميائية في ضوء برنامج معد لهذا الغرض ويدرب عليه القائم بالترجمة أو الدارس لعلم الكيمياء، وبالتالي يكون لدينا مترجمان أحدهما الإنساني والآخر الالكتروني عبر برنامج الحاسوب المعد لهذا الأمر تحديداً.

*** المترجم الكيميائي:**

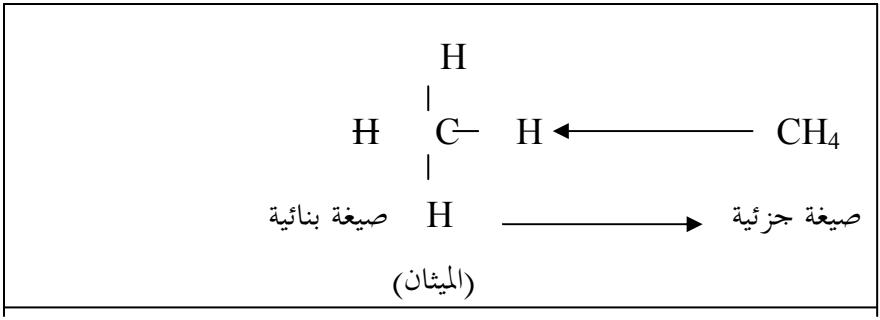
نظراً لأهمية مهارة الترجمة داخل لغة الكيمياء كإحدى مهارات هذه اللغة التي من المهم توافرها لدى المتخصصين والدارسين لعلم الكيمياء، فهي تعد لغة تعلم لمحتوى مناهج الكيمياء، ولغة تواصل بين الدارسين لها، وبصيغة عامة فإن المتخصص أو الدارس لعلم الكيمياء من الضروري أن يتقن كل مهارات لغة هذا العلم من قراءة، كتابة، تسمية، ترجمة، إلا أن مهارة الترجمة تعد ذات أهمية لما تتطلبه في القائم بها من قدرات خاصة وهو المترجم الكيميائي، الذي يقوم بتحويل اللغة الكيميائية من صيغة لأخرى بصورة صحيحة.

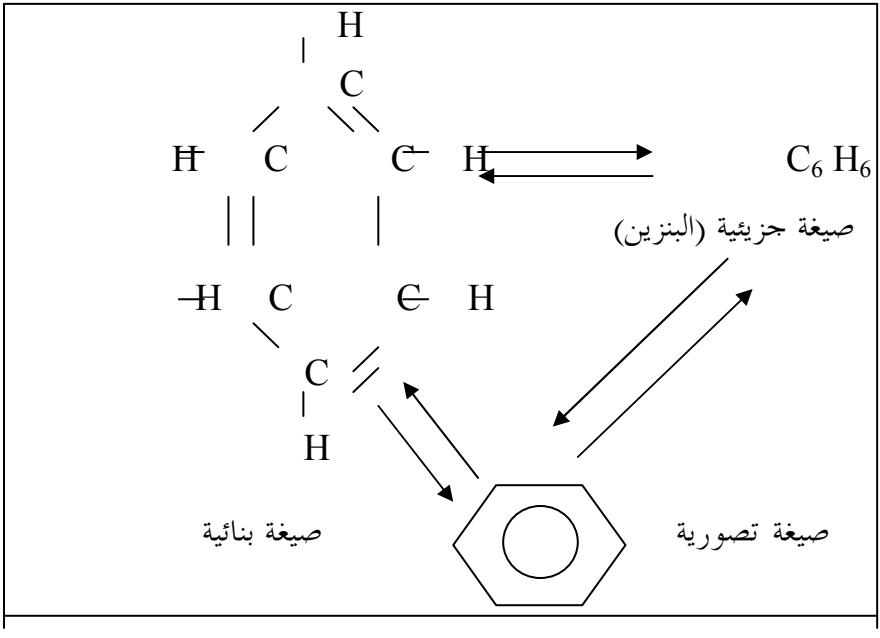
وتعد الترجمة الكيميائية عملية تحويل العنصر أو المركب الكيميائي من صيغة لأخرى بصورة دقيقة أو التعبير عنهما بصيغ مختلفة، وهذه تكون من صيغة:

١- لفظية إلى رمزية والعكس.
٢- رمزية جزيئية إلى رمزية بنائية والعكس.
٣- رمزية جزيئية إلى رمزية تصورية والعكس.
٤- رمزية بنائية إلى رمزية تصورية والعكس.
٥- صيغ تعبيرية مختلفة.

وكمثال: ثاني أكسيد الكربون ⟵ CO_2

صيغة لفظية ⟶ صيغة رمزية





وهناك أيضا الترجمة من الصيغة اللفظية والرمزية بمختلف فئاتها إلى الصيغة الإشارية لتناسب التلاميذ المعاقين سمعياً، وإلى الصيغة الهندسية لتناسب التلاميذ المعاقين بصرياً الدارسين لعلم الكيمياء، وهذه تتطلب مهارات من المترجم الكيميائي حتى يتمكن من إجراء عملية الترجمة اللغوية – في الكيمياء لمثل هؤلاء

التلاميذ ذوي الاحتياجات الخاصة بصورة دقيقة ومناسبة، والملاحظ أن الترجمة لذوي الاحتياجات الخاصة (المعاقين سمعياً، المعاقين بصرياً) تأخذ الطابع الرمزي غالباً خاصة في الترجمة من الصيغة الرمزية للمركب الكيميائي إلى الصيغة الإشارية (رمز) أو إلى الصيغة الهندسية (رمز).

والمترجم الكيميائي يمكن تصنيفه إلى:

أ- الإنساني ويكون المتخصص أو الدارس أو معلم الكيمياء.

ب- الإلكتروني ويكون بواسطة الحاسوب وفق برنامج ترجمة معد من قبل متخصصين في المجال.

فالمترجم الإنساني من المهم أن يكون على دراية بمفردات لغة الكيمياء الرمزية وأبجديتها، والوعي باللغات الأخرى لبلدان العالم المختلفة، ولغات ذوي الاحتياجات الخاصة، ولديه المهارات اللغوية في الكيمياء من قراءة، كتابة، تسمية كمهارات متطلبة لإتقان وممارسة لغة الكيمياء، والقيام بالترجمة اللغوية في مجال تعلم الكيمياء ويحتاج لتدريب كافي تفادياً للوقوع في أخطاء الترجمة.

والمترجم الإلكتروني يعتمد بصفة أساسية على استخدام تكنولوجيا الحاسوب في وضع برامج للترجمة في لغة الكيمياء وتصميمها بمختلف اللغات في الأقطار المتنوعة، مع إمكانية تزويد هذه البرامج بالترجمة للغات ذوي الاحتياجات الخاصة كلغة الإشارة للتلاميذ المعاقين سمعياً ، وهذه توضع من قبل متخصصين في مجال الكيمياء لديهم المهارة في الترجمة بلغة الكيمياء عبر صيغها المختلفة خاصة اللغة الرمزية مع تنوع فئاتها (جزيئية – بنائية – تصورية)، وقد يكون أشبه بمترجم اللغات الأجنبية المختلفة إلى العربية والعكس وهذه يستفيد منها الدارسين في معرفة الترجمة الرمزية وغير الرمزية لأي مركب كيميائي إلا أنها تجعل الدارس يعتمد بصفة أساسية على نمذجة الترجمة آلياً دون القيام بنفسه في ضوء دراسته للغة

الكيمياء بعملية الترجمة داخل الكيمياء، كما أنها في المقابل تكون أكثر دقة من المترجم الإنساني الذي يحتاج لتدريب ومهارة عالية.

وتجدر الإشارة إلى أن دراسة لغة الكيمياء الرمزية من جانب دارسي علم الكيمياء تتطلب منهم أن يكتسبوا مهارة رسم الرمز الكيميائي وفق قواعد علمية ورياضية، ذلك في حالة التعبير الرمزي عن المركبات الكيميائية بالصيغة البنائية والهندسية، فالدراية بهذه القواعد تجعل صياغة الرمز بنائياً أو هندسياً سليمة ودقيقة تسهل على الملاحظ لها كمثير بصري قراءتها بصورة صحيحة وتحليلها علمياً لفهم جوانب المعرفة فيها، ومن هذه القواعد، مراعاة:

١- طول الروابط بين الذرات.

٢- الزوايا الهندسية بين الذرات.

٣- الترتيب والوضع الصحيح للذرات.

٤- الشكل الهندسي المتفق عليه علمياً للمركب.

٥- طبيعة الشحنات الكهربية ووضعها.

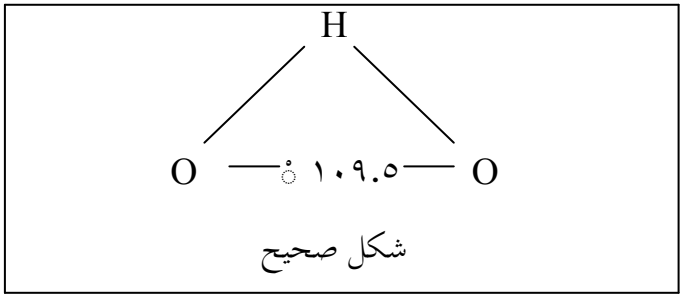
فعلى سبيل المثال: عند رسم جزئي الماء ورمزه اللغوي (H_2O) بصورة بنائية من المهم أن يراعي فيه ما يلي:

١- المسافة بين ذرتي الأكسجين والهيدروجين.

٢- الزاوية بين ذرتي الأكسجين ١٠٩.٥ ْ .

٣- حجم الذرات في الرسم لكلا الذرتين كبير.

وتوضح الأشكال التالية نموذجاً صحيحاً لرسم جزئي الماء وآخر خاطئاً حتى يمكن للمعلم أو المتعلم نمذجة الرسم الصحيح وتلافي أو تعديل الخطأ منها.

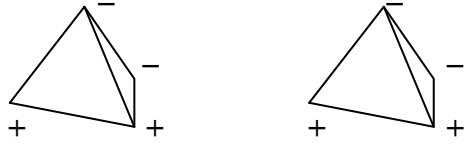


شكل صحيح

زاوية مستقيمة	O — H — O
زاوية أقل من ١٠٩.٥°	H — O O
مسافة الرابطة غير سليمة	H O O

(أشكال خاطئة)

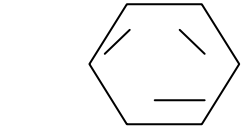
فجزى الماء ليس مستقيماً، وإنما يمثل الوضع المتبادل هندسياً بين الشحنات في الجزئي كرباعي سطوح بسيط، فتكون الشحنات الموجبة مرتبطة بذرة الهيدروجين، والشحنات السالبة بذرة الأكسجين ويكون الشكل الهندسي للرمز اللغوي الكيميائي للماء هكذا



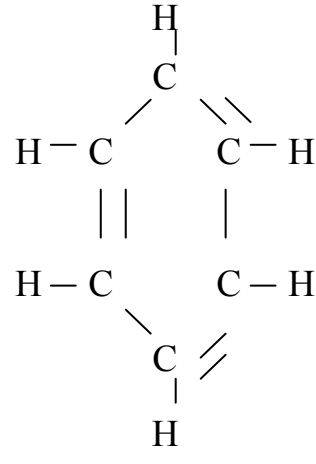
وكمثال آخر: عند الرسم العلمي لجزئي البنزين ورمزه اللغوي الجزيئـــي (C_6H_6) بصورة بنائية أو هندسية، يراعي فيه ما يلي:

١- طول الروابط بين الذرات المتشابهة (CC) أو المختلفة (H-C).
٢- الشكل الهندسي السداسي المتفق عليه علمياً.
٣- الترتيب الصحيح لوضع الذرات فيه.
٤- عدد الروابط وترتيبها داخل الصيغة الرمزية.
٥- نوعية الروابط في الصيغة (أحادية – ثنائية).

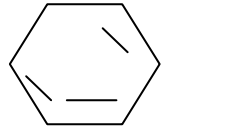
وتوضح الأشكال التالية نماذج لرسم صياغة رمزية للبنزين صحيحة وأخرى خاطئة للإفادة منها كأمثلة موجبة وسالبة عليها للتعلم منها:

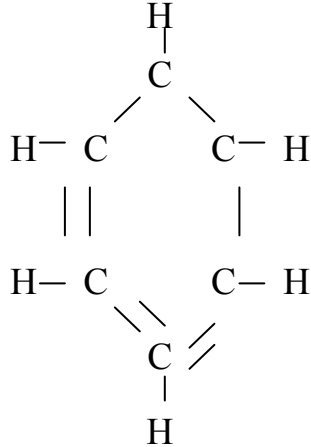


صيغة حلقية



وهي صيغ صحيحة





وهي صيغ خاطئة

وعلى ذلك فإن دارس علم الكيمياء من المهم أن يتقن فهم كيفية:

١- كتابة الرمز الكيميائي للمركب.

٢- رسم الرمز الكيميائي للمركب.

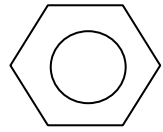
ذلك في حالة المركبات الكيميائية العضوية التي تتطلب لغتها الرمزية تعدد الصيغ الرمزية الكيميائية ما بين الصيغ:

١- الجزيئية. ٢- البنائية. ٣- الهندسية.

فكتابة الرمز الكيميائي للمركب يكون عند مستوى الصيغة الجزيئية، ورسم نفس الرمز يكون عند مستوى الصيغتين البنائية والهندسية وفق المتفق عليه علمياً بين المتخصصين في علم الكيمياء، مع الأخذ في الاعتبار بأن رسم الرمز الكيميائي للمركب يعد ظاهرياً لا يغير من طبيعة الذرات وترتيبها والروابط بينها وتكافؤها وإنما يعد التعبير الرمزي المرسوم شكلاً من أشكال التعبيرات اللغوية في مجال علم الكيمياء تيسيراً على الدارسين واختزالاً لكتابة العديد من المفاهيم ورموز العناصر الكيميائية، فرسم الصيغة الكيميائية هو تعبير رمزي فقط لا يغير من الطبيعة الكيميائية للمركب الكيميائي.

وعلى سبيل المثال، فالتعبير الهندسي عن حلقة البنزين في شكل سداسي من حيث وضع الذرات (H-C) وترتيبها هندسياً يحتفظ فيه المركب الكيميائي بعدد ذراته وتكافؤها ونوعها، تدعيماً لمفهوم التفكير الاحتفاظي لدى المتعلمين في علم الكيمياء فثبات التركيب الكيميائي عبر التعبيرات الرمزية المختلفة لنفس المركب أساسي في فهم لغة الكيمياء وممارستها في دراسة مفاهيمها، وهذا الثبات في التركيب يمكن قياسه من خلال هذه الصيغ، كما في المثال التالي:

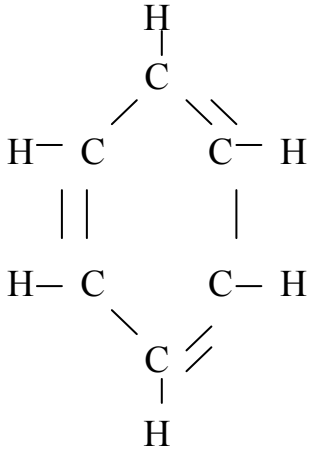
أمامك عدة صيغ لمركب البنزين أفحصها ثم حدد هل يبقى تكافؤ الكربون فيها ثابت أم لا؟



صيغة حلقية

C_6H_6

صيغة جزيئية



صيغة بنائية

لذلك فإن الذكاء اللغوي، والذكاء البصري من أنواع الذكاءات المتعددة التي تنطبق أنشطتها اللغوية والبصرية في تعلم لغة الكيمياء الرمزية بفنونها المتعددة (الملاحظة – القراءة – التحدث – الكتابة – الاستماع – الترجمة – الرسم)، مع الأخذ في الحسبان أن لغة الكيمياء الرمزية هي لغة بصرية تعتمد في اكتسابها وتعلمها على الملاحظة الدقيقة من جانب المتعلم في فصول الكيمياء، وعليه فإنه من المهم في فصول تعليم الكيمياء أن يوفر للمتعلمين أنشطة التعليم:

١- اللغوي القائمة على استخدام المفردات اللغوية الرمزية، والمهارات اللغوية المرتبطة بالقراءة والكتابة والترجمة.

٢- البصري القائمة على استخدام النماذج والرسومات الرمزية لصيغ المركبات الكيميائية البنائية والهندسية.

فالذكاء اللغوي في الكيمياء يتعلق بقدرة المتعلم على اكتساب هذه اللغة الكيميائية وتوظيفها في التعبير العلمي الكيميائي، واستخدامها كوسيلة في تذكر المفردات اللغوية الكيمياء، والتواصل العلمي، ومنها على سبيل المثال، مهارات ترتيب المفردات اللغوية الرمزية في تكوين المركب الكيميائي بالصيغة الكيميائية، ويقصد بالمفردة الرمزية (الرمز الكيميائي المتفق عليه علمياً)، فمركب كلوريد الصوديوم، يعد المعلم لديه ذكاء لغوي مرتبط به عندما يستطيع:

١- يحلله لغوياً إلى ذراته وهما الصوديوم، الكلور.

٢- يحدد رمزيهما اللغوي وهما Na , CI

٣- يكتبهما بصورة صحيحة لغوياً.

٤- يركبها بترتيب صحيح لغوي رمزي يوافق الاتفاق والإجماع العلمي في الصورة التالية Na CI

٥- يقرأ المركب الرمزي بصورة سليمة.

٦- وعند تعريبها يتعرف رمزيهما عربياً وهما (ص) صوديوم، (ك) الكلور.

والذكاء المكاني البصري في الكيمياء يتعلق بقدرة المتعلم على صياغة النماذج وعمل التصميمات والرسومات ذات الصلة بالصيغ الكيميائية الرمزية البنائية والهندسية، وتصور الشكل الهندسي للصيغ الكيميائية في الفراغ وتطبيق المفاهيم الهندسية ذات الصلة عليها كالدوران، الانعكاس وغيرها، والقدرة على تصور الصيغة الجزيئية في صورة بنائية وهندسية سليمة، فحينما يتصور الطلاب:

١- جزئي الماء في شكل رباعي سطوح بسيط هندسياً.

٢- جزئي البنزين في شكل حلقة سداسية هندسية.

٣- جزئي الميثان في دورانه حول نقطة هندسياً.

ويقوم برسم كل المركبات الكيميائية بصيغها الرمزية بصورة صحيحة فإنه يمارس أنشطة الذكاء المكاني البصري ويكون لديه ذكاء مكانياً بصرياً يستطيع توظيفه في تعلم لغة الكيمياء الرمزية.

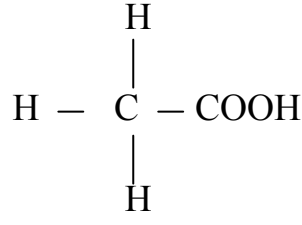
ويتعلق به ما يسمى القدرة المكانية Spatial Ability التي تعني القدرة عل الاحتفاظ بالنمط المكاني رغم اختلاف الاتجاهات التي يعرض بها الشكل، أو هي القدرة على فهم طبيعة تنظيم العناصر داخل نمط بصري مثير في ضوء المعالجة الذهنية له، من خلال قدرة المتعلم على تكوين صورة ذهنية للأشياء والتعامل معها.

فالمتعلم الذي لديه ذكاء بصري مكاني يمكنه في تعلم لغة الكيمياء الرمزية أن:

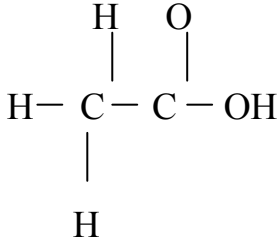
١- تكوين صورة ذهنية لدوران الصيغ الكيميائية الرمزية للمركب.

٢- فهم كيفية تمثل بنية الشكل تخطيطياً بصورة رمزية.

فيعد على سبيل المثال، تمثيل الصيغة الجزيئية لمركب حمض الخليك CH_3COOH في صورة بنائية هكذا



أو



يعد مؤشراً على توفر الذكاء البصري المكاني لدى المتعلم في ممارسة استخدام لغة الكيمياء الرمزية.

كذلك فإن صياغة النماذج البصرية للمركبات الكيميائية في محتوى الكيمياء في ضوء استخدام لغة الكيميائية الرمزية، إنما يعد تعبيراً عن القدرة الذكائية البصرية لدى المتعلم التي تمكنه من القيام بممارسة التمثيل البصري بهذه اللغة عن المركب الكيميائي، كما تعد مؤشراً على الذكاء اللغوي والبصري لديه، ذلك لأن صياغة النماذج البصرية تتطلب وعي المتعلم:

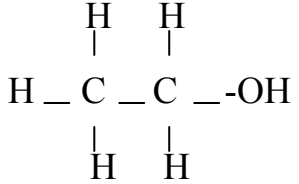
١- بلغة الكيمياء الرمزية المتطلبة للصياغة البصرية للمركب.
٢- بكيفية استخدام هذه اللغة في بناء النموذج بنائياً أو هندسياً.
٣- بأدق صياغة بصرية لغوية تنتج نموذج يعبر عن المركب بصورة صحيحة.
٤- بالتتابع العلمي للصياغات اللغوية للمركب من خلال استخدام لغة الكيمياء (الصيغة الجزيئية – الصيغة البنائية – الصيغة الهندسية).
٥- بالترتيب اللغوي الصحيح للرموز الكيميائية اللغوية لذرات المركب داخل النماذج لتعبر عن المركب المطلوب بدقة، ذلك لأن المركبات الكيميائية قد تتفق في الصيغة الجزيئية وتختلف في الصيغة البنائية عند رسمها ويكون المنتج الكيميائي المعبر عنه رمزياً بلغة الكيمياء مختلفاً، وفق ترتيب وضع وتمثيل الذرات لغوياً في النموذج البنائي،

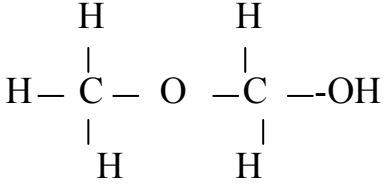
وعلى سبيل المثال: الصيغة الجزيئية $C_2 H_6 O$ يمكن التعبير اللغوي الرمزي عنها بنائياً كما يلي:

أ- $CH_3 CH_2 OH$ وهذه تسمى الكحول الإيثيلي

ب- CH_3-O-$C H_3$ وهذه تسمى إيثير ثنائي الايثيل

أو هكذا الكحول الإيثيلي





الإيثير

إن الأمر يتطلب توفير أنشطة ومواقف تعليمية في الفصول الدراية لممارسة المتعلمين مهارات لغة الكيمياء الرمزية وتعلمها في سياق تعليم محتوى الكيمياء، مع الأخذ في الحسبان تنوع الأنشطة الصفية ما بين اللغوية التي تتمثل في الأنشطة:

١- القرائية كقراءة الرمز الكيميائية.

٢- الكتابية ككتابة الرمز الكيميائية.

٣- الصوتية كالتحدث بالرمز الكيميائي والاستماع إليه وتمييزه.

٤- التعبيرية كالتعبير عن الرمز الكيميائي بصيغ مختلفة (جزيئية، بنائية، هندسية).

٥- الخاصة بالتسمية والتعرف على المركب الكيميائي من رمزه (الجزيئي، البنائي، الهندسي).

وما بين الأنشطة الصفية البصرية التي تتمثل في الأنشطة:

١- التمثيلية بالرسم للرمز الكيميائي سواء كان التمثيل بنائياً أو هندسياً كما في حلقة البنزين.

٢- التعرف على الصيغ المختلفة للرمز الكيميائي للمركب الواحد مع ثبات التفكير الاحتفاظي.

٣- الهندسية التي تتعلق بتطبيق المفاهيم الهندسية على الصيغ الرمزية للمركبات الكيميائية كالدوران وغيرها.

كذلك من المهم استخدام أنشطة تقويم مناسبة لقياس مستوى إتقان المتعلمين لمهارات لغة الكيمياء الرمزية تكون مرتبطة بصورة وظيفية بأنشطة التعليم لهذه اللغة في محتوى الكيمياء.

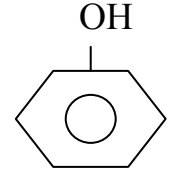
وعلى سبيل المثال: يطلب من الطلاب كتابة المركبات الكيميائية، وتمثيلها بنائياً، وهندسياً.

- البنزين. - الإيثان. - حمض البنزويك.
- الهكسان الحلقي. - الكحول الإيثيلي. - الماء.

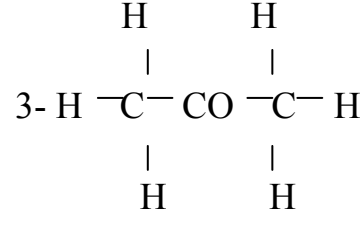
وكمثال آخر: يطلب في فصول تعليم الكيمياء من الطلاب تسمية وقراءة المركبات الكيميائية ذات الصيغ الرمزية التالية:

1- CH_3OH

2-



3-



4- CH_3CH

وكلها أنشطة صفية تتم داخل فصول تعليم الكيمياء من أجل تدريب الطلاب على ممارسة مهارات لغة الكيمياء الرمزية داخل محتوى مناهج الكيمياء، كذلك تكليف الطلاب بأنشطة تدريبية لا صفية قد تكون منزلية أو تعاونية بين مجموعات من الطلاب تتيح لهم مزيد من التدريب على ممارسة اللغة الكيميائية الرمزية وصولاً لمستوى إتقان مناسب لطبيعة علم الكيمياء.

إنه من الجدير بالذكر الإشارة هنا إلى أن مقروئية هذه اللغة الرمزية داخل مناهج الكيمياء ذات مستوى واحد لكل الطلاب فهي لغة رمزية بصرية لكل رمز منها وصف ودلالة داخل محتوى سياق هذه المناهج الدراسية، ورغم ذلك فإن مقروئية هذه اللغة البصرية الرمزية تعتمد على عدة عوامل منها:

١- وضوح الرمز داخل سياق المحتوى اللفظي.
٢- مناسبة موقع الرمز الكيميائي في المحتوى الكيميائي.
٣- دقة الرسم الهندسي للرمز الكيميائي (دقة التمثيل البصري).

بحيث يستطيع الطلاب من خلال هذه اللغة البصرية الرمزية ذات المقروئية العالية أن:.

١- يتعرفوا اسم الرمز بدقة في ضوء مكوناته، ويسموه بصورة سليمة.
٢- يصفوا مكونات الرمز الكيميائي من ذرات مختلفة بصورة صحيحة.
٣- فهم طبيعة الرمز الكيميائي بصحة علمية.
٤- استخدامه في التفسير الكيميائي للظواهر الكيميائية.
٥- توظيفه في عمليات التحويل الكيميائي لفهم ميكانيكية التفاعل وطريقة استخراج النواتج.