إهـــداء

إلى روح أبى وأمى.....

الى زوجتى وأولادى .....

الى أحفادى: نور الدين ..... ومحمد ..... وجنى

الى كل الباحثين والدارسين .....

في مصر والعالم العربي .....

المؤلـف

أ.د محمد مجدي واصل

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبَّنَا لَا تُؤَاخِذْنَآ إِن نَّسِينَآ أَوْ أَخْطَأْنَا ﴾

صدق الله العظيم

اللهـــم ذكرنـــي ما نسيـــت
وعلمنـــي مـا جهلـــت
وانفعني بما علمتني
يـــارب

قال عمر بن الخطاب " رضي الله عنه "
ما كانت الدنيا هم رجل قط ، إلا لزم قلبه أربع خصال :

- فقر لا يدرك غنـــاه ...
- وهم لا ينقضي مداه ...
- وشغل لا ينفـذ أولاه ...
- وأمل لا يبلغ مـداه ...

تقديم

يمكن أن نعرف الكيمياء الكهربائية بأنها دراسة التأثيرات الكيميائية الناجمة عن مرور التيار الكهربائي وتعد جسرًا بين الديناميك الحراري وبقية الكيمياء . كذلك فإنها تمكننا من دراسة التفاعلات الأيونية وخصوصًا تلك التفاعلات الحادثة على سطوح الأقطاب ودراسة المحاليل الالكتروليتية والظواهر الناشئة على الأقطاب ودراسة المحاليل الالكتروليتية والظواهر الناشئة على الأقطاب المغمورة في تلك المحاليل . ومن أولى الدراسات الخاصة بالكيمياء الكهربائية هي ظاهرة التحليل الكهربائي Electrolysis حيث يرافق حدوثها تلقائية التفاعل الكيميائي تحت تأثير مباشر من قبل التيار الكهربائي .

وتعطي الكيمياء الكهربائية معلومات عن عدد من الظواهر مثل تنقية المعادن وتآكلها Corrosion وما يسبب هذا التآكل، ودراسة خلايا الوقود والخلايا المولدة للكهرباء مباشرة من الوقود . ولا ننسى هنا دور الكيمياء الكهربائية في معرفة القوة الدافعة للكهربائية لحصول تفاعلات التأكسد والاختزال والاستفادة منها في تحديد قيم الحامضية (pH) ومعرفة السلوك الكيميائي للعناصر . كما وتوجد تطبيقات كثيرة جدًا، ومتعددة للكيمياء منها عملية الطلاء الكهربائي ودراسة ظاهرة الامتزاز، ودراسة معقدات الأيونات الفلزية .

إضافة إلى ما تقدم يعد موضوع الكيمياء الكهربائية من التطبيقات المهمة جدًا في الكيمياء التحليلية واللاعضوية والعضوية والحياتية فضلاً عن الفروع الأخرى من الكيمياء . وقديما كان كل اهتمام الباحثين هو دراسة المحلول الأيوني الذي يحيط

بالسطح البيني الذي من دراسته استخلصوا تشخيص الكيمياء الكهربائية . في تلك المدة تم التفريق بين ما يسمى بـ Ionics و Electrodics فالأولى تعني دراسة الأيونات في المحلول وكذلك في السوائل الناتجة من انصهار المواد الصلبه المتكونة من أيونات، أما الأخيرة فتختص بالمنطقة بين الموصلين الالكتروني والأيوني وكذلك بانتقال الشحنات الكهربائية عبرهما . ومن الكيمياء الكهربائية .

وكانت بداية معرفة علم الكيمياء الكهربائية من قبل العالم فراداي والذي حقق من خلال قوانينه تقدمًا كبيرًا في العلم، ولقد كان للاكتشافات التي قام بها كل من العلماء جلفاني وفولتا وفراداي ولوبلانك واستفالد وتافل أثر كبير على مستقبل علم الكيمياء الكهربائية من خلال فهم سرعة التفاعلات في الخلايا الكهروكيميائية كدالة لفروق الجهد عبر الخلايا، ومن ثم معالجة الثرموديناميكية للخلايا الكهروكيميائية عند الاتزان . وبعد ذلك أصبح اتجاه الكيمياء الكهربائية نحو الحركية الجزيئية على السطوح البينية وتأثيرها على انتقال الالكترونات بين القطب والجسيمات الموجودة في محلول الطبقة المجاورة للقطب .

واخيرا أصبح الاهتمام كبيرًا بموضوع الكيمياء الكهربائية الكمية Quantum Electrochemistry ودراسة مدى سرع انتقال الشحنة على السطوح البينية بين القطب – محلول القطب، ولعبت الكيمياء الكهربائية دورًا مهمًا في الطاقة الفضائية، واستقرارية المواد، ووظيفة الخلايا البايولوجية، وصناعة النايلون وانتقال المركبات المختلفة، مثل مركبات الفضاء وغيرها .

وفي السنوات الحديثة، فإن علم الكيمياء الكهربائية قد تعرض لتطور كبير، والدليل هو تقدم الدراسات النظرية والعملية لحركية الأقطاب، وتحضير أنواع جديدة من أقطاب الغشاء الانتقالية الأيونية وتطوير أنواع جديدة من البطاريات وخلايا الوقود والتقدم في فهم الكيمياء الكهربائية في الكائنات الحية وغيرها .

ومن خلال تطور هذا العلم، فلقد اكتشفت عدة أنواع من التقنيات الكهروكيميائية . فمثلاً في مجال الصناعة فلقد طورت الطرق المستخدمة فيها للتحليل المستمر بحيث أنه تحت الظروف العادية يكون في الإمكان الحصول على تراكيز متناهية في الصغر . وعند استخدام الترسيب الكهربائي وعكس الأقطاب، تكون في الإمكان تمديد حدود الحساسية للكيمياء الكهربائية بكمية تصل إلى ثلاث أو أربع مرتبات أي بمستوى جزء من البليون ppb .

وفي الترسيب الكهربائي ترسب الفلزات على سطوح الأقطاب ويتم إيجاد أوزانها حيث يعد وزن الفلز المترسب مقياسًا لتركيز الفلز الموجود أصلاً في المحلول . والتقنية التي يطلق عليها بالكولومتري Coulometry فيتم استخدام قوانين فراداي لإيجاد كمية الفلزات . وعند قياس كمية من الكهربائية مطلوبة لاختزال (أو أكسدة) عينة معينة فيمكن إيجاد كمية المادة الالكتروليتية المختزلة .

ومن خلال قياسات الذبذبة Oscillometry يتم حساب التغيرات في تركيب العينة باستخدام تيار متغير ذي تردد عال ويتم قياس توصيلية أو ثابت عازل العينة ويحسب التغير في التركيب وذلك من التغيرات في الخواص الفيزيائية .

ومما دعا إلى إعداد هذا الكتاب تلك الأهمية الكبيرة التي أشرت إليها سابقًا وكذلك الحاجة الماسة للطلاب والباحثين والعاملين في مجالات الصناعة المختلفة والمستشفيات والمعامل وتحلية المياه والبتروكيماويات وغيرهم ، إلى وجود مرجع باللغة العربية في هذا التخصص . ويحتوي هذا الكتاب على تسعة أبواب هي :

التحليل الكهربائي - الخلايا الكهروكيميائية - تطبيقات على قياسات القوة الدافعة الكهربائية - تطبيقات معادلة نيرنست - التوصيل الكهربائي في الالكتروليتات - علاقة الانتقال الكهربائي الأيوني بالانتشار واللزوجة - الظواهر الكهروحركية - التحليل الكيميائي بالطرق الكهربائية - التآكل . بالإضافة إلى

قائمة كبيرة بالمصطلحات العلمية في مجال الكيمياء الكهربية . وأدعو الله عز وجل أن أكون قد وفقت في عرضي لهذا الموضوع الهام علميًا وصناعيًا وأن يكون هذا الكتاب إضافة جديدة إلى المكتبة العلمية العربية .

والله ولي التوفيق .

المؤلف

أ.د. محمد مجدي واصل

أستاذ الكيمياء الفيزيائية بكلية العلوم

جامعة الأزهر