مدى تأثير التفجير على المباني المجاورة لمحجر المرقب ، ليبيا

د. أحمد محمد الشريف
هندسة التعدين- كلية الهندسة - جامعة الفاتح
أ. عبد الرحمن خليفة الدغري
مستشار جيولوجي- الإدارة الجيولوجية والتعدين - مركز البحوث الصناعية

التمهيد:

الغرض من هذا البحث هو دراسة مدى تأثير التفجير على المباني السكنية المجاورة لمحجر الحجر الجيري التابع لمصنع أسمنت المرقب بسبب الاهتزازات الأرضية الناتجة عن عمليات التفجير التي يقوم بها المحجر .

باستخدام معادلات خاصة أمكن من تحديد المسافات وسرعة الاهتزازات الأرضية الآمنة اعتماداً على كمية المتفجرات المستخدمة في عمليات التفجير ومدى ثبات الصخور المقامة عليها تلك المباني . من ذلك يمكن عمل تصميم مناسب لعمليات التفجير يضمن أقل تأثير ممكن على المباني السكنية المجاورة لموقع التفجير التي من الممكن تنفيذها في المحجر مع تحقيق الإنتاجية المطلوبة من مادة الحجر الجيري لمصنع إسمنت المرقب .

المقدمة :

هناك بعض المشاكل التي تعاني منها بعض المحاجر التابعة للشركة العربية للإسمنت وبالأخص محجر الحجر الجيري لمصنع إسمنت المرقب وذلك في وجود بعض المباني السكنية المجاورة لهذا المحجر الذين يشكو سكانها من تأثر مبانيهم السكنية من عمليات التفجير التي تقوم بها إدارة المحجر مما حدا بالشركة العربية للإسمنت في بحث هذه المشكلة وهي هل هذه التشققات الظاهرة على المباني السكنية ناتجة عن عمليات التفجير أم لا ؟ أو هل هناك تأثير لعمليات التفجير أصلاً على المباني السكنية المجاورة للمحجر أم لا ؟

طبقاً لذلك قام فريق من مركز البحوث الصناعية (2003ف) بتكليف من إدارة مصنع إسمنت المرقب بقياس المسافات التي بين موقع التفجير والمباني السكنية المجاورة وذلك بواسطة طاقم من المساحين لرصد المسافات باستخدام جهاز المحطة المتكاملة للرصد (Total station) ومن ذلك تم إعداد خريطة توضح أماكن المباني السكنية وموقع تفجير بمقياس رسم مناسب اعتماداً على المسافات المقاسة .

توجد بعض المعادلات التي يمكن استعمالها في تحديد المسافات الآمنة عندما تكون أجهزة قياس سرعة الاهتزازات الأرضية غير متوفرة والتي تبين مدى تأثير التفجير على أي منشأة على هذا الأساس استخدمت هذه المعادلات في تحديد المسافات الآمنة طبقاً لكمية المتفجرات المستخدمة وكذلك في إيجاد سرعة الاهتزازات الأرضية المسموح بها والتي تحدث أي تأثير نتيجة التفجير .

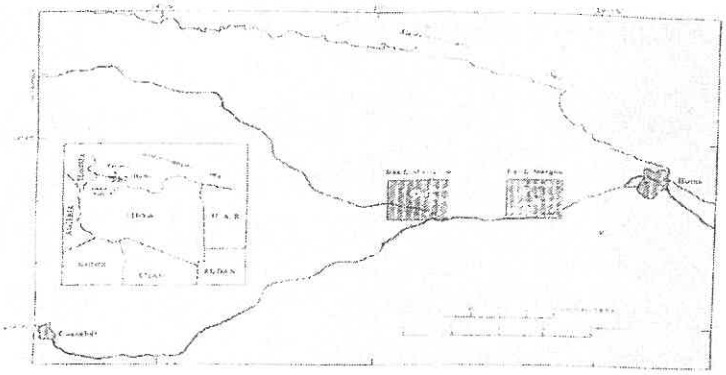
هناك معضلتان يجب التغلب عليهما عند تنفيذ عمليات التفجير ، وهي أولاً ضمان أن المباني السكنية المجاورة للمحجر لن تتأثر بمؤثرات التفجير وثانياً تحقيق الإنتاج المطلوب وبتجزئة مناسبة من مادة الحجر الجيري التي تستخدم في عملية تصنيع الإسمنت وذلك عن طريق فهم الأساليب التقنية المتوفرة لعملية التفجير وهي : اختيار نوع المتفجر الذي يستخدم في التطبيقات الخاصة ، تحديد توزيع الشحنة في كل ثقب ، منظومة توزيع الثقوب في التفجيرة [1] .

من المعلومات التي تم الحصول عليها من إدارة محجر الحجر الجيري وجد أنه في بعض الأحيان لا يمكن تحقيق الإنتاج المطلوب بسب الخوف من الزيادة في كمية المتفجرات المستخدمة في عملية التفجير والتي يمكن أن تسبب تأثيراً غير مرغوب فيه على المباني السكنية المجاورة لموقع التفجير ولهذا يتم اللجوء لتنفيذ تفجيرات إضافية للتعويض عن هذا النقص مما يربك بعض الأحيان مصنع الإسمنت من تحقيق المستهدف من الإنتاج من مادة الإسمنت التي ستؤثر سلباً على تنفيذ المشروعات والحركة العمرانية وقد تم وضع تصميم عمليات التفجير من قبل فريق مركز البحوث الصناعية التي يمكن تنفيذه في المحجر لعمقين مختلفين من ثقوب التفجير (4 أمتار و7 أمتار) لطبقة الحجر الجيري اعتماداً على ظروف المحجر ، حيث ضمن هذا التصميم سلامة المباني المجاورة لموقع التفجير ، وبالإضافة إلى ذلك تم تحقيق الإنتاج المطلوب في التفجيرة الواحدة من مادة الحجر الجيري بدون أي تقصير في إنتاجية مصنع إسمنت المرقب .

في حالة عدم تحقيق المسافة الآمنة لعملية التفجير للمساكن المجاورة يمكن اللجوء إلى طريقة التفتيت الميكانيكي إن أمكن ذلك .

جيولوجية منطقة الدراسة :

يقع محجر المرقب ضمن تكوين الخمس وهو من العصر الثلاثي من بين عدة تكوينات متواجدة في المنطقة ويتضمن تكوين الخمس من صخور بركانية ، وحجر جيري مع تداخلات من الطين أو حجر طيني رملي . يعتبر تكوين الخمس من أهم التكوينات المشجعة في استغلال طبقاته المتواجدة بالمنطقة ، يقدر احتياطي تلك الرواسب بحوالي 67 مليون طن وتتراوح نسبة أكسيد الكالسيوم ما بين 43 %-47 % ويضم محجر المرقب على موقعين لرواسب الحجر الجيري هما رأس المرقب الكبير ورأس المنوبية على بعد ما بين 1.5 إلى 5.0 كيلو متر غرب مصنع إسمنت المرقب وعلى شمال الطريق الساحلي [2]. يوضح الشكل (1) منطقة الدراسة .



شكل (1) منطقة الدراسة

قسمت المنطقة من حيث تتابع الطبقات إلى مجموعتين مجموعة علوية ومجموعة سفلية حيث هناك اختلاف جانبي بين المجموعتين كما هو مدروس من قبل شركة بول سيرفيس البولندية وكان هذا التتابع الطبقي من الأسفل إلى الأعلى [2] على النحو التـــالي :

التتابع السفلي :

يتكون التتابع السفلي من تبادل الطين والمارل الذي يكون في الغالب على شكل عقدي ومن الحجر الجيري والطين الذي يكون أحياناً على هيئة طمي كذلك وجود كتل صخرية كبيرة من الحجر الجيري والطين والمارل وأخيراً توجد طبقة رقيقة من الحجر الجيري الدولوميتي.

في التتابع السفلي لمنطقة رأس المنوبية يتراوح السمك لهذه الطبقة من 18.7 إلى 30.2 متر ، أما في منطقة رأس المرقب (الكبير) فيتراوح السمك من 8.3 إلى 18.7 متر.

التتابع العلوي :

يحتوي التتابع العلوي في منطقة رأس المنوبية ورأس المرقب (الكبير) على أربعة أنواع من الصخور وهي من الأسفل إلى الأعلى : الحجر الجيري السفلي ويتراوح سمك هذه الطبقة من 1.0 متر إلى 6.6 متر ، والمارل السفلي ويتراوح سمكه من 15.9 متر إلى 24.8 متر ، والحجر الجيري العلوي ويتراوح سمك هذه الطبقة من 3.2 متر إلى 12.3 متر ، وأخيراً المارل العلوي الذي يتراوح فيه سمك من 0.0 إلى 6.0 أمتار.

يقدر الاحتياط الحالي وفق المعلومات الواردة من المصنع بمنطقة رأس المرقب (الكبير) بحوالي 10,463,000 طن من الحجر الجيري أما في منطقة المنوبية فيقدر الاحتياط بحوالي 10,463,000 طن من الحجر الجيري وعلى هذا فإن إجمالي الاحتياط من الحجر الجيري القابل للتعدين هو 20,935,000 طن والاستهلاك الشهري المطلوب من الحجر الجيري هو 40,000 طن.

الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخر الحجر الجيري :

من المعروف أن الخواص الطبيعية والميكانيكية للصخور تعتبر ضرورة لأي مشروع يراد تنفيذه حيث تعكس هذه الخواص الصورة الدقيقة لنوعية الصخر الذي يمكن أن يكون مناسباً للمشروع المطلوب تطبيقه اعتماداً على تطابقه مع المواصفات القياسية المحددة .

لقد أجريت لصخر الحجر الجيري تحاليل كيمائية لمعرفة مدى صلاحيته لصناعة الإسمنت ولقد أثبتت هذه التحاليل صلاحية استخدامه ولكن هناك تجارب أخرى يجب عملها لتحديد التصميم المناسب لعملية التفجير وهو ما يعرف التجارب التي تحدد الخواص الطبيعية الميكانيكية لصخر الحجر الجيري .

لقد أجريت تجارب عديدة في تحديد الخواص الطبيعية لصخر الحجر الجيري والتي منها معرفة الكثافة ، والمسامية ، والنفاذية وذلك بأخذ عينات من مواقع مختلفة لصخر الحجر الجيري . ويتم تلخيص متوسط النتائج هذه التجارب على النحو التالي:

الكثافة 2.30 طن\متر مكعب ، المسامية 9.50 % ، والنفاذية 26.75 % ملي دارس.

بالإضافة إلى ذلك فلقد أجريت تجارب أخرى وذلك لتحديد الخواص الميكانيكية لعينات مختلفة من الحجر الجيري لمعرفة إجهادات الضغط ، واجهادات الشد ، وإجهادات القص . وتم تلخيص متوسط نتائج هذه التجارب على النحو التالـي :

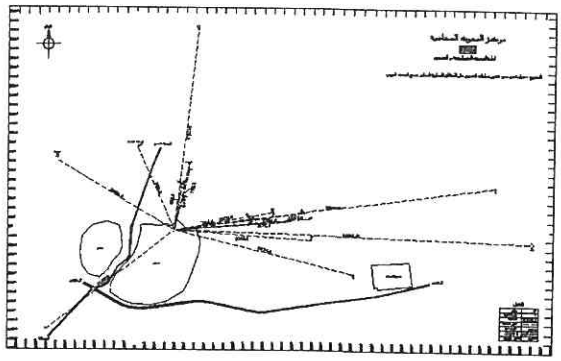
إجهادات الضغط 212.50 كيلو جرام\سنتيمتر مربع ، إجهادات الشد 21.80 كجم \سم2 ، و إجهادات القص 33.9 كجم \ سم2 .

من المعلومات المتوفرة عن الخواص الفيزيائية والميكانيكية نجد أن قابلية صخر الحجر الجيري للتفجير تعتبر أقل صعوبة لعملية التفجير طبقاً لتصنيف الصخور [3].

الأعمال المساحية :

من المعروف أن هناك تناسب عكسي بين المسافة ومدى الاهتزازات الأرضية الناتجة من عمليات التفجير وعلى هذا الأساس فإن تحديد المسافات بين موقع التفجير والمباني المجاورة للمحجر تعتبر مهمة وذلك لتوضيح ما إذا كانت هذه المباني قد تأثرت بعمليات التفجير أم لا .

استخدم لهذا الغرض جهاز المحطة المتكاملة للرصد في قياس المسافات التي بين موقع التفجير والمباني المجاورة للموقع وكانت النتائج على دقة عالية . ولقد تم رصد 15 مبنى مجاور ، موزعة حول المحجر كما هو موضح في (الشكل 2) الذي رسم بمقياس رسم 5000:1 . استخدمت هذه المسافات للمقارنة مع المسافة الآمنة التي يمكن إيجادها من المعادلة التي تعتمد على كمية المتفجرات المستخدمة في عمليات التفجير.



عمليات التفجير المتبعة في المحجر :

لتحقيق الإنتاج الشهري المطلوب وهو 40.000 طن من الحجر الجيري يتطلب تنفيذ عمليات تفجير تتابعي لتجزئة الصخر بمعدل 6 تفجيرات في الشهر أي أن الإنتاج المطلوب في التفجيرة الواحدة هو 6667 طن.

يقوم الفريق التابع لمحجر المرقب بتنفيذ عمليات التفجير وذلك بحفر ثقوب بعمق 4 أمتار و7 أمتار لتفجيرات منفصلة. وعلى سبيل التوضيح يمكن التطرق إلى إحدى عمليات التفجير المتعلقة بالثقوب التي بعمق 7 أمتار التي تم تنفيذها في الآونة الأخيرة .

من المعلومات التي تم الحصول عليها من فريق التفجير التابع للمحجر أن عدد الثقوب التي تم تفجيرها تصل إلى 35 ثقب وإن كمية شحنة المتفجرات التي تم استخدامها للإبطـاء الواحد هي 293.42 كيلو جرام .

من ذلك نجد أن هذه التفجيرة والتي لا تمثل كل التفجيرات في بعض الأحيان لم تحقق الإنتاج وهو 6667 طن مما يضطر فريق التفجير لتنفيذ تفجيرات إضافية أو باستخدام آلة التفتيت الميكانيكي للتغلب على هذا العجز إن أمكن ذلك و يرجع السبب في ذلك التقصير هو الخوف من تأثير عملية التفجير على المباني المجاورة للمحجر وعلى هذا الأساس يتم تقليل كمية المتفجرات المستخدمة في التفجير وبالإضافة إلى ذلك إن تصميم عملية التفجير ليس بالدقة التي يمكن أن نحقق الإنتاج المطلوب .

تحديد المسافات الآمنة وسرعة الاهتزازات الأرضية :

من المعروف أن المسافة التي ينتهي عندها تأثير المتفجرات على المباني المجاورة للمحجر عند تنفيذ عملية التفجير تعتبر هي المسافة الآمنة ، بمعلومية المسافة بين موقع التفجير وأي مبنى مجاور للمحجر وبتطبيق الثابت الذي يعتمد على مقدار المسافة يمكن تحديد كمية الشحنة المسموح لكل إبطاء ومن ذلك يمكن اعتبار هذه المسافة بالمسافة الآمنة . على هذا الأساس يمكن استخدام المعادلة التاليـة [4] :

$$Q = \left(\frac{Ds}{\cdot} \right)^2$$

حـيث :Q = كمية المتفجرات المسموح بها لكل إبطاء ، كيلو جرام .

Ds = المسافة بين موقع التفجير وأي مبنى مجاور ، متر.

Dr = ثابت ويسمى بمقياس المسافة المسموح بها ، ويعتمد على مقدار المسافة ، ففي حالة المسافة أقل من 1500 متر يحسب Dr على أساس 24.5 أما إذا كانت المسافة أكثر من 1500 متر فيحسب Dr على أساس 29.0.

يوضح الجدول رقم 1 العلاقة بين كمية المتفجرات المسموح بها لكل تأخير زمني أو إبطاء والمسافة بين موقع التفجير والمباني المجاورة وفق المعادلة المشار إليها .

جدول رقم 1 : العلاقة بين كمية المتفجرات المسموح بها والمسافة بين موقع التفجير والمباني المجاورة

التسلسل	المسافة بين موقع التفجير والمباني المجاورة (المتر) Ds	مقياس المسافة المسموح به Dr	كمية المتفجرات المسموح بها لكل إبطاء (كيلوجرام) Q
1	1411.80	24.5	3320.581
2	962.40	24.5	1543.047
3	2176.30	29.0	5631.726
4	493.30	24.5	405.899
5	718.00	24.5	858.894
6	653.20	24.5	710.810
7	1025.00	24.5	1750.312
8	8031.30	24.5	1069.690
9	3266.50	29.0	12687.304
10	1327.80	24.5	2937.198
11	1373.30	24.5	3141.946
12	1178.00	24.5	2311.843
13	3586.90	29.0	15298.278
14	13388.30	24.5	3210.957
15	1874.90	29.0	4197.845

من خلال النتائج التي تم الحصول عليها من الجدول رقم 1 ، تبين أن كمية المتفجرات المسموح بها هي 405.899 كيلو جرام وفق أقل مسافة تم رصدها وهي 493.6 متر . من المعلومات التي تم الحصول عليها من التفجيرة المنفذة في المحجر والتي تشير إلى إن كمية المتفجرات المستخدمة في التفجيرة لكل إبطاء هي 293.42 كيلو جرام وبما إن هذه الكمية أقل بكثير من كمية المتفجرات المسموح بها لأقرب مبنى للمحجر من ذلك نجد أن المباني المجاورة للمحجر تعتبر آمنة .

بتطبيق المعادلة التي تربط أقل مسافة بين موقع التفجير والمباني المجاورة وكمية المتفجرات المستخدمة في التفجيرة لكل إبطاء وباستخدام الثابت الذي يشير إلى نوع الصخر [5] المقام عليه المباني المجاورة للمحجر يمكن إيجاد سرعة الاهتزازات الأرضية الناجمة من التفجير على النحو التالـي :

$$V = K \sqrt{\frac{\quad}{(R)^{1.5}}}$$

حـيث :

V= سرعة الاهتزازات الأرضية ، مليمتر \ثانية .

Q= كمية المتفجرات المستخدمة لكل إبطاء ، كيلو جرام.

R= المسافة بين موقع التفجير وأقرب مبنى مجاور للمحجر ، متر .

K= ثابت (200).

$$V = 200 \sqrt{\frac{293.4}{(493.6)^{1.5}}} = 32.7 \text{ مليمتر / ثانية}$$

من ذلك نجد أن سرعة الاهتزازات الأرضية 32.7 مليمتر /ثانية تعتبر آمنة ، حيث تأثير سرعة الاهتزازات الأرضية التي تفوق 50 مليمتر/ثانية يمكن أن تؤثر بشكل ملحوظ علي المباني المجاورة لموقع التفجير. على هذا الأساس نجد أن أقرب مبنى مجاور للمحجر يعتبر آمناً فمعنى ذلك أن المباني أكثر بعداً منطقياً تكون في دائرة الأمان. بالنسبة للصدمة الهوائية الناتجة من عملية التفجير والتي تنتقل عبر الهواء والتي تؤثر في العادة على النوافذ والأشخاص عند المسافة القريبة من موقع التفجير . ومن ذلك لا تشكل خطراً يذكر لأنها أقل خطورة بكثير من الاهتزازات الأرضية في المسافات البعيدة عن موقع التفجير .

تصميم عمليات التفجير :

من السرد السابق نجد أن عمليات التفجير المتبعة في المحجر لم تحقق الإنتاج المطلوب في ظل الخوف من تأثير المباني المجاورة وكذلك في عدم دقة المسافات بين ثقوب التفجير. قبل التطرق لتنفيذ تصميم عملية التفجير هناك عناصر يجب أخدها في الاعتبار منها أن الخواص الطبيعية والميكانيكية لصخر الحجر الجيري تشير إلى أن الصخر ليس صلباً بالدرجة الكافية مما يتطلب التقليل في كمية المتفجرات في كل ثقب مع الاحتفاظ بالمسافات المحددة بين الثقوب والصفوف تم الاستعانة بجدول يضم البيانات المطلوبة لتصميم عملية التفجير التي نفذت في محجر المرقب [6] .

تتلخص بيانات ونتائج تصميم عمليات التفجير بالمحجر للثقوب المحفورة بعمق 4 أمتار و 7 أمتار في الجدول 2 والجدول 3 على التوالي. هناك ملاحظة يجب أخذها في الاعتبار وهي أن الحفر الزائد للثقوب التي بعمق 4 أمتار تعتبر قيمة تقريبية ولا تشكل هذه الزيادة أي تأثير.

جدول 2 :تصميم عملية التفجير للثقوب بعمق 4 أمتار

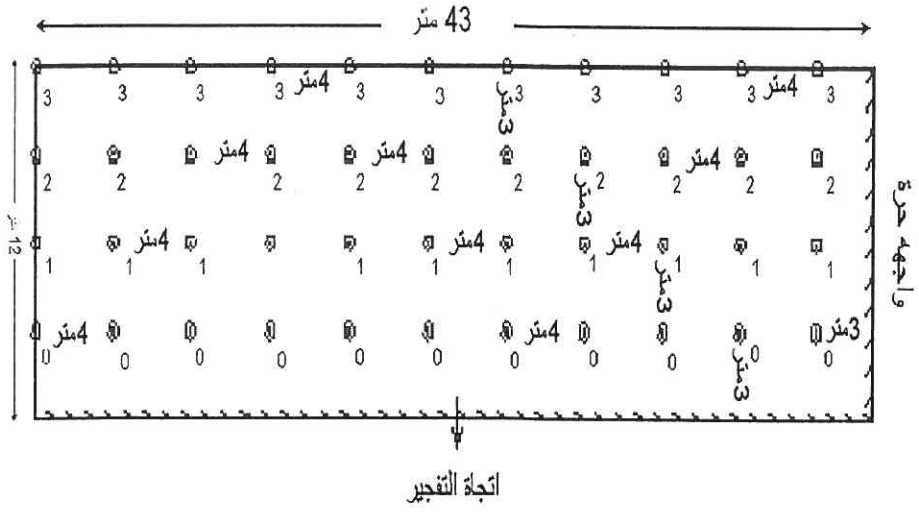
البيـــانـــات	النتائج
الإنتاج المطلوب في التفجيرة الواحدة	طن
حجم الإنتاج المطلوب	متر مكعب 1450
عمق الحفر	أمتار4
إرتفاع المصطبة	أمتار3
مساحة منطقة التفجير	متر مكعب483
قطر ثقب التفجير	مم100
المسافة بين الواجهة الحرة والصف الأول	أمتار3.0
المسافة بين ثقوب التفجير	أمتار4.0
المسافة بين الصفوف	أمتار3.0
المساحة التأثيرية للثقب الواحد	متر مربع12
العدد الإجمالي للثقوب	44

طول الجزء الغير مشحون (الحشوة)	متر1.25
طول شحنة القاعدة (ديناميت)	متر0 75.
طول شحنة العمود (انفو)	متر2.00
تركيز شحنة الديناميت(80*375مم)	/متر مكعب^2 كيلو جرام6.5
كمية شحنة الديناميت	كيلو جرام4.9
(كمية شحنة الأنفو) نصف كيس	كيلو جرام12.50
كمية شحنة الأنفو المكافئ للديناميت	كيلو جرام11.40
كمية شحنة المتفجرات في الثقب الواحد	كيلو جرام16.30
الكمية الإجمالية لشحنة المتفجرات	كيلو جرام717.0
عدد الواجهات	2
طول واجهة التفجير	متر43.0
عرض واجهة التفجير	متر12.0
إرتفاع المصطبة	أمتار3.0
حجم الإنتاج الفعلي	متر مكعب1548
الشحنة النوعية	كيلو جرام/متر مكعب0.46
إجمالي أطوال الحفر	متر176
الحفر النوعي	متر/متر مكعب0.11
كمية الإنتاج الفعلي	طن3560
كمية شحنة المتفجرات في الصف الواحد	كيلو جرام 179
المسافة الآمنة	متر 361
كمية شحنة المتفجرات المسموح بها لأقرب مسكن	كيلو جرام 406
قيمة سرعة الاهتزازات الأرضية الناتجة	مم / ثانية 25

جدول 3: تصميم عملية التفجير للثقوب بعمق 7 أمتار

البيـانـات	النتـائج
الإنتاج الشهري من الحجر الجيري	طن40.000
عدد التفجيرات في الشهر	6
حجم الإنتاج المطلوب في التفجيرة الواحدة	طن6667
كثافة الحجر الجيري	طن /متر مكعب2.3
حجم الإنتاج المطلوب	متر مكعب2899
ارتفاع المصطبة	متر6
عمق الحفر	متر7
المساحة الإجمالية لمنطقة التفجير	متر مكعب483
المسافة بين الواجهة الحرة والصف الأول	أمتار3
المسافة بين ثقوب التفجير	أمتار4
المسافة بين الصفوف	أمتار3
المساحة التأثيرية للثقب الواحد	متر مربع12
العدد الإجمالي للثقوب	44
عدد الصفوف	4
عدد الثقوب في الصف الواحد	11
طول الجزء الغير مشحون (الحشوة)	متر2.0
طول شحنة القاعدة (ديناميت)	متر1.0
طول شحنة العمود (انفو)	متر4.0
تركيز شحنة الديناميت (80*375مم)	كيلو جرام/متر6.5
كمية شحنة الديناميت	كيلو جرام6.5
تركيز شحنة الأنفو	كيلو جرام/متر6.55
كمية شحنة الأنفو (كيس واحد)	كيلو جرام25
كمية شحنة الأنفو المكافئ للديناميت	كيلو جرام22.75
كمية شحنة المتفجرات في الثقب الواحد	كيلو جرام29.25

الكمية الإجمالية للمتفجرات	كيلو جرام1287
طول واجهة التفجير	متر43.0
عدد الواجهات	2
عرض واجهة التفجير	متر12.0
حجم الإنتاج الفعلي	3.96متر مكعب
الشحنة النوعية	كيلو جرام/متر مكعب0.41
إجمالي أطوال الحفر	متر308
الحفر النوعي	متر/متر مكعب0.10
كمية الإنتاج الفعلي	طن7121
كمية شحنة المتفجرات في الصف الواحد	كيلو جرام322
المسافة الآمنة	متر484.5
كمية شحنة المتفجرات المسموح بها لأقرب مسكن	كيلوجرام406
قيمة سرعة الاهتزازات الأرضية الناتجة	مم/ثانية35



مقياس الرسم 200:1

فترة التأخير = 12 ملي ثانية

1= 12 ملي ثانية

2 = 24 ملي ثانية

3 = 36 ملي ثانية

شكل (3)

نموذج تصميم شبكة توزيع ثقوب التفجير بعمق 4 أمتار و7 أمتار معاً

الاستنتاجات :

بالنظر إلى نتائج التصاميم المعمولة لعمليات التفجير نجدها قد حققت المطلوب وهو تحقيق الإنتاج المستهدف وهو 6667 طن في التفجيرة الواحدة مع عدم تأثير المباني المجاورة بالاهتزازات الأرضية التي تنجم عن عمليات التفجير. بالإضافة إلى ذلك نجد أن المسافة الآمنة ما بعد 361 متر بالنسبة لعمق 4 أمتار والمسافة الآمنة ما بعد 484.5 متر بالنسبة لعمق 7 أمتار .

هناك ملاحظة يجب أخدها في الاعتبار وهي عند تطبيق التصميم المتعلق بالثقوب التي بعمق 4 أمتار يجب مضاعفة عدد التفجيرات وذلك لتحقيق الإنتاج المطلوب.

الخلاصة :

لقد تم تنفيذ تصميم عملية التفجير للثقوب التي بعمق 4 أمتار بالمحجر وتم التحقق من النتائج المطلوبة وذلك بحضور فريق التفجير التابع للمحجر حيث ثبت لهذا التصميم نتائج جيدة سواء كان ذلك من ناحية تحقيق الإنتاج المطلوب أو من ناحية المسافة الآمنة للمباني المجاورة للمحجر .

التوصيات :

هناك بعض التوصيات يجب أخذها في الاعتبار لضمان تفجير جيد وهي على النحو التالـــي:

- إلزام فريق الحفر والتفجير بالمحجر التقيد بالمسافات بين ثقوب التفجير مع استعمال الكبسولات المبطئة المناسبة بين صفوف ثقوب التفجير.
- التأكد من نتيجة التفجير المنفذة من حيث تحقيق الإنتاج المطلوب مع التجزئة المناسبة كعملية التحميل والنقل.
- التأكد من نظافة الثقوب قبل الشروع في تعبئتها بالمتفجرات.
- التأكد من كمية المتفجرات المستخدمة في عملية التفجير ومقارنتها بالمسافة الآمنة.

الهوامش :

[1] - Person, P.Holmberg, R.,and Lee , J.,1993,Rock Blasting and Explosives Engineering, CRC Press, INC, U.S.A, p . 183 .

[2] - Polservice Geopol,1975 ,Study of raw materials Mergib Limestone,Poland , pp.3-7 .

[3]- Rzhevsky, v.v., 1985, Opencast Mining Unit Operations, Mir Publishers, Moscow, Russia, PP 87-88.

[4] - Gustafoson,R.,1973,Swedish Blasting Technique,SPT,Gothenbury , Sweden , p. 217 .

[5] - Jimend,C.,Jimend,E.,and carcedo,F.,1995,Drillign and Blasting of Rocks ,A.A.Balkema Publishers , U.S.A , p. 353 .

[6] - Nitro Nobel, 1985,Blasting Technique,Nitro Nobel ,Ab, Gyttrop Sweden , p. 12 .