مبادىء مهنة التعدين

تأليف

أ. د. سيدرك إي جريجوري

أستاذ زائر بجامعة الملك عبد العزيز - جدة - المملكة العربية السعودية

ترجمة

أ. د. محمود علي درويش

أستاذ ورئيس قسم هندسة التعدين

كلية الهندسة - جامعة الملك عبد العزيز

أ. د. عبد الظاهر محمد علي أبو زيد

أستاذ زائر بقسم هندسة التعدين

جامعة الملك عبد العزيز

مركز النشر العلمي

جامعة الملك عبد العزيز

ص.ب: ٨٠٢٠٠ - جدة: ٢١٥٨٩

المملكة العربية السعودية

© جامعة الملك عبد العزيز ١٤٢١ هـ (٢٠٠٠م)

جميع حقوق الطبع محفوظة .

الطبعة الأولى : ١٤٢١هـ (٢٠٠٠م)

ⓒ جامعة الملك عبدالعزيز ، ١٤٢١هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

جريجوري ، سيدريك اي

مبادىء مهنة التعدين / ترجمة محمود علي درويش ، عبدالظاهر محمد علي ابوزيد .-

جدة

٣٢٢ ص ، ١٧ × ٢٤ سم

ردمك :X-٢٥٢-٠٦-٩٩٦٠

١ -التعدين أ -درويش ، محمود علي (مترجم) ب - ابو زيد ، عبدالظاهر محمد علي (مترجم) ج - العنوان

ديوي ٦٢٢ ٢١ / ٠٦٧٧

رقم الايداع :٢١ / ٠٦٧٧

ردمك :X-٢٥٢-٠٦-٩٩٦٠

This is an authorized translation of :
"Rudiments of Mining Practices".

© First edition by : Cedric E. Gregory
Trans. Tech. Publications.

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

إهـــــداء

(من المؤلف)

إلى عمال المناجم في جميع أنحاء العالم ، الذين

ساهموا بإخلاص في رفع مستوى معيشتنا ورفاهيتنا

شكر وتقدير (من المؤلف)

يود المؤلف أن يعترف بالمساعدة القيمة التي تلقاها من الدكتور كارل اتش . وولف لمقترحاته البناءة عند مراجعة أصول هذا الكتاب .

كما يخص بالتقدير أولئك الذين سمحوا له باستخدام الرسومات والصور التي استعان بها في توضيح هذا الكتاب ، وهم كالآتي :

Atlas Copco Ab, Fig . 22 .

Bucyrus - Erie Co. , Figs . 18 ,20 .

Jeffrey Dresser , Figs . 16 , 31 .

John Wiley & Sons , Inc . , Figs . 32 , 41 .

Fried . Krupp Gmbh , Fig . 19 .

Linden - Alimak AB, Fig . 6 .

O & K Orenstein & Koppel AG, Fig . 19 .

Society of Mining Engineers of AIME, Figs. 6,26 , 27, 35.

Wagner Equipment Co., Fig . 29 .

والشكر الخاص لبرجامون بريس إنك . للموافقة على سحب معظم مادة الفصول ١ ، ٢ ، ٣ ، ٦ ، ٧ في هذا الكتاب من الجزء الأول من كتاب " موجز تاريخ التعدين " (جريجوري - نشر عام ١٩٨٠م) .

تقديم المؤلف

تقوم معظم مدارس التعدين بجامعات أميركا الشمالية بتدريس مقرر تحت عنوان "مقدمة في هندسة التعدين" للطلاب في مرحلة مبكرة من مراحل دراستهم الجامعية، لإعطائهم خلفية عن تكنولوجيا التعدين في المراحل الأولى، وذلك لتنمية اهتمامهم المهني والمحافظة على هذا الانتماء، في وقت هم فيه منهمكون في دراسة مواد جافة من العلوم الأساسية والهندسية.

لقد قمت أنا شخصيًا بتدريس هذا المقرر في ست جامعات بثلاث دول على مدى ثلاث وعشرين سنة، وقد دهشت للنجاح الذي حصلنا عليه لتحقيق مثل هذا الهدف المنشود، وذلك بإعطاء فكرة عامة، ولكنها بالضرورة سطحية، عن جوانب عمليات هندسة التعدين. وهذا لايؤدي فقط إلى إثارة شغف الطلبة نحو هندسة التعدين في هذه المرحلة من مراحل تعليمهم، بل يفيد في إعدادهم لما هو متوقع أن تحتويه المواد التخصصية في هندسة التعدين من تفصيل وعمق في سنواتهم الجامعية التالية. ومن ثم فإن ذلك يساعد الطلبة على تخطيط برامجهم الدراسية القادمة، كما يمكنهم من استغلال التدريب الصيفي في مشاريع لها علاقة بالتعدين، مما يكون له أجل الفائدة في فهم مجال دراستهم. وفي هذا المقرر الدراسي بالذات يكون القدر البسيط من التكرار والتداخل من الأمور التي يمكن تبريرها.

ولقد وجد كذلك أن اتساع مجال مادة الكتاب- عادة- مايكون مشجعًا على أن يكون محتواه ضمن المقررات الإختيارية الجذابة لأولئك المتخصصين في الهندسة المدنية، وخاصة الذين سيعملون منهم في أعمال المقاولات فيما بعد، ومن ثم فإنهم يكونون في أشد الحاجة إلى بعض المعلومات الأساسية في العمليات التي لها علاقة بمجال هندسة التعدين، مثل عمليات نسف وتكسير الصخور المستخدمة في شق

الأنفاق وفي المحاجر ، وفي عمليات حفر الصخور واقتلاعها بشكل عام .

وينطبق نفس الشيء على طلاب الجيولوجيا والجيولوجيا الهندسية، الذين يقومون بأعمال هندسة التعدين بسبب قلة خريجي قسم هندسة التعدين، وماينتج عن ذلك من أضرار بصناعة التعدين . وهذه الفئات إن لم يكن عندها إلمام بمثل هذا المقرر، فإنه لن تكون عندها أدنى معرفة بمهام ووظائف مهنة التعدين ، وهكذا تتحقق الفائدة من مثل هذا المقرر المختصر الشامل ، كمقرر اختياري لطلاب تلك التخصصات .

وبرغم وضوح الحاجة لمثل هذا العمل المبسط الشامل في هذا المجال، فإنه لايوجد في متناول اليد حتى الآن الكتاب المناسب، الذي يمكن أن يقدم مثل هذا العرض الشامل غير المتعمق . وهناك الكثير من الكتب الدراسية تحت عنوان "مبادئ التعدين" و "مقدمة في التعدين" ولكن هذه الكتب تميل إلى التوسع والإسهاب في بعض المواضيع القليلة ، بينما تقوم بإهمال البعض الآخر إهمالا تامًا ، وبالإضافة إلى ذلك فهي دائمًا محشوة بحالات مرت على مدى تاريخ التعدين تم في أغلبها إضفاء الشرعية على نظم تعدينية بطل استخدامها ، الأمر الذي يؤدي إلى إيقاع الطلاب في حيرة شديدة .

نتيجة لذلك وبعد هذه المدة الطويلة ، تشجعت وقمت بمراجعة مذكراتي في هذا المجال لتجهيز هذا الكتاب، معتمدًا ليس فقط على مذكراتي ولكن على خبرتي طوال ٣٤ عامًا كعامل من عمال المناجم ، وكمهندس للتعدين ، وكمسئول في صناعة التعدين، وكأستاذ لهندسة التعدين ، ولذلك فإنني على ثقة من أن هذا الكتاب الصغير سيساعد القائمين بالتدريس في مدارس التعدين على ترشيد مقرراتهم وتنقيح محاضراتهم ، وعلى تشجيع عدد أكبر من الطلاب لدخول المهنة في مدارس التعدين القديمة والحديثة في أمريكا الشمالية على الأقل . ففي مثل هذا الكتاب الصغير، لابد

وأن تتوفر الفرصة بشدة لإيضاح الأساسيات التي تغطيها أبوابه المختلفة في مجال هندسة التعدين، وذلك عن طريق إيراد أمثلة من الحياة العملية التي عاشها القائم بالتدريس، أو ساهم في حلها في بعض الحالات التي واجهها في المناجم (إن وجدت). وإذا تم عرض هذا الموضوع بطريقة مناسبة فإن ذلك يتيح الفرصة لترغيب الطلبة وتشويقهم للالتحاق بهذه المهنة.

وأقدم اعتذاري إلى القائمين بعملية التدريس في مجال تعدين الفحم والمعادن الصناعية، فإنني أعترف أنني قد قمت في هذا الكتاب بالتركيز على تعدين الصخور الفلزية الصلبة، ولقد اتبعت هذا الاتجاه لأن عمليات التعدين في مثل هذا النوع من الصخور هي العمليات السائدة. ولنفس الأسباب السابقة الذكر، فإن هذا الكتاب لم يتم تصميمه على أنه المعالجة النهائية لموضوع هندسة التعدين، ولو أنه قد قام بتغطية العديد من مجالات عمليات التعدين. ومن جهة أخرى فقد استهدف هذا الكتاب احتضان هذه السمات المميزة بطريقة سهلة، وبذلك يكون قد تم تجنيب طلاب المراحل الجامعية الأولى مخاطر الدخول في المتاهات والخلط النابع من التعمق في تفاصيل كثيرة أثناء دراستهم لمقرر لا يدرس إلا في فصل دراسي واحد.

ولا يغيب عن القراء، بما في ذلك الطلاب أن هندسة التعدين تكتنف حقلا صناعيًا واسعًا لعمليات معقدة، يرجع أساس معظمها إلى أفكار مبهمة نابعة من الطبيعة، ومن ثم فإن هذه الأفكار تكون خاضعة لمواصفات غير دقيقة وغير محددة، بالإضافة إلى عوامل أخرى كثيرة. ونتيجة لذلك فإن هندسة التعدين لابد وأن تتضمن الكثير من سمات فنون الصناعة (وكذلك فنون العلوم الدقيقة) التي تدعو إلى الإكثار من استخدام الأفكار الناضجة، التي لاتنبع إلا من الممارسة العملية الميدانية الصعبة، بدلا من استخدام نظريات علم النفس النظري المبهمة.

لقد استعمل في هذا الكتاب كل من النظامين المتبعين للوحدات ، وهما : الوحدات الدولية والوحدات الإمبراطورية ، ويوجد في آخر الكتاب جدول للتحويل من أحد هذين النظامين إلى النظام الآخر ، كما يوجد ثبت للمصطلحات لمساعدة القراء الذين تكون المصطلحات التعدينية غير مألوفة لديهم .

لقد صُمم هذا الكتاب في المقام الأول كمقرر دراسي ، ولكنه لايقتصر على ذلك ، لقد كُتب بأسلوب سهل مباشر ، مما يدعو إلى الاعتقاد أنه سوف يستحوذ ليس فقط إعجاب الطلاب ، ولكن إعجاب المنقبين عن المعادن ، وسكان مدن التعدين ، والمحاسبين ، والمحامين ، وأصحاب الحرف الأخرى الذين يساهمون في نشاطات شركات التعدين ، وسماسرة الأسهم المالية والمستثمرين ، والزوار ، بل وكذلك إعجاب السائحين الذين يفدون على المراكز التعدينية ، بالإضافة إلى هواة القراءة العامة . ولذلك فإنني أتوقع أن يساهم هذا الكتاب في أن يتفهم الناس ، على اختلاف مشاربهم ، الأهمية الوطنية للتعدين بطريقة أكثر واقعية . وعليه ومن هذا المنطلق ، يجب أن يكون هذا الكتاب ضمن المطالعات المقررة في الكليات النظرية ، وطلاب الاقتصاد ، والصحافة ، والعلوم الاجتماعية والسياسية ، والمرشحين للوظائف العامة في أي بلد من البلدان .

المؤلف

تقديم (المعربين)

نظراً للنقص الواضح في الكتب التكنولوجية في المكتبة العربية، فإن كل محاولة لوضع لبنة من لبنات هذه النوعية النادرة من الكتب العربية تعتبر إسهامًا قوميًا ملحوظًا، ومجهودًا مشكوراً لإثراء اللغة العربية بالمصطلحات الحديثة، ومسايرة ركب العلوم بلغتنا الحبيبة لغة القرآن .

إن هذا الكتاب الذي بين أيديكم يعتبر محاولة متواضعة قام بها المعربان ليكون إضافة للمكتبة العربية ، وتكملة لمجهودات أخرى عديدة قام بها آخرون من العلماء المخلصين في وطننا العربي الكبيرلتعريب الكتب العلمية، ونقل التكنولوجيا الحديثة في مختلف فروع العلم، لتكون في متناول الدارس العربي بلغته القومية في يسر وسهولة .

ويود المعربان أن يلفتا النظر إلى أنه بالرغم من إيمانهما العميق بالأهمية الملحة للقيام بعملية التعريب في جميع فروع العلوم والآداب، لإتاحة الفرصة للنشء العربي لكي يطلع على أفكار الآخرين ونظرياتهم ومدى تقدمهم في جميع أنحاء العالم، فإنهما لايغفلان عن مدى أهمية تعلم النشء العربي لواحدة أو أكثر من اللغات الحية المنتشرة في أرجاء المعمورة ، حتى تكون عندهم القدرة على المناقشة والإقناع والاقتناع والتفاهم المهني مع أندادهم من أبناء الشعوب غير العربية ، وذلك لأن التبادل الفكري ضرورة من ضرورات العصر وخاصة بعد سهولة الاتصال والمواصلات ، يضاف إلى هذا الأهمية السيكولوجية عند المواطن العربي ونظيره غير العربي ، فبالنسبة للمواطن العربي فإن إتقانه للمصطلحات بلغته العربية بالإضافة إلى لغة من يخاطب أو يتعامل معه بغير اللغة العربية، تزيده ثقة في نفسه واطمئنانًا في معاملاته ، وبالنسبة لغير العربي فإن إحساسه بأن المواطن العربي يتقن لغات أخرى غير لغه قومه يجعله يفكر أكثر من مرة قبل أن يحاول خداعه أو الاعتداء على حقوقه ، وقد نبهنا رسول الله صلى

الله عليه وسلم لهذا بقوله " من تعلم لغة قوم أمن شرهم " .

والكتاب الذي بين أيدينا هو ترجمة من اللغة الإنجليزية إلى اللغة العربية لأحد الكتب في صناعة التعدين ، وكما يتضح من عنوان الكتاب " مبادئ مهنة التعدين" فهو يعتبر مقدمة سهلة مبسطة لجميع مراحل صناعة التعدين ، بدءًا من تكون خامة من الخامات الاقتصادية حتى الحصول على ركاز نهائي صالح للعمليات الميتالورجية أو الكيميائية في المراحل التالية ، أو مهيأ للاستخدام المباشر في المجالات الصناعية والزراعية والإنشائية المختلفة . ويتكون الكتاب من سبعة عشر فصلا ، يعطي كل منها نبذة مختصرة عن عملية من عمليات التعدين أو العمليات الملحقة بالتعدين . ويمكن تقسيم هذه الفصول السبعة عشر تقسيمًا مبدئيًا إلى خمسة أقسام :

القسم الأول

من الفصل الأول إلى الفصل الرابع : مجموعة من التعاريف الخاصة بالعناصر الاقتصادية والمعادن وأنواع الصخور في القشرة الأرضية ، وموقع صناعة التعدين من التقسيمات الرئيسية لأنواع الصناعة ، والتكوينات المعدنية الاقتصادية وأنواعها وطرق تكوينها ودرجة تركيز الخامات ، ثم تقسيم المعادن الاقتصادية إلى معادن فلزية وصناعية « ومعادن الوقود » وبعد ذلك ترى عرضًا سريعًا لطرق البحث عن المعادن وتقسيم الاحتياطات حسب درجة التحقق منها .

القسم الثاني

من الفصل الخامس إلى الفصل السابع : يقوم الأول منها بوصف طرق أخذ العينات من التكوينات المعدنية ، تمهيدًا لعمل دراسة تفصيلية (دراسة الجدوى) لكل تكوين تشير المؤشرات الجيولوجية إلى احتمال استغلاله استغلالا اقتصاديًا، وأنواع التحاليل

اللازمة لتقيم نقاوتها وأهميتها . أما الفصل السادس فيقوم بعرض مختصر لعمليات الإعداد والتجهيز لبدء الاستغلال ، ولأنواع الفتحات اللازمة في المناجم تحت السطحية ، وللطرق العامة للتعدين تحت السطح ، وعلاقتها بشكل التكوين المعدني ، ولطرق التعدين السطحية ، مضافًا إلى ذلك لمحة عن بعض طرق التعدين غير التقليدية . ويشتمل الفصل السابع على النشاطات المختلفة في مجال هندسة التعدين وتقسيمها إلى مراحل : المرحلة الابتدائية وهي مرحلة الاستكشاف والتقييم ، ومرحلة الإعداد والتجهيز ، ومرحلة الإنتاج ، ثم مرحلة الانتهاء من النشاط التعديني في المنطقة، ومايتطلبه ذلك من استصلاح للأرض وتسويتها وإنقاذ مايمكن إنقاذه من المعدات وخلافه .

القسم الثالث

من الفصل الثامن إلى الفصل الخامس عشر : ويهتم كل فصل من هذه الفصول بعملية من العمليات الرئيسية في هندسة استخراج الخامات ، والتي تشمل عمليات المساحة السطحية وتحت السطحية ، والحفر ، والنسف والتدعيم، وطرق النقل، والصرف ، والتهوية ، وغيرها من الخدمات الأخرى .

القسم الرابع

ويحتوي على الفصل السادس عشر : وهو يشتمل على لمحة مختصرة عن الطرق العامة لتركيز الخامات ، وعلاقة هذه الطرق بخواص المعادن المكونة للخامات ، وكيفية استغلال الفروق في خواص مكونات الخام في فصل المعادن عن بعضها وتنقيتها .

القسم الخامس

ويحتوي على الفصل السابع عشر : وهو يختص بأسلوب الإدارة في المناجم،

والمواصفات المطلوب توفرها في المدير الناجح، وكيفية التعامل مع عمال المناجم بطريقة تناسب ظروف عملهم ، والتسلسل الهرمي في إدارة المنجم ، وأخيراً العناصر المهنية الرئيسة المطلوبة في إدارة المنجم .

وتجدر الإشارة إلى أن الأسلوب الذي كتب به هذا الكتاب يتناسب تمامًا مع الغرض الذي وضع من أجله ، فقد ابتعد المؤلف عن التعمق في النظريات العلمية والرياضيات العالية ، التي تتطلبها الدراسة الوافية لكل بند من بنود هندسة التعدين، الأمر الذي يجعل محتويات الكتاب مناسبة لمستوى إعداد الفنيين من عمال المناجم ، أو لإعطاء لمحة سريعة عن هندسة المناجم لذوي التخصصات القريبة من هندسة التعدين (مثل الجيولوجيين والمهندسين المدنيين ومهندسي الفلزات) أو كمقدمة لطلبة الجامعات الذين يزمعون التخصص في مجال هندسة التعدين ، وذلك لأن فصول اكتاب تلقى نظرة شاملة على الخطوط العريضة التي تحدد ملامح هذا الفن من فنون الهندسة أي هندسة التعدين . وقد ذيل المؤلف معظم فصول الكتاب بقراءات يقترحها لمن أراد الاستزادة من المعلومات في كل فصل من الفصول ، كما أن الرسوم والصور الفوتوغرافية التي تخللت صفحات الكتاب للتوضيح قد تميزت بالبساطة والوضوح لتسهل على القارئ استيعاب الفكرة التي يعبر عنها الشكل .

وقد التزم المعربان بمحتويات الكتاب مع قليل من الإيضاحات التي لابد منها، وتكبير بعض الأشكال لتسهيل الكتابة عليها باللغة العربية بخط واضح ، ولتوضيح تفاصيل بعض الأشكال عند اللزوم ، كما أضافا ثبتًا للمصطلحات الفنية ، التي لاغنى عن الرجوع إليها عند تعريب مثل هذا الكتاب عن اللغة الإنجليزية .

والله نسأل أن يوفقنا لما فيه خير المجتمع الإسلامي ﴿ **رَبَّنَا لا تؤَاخُذْنَا إِن نَّسِينَا أو أَخطَأْنَا رَبَّنا ولا تَحمِلْ عَلَيْنَا إِصْراً كَمَا حَمَلْتَه عَلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِنَا ربَّنا ولا تحمِّلْنَا مَا لا طَاقَةَ لَنَا بِهِ واعفُ عَنَّا واغفِرْ لَنَا وارحَمْنَا أنتَ مَولانَا فَانصرنَا على الْقَوْمِ الكَافِرِينَ** ﴾ [سورة البقرة الآية / ٢٨٦] .

(المعربان)

المحتويات

صفحة

إهداء (من المؤلف) ..... هـ

شكر وتقدير (من المؤلف) ..... ز

تقديم المؤلف ..... ط

تقديم المعربين ..... م

قائمة الأشكال ..... ش

قائمة الجداول ..... ذ

الرموز المستخدمة ..... ذ

الفصل الأول : المقدمة ١

الفصل الثاني : الرواسب المعدنية ١٩

الفصل الثالث : الأقسام الثلاثة للمعادن الاقتصادية ٣١

الفصل الرابع : استكشاف المعادن ٤١

الفصل الخامس : أخذ العينات وتحليلها ٥١

الفصل السادس : الأقسام الأربعة لعمليات التعدين ٥٧

الفصل السابع : مجال أنشطة التعدين ١٠٩

الفصل الثامن : المساحة وعمل الخرائط ١١٧

الفصل التاسع : التثقيب (التخريم) والنسف ١٢٣

الفصل العاشر: تدعيم المناجم (تدعيم المنجم) ١٣٣

الفصل الحادي عشر: النقل بالجر (السحب) ١٤٧

الفصل الثاني عشر : النقل بالرفع (نقل الخامات بالرفع) ١٦٩

الفصل الثالث عشر : الصرف في المناجم ١٨٥

صفحة

الفصل الرابع عشر : تهوية المناجم ١٩٣
الفصل الخامس عشر : خدمات منجمية أخرى ٢٠٥
الفصل السادس عشر : عمليات تجهيز الخامات ومعالجتها ٢١٥
الفصل السابع عشر : إدارة المناجم ٢٢١
ملاحـــــق
- جدول تحويل الوحدات ٢٣٥
- ثبت المصطلحات (عربي - إنجليزي) ٢٤١
- ثبت المصطلحات (إنجليزي - عربي) ٢٦٥
- معجم مصطلحات التعدين ٢٨٧

قائمة الأشكال

رقم الشكل		صفحة
١	رسم تخطيطي مبسط لدورة الصخور	١٤
٢	الأنماط النموذجية لوجود :	١٦
	(أ) العروق المعدنية الرفيعة	
	(ب) العروق المعدنية السميكة في الصخور المضيفة بالقشرة الأرضية	
٣	ثلاثة مجالات من مجالات أنشطة التعدين	٣٤
٤	الأقسام الأربعة لعمليات التعدين	٦٠
٥	مجموعة (طقم) مدخل منجمي من ألواح خشبية لمدخل رأسي ذي مقطع مستطيل	٦٣
٦	وحدة " أليماك " :	
	(أ) رسم تخطيطي	٦٦
	(ب) صورة فوتوغرافية (منظر جانبي)	٦٧
	(جـ) صورة فوتوغرافية (من أعلى)	٦٨
٧	مقطع عرضي لعرق خام معدني افتراضي	٧٠
٨	مقطع طولي للعرق المعدني المبين في شكل (٧) به فتحات إعداد وتجهيز نموذجية على مستويين	٧٣
٩	بوابة خشبية بسيطة لمسقط الخام	٧٤
١٠	تعدين كتل الخام بطريقة الحش بالانكماش (التقلص)	٧٥
١١	دعامة خشبية مستديرة	٧٧
١٢	تعدين كتل الخام بطريقة القطع والحشو	٧٩
١٣	تدعيم مسقط الخام بالألواح الخشبية	٨٠

قائمة الأشكال

رقم الشكل		صفحة
١٤	إعداد وتجهيز منجم فحم (افتراضي) تحت الأرض	٨٣
١٥	طريقتان لتعدين الفحم تحت الأرض :	
	(أ) طريقة الغرفة والعمود	٨٥
	(ب) طريقة الشرائح الأفقية	٨٥
١٦	مكنة تعدين متواصل	٨٦
١٧	عملية تشغيل منجم فحم سطحي (بطريقة الشرائح) :	
	(أ) باستخدام حفار بدولاب ذي سطولة (قواديس)	٩٠
	(ب) باستخدام مجرفة آلية	٩٠
١٨	حفار متحرك ذو كبل :	
	(أ) رسم تخطيطي	٩٢
	(ب) صورة فوتوغرافية	٩٣
١٩	حفار بدولاب ذي سطولة (قواديس) :	
	(أ) رسم تخطيطي	٩٤
	(ب) صورة فوتوغرافية	٩٥
٢٠	مجرفة آلية :	
	(أ) رسم تخطيطي	٩٦
	(ب) صورة فوتوغرافية	٩٧
٢١	تعدين سطحي (مكشوف) لعرق معدني عريض	٩٨
٢٢	عدة أنواع من الحفارات الهوائية للصخور :	
	(أ) الحفر في وضع رأسي إلى أسفل	١٢٧

قائمة الأشكال

رقم الشكل		صفحة
	(ب) الحفر وفي وضع أفقي	١٢٨
	(جـ) الحفر في وضع رأسي على أعلى	١٢٩
٢٣	دعامة الجونة الخشبية لتدعيم الصخور	١٣٨
٢٤	تفاصيل وحدة التدعيم بطريقة التركيبات المربعة المقطع	١٣٩
٢٥	مجموعة من خلايا التدعيم الخشبي بطريقة التركيبات المربعة المقطع :	
	(أ) طريقة التجميع	١٤٠
	(ب) قطاع	١٤١
٢٦	تفاصيل إحدى دعامات الصلب (قنطرة طيعة)	١٤٢
٢٧	مجموعات من قناطر الصلب الطيعة في سرب تحت الأرض	١٤٣
٢٨	جاويطات (مسامير) الصخور	١٤٥
٢٩	وحدة تعبئة (تحميل) الصخور	١٥٠
٣٠	تعبئة العربات من نقط سحب الخام	١٥١
٣١	عربة مكوكية	١٥٢
٣٢	وحدات الكشط (كاشطات)	١٥٤
٣٣	وحدة كاشطة ذات أسطوانتين تعمل في نهاية السرب لسحب الخام من نقط التجميع إلى ممر الخام	١٥٥
٣٤	أنواع مختلفة من عربات الخام :	
	(أ) عربة قلابة	١٥٦
	(ب) مقطورة تفريغ الحمولة بالإمالة مع فتح الجانب (عربة "جرانبي")	١٥٧

رقم الشكل		صفحة
	(جـ) عربة تفريغ حمولة من إحدى نهايتيها	١٥٨
	(د) عربة تفريغ الحمولة من القاع (العربة ذات القاع الجمالوني)	١٥٩
٣٥	القطار السويدي (لنقل الخامات)	١٦٨
٣٦	شكل مبسط للطرق البدائية لرفع الخامات :	
	(أ) بكرة الرفع	١٧٢
	(ب) ملفاف	١٧٢
	(جـ) رحوية المنجم	١٧٢
٣٧	أمثلة من حبال الرفع العادية :	
	(أ) حبل ذو ست جدائل في كل جديلة ٧ أسلاك (٦/ ٧)	١٧٣
	(ب) حبل ذو ست جدائل في كل جديلة ١٩ سلكًا (٦/ ١٩)	١٧٣
٣٨	مقاطع مختلفة لحبال أسلاك الصلب	١٧٧
٣٩	عملية الرفع بالاحتكاك باستخدام حبل واحد	١٧٨
٤٠	مسار الحبل في عملية الرفع بالاحتكاك	١٧٩
٤١	قفص الرفع (مصعد) في أحد المناجم الصغيرة	١٨٢
٤٢	شكل نموذجي (نمطي) يمثل طريقة اختيار المروحة	٢٠١
٤٣	طريقة التهوية بواسطة قناة التهوية في المناجم ذات الأنفقة الأفقية المسدودة	٢٠٢

قائمة الجداول

رقم الجدول		صفحة
١	مقارنة للتكلفة المباشرة لعمليات التعدين (١٩٧٦)	٢٩
٢	تصنيف الأنواع المختلفة للفحم	٣٨
٣	مقارنة بين أنظمة رفع الخامات في المناجم	١٨١
٤	توزيع المناوبات في العمل المستمر	٢٢٨

الرموز المستخدمة :

أ = معامل الاحتكاك .

ج = نسبة الميل (نسبة مئوية) .

ح = المعدل الحجمي لسريان الهواء مقدراً بوحدات(١٠٠,٠٠٠ قدم^{٣}/ دقيقة) .

ح$_{١}$ = مسقط نقطة تقاطع المنحنى المميز للمروحة والمنحنى المميز لمقاومة المنجم على المحور الأفقي (محور حجم الهواء) .

د = محيط الفتحة (متر)

ر = سرعة سريان الهواء (متر / ثانية) .

س = مساحة السطح الذي يحتك به تيار الهواء (محيط الفتحة × طولها)

ش = أقصى قوة شد متاحة (القوة المتاحة لجر العربات) (رطل أو كجم ، قوة) .

ش ق = القوة المطلوبة لتحريك قطار مشحون بعد إهمال مقاومة الإنحناء والقوة المطلوبة للعجلة (رطل أو كجم) .

ض = الفاقد في الضغط (بالبوصة) من عمود مائي .

ض = الفاقد في الضغط بوحدات (نيوتن / متر^{٢} = (باسكال) .

ض١ = مسقط نقطة تقاطع المنحنى المميز للمروحة والمنحنى المميز لمقاومة المنجم على المحور الرأسي (محور الضغط) .

ع = معامل الأمان في تصميم حبال الرفع كما تحدده لوائح الولاية .

ف = مساحة مقطع الفتحة التي يمر بها الهواء (القدم المربع) .

ق = قوة الإندفاع المتولدة من القاطرة (رطل أو كجم) .

ل = طول الفتحة (متر) .

م جـ = قوة مقاومة الإندفاع للقاطرة (الجرار) (رطل أو كجم ، قوة) .

م ق = قوة مقاومة حركة القطار (رطل أو كجم ، قوة) .

و = وزن الخام (طن) .

و١ = وزن قادوس رفع الخام ومجموعة توصيل الحبل بالقادوس (طن)

و٢ = وزن الحبل الواصل بين إطار البكرات العلوي والقادوس عندما يكون في قاع البئر (طن) .

و جـ = وزن القاطرة (الجرار) (طن).

و ق = وزن القطار محملا بالخام (طن) .