هندسة التعدين

الأستاذ الدكتور

محمد يوسف حسين

أستاذ بكلية الهندسة

جامعة أسيوط

الأستاذ الدكتور

عبد المنعم عبد القادر غنيمة

أستاذ بكلية الهندسة

جامعة القاهرة سابقًا

الأستاذ الدكتور

محمد محمود الجندي

أستاذ بكلية الهندسة

جامعة اسيوط سابقًا

مركز النشر العلمي

جامعة الملك عبد العزيز

ص ب ١٥٤٠ - جدة ٢١٤٤١

المملكة العربية السعودية

© جامعة الملك عبد العزيز ١٤٢٠ هـ (١٩٩٩م)

جميع حقوق الطبع محفوظة .

الطبعة الأولى : ١٤٢٠هـ (١٩٩٩م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

حسين ، ممدوح يوسف

هندسة التعدين / ممدوح يوسف حسين ، عبدالمنعم عبدالقادر غنيمة ، محمد محمود الجندي .ـ جده.

... ص ، .. سم

ردمك : ١-٢٠٣-٠٦-٩٩٦٠

١- التعدين أ- غنيمة ، عبدالمنعم عبدالقادر (م . مشارك)
ب- الجندي ، محمد محمود (م . مشارك) ج- العنوان

ديوي ٦٢٢ ٢٠/١٦٢٢

رقم الإيداع : ٢٠/١٦٢٢
ردمك : ١-٢٠٣-٠٦-٩٩٦٠

مطابع جامعة الملك عبد العزيز

تقديم

الحمد لله رب العالمين الذي بحمده تتم الصالحات وتزداد النعم ، ويفتح علينا من أبواب العلم مايشاء ، إنه هو العلي الحكيم . ولقد كرم الله سبحانه وتعالى العلماء ، ﴿قل هل يستوي الذين يعلمون والذين لا يعلمون﴾ [1] ، ﴿إنما يخشى اللهَ من عباده العلماء﴾ [2] . ثم الصلاة والسلام على رسوله الأمين ، الذي أوتي الأدب والعلم والحكمة ، وبعد :

فإننا نقدم هذا الكتاب في هندسة التعدين باللغة العربية ، مراعين في ذلك بساطة الأسلوب وسهولة البيان ، واحتياجات الدراسة لطلاب هندسة التعدين في كليات الهندسة . كما أن الكتاب يعتبر مرجعًا لمهندسي التعدين العاملين في المناجم في كثير من موضوعاته .

ولقد قصدنا أن يتناول هذا الكتاب بالشرح الوافي موضوعات التعدين المختلفة ، ابتداءً من التنقيب عن الخامات المعدنية وطرق استكشافها إلى عمليات وطرق تقييم الخام من ناحية الكم والكيف ، إلى طرق تجهيز المناجم وطرق التفجير والنقل والرفع فيها ، وكذلك طرق استخراج الخامات من المناجم المختلفة . كما يتناول الكتاب كثيراً من العمليات المهمة والضرورية في المناجم ، مثل ميكانيكا الصخور وتصميم المنشآت المنجمية تحت سطح الأرض ، وطرق التدعيم الاصطناعي في المناجم المختلفة والتهوية في المناجم ، وكذلك دراسة الآبار المنجمية والمناجم السطحية . بالإضافة إلى ذلك فقد احتوى الكتاب على شرح مفصل لأنواع النواسف وطرق

---

١ سورة الزمر الآية ٩

٢ سورة فاطر الآية ٢٨

استخدامها في عمليات التفجير في المناجم ، وكذلك الهواء المضغوط واستخداماته في المناجم . كما زود الكتاب بملحق للمصطلحات العلمية الواردة فيه ، وشرح مختصر لكل مصطلح ومرادفه باللغة الإنجليزية .

وإننا نسأل الله تبارك وتعالى أن يجعل في هذا الكتاب النفع والخير الكثير ، وأن يسدد به فراغًا في المكتبة العربية ، كما نسأله سبحانه دوام العون والتوفيق إنه سميع مجيب .

المؤلفون

المحتويات

تقديم ..... هـ

الباب الأول : المقدمة ١

١ . ١ أهمية التعدين كصناعة إستراتيجية هامة ٣

١ . ٢ عرض مختصر لموضوعات الكتاب ٥

١ . ٣ الثروة المعدنية في المملكة العربية السعودية : استكشافها وتجهيزها وتنميتها ٦

الباب الثاني : أساسيات في هندسة التعدين ١١

٢ . ١ بعض المصطلحات الجيولوجية ١٤

٢ . ١ . ١ طبقات الصخور الرسوبية الأساسية ١٤

٢ . ١ . ٢ التركيبات الجيولوجية الأصلية ١٥

٢ . ١ . ٣ الرسوبيات السطحية ١٦

٢ . ١ . ٤ الخام والنفايات (الشوائب المعدنية) ١٦

٢ . ١ . ٥ كتلة الخام والخامات المتناثرة ١٦

٢ . ١ . ٦ درجة التركيز الحرجة للخام ١٦

٢ . ١ . ٧ جوسان ١٧

٢ . ١ . ٨ المنطقة المركزة في جسم الخام ١٧

٢ . ١ . ٩ ترسيبات الوديان الغرينية ١٨

٢.١.١٠ الرسوبيات الطبقية ١٨
٢.٢ المصطلحات التعدينية المستعملة في المناجم ١٩
٢.٢.١ بئر المنجم ١٩
٢.٢.٢ مستويات ومسميات الآبار ٢١
٢.٢.٣ الممرات الرئيسة والممرات العرضية ٢٢
٢.٢.٤ عمليات التجهيز والاستخراج ٢٢
٢.٢.٥ الخامات المكوّنة من مجموعات من العروق ٢٢
٢.٢.٦ كتلة الخامات الضخمة غير العميقة ٢٤
٢.٢.٧ مناجم الفحم ٢٥

الباب الثالث : التنقيب عن الخامات المعدنية واستكشافها ٢٧
٣.١ التنقيب السطحي ٢٩
٣.١.١ طبوغرافية المنطقة ٣٠
٣.١.٢ الصخور المصاحبة للخامات ٣١
٣.١.٣ العمر الجيولوجي ٣٢
٣.١.٤ التركيب ٣٢
٣.١.٥ اختبار الصخور ، والرواسب الغرينية والمعادن ٣٣
٣.٢ التنقيب تحت سطح الأرض ٣٤
٣.٢.١ الاستكشاف أو التنقيب بالطرق الجيوفيزيائية ٣٤
٣.٢.١.١ الطرق المغنطيسية ٣٤
٣.٢.١.٢ طرق الجاذبية ٣٩
٣.٢.١.٣ الطريقة السيزمية ٤١
٣.٢.١.٤ الطرق الكهربائية ٥١
٣.٢.١.٥ طريقة المقاومية ٥٥
٣.٢.١.٦ طرق أخرى متنوعة لاستكشاف الخامات ٥٨

الباب الرابع : عينات المناجم وتقييمها ٥٩
٤.١ تعيين درجة تركيز وكمية الخام في مناجم الخامات السطحية ٦١
٤.١.١ أخذ العينات على مسافات متساوية وفي اتجاهات متعامدة ٦١
٤.١.٢ أخذ العينات على مسافات متساوية على امتداد محاور تميل بزاوية ٦٠° ٦٤
٤.١.٣ أخذ العينات على مسافات شبه منتظمة ٦٥
٤.١.٤ أخذ العينات على مسافات غير منتظمة ٦٥
٤.١.٥ طريقة مساحة التأثير ٦٦
٤.١.٦ تقسيم المنطقة إلى مثلثات ٦٨
٤.٢ شكل أو هيئة الخام ٧١
٤.٣ تعيين درجة تركيز وكمية الخام في مناجم الخامات تحت السطحية ٧٣
٤.٣.١ الخامات الصفائحية الضيقة ٧٣
٤.٣.١.١ حساب القيم المتوسطة للطبقات التي يتكون منها سمك الخام ٧٥
٤.٣.١.٢ حساب القيم المتوسطة لسمك الخام ودرجة تركيزه على امتداد أي طول في الخام ٧٨
٤.٣.١.٣ حساب القيم المتوسطة للبلوكات ٨٣
٤.٣.١.٤ حساب القيم المتوسطة للخام كله ٨٤
٤.٣.٢ الخامات العدسية العريضة ٨٥
٤.٣.٢.١ حساب القيم المتوسطة على امتداد الممرات القاطعة ٨٧
٤.٣.٢.٢ حساب القيم المتوسطة للبلوكات ٨٨
٤.٣.٣ الخامات الضخمة ذات السمك الكبير ٨٩
٤.٤ تقدير كمية الخام ٩٢
٤.٥ طرق تعيين الوزن النوعي للخام الطبيعي ٩٢

٤.٦ تحديد درجة احتمال وجود الخام ٩٣
٤.٦.١ الخام المؤكد ٩٤
٤.٦.٢ الخام المتوقع أو المحتمل ٩٤
٤.٦.٣ الخام الممكن ٩٤
٤.٦.٣.١ الخام المقاس ٩٥
٤.٦.٣.٢ الخام المبين أو المعين ٩٥
٤.٦.٣.٣ الخام المستنتج أو المستدل عليه ٩٥
٤.٧ طريقة تقييم الخام ٩٥
٤.٨ الفاقد في عمليات التعدين ٩٦

الباب الخامس : ميكانيكا الصخور ٩٧
٥.١ الخواص الطبيعية للصخور ١٠٠
٥.١.١ التكوين المعدني للصخر وتركيبه ونسيجه ١٠٠
٥.١.٢ الوزن النوعي للصخر ١٠١
٥.١.٣ مسامية الصخر ١٠٢
٥.١.٤ نسبة الرطوبة في الصخر ١٠٥
٥.١.٥ النفاذية ١٠٥
٥.١.٦ التأثير الكيميائي ١٠٦
٥.١.٧ الخواص الكهربائية للصخور ١٠٨
٥.١.٨ الخواص الحرارية للصخور ١٠٨
٥.٢ الخواص الميكانيكية للصخور ١٠٩
٥.٢.١ قوة تحمل الصخور لإجهاد الضغط ١٠٩
٥.٢.٢ إعداد عينات الصخور لاختبار الضغط ١١١
٥.٢.٣ العوامل التي تؤثر على قوة تحمل الصخور لإجهادات الضغط ١١٢
٥.٢.٣.١ مكونات الصخر ١١٢

٥ . ٢ . ٣ . ٢ التأثيرات الناتجة عن العيوب التي تحدث نتيجة عوامل كيميائية ١١٣
٥ . ٢ . ٣ . ٣ العوامل الطبيعية ١١٣
٥ . ٢ . ٤ نوع الإجهاد المؤثر على الصخر ومعدل التحميل ١١٤
٥ . ٢ . ٥ شكل عينة الاختبار ١١٦
٥ . ٢ . ٦ تأثير مادة الألواح الطرفية ١١٦
٥ . ٢ . ٧ قوة تحمل الصخور لإجهاد الشد ١١٦
٥ . ٢ . ٨ إعداد عينات الصخور لاختبار الشد ١١٧
٥ . ٢ . ٩ طرق تعيين قوة تحمل الصخور لإجهاد الشد ١١٨
٥ . ٢ . ٩ . ١ الطريقة المباشرة ١١٨
٥ . ٢ . ٩ . ٢ الطريقة غير المباشرة ١١٨
٥ . ٢ . ١٠ قوة تحمل الصخور لإجهاد القص ١٢٢
٥ . ٢ . ١٠ . ١ اختبار القص المباشر بدون إجهاد عمودي على مستوى القص ١٢٤
٥ . ٢ . ١٠ . ٢ اختبار القص المباشر مع وجود إجهاد عمودي على مستوى القص ١٢٦
٥ . ٣ دراسة توزيع الإجهادات حول الفتحات المنجمية وتصميم هذه الفتحات تحت الأرض ١٢٩
٥ . ٣ . ١ الفتحات المنجمية المفردة في الصخور السميكة المتماسكة ... ١٢٩
٥ . ٣ . ٢ حساب الإجهادات في الصخور قبل عمليات التعدين ١٣٢
٥ . ٣ . ٣ توزيع الإجهادات حول الفتحات ذات المقطع المستدير ١٣٣
٥ . ٣ . ٤ توزيع الإجهادات حول بئر منجمية رأسية دائرية المقطع ١٣٦
٥ . ٣ . ٥ توزيع الإجهادات حول الفتحات المنجمية ذات المقطع المستطيل ١٣٨
٥ . ٣ . ٦ توزيع الإجهادات حول فتحات على شكل القطع الناقص ١٣٩

٥.٣.٧ تصميم الفتحات والأعمدة في طريقة التعدين بالحجرة والعمود ١٤١
٥.٣.٨ تصميم الفتحات المنجمية في الصخور الطبقية ١٤٥
٥.٣.٨.١ السقف المباشر المكون من طبقة واحدة ١٤٦
٥.٣.٨.٢ السقف المباشر المكون من طبقتين ١٤٧
٥.٣.٨.٣ السقف المباشر المكون من عدة طبقات ١٤٩

الباب السادس : النواسف (المتفجرات) ١٥١
٦.١ تصنيف النواسف ١٥٣
٦.١.١ التفجير الميكانيكي ١٥٤
٦.١.٢ التفجير الكيميائي ١٥٤
٦.١.٣ النواسف الاحتراقية منخفضة الشدة (البطيئة) ١٥٥
٦.١.٤ النواسف الانفجارية عالية الشدة (السريعة) ١٥٦
٦.١.٤.١ أولاً : النواسف التي تستخدم كمواد ناسفة تالية ١٥٦
٦.١.٤.٢ ثانيًا : المواد الناسفة المركبة (النواسف المنجمية) ١٦١
٦.١.٤.٣ ثالثًا : عوامل التفجير أو نواسف المواد المساعدة في التفجير (وهي ليست مواد ناسفة) ١٦٨
٦.١.٥ ناسف الأكسجين السائل (لوكس) ١٧٠
٦.١.٦ التفجير النووي ١٧٠
٦.٢ الخواص المميزة للنواسف ١٧١
٦.٢.١ قوة الناسف ١٧١
٦.٢.٢ سرعة التفجير ١٧٢
٦.٢.٣ حساسية الانتشار ١٧٤
٦.٣ التوابع اللازمة للتفجير ١٧٤

٦.٣.١ فتيل الأمان ١٧٤
٦.٣.٢ الكبسولات ١٧٥
٦.٣.٣ الفتيل المفجر ١٧٩
٦.٣.٤ حبل الإشعال ١٧٩
٦.٣.٥ آلات النسف الكهربائية ١٨٠
٦.٣.٦ الكبلات وأسلاك التوصيل ١٨١
٦.٣.٧ الحشو ١٨٢
٦.٤ استخدام النواسف وملحقاتها ١٨٢
٦.٤.١ إعداد الخراطيش البادئة ١٨٢
٦.٤.٢ توصيل الفتيل المفجر من كل شحنة إلى الفتيل المفجر الرئيس ١٨٦
٦.٥ حسابات دائرة التفجير ١٨٨
٦.٥.١ الحسابات في حالة التوصيل على التوالي ١٨٨
٦.٥.٢ الحسابات في حالة التوصيل على التوازي ١٨٩
٦.٥.٣ الحسابات في حالة توصيل مجاميع توالي على التوازي ١٩٠
٦.٥.٤ الحسابات في حالة توصيل مجاميع توازي على التوالي ١٩٠
٦.٦ تخزين النواسف ١٩١
٦.٦.١ أماكن تخزين المفرقعات ١٩١
٦.٦.٢ المساحات والمباني والمنشآت اللازمة للتخزين ١٩٢

الباب السابع : التفجير في المناجم ١٩٣
٧.١ التفجير في المناجم السطحية والمحاجر ١٩٥
٧.١.١ جيولوجية المادة ١٩٦
٧.١.٢ التفتيت ١٩٦
٧.١.٣ قطر الثقب وعمقه ١٩٦
٧.١.٤ تصميم التفجيرة ١٩٧

٨.١.٤ المزايا والمساوئ المصاحبة لعمليات التعدين المكشوفة مع المقارنة بالمناجم تحت السطحية ٢٥٩
٨.١.٥ استخراج الخامات في المناجم السطحية بوساطة المصاطب (المدرجات) ٢٦٢
٨.١.٦ تخطيط المناجم المكشوفة ٢٦٦
٨.١.٧ الأنواع الأساسية للمعدات المستخدمة في المناجم المكشوفة ٢٦٧
٨.١.٨ الحفر والتفجير في المحاجر ٢٧١
٨.١.٩ طرق تشغيل المناجم المكشوفة ٢٧٤
٨.١.٩.١ الرسوبيات القريبة من سطح الأرض ٢٧٤
٨.١.٩.٢ الرسوبيات ذات الأعماق الكبيرة ٢٧٦
٨.١.١٠ تخطيط مناجم الرسوبيات متعددة الطبقات ٢٧٧
٨.١.١١ تخطيط المناجم المكشوفة لكتل الخامات الضخمة ٢٧٨
٨.٢ تجهيز المناجم تحت السطحية ٢٨٠
٨.٢.١ الآبار المنجمية ٢٨٠
٨.٢.٢ اختيار بئر المنجم (رأسية أو مائلة) ٢٨١
٨.٢.٣ اختيار موقع بئر المنجم ٢٨٣
٨.٢.٤ الأشكال المختلفة للآبار المنجمية ٢٨٤
٨.٢.٥ حجم وعدد الأقسام بالآبار المنجمية ٢٨٦
٨.٢.٦ كيفية تنظيم الآبار المنجمية ٢٨٦
٨.٢.٧ المنشآت والمعدات اللازمة لحفر الآبار وأهمية ترتيب عمليات الحفر ٢٨٨
٨.٢.٨ فوهة (عنق) البئر ٢٨٩
٨.٢.٩ كيفية حفر الآبار في المناطق الصخرية ٢٨٩
٨.٢.١٠ احتياطات الأمن أثناء تعميق الآبار ٢٨٩
٨.٢.١١ الحفر والتفجير والتشغيل ٢٩٠

٨.٢.١٢ حفر الآبار في الأراضي غير المتماسكة والرملية ٢٩٢
٨.٢.١٣ تقوية وتثبيت التربة بالتبريد (التجميد) ٢٩٣
٨.٢.١٤ تقوية وتثبيت التربة بالأسمنت ٢٩٣
٨.٢.١٥ عمليات تبطين الآبار ٢٩٤
٨.٢.١٦ حفر الآبار بوساطة الحفارات الدوارة ٢٩٥
٨.٢.١٧ مقارنة عامة بين الآبار الرأسية والآبار المائلة ٢٩٦
٨.٢.١٨ حجم البئر ٢٩٨
٨.٣ عمليات التجهيز ٣٠٠
٨.٣.١ الأوضاع الآمنة للممرات تحت الأرض ٣٠١
٨.٣.٢ التعدين بطريقة الأعمدة ٣٠٣
٨.٣.٣ استخراج الخامات بطريقة الواجهة القصيرة ٣٠٦
٨.٣.٤ استخراج الخامات بطريقة الواجهة الطويلة ٣٠٨
٨.٣.٥ الاختيار بين استخراج الخامات من الواجهة الطويلة بطريقة التقدم أو بطريقة التقهقر ٣١١
٨.٣.٦ كيفية تجهيز الواجهة الطويلة بطريقة التقهقر ٣١٤
٨.٣.٧ طرق الاستخراج في حالة طبقات الخام السميكة ٣١٦
٨.٤ استخراج الخامات الرسوبية ٣١٩
٨.٤.١ خواص الفحم الحجري ٣١٩
٨.٤.٢ اختيار طريقة التعدين والاستخراج ٣٢٠
٨.٤.٣ المكنات المستخدمة في استخراج الفحم من المناجم ٣٢٠
٨.٤.٤ قاطعات الفحم ٣٢١
٨.٤.٥ القاطعة المستمرة ٣٢١
٨.٤.٦ الشاحنة المكوكية ٣٢٣
٨.٤.٧ المكنات المستخدمة في طريقة الاستخراج بالواجهة الطويلة ٣٢٥
٨.٥ استخراج الخامات الفلزية ٣٢٧

٨.٥.١ طريقة الاستخراج بوساطة المستويات الثانوية باستخدام الثقوب الطويلة ٣٢٧
٨.٥.٢ طريقة الاستخراج باستخدام الواجهة المفتوحة في العروق ذات الميل البسيط ٣٢٩
٨.٥.٣ استخراج الخام بطريقة الانكماش ٣٣١
٨.٥.٤ طريقة الاستخراج بقطع الخام وحشو أو ملء الواجهات بالصخور ٣٣٣
٨.٥.٥ استخراج الخامات بطريقة تكهيف أو تفريغ البلوكات ٣٣٥
٨.٥.٦ طريقة التكهيف باستخدام المستويات الثانوية ٣٣٥
٨.٥.٧ استخراج الخام بطريقة أسفل اليد ٣٤٠
٨.٥.٨ عمليات تعدين واستخراج بعض الخامات بطرق الإسالة والإذابة ٣٤٢
٨.٦ عمليات تعدين واستخراج بعض الخامات بطرق الإغازة تحت الأرض ٣٤٧
٨.٦.١ المراحل الأساسية لإغازة الفحم تحت الأرض ٣٤٨
٨.٦.٢ معاملات تصميم إغازة الفحم ٣٤٩
٨.٦.٣ مزايا الإغازة تحت الأرض ٣٥١
٨.٦.٤ عيوب الإغازة تحت الأرض ٣٥١
٨.٦.٥ العوامل التي تؤثر على تصميم نظم الإغازة تحت الأرض ٣٥١

الباب التاسع : التدعيم الاصطناعي في المناجم ٣٥٥
٩.١ مسامير الصخور ٣٥٨
٩.١.١ تثبيت الصخور بالمسامير ٣٥٨
٩.١.٢ تقوية الصخر بالمسامير ٣٥٨
٩.١.٣ متطلبات التدعيم أو التثبيت بمسامير الصخور ٣٥٨
٩.١.٤ أنواع مسامير الصخور وأجزاؤها ٣٥٩
٩.١.٥ تأثير التدعيم بالمسامير على إجهادات القص ٣٦٣

٩.١.٦ طريقة التدعيم بمسامير الصخر ٣٦٥
٩.١.٧ تحديد طريقة التدعيم بمسامير الصخر ٣٦٧
٩.١.٨ بعض مزايا وعيوب مسامير الصخر ٣٧٠
٩.٢ التدعيم الاصطناعي في مناجم الفحم ٣٧١
٩.٢.١ التدعيم بالأعمدة أو القوائم المصنوعة من الخشب ٣٧١
٩.٢.١.١ العمود أو القائم ٣٧١
٩.٢.١.٢ التدعيم بالتستيف ٣٧٣
٩.٢.٢ التدعيم بوساطة الأعمدة المصنوعة من الصلب ٣٧٤
٩.٢.٢.١ أعمدة أو قوائم صلب قوية ٣٧٤
٩.٢.٢.٢ الدعامات الرافعة ذات القلاووظ والرافعات الماسكة ٣٧٤
٩.٢.٢.٣ الدعامات الرافعة المتنقلة أو الشادات ٣٧٥
٩.٢.٣ التدعيم بوساطة الأعمدة الخرسانية ٣٧٨
٩.٢.٤ التدعيم بوساطة الهياكل (الجمالونات) أو الدعامات الهيكلية ٣٧٨
٩.٢.٤.١ الدعامات الخشبية ذات الوحدات المتكررة ٣٧٨
٩.٢.٤.٢ دعامات الصلب ذات الوحدات المتكررة ٣٧٩
٩.٢.٤.٣ أقواس الصلب القوية ٣٧٩
٩.٢.٤.٤ دعامات الصلب ذات الوحدات المتكررة المتحركة ٣٨١
٩.٢.٤.٥ ألواح الصلب القطعية ٣٨٢
٩.٢.٥ التدعيم بوساطة مسامير السقف أو الدعامات المشابهة ٣٨٤
٩.٢.٥.١ مسامير السقف ٣٨٤
٩.٢.٥.٢ العوارض الحديدية أو الأطواق أو حصير مسامير السقف ٣٨٧
٩.٢.٥.٣ الهيكل الحديدي للسقف ٣٨٧

٩.٢.٥.٤ الشبكة الحديدية ٣٨٧
٩.٢.٥.٥ تصميم خطة توزيع المسامير ٣٨٧
٩.٢.٦ التدعيم بوساطة الخرسانة ٣٨٩
٩.٣ التدعيم الاصطناعي في مناجم خامات المعادن الصناعية ٣٨٩
٩.٣.١ التدعيم بطريقة العمود أو القائم ٣٩٠
٩.٣.٢ التدعيم بطريقة الهياكل أو الجمالونات ٣٩٠
٩.٣.٣ التدعيم بوساطة مسامير السقف ٣٩٠
٩.٣.٤ التدعيم بالخرسانة ٣٩٠
٩.٣.٤١ الخرسانة المصبوبة ٣٩٠
٩.٣.٤٢ الرش بالخرسانة ٣٩١
٩.٤ التدعيم الاصطناعي في مناجم الخامات الفلزية ٣٩١
٩.٤.١ التدعيم بوساطة القوائم أو الأعمدة ٣٩١
٩.٤.١.١ التدعيم بوساطة الأعمدة الخشبية ٣٩١
٩.٤.١.٢ التدعيم بوساطة التستيف ٣٩٢
٩.٤.١.٣ التدعيم بوساطة قوائم أو أعمدة الصلب القوية ٣٩٣
٩.٤.١.٤ التدعيم بوساطة الأعمدة الخرسانية ٣٩٣
٩.٤.٢ التدعيم بطريقة الهياكل أو الجمالونات ٣٩٣
٩.٤.٢.١ الدعامات الخشبية ذات الوحدات المتكررة والقوائم ٣٩٣
٩.٤.٣ دعامات القائم والغطاء المتكررة ٣٩٥
٩.٤.٤ الدعامات المكونة من العقود (الأقواس) وحلقات الصلب ٣٩٩
٩.٤.٥ دعامات الصلب المتكررة المتنقلة ٣٩٩
٩.٤.٦ الألواح الواقية ٤٠١
٩.٤.٧ التبطين بوصلات الصلب ٤٠١
٩.٤.٨ التدعيم بمسامير السقف أو الدعامات المشابهة ٤٠١

٩.٤.٩ التدعيم بوساطة الخرسانة ٤٠٣
١.٩.٤.٩ التدعيم بوساطة الخرسانة المصبوبة ٤٠٥
٢.٩.٤.٩ التدعيم بوساطة الرش بالخرسانة ٤٠٥
١٠.٤.٩ التدعيم بالحشو أو ملء الفراغات ٤٠٦
١.١٠.٤.٩ استعمال الغطاء الصخري ٤٠٦
٢.١٠.٤.٩ استعمال الصخور الناتجة عن تجهيز المنجم ... ٤٠٦
٣.١٠.٤.٩ استعمال الحشو الهيدرولي ٤٠٧
٤.١٠.٤.٩ استعمال الثقوب الطويلة ٤٠٧
٥.١٠.٤.٩ استعمال خطوط توزيع رئيسة ٤٠٨

الباب العاشر : الهواء المضغوط ٤١١
١٠.١ ضاغط الهواء ٤١٣
١٠.١.١ كيفية عمل ضاغط الهواء ٤١٣
١٠.١.٢ جهاز التحكم ٤١٥
١٠.١.٣ المبرد الداخلي والمبرد الخارجي ٤١٥
١٠.١.٤ المستودعات ٤١٦
١٠.١.٥ الاشتراطات التي يجب مراعاتها عند تصميم أو اختيار ضاغط الهواء ٤١٧
١٠.١.٦ حدوث الانفجارات في ضواغط الهواء ٤١٧
١٠.١.٧ ضواغط الهواء المتنقلة ٤١٨
١٠.٢ نقل وتوزيع الهواء المضغوط ٤١٩
١٠.٢.١ أنابيب نقل الهواء ٤١٩
١٠.٢.٢ تدعيم الأنابيب ٤٢١
١٠.٢.٣ مستودعات الهواء المضغوط تحت الأرض ٤٢١
١٠.٢.٤ مجففات الهواء ٤٢٢
١٠.٢.٥ تحديد أقطار أنابيب نقل الهواء ٤٢٣

١٠.٢.٦ خراطيم الهواء الكاوتشوك وكيفية توصيلها ببعضها ٤٢٤
١٠.٣ استخدامات الهواء المضغوط ٤٢٤
١٠.٣.١ التُربينات الهوائية ٤٢٤
١٠.٣.٢ كيفية عمل التُربين الهوائي ٤٢٦
١٠.٤ آلات الحفر أو التثقيب في الصخور ٤٢٧
١٠.٥ استهلاك آلات الحفر للهواء ٤٢٩

الباب الحادي عشر : النقل والرفع في المناجم ٤٣١
١١.١ النقل في المناجم ٤٣٣
١١.١.١ النقل اليدوي ٤٣٤
١١.١.٢ النقل الآلي ٤٣٥
١١.١.٣ النقل تحت سطح الأرض بوجه عام ٤٣٥
١١.١.٤ التحميل ٤٣٦
١١.١.٤.١ الجاروف اليدوي ٤٣٦
١١.١.٤.٢ الزحافات أو الكاشطات ٤٣٦
١١.١.٤.٣ مجرفة التحميل ٤٣٩
١١.١.٤.٤ آلة التحميل السيارة ٤٤٠
١١.١.٥ النقل بوساطة القطارات ٤٤١
١١.١.٥.١ الترولي ٤٤١
١١.١.٥.٢ القاطرات ذات البطاريات الخازنة للطاقة ٤٤١
١١.١.٥.٣ قاطرات الديزل ٤٤٣
١١.١.٦ الظروف التي تحدد اختيار القاطرات ٤٤٤
١١.١.٦.١ حالة القضبان ومواصفات مقطعها الطولي ... ٤٤٤
١١.١.٦.٢ المقاومات ٤٤٤
١١.١.٦.٣ المسافة المقطوعة والحمولة المنقولة في الوردية ٤٤٧

١١.١.٦.٤ زمن الرحلة ٤٤٧
١١.١.٧ السحب بالحبال ٤٤٨
١١.١.٨ حبال الصلب ٤٥٤
١١.١.٩ السيور الناقلة ٤٥٧
١١.١.١٠ العوامل المؤثرة على استخدام السيور الناقلة ٤٥٩
١١.١.١١ الجنازير الناقلة ٤٦١
١١.٢ الرفع في المناجم ٤٦٢
١١.٢.١ حبال الصلب المستخدمة في الرفع بالمناجم ٤٦٦
١١.٢.٢ وصف عام لعملية الرفع ٤٦٦
١١.٢.٣ الأقفاص أو المصاعد ٤٦٨
١١.٢.٤ الدلائل الخشبية ٤٦٩
١١.٢.٥ حاضن الدليل الخشبي ٤٧٢
١١.٢.٦ الدلائل بالقضبان الحديدية ٤٧٣
١١.٢.٧ الدلائل الحبلية ٤٧٣
١١.٢.٨ تفريغ العربات ٤٧٤
١١.٢.٨.١ القلابات ٤٧٤
١١.٢.٨.٢ العربات الرافعة ٤٧٥
١١.٣ معدات التكشيف المستخدمة في المناجم المكشوفة ٤٧٦
١١.٣.١ الجاروف الميكانيكي ٤٧٦
١١.٣.٢ الكاشفة (الكراكة) ذات المغرفة المعلقة ٤٧٨
١١.٣.٣ الكاشفة متعددة المغارف ٤٧٩
١١.٣.٤ الرأس الدوارة ذات المغارف (حفارة التربة) ٤٨١

الباب الثاني عشر : التهوية في المناجم ٤٨٣
١٢.١ غازات المناجم ٤٨٧
١٢.١.١ مصادر غازات المناجم ٤٨٧

١٢.١.٢ تصنيف غازات المناجم ٤٨٨
١٢.١.٢.١ الغازات المسببة للأمراض ٤٨٨
١٢.١.٢.٢ الغازات المسببة للانفجارات ٤٨٨
١٢.١.٣ الكشف عن غازات المناجم ٤٨٨
١٢.١.٣.١ الكشف عن استنفاد الأكسجين ٤٩٠
١٢.١.٣.٢ الكشف عن ثاني أكسيد الكربون ٤٩٠
١٢.١.٣.٣ الكشف عن غاز المناجم (الميثان) ٤٩١
١٢.١.٣.٤ الكشف عن أول أكسيد الكربون ٤٩٢
١٢.١.٣.٥ الكشف عن كبريتيد الهيدروجين ٤٩٣
١٢.١.٣.٦ الكشف عن أكاسيد النتروجين ٤٩٤
١٢.١.٤ التحكم في غازات المناجم ٤٩٤
١٢.٢ غبار المناجم ٤٩٥
١٢.٢.١ مصادر الغبار في المناجم ٤٩٥
١٢.٢.٢ أنواع الغبار في المناجم ٤٩٥
١٢.٢.٣ طرق الحصول على عينات الغبار في المناجم ٤٩٨
١٢.٢.٤ تعيين نسبة تركيز الغبار ٤٩٨
١٢.٢.٥ التحكم في غبار المناجم ووسائل مكافحته ٥٠٠
١٢.٣ الظروف الجوية في المناجم ٥٠١
١٢.٣.١ درجة الحرارة في المناجم ٥٠١
١٢.٣.٢ مصادر الحرارة في المناجم ٥٠٢
١٢.٣.٣ الرطوبة في هواء المنجم وتأثيراتها ٥٠٣
١٢.٣.٤ تعيين الرطوبة النسبية في المناجم ٥٠٤
١٢.٤ تعيين كمية الهواء المارة خلال ممر هوائي ٥٠٧
١٢.٤.١ سرعة الهواء في المناجم وطرق قياسها ٥٠٧
١٢.٤.١.١ قياس سرعة سريان الهواء المعتدلة (المتوسطة) ٥٠٧

١٢.٤.١.٢ قياس سرعة سريان الهواء المنخفضة ٥١٠
١٢.٤.١.٣ تعيين سرعة سريان الهواء المرتفعة ٥١١
١٢.٤.٢ طرق حساب مساحة مقطع الممر الهوائي ٥١٤
١٢.٥ التهوية الطبيعية في المناجم ٥١٦
١٢.٦ قوانين التهوية وتوزيع الهواء في المناجم ٥١٨
١٢.٦.١ سريان الهواء خلال الممرات المنجمية ٥٢١
١٢.٦.٢ كمية الهواء ٥٢١
١٢.٦.٣ قوانين القدرة ٥٢٢
١٢.٦.٤ مقاومة المنجم للهواء المار به ٥٢٣
١٢.٦.٤.١ تغير مقاومة المنجم ٥٢٦
١٢.٦.٥ الممرات الهوائية المتصلة على التوالي وعلى التوازي ٥٢٦
١٢.٧ وسائل التحكم في تيار الهواء في المناجم ٥٢٩
١٢.٧.١ الحواجز ٥٢٩
١٢.٧.٢ القناطر العلوية والسفلية ٥٣٠
١٢.٧.٣ المنظمات ٥٣٢
١٢.٨ التهوية الميكانيكية ٥٣٢
١٢.٨.١ نظرية المراوح المنجمية ٥٣٢
١٢.٨.١.١ المراوح ذات الريش النصف قطرية (المستقيمة) ٥٣٣
١٢.٨.١.٢ المراوح ذات الريش المنثنية عكس اتجاه دوران المروحة ٥٣٤
١٢.٨.١.٣ المراوح ذات الريش المنثنية في نفس اتجاه دوران المروحة ٥٣٥
١٢.٨.٢ طريقة حساب السرعة المحيطية (v) للمروحة وسرعة الهواء (u) في اتجاه نصف القطر ٥٣٦
١٢.٨.٣ أداء وخواص مراوح المناجم ٥٣٩

١٢.٨.٤ المراوح المتصلة مع بعضها على التوالي ٥٣٩
١٢.٨.٥ المراوح المتصلة مع بعضها على التوازي ٥٤٢

الباب الثالث عشر : الأخطار وإجراءات الأمان في المناجم ٥٤٥
١٣.١ مقدمة في الأمن الصناعي ٥٤٧
١٣.١.١ تطور عمليات الأمن الصناعي والإنقاذ في صناعة التعدين ٥٤٩
١٣.١.٢ أهداف الأمن الصناعي ٥٥٠
١٣.١.٣ أسس نجاح الأمن الصناعي ٥٥٠
١٣.٢ أعمال الوقاية في المناجم ٥٥١
١٣.٣ الإنقاذ في المناجم ٥٥٣
١٣.٣.١ الغرض من خدمات الإنقاذ في المناجم ٥٥٣
١٣.٣.٢ مسئولية فرق الإنقاذ ٥٥٤
١٣.٣.٣ الأعمال الفنية التي تقوم بها وحدات الإنقاذ في المناجم ٥٥٥
١٣.٣.٤ برنامج التدريب ٥٥٥
١٣.٤ خطة مكافحة الحوادث ٥٥٥
١٣.٤.١ الوسائل التي يجب أن تشملها الخطط والتعليمات الخاصة بمكافحة الحوادث ٥٥٧
١٢.٤.٢ المرفقات التي يجب تواجدها مع خطط وتعليمات مكافحة وتطهير الحوادث ٥٥٧
١٣.٥ غبار المناجم ٥٥٨
١٣.٥.١ الغبار في المنجم ٥٥٨
١٣.٥.٢ الأمراض الناتجة عن الغبار الرئوي ٥٥٩
١٣.٥.٣ علاقة التليف بالدرن الرئوي ٥٦٠
١٣.٥.٤ أسس الوقاية من غبار المناجم ٥٦٠
١٣.٦ غازات المناجم ٥٦١

١٣.٦.١ أنواع غازات المناجم ٥٦١
١٣.٧ عمليات الإنقاذ أثناء تطهير الحوادث ٥٦١
١٣.٧.١ المهام الرئيسة لوحدات الإنقاذ أثناء تطهير الحوادث ٥٦١
١٣.٧.٢ إنقاذ الأفراد في حالات الفيضان واندفاع المياه إلى المنجم ٥٦٣
١٣.٧.٣ الوسائل الخاصة بتسهيل إنقاذ الأفراد أثناء الحوادث ٥٦٣
١٣.٨ الحرائق والوقاية منها ٥٦٤
١٣.٨.١ الظروف التي لايمكن اشتعال الحرائق فيها ٥٦٤
١٣.٨.٢ المصادر الرئيسة للحرائق في المناجم ٥٦٥
١٣.٨.٣ مكافحة الحرائق في المناجم ٥٦٩
١٣.٨.٤ الوسائل الفنية لمنع الحرائق في مناجم الخامات ٥٧٠
١٣.٨.٥ معدات منع الحرائق ووسائل الإطفاء ٥٧٢
١٣.٨.٦ الإجراءات التي يجب مراعاتها لمنع الحرائق في الظروف الخطرة تحت الأرض ٥٧٢
١٣.٨.٧ إطفاء الحرائق تحت الأرض في المناجم ٥٧٣
١٣.٨.٨ الوسائل الرئيسة لإطفاء الحرائق في المناجم ٥٧٣
١٣.٨.٩ بعض خصائص تنظيم أعمال الإنقاذ لإطفاء الحريق في أماكن التشغيل المختلفة ٥٧٥
١٣.٩ المخاطر الصحية المهنية ٥٧٧
١٣.٩.١ التعرض للعوامل الطبيعية ٥٧٨
١٣.٩.١.١ الحرارة ٥٧٨
١٣.٩.١.٢ الرطوبة ٥٧٩
١٣.٩.١.٣ الضوء ٥٧٩
١٣.٩.١.٤ الذبذبة ٥٨٠
١٣.٩.١.٥ الضوضاء ٥٨١
١٣.٩.١.٦ الإشعاع ومخاطره ٥٨٣

١٣.٩.٢ التعرض للكيماويات ٥٨٦
١٣.٩.٢.١ طرق دخول الخامات المعدنية إلى الجسم ٥٨٦
١٣.١٠ التسمم وأنواعه ٥٨٨
١٣.١٠.١ التسمم بالمنجنيز ٥٨٩
١٣.١٠.٢ أعراض تأثر الجهاز العصبي المركزي المبكرة ٥٨٩
١٣.١٠.٣ أعراض تأثر الجهاز الهضمي ٥٩٠
١٣.١٠.٤ أعراض تأثر الجهاز التنفسي ٥٩٠
١٣.١٠.٥ الوقاية من التسمم بالمعادن الثقيلة في المناجم ٥٩٠
١٣.١١ الإجراءات والاحتياطات التي يجب مراعاتها في عمليات الأمن الصناعي في المناجم ٥٩٠
١٣.١١.١ واجبات العمال ٥٩١
١٣.١١.٢ واجبات عمال التفجير (الولاعين) ٥٩٢
١٣.١١.٣ واجبات مشرف الأمن الصناعي ٥٩٣
١٣.١١.٤ واجبات لجان الأمن الصناعي ٥٩٤
١٣.١١.٥ الاحتياطات الواجب مراعاتها بشأن الحبال الصلب المستخدمة في الأوناش ٥٩٥
١٣.١١.٦ الاحتياطات الواجب مراعاتها بشأن استخدام القاطرات ٥٩٦
١٣.١١.٧ الاحتياطات الواجب مراعاتها بشأن استخدام القاطرات تحت سطح الأرض ٥٩٦
١٣.١١.٨ الاحتياطات الواجب مراعاتها بشأن المعدات الكهربائية والميكانيكية ٥٩٨
١٣.١١.٩ الاحتياطات الواجب مراعاتها في تهوية المنجم ٥٩٩
١٣.١١.١٠ الاحتياطات الخاصة بالمفرقعات وعمليات النسف والتفجير ٦٠٣

١٣.١١.١١ الاحتياطات الواجب مراعاتها بشأن المياه الجوفية والسطحية ٦٠٨
١٣.١١.١٢ الإجراءات والاحتياطات الخاصة بعمليات الإنقاذ والإسعاف ومعدات الوقاية ٦٠٩

الملاحق ٦١٣
المراجع ٦١٥
ملحق (أ) : تعيين الرطوبة النسبية للهواء من الفرق بين قراءة الترمومتر ذي الانتفاخ الجاف وقراءة الترمومتر ذي الانتفاخ المبلل ٦١٩
ملحق (ب) : جدول تحويل ضغط السرعة إلى سرعة خطية ٦٢٠
ملحق (جـ) : المصطلحات العلمية الواردة في الكتاب وشرح مختصر لكل مصطلح ٦٢٢