بسم الله الرحمن الرحيم

الفلزات غير الحديدية وسبائكها

تأليف

الدكتور محمد عز الدهشان

أستاذ الهندسة الكيميائية

كلية الهندسة ـ جامعة الملك سعود

إصدار: النشر و المطابع ـ جامعة الملك سعود

ص.ب. : ٢٤٥٤ ـ الرياض ١١٤٥١ ـ المملكة العربية السعودية

مكتبة جامعة الملك سعود
الرقم العام: ٦٠١٠٥٠
مكتبه:
رقم الجهاز: ١٥٤٢٦

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤١٨هـ (١٩٩٧م)
الطبعة الأولى ١٤١٨هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر
الدهشان، محمد عز
الفلزات غير الحديدية وسبائكها ـ الرياض.
٧٥٤ ص؛ ١٧ × ٢٤ سم
ردمك: ٩ ـ ٤٣٢ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠ (جلد)
٧ ـ ٥٣٣ ـ ٠٥ ـ ٩٩٦٠ (غلاف)
١ الفلزات أ ـ العنوان
ديوي ٥٤٦,٦ ١٧/٣٢١٩

رقم الإيداع: ١٧/٣٢١٩

حكّمت هذا الكتاب لجنة متخصصة، شكلها المجلس العلمي بالجامعة وقد وافق المجلس على نشره بعد إطلاعه على قرار المحكمين في اجتماعه الثامن عشر للعام الدراسي ١٤١٠هـ، الذي عُقد بتاريخ ٤/ ١١/ ١٤١٠هـ الموافق ٢٨/ ٥/ ١٩٩٠م.

مطابع جامعة الملك سعود ١٤١٨هـ

إهـداء

إلى والدتي الكريمة بارك الله فيها

المقدمة

لقد كان اكتشاف الفلزات والتعرف على خواصها وتطويعها وصوغها في الصورة المناسبة للاستخدام سببًا في تغيير مسيرة البشرية وأسلوب معيشة الأفراد وطريقة حياتهم، وكانت ـ بلا شك ـ العمود الفقري في النهضة الحضارية التي نعيشها الآن، وننعم بكل وسائل الراحة والرفاهية فيها. وبنظرة سريعة إلى الدور الذي تلعبه المواد الفلزية في حياتنا يمكن القول إن الكشف عن هذه المواد السحرية قد قلب حياة الإنسان رأسًا على عقب، فلو لم تكتشف تلك المواد لظل الإنسان على بدائيته وتخلفه، ولبقي في صراع مع الظروف القاسية المحيطة به؛ يستخدم الأسلحة الحجرية والمعدات الخشبية ويعيش في الخيام وبيوت الشعر.

ولقد بدأ الإنسان ـ بعد أن هداه الله سبحانه وتعالى إلى اكتشاف الفلزات ـ في التغلب على مصاعب حياته، وتوفير الأمان لنفسه ولعشيرته ثم لمجتمعه والتمتع بحياة رغدة هانئة. ولقد ساعدته براعته في تشكيل الفلزات على توفير الآلات حادة النصل والآلات ذات المقاومة العالية التي بدورها ساعدته في الصيد والزراعة. وهكذا فإن المواد الفلزية ساعدت الناس شيئًا فشيئًا في تحديد المواقع التي يعيشون فيها ونوع العمل الذي يستطيعون القيام به. كما أنها ساعدت، بل حددت نوع ما يأكلونه وما يلبسونه، وكيف يلعبون ويستريحون.

ثم جاءت الثورة الصناعية في القرن الثامن عشر الميلادي، وكانت بحق نقلة كبيرة في علوم المواد، وما رافق ذلك من تقدم في صنع آلات الغزل والنسيج وتصنيع المحركات البخارية ولقد أحدثت هذه المخترعات حينذاك تغيرًا واسعًا في حياة الناس، إذ اندفعوا أفواجًا إلى المدن ليعملوا في المصانع. ومنذ ذلك اليوم والمواد الفلزية تلعب دورًا بارزًا في الحياة البشرية.

بنظرة سريعة إلى الحضارات الغابرة، نجد أن كلًّا منها قد نشأت وازدهرت عندما ساعدت الظروف على اكتشاف أحد الفلزات، وانتقال الحضارات القديمة من منطقة إلى أخرى، إنما حدث حينما اكتشف أهل المنطقة حديثة الحضارة فلزًّا جديدًا، وتعرفوا على خواصه، وتمكنوا من تطويعه والاستفادة من مميزاته. فعلى سبيل المثال نجد أن الحضارة المصرية القديمة ارتبطت بالتعرف على فلز الذهب واستخلاصه وتشكيله، أمَّا الحضارة الصينية القديمة فقد ارتبطت بالتعرف على فلز النيكل والاستفادة منه، وارتبطت حضارة الرومان القديمة باكتشاف الرصاص، والتعرف على خواصه. وقيام الحضارة القديمة في الهند إنما ارتبط بالتعرف على الحديد وطرق استخلاصه، وما الثورة الصناعية الأوروبية في القرنين السابع عشر والثامن عشر الميلاديين إلَّا نتاج تحسين خواص الفلزات المكتشفة وتصنيع بعض السبائك البسيطة.

لمَّا كانت احتياجات الإنسان دائمًا متنامية وتطلعاته لا نهائية، وهو دائمًا يطمع في المزيد وأحلامه لا حدود لها، كان لزامًا عليه أن يُعنى باستحداث مواد جديدة وتحسين خواص ما هو معروف قبل ذلك من هذه المواد. والفلزات من المواد المتوافرة في معظم أقطار العالم لكن أصابها بعض القصور، ولم تعد تفي بالمواصفات المطلوبة للعديد من التطبيقات المهمة، وليس هناك من طريقة أو من سبيل للاستفادة من هذه الفلزات إلَّا من خلال تحسينها وتطويرها.

ولقد وجد أن أفضل الطرق لرفع كفاءة الفلزات وتحسين خواصها والوصول بها إلى خواص متفوقة هو إنتاج السبائك وتطويعها لخدمة الإنسان. ومما لا شك فيه أن هذه

المواد ستكون الأوسع انتشارًا والأكثر استخدامًا في القرن الحادي والعشرين. لهذا كان التعرف على كيفية تكوين السبائك وأساليب إنتاجها وتأثير كل من التركيب الكيميائي والبنائي على خواصها المختلفة ـ ومن ثم كيفية التحكم في هذه الخواص ـ الأمور الأساسية وعلى درجة عالية من الأهمية لطلاب اليوم ومهندسي الغد، وكذلك للعلماء والفنيين، وخصوصًا أن الله سبحانه وتعالى قد حبا المنطقة العربية بثروة معدنية متنوعة. وإذا كان للأمة العربية أن تأخذ مكانتها اللائقة بها بين الأمم المتقدمة فلا مناص لها من المشاركة في مجال المواد واستغلال ثرواتها الدفينة. وحتى لا نكون مصدرين للمواد الخام الأولية مستوردين للفلزات والسبائك في صورة مصنعة، ولن يتحقق ذلك إلَّا بالاستثمار الأمثل لقدراتنا البشرية. ولكي ننفذ ذلك بنجاح فلا بد من التنمية الثقافية لأبنائنا، والسبيل إلى ذلك هو التعليم والاتصال بالتقنيات العالمية في مجالات العلوم كافة، وعلى وجه الخصوص علوم المواد وبخاصة مواد القرن القادم مواد المستقبل ألا وهي السبائك.

من هذا المنطلق ومشاركة في وضع لبنة في صرح علمي كبير يسرني أن أقدم لشباب هذه الأمة العريقة كتاب «الفلزات غير الحديدية وسبائكها»، وهو الكتاب الثاني في سلسلة الكتب العلمية عن السبائك، والتي تقع في ثمانية كتب، أولها الذي بصدد الصدور عن مطابع جامعة الملك سعود، وهو باسم «الفلزات الخفيفة وسبائكها»، أمَّا الكتب الستة الأخرى فهي عن الحديد والفولاذ؛ وجميعها تحت الطبع.

ولقد عنيت بإصدار هذه السلسلة من الكتب باللغة العربية إيمانًا مني بأهمية تعريب التعليم العالي والجامعي وضرورة ذلك لأبناء الوطن العربي، واقتناعًا بأن تدريس العلوم باللغة العربية في المرحلة الجامعية الأولى هو مطلب علمي ولغوي ومطلب قومي واجتماعي. وقد أصبح ذلك ضرورة مُلحَّة لا تحتمل مزيدًا من التسويف استجابة لطموح الأمة العربية في أن يعود إليها مجدها العلمي على أيدي أبنائها المعاصرين. وأن في إصدار هذه السلسلة عن السبائك باللغة العربية عن الفلزات والسبائك فرصة لطلاب الجامعات والخريجين والعاملين في المجالات الصناعية لمعرفة المزيد عن السبائك

بلغتهم، حتى تصل إليهم المعلومة بيسر بدلاً عن إضاعة الوقت والجهد في سبر أغوار اللغات الأخرى، وإذا استوعب الدارس ما تقدمه الكتب العربية وفهم الأساسيات في هذا المجال أو غيره من المجالات، فسيكون ذلك هو بداية الإبداع. وليس معنى ذلك إهمال اللغات الأجنبية، فلقد وضعت نصب عيني في هذه الكتب المصطلحات العلمية ووضعتها باللغة الإنجليزية أمام نظيراتها العربية في المتن نفسه، كما أفردت للمصطلحات العلمية ثبتين خاصين في نهاية الكتب، أحدهما عربي والآخر إنجليزي مرتبان ترتيبًا ألفبائيًّا. كما أود أن أؤكد أهمية دراسة اللغات الأجنبية للطالب ورفع مستوى طلاب الجامعات فيها، ونؤكد هنا أن التعريب لا يعني التهاون في تعليم اللغات الأجنبية، وإتقان لغة أجنبية واحدة على الأقل ضرورة حضارية تواكب مسيرة التعريب وتدعمها.

يهدف هذا الكتاب إلى التعرف على الفلزات غير الحديدية وطرق استخلاصها، وخواصها وتطبيقاتها وسبائكها المختلفة، والتركيب الكيميائي للسبائك وتركيبها البنائي الدقيق، وارتباط هذه العناصر معًا وتأثير كل منها في الآخر، وبخاصة تأثير العناصر السبائكية على الخواص ومنحنيات الاتزان الحراري بين الفلز الأصلي وعناصر السبائكية وطرق المعالجة الحرارية لتحسين خواص السبائك الناتجة. ويقع الكتاب في ثمانية فصول، يقوم كل فصل بدراسة عناصر المادة التي يتناولها. يتناول الفصل الأول الخارصين، والثاني الرصاص، والثالث القصدير، والرابع الكوبلت، والخامس النحاس، والسادس النيكل، والسابع الفلزات الثمينة (البلاتين والبلديوم والذهب والفضة)، أمَّا الفصل الثامن والأخير فهو مخصص للفلزات الحرارية (التنجستن والموليبدنوم والنيوبيوم).

والله نسأل أن يجعل هذا العمل مفيدًا، وينفع به طلاب العلم.
والله من وراء القصد.

المؤلف

المحتويات

الموضـــوع	الصفحة
المقدمة	ز
المحتويات	ك
قائمة الأشكال	ق
قائمة الجداول	أس
الفصل الأول: الخارصين (الزنك) وسبائكه	
(١,١) تمهيد	١
(١,٢) استخلاص الزنك	٢
(١,٢,١) الإذابة بالحمض	٣
(١,٢,٢) الاختزال بالتقطير	٥
(١,٣) خواص الزنك	٧
(١,٤) استخدامات الزنك	٩
(١,٥) سبائك الزنك	١٠
(١,٥,١) سبائك الزنك ـ تيتانيوم ـ نحاس	١٣
(١,٥,٢) سبائك الزنك لقوالب الصب	١٩
(١,٥,٣) سبائك الزنك فائقة اللدونة	٢٢
(١,٦) المراجع المختارة	٢٥

الفصل الثاني: الرصاص وسبائكه

(٢,١) تمهيد ٢٧
(٢,٢) استخلاص الرصاص ٢٩
(٢,٣) خواص الرصاص ٣١
(٢,٤) استخدامات الرصاص ٣٣
(٢,٥) سبائك الرصاص ٣٥
(٢,٥,١) سبائك الرصاص البسيطة ٤٤
(٢,٥,٢) سبائك اللحام ٤٤
(٢,٥,٣) السبائك الأنتيمونية ٤٥
(٢,٥,٤) فلزات البابيت ٤٦
(٢,٦) المراجع المختارة ٤٨

الفصل الثالث: القصدير وسبائكه

(٣,١) تمهيد ٥١
(٣,٢) استخلاص القصدير ٥٢
(٣,٣) خواص القصدير ٥٧
(٣,٤) استخدامات القصدير ٦١
(٣,٥) سبائك القصدير ٦٣
(٣,٥,١) بعض منحنيات الاتزان الحراري للقصدير ٦٣
(٣,٥,٢) سبائك القصدير البسيطة ٧٤
(٣,٥,٣) سبائك اللحام والتوصيل ٧٥
(٣,٥,٤) سبائك المحامل ٨٢
(٣,٥,٥) البيوتر ٨٨
(٣,٥,٦) سبائك القصدير في قوالب الصب ٩٠
(٣,٥,٧) سبائك القصدير المصهورة ٩٣
(٣,٦) المراجع المختارة ٩٨

الفصل الرابع : الكوبلت وسبائكه

(٤,١) تمهيد ١٠١
(٤,٢) استخلاص الكوبلت ١٠٣
(٤,٢,١) الانصهار في فرن الصهر ١٠٣
(٤,٢,٢) الاستخلاص بالطريقة الإلكتروليتية ١٠٣
(٤,٢,٣) معالجة خامات كبريتيد النحاس ـ كوبلت ١٠٤
(٤,٣) خواص الكوبلت ١٠٦
(٤,٤) استخدامات الكوبلت ١٠٧
(٤,٥) سبائك الكوبلت ١١٢
(٤,٥,١) منحنيات الاتزان الحراري لسبائك الكوبلت الثنائية ١١٤
(٤,٥,٢) منحنيات الاتزان الحراري لسبائك الكوبلت الثلاثية ١١٧
(٤,٥,٣) نظرة عامة على سبائك الكوبلت وتطبيقاتها ١٢٠
(٤,٥,٤) المعالجة الحرارية لسبائك الكوبلت ١٢٩
(٤,٦) سبائك الكوبلت التجارية ١٣٥
(٤,٦,١) سبائك الكوبلت المقاومة للحرارة ١٣٦
(٤,٦,٢) سبائك الكوبلت المتفوقة ١٤١
(٤,٧) المراجع المختارة ١٥١

الفصل الخامس : النحاس وسبائكه

(٥,١) تمهيد ١٥٣
(٥,٢) استخلاص النحاس ١٥٥
(٥,٣) خواص النحاس ١٦٠
(٥,٤) استخدامات النحاس ١٧١
(٥,٥) سبائك النحاس ١٧٣
(٥,٥,١) منحنيات الاتزان الحراري ١٧٣
(٥,٥,٢) تأثير الشوائب على خواص النحاس وسبائكه ١٩٢

(٥,٥,٣) تقسيم وتسمية النحاس وسبائكه ١٩٦
(٥,٥,٤) النحاس غير السبائكي ٢٠٣
(٥,٥,٥) النحاس الأصفر ٢١٨
(٥,٥,٦) سبائك النحاس ـ قصدير (سبائك البرونز) ٢٥٤
(٥,٥,٧) برونز السليكون ٢٧٠
(٥,٥,٨) برونز الألومنيوم ٢٧٢
(٥,٥,٩) برونز البيرليوم ٣٠٠
(٥,٥,١٠) سبائك النحاس ـ نيكل (كبرونيكل) ٣٠٧
(٥,٥,١١) سبائك النحاس ـ نيكل ـ زنك (النيكل الفضي) ٣١٥
(٥,٥,١٢) سبائك النحاس ـ كروم ٣٢١
(٥,٥,١٣) سبائك النحاس ـ زركونيوم ٣٢٢
(٥,٥,١٤) سبائك النحاس ـ تيتانيوم ٣٢٤
(٥,٥,١٥) سبائك النحاس ـ منجنيز ٣٢٥
(٥,٦) ملاحظات عامة على خواص سبائك النحاس ٣٢٦
(٥,٧) المراجع المختارة ٣٣٥

الفصل السادس : النيكل وسبائكه

(٦,١) تمهيد ٣٣٩
(٦,٢) استخلاص النيكل ٣٤١
(٦,٣) خواص النيكل ٣٤٣
(٦,٤) استخدامات النيكل ٣٥٤
(٦,٥) سبائك النيكل ٣٦٠
(٦,٥,١) منحنيات الاتزان الحراري ٣٦٠
(٦,٥,٢) سبائك النيكل ـ نحاس ٣٦٠
(٦,٥,٣) سبائك النيكل ـ نحاس واستخداماتها الكهربائية ٣٧١
(٦,٥,٤) سبائك النيكل ـ كروم ٣٧٣

(٦,٥,٥) سبائك النيكل المتفوقة ٣٧٥
(٦,٥,٦) سبائك النيكل ـ موليبدنوم ٤٠٦
(٦,٥,٧) سبيكة النيكل ـ الفضي ٤٠٨
(٦,٥,٨) سبائك النيكل ـ حديد ـ كروم ٤٠٩
(٦,٥,٩) سبائك النيكل ـ حديد المتفوقة ٤٢٠
(٦,٦) المراجع المختارة ٤٣٢

الفصل السابع : الفلزات الثمينة وسبائكها

(٧,١) تمهيد ٤٣٥
(٧,٢) البلاتين ٤٣٧
(٧,٢,١) خواص البلاتين ٤٣٨
(٧,٢,٢) استخدامات البلاتين ٤٣٩
(٧,٢,٣) سبائك البلاتين ٤٤١
(٧,٣) البلديوم ٤٤٩
(٧,٣,١) سبائك البلديوم ٤٥١
(٧,٤) الذهب ٤٥٥
(٧,٤,١) استخلاص الذهب ٤٥٦
(٧,٤,٢) خواص الذهب ٤٦٠
(٧,٤,٣) استخدامات الذهب ٤٦٢
(٧,٤,٤) سبائك الذهب ٤٦٢
(٧,٥) الفضة ٤٧٢
(٧,٥,١) استخلاص الفضة ٤٧٣
(٧,٥,٢) خواص الفضة ٤٧٤
(٧,٥,٣) استخدامات الفضة ٤٧٨
(٧,٥,٤) سبائك الفضة ٤٨٠
(٧,٦) قضبان التلامس الكهربائي ٤٨٧

(٧,٧) المراجع المختارة ٤٨٨

الفصل الثامن: الفلزات الحرارية وسبائكها

(٨,١) تمهيد ٤٩١
(٨,٢) الفلزات الحرارية ٤٩١
(٨,٣) التنجستن ٥٢١
(٨,٣,١) تمهيد ٥٢١
(٨,٣,٢) استخلاص التنجستن ٥٢٢
(٨,٣,٣) خواص التنجستن ٥٣١
(٨,٣,٤) استخدامات التنجستن ٥٤١
(٨,٣,٥) تصنيع التنجستن ٥٤٤
(٨,٣,٦) سبائك التنجستن ٥٤٥
(٨,٤) الموليبدنوم ٥٧٧
(٨,٤,١) تمهيد ٥٧٧
(٨,٤,٢) استخلاص الموليبدنوم ٥٧٨
(٨,٤,٣) خواص الموليبدنوم ٥٨١
(٨,٤,٤) استخدامات الموليبدنوم ٥٩٩
(٨,٤,٥) تصنيع الموليبدنوم ووصله ٦٠٣
(٨,٤,٦) سبائك الموليبدنوم ٦٠٨
(٨,٥) النيوبيوم (الكولومبيوم) ٦١٣
(٨,٥,١) تمهيد ٦١٣
(٨,٥,٢) استخلاص النيوبيوم ٦١٥
(٨,٥,٣) خواص النيوبيوم ٦١٥
(٨,٥,٤) استخدام النيوبيوم ٦٢٠
(٨,٥,٥) سبائك النيوبيوم ٦٢٤
(٨,٦) المراجع المختارة ٦٣٠

مراجـــع عامـــة ٦٣٣
ثبت المصطلحات العلمية ٦٣٧
أولاً : عربي - إنجليزي ٦٣٧
ثانيًا : إنجليزي - عربي ٦٨٩
كشاف الموضوعات ٧٤٣