(2-3) نمذجة الترسبات المعدنية Sampling of Mineral Deposite

إن عملية فهم ودراسة أي ترسبات معدنية تتطلب الحصول على معلومات وافية حول الظروف الترسيبية التي أدت الى نشوء هذه الترسبات، تراكيزها، حجمها وامتداداتها، وبذلك فان دور الجيولوجي هو توفير وجمع أدلة حقلية ومختبريه حول آلية نشوء وتكوين هذه الترسبات. إن الخطوات المهمة والأساسية هي عمليات إجراء نمذجة لهذه الترسبات المعدنية والتي تعتبر المفتاح الرئيسي في دراستها وفهم طبيعتها، خصائصها مميزاتها وتحديد امتداداتها الجانبية والعمودية وبالتالي التعرف على درجة تركيزها من المعادن والعناصر الاقتصادية.

يجب إعطاء عملية النمذجة اهتمام وحرص كبيرين وذلك لغرض الاطمئنان على سلامة عملية النمذجة. يجب ان يكون النموذج المستحصل ممثل للترسبات المعدنية وعدم انحيازه باي شكل من الأشكال باتجاه ممكن ان يؤثر على واقعية ومعقولية هذا التمثيل مع ضمان عدم الانتقاء عند إجراء عملية النمذجة. يمكن الاعتماد على النماذج في الحصول على مؤشرات ومعطيات استكشافية في تقييم الترسبات المعدنية. وتحديد امتداداتها وسمكها ودرجة تركيز الخام مع الخصائص الهندسية والتعدينية التي تقود باتجاه القرار في استثمار هذه الترسبات ام لا.

نستعرض هنا اهم أنواع وطرق النمذجة التي تستخدم بصورة كبيرة وواسعة في عمليات تقييم الترسبات المعدنية وهي كما يلي:-

1- النماذج اللبابية Core Samples

هي النماذج التي يتم جمعها واستخراجها بواسطة حفر الآبار الاستكشافية اللبابية، تتم هذه الحالة عندما تكون الترسبات المعدنية مطورة تحت سطح الأرض بإعمال لا يمكن الوصول اليها بإعمال حفر يدوية أو ميكانيكية. قطر النماذج اللبابية عادة تتراوح من عدة سنتمترات الى حوالي عشرة سنتمتر ويستخرج بأطول مختلفة وذلك اعتمادا على عدة عوامل هي:-

أ- صلابة وتماسك الترسبات المعدنية.

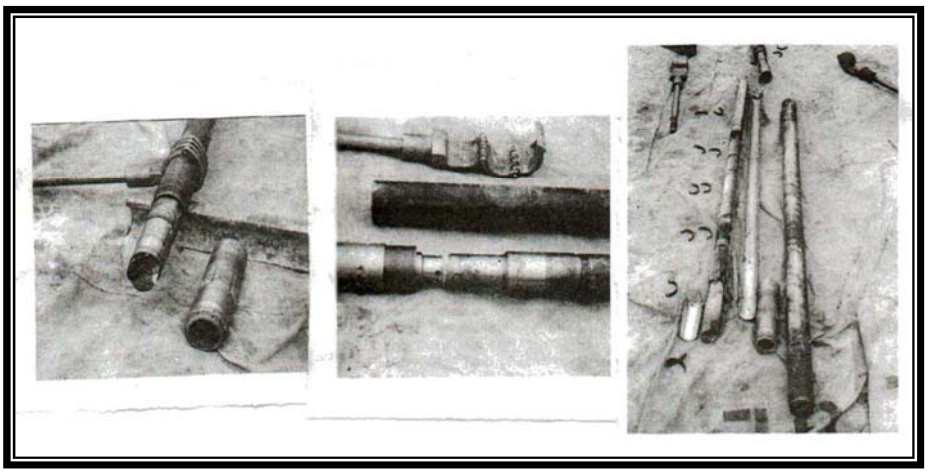
ب-تقنية الحفر المستخدمة وطبيعة **الآلات** والمعدات المتوفرة.

ج-الهدف من عمليات التحري والاستكشاف المعدني.

د- الكلفة الاقتصادية اللازمة لتغيير برنامج الحفر الاستكشافي.

يتم تقسيم النموذج أللبابي الى عدة أقسام، القسم المهم هو القسم الطولي الأول لأغراض التحليل والفحوصات الكيماوية والهندسية لتحديد مكوناته المعدنية والفيزيائية والقسم الثاني يتم الاحتفاظ به لكي يكون مرجع (Reference) للرجوع اليه عند الحاجة المستقبلية. من العوامل المهمة التي تجدر الإشارة اليها التي ترتبط بالحفر أللبابي هي نسبة استرجاع اللباب (Core Recovery factor %) وهي التي تمثل نسبة اللباب الحقيقي المسترجع أو المستخرج من الحفر الى السمك الحقيقي الذي تم حفره في الطبقة المستهدفة أو المتمعدنة، حيث تكون نسبة اللباب المستخرج كاملا (% 100) اذا

لم يوجد هناك أي فقدان لأي من سمك الطبقة التي تم حفرها وتقل النسبة عن ذلك في حالة وجود فقدان لجزء من سمك الطبقة لثناء أعمال الحفر، ذلك يعود لأسباب تتعلق بكفاءة عملية الحفر، مهارة الحفار القائم بأعمال الحفر وكذلك الصفات الصخارية والفيزيائية وصلابة وتماسك الطبقة المتمعدنة. تعتبر نسبة الاسترجاع عامل مهم جدا في أعمال التقييم المعدني للترسبات المعدنية، يجب ان تصحح النتائج في حالة وجود فقدان نسبة معينة الى السمك الحقيقي الذي تم حفره في البئر الاستكشافي. شكل رقم (26 – 2) نماذج من اشكال معدات الحفر اللبابية مختلفة الاقطار.



شكل (26 – 2) نماذج مختلفة لمعدات الحفر اللبابي

المصدر: (Hoek & Brown, 1982, p: 49 M1MM)

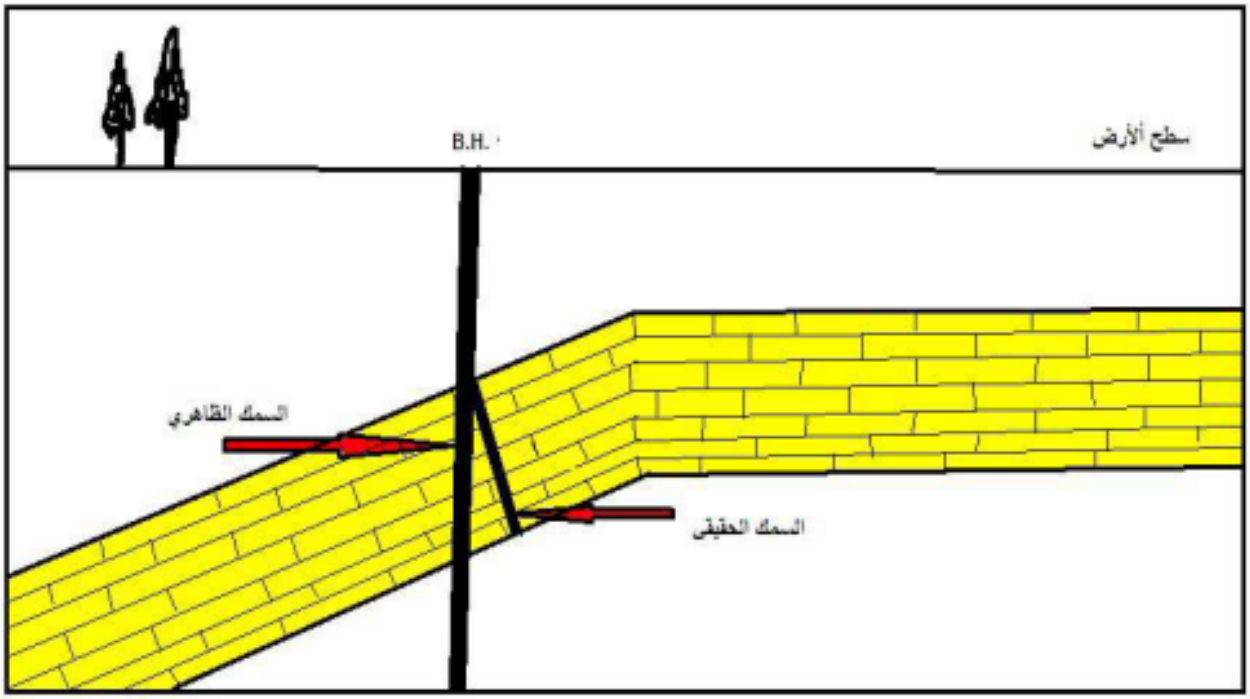
2- النماذج القناتية Channel Samples

هي تلك النماذج التي يتم جمعها من الترسبات المعدنية التي تتكشف مقاطعها على سطح الأرض بواسطة أعمال حفر خنادق (Trenches) أو بواسطة عمل حفر (pits) استكشافية أو يتم جمع هذه النماذج على طول واجهات الأشغال المنجمية (Surface Mining). باستخدام هذه الطريقة يتم حفر قناة استكشافية على سطح الطبقة المتمعدنة وبصورة عمودية على مضرب التمعدن Strike أي باتجاه الميل الحقيقي للطبقة لضمان تمثيل السمك الحقيقي للتمعدن وفي حالة تعذر ذلك يتم حفرها شاقوليا ثم تحسب زاوية الميل ويصحح بموجبها السمك الظاهري لاحتساب السمك الحقيق لطبقة التمعن باستخدام المعادلة التالية:-

السمك الحقيقي = السمك الظاهري × جتا زاوية الميل

كما هو موضح في الشكل (27–2). يتراوح عرض القناة من (25–20) سنتمتر أو حسب المعدات اليدوية المستخدمة من الحفر وتكون على عمق (5) سنتمتر أو أكثر لضمان ظهور السطح الحقيقي للتمعدن غير المتأثر بالتجوية وعندئذ يتم جمع نماذج صخرية على طول سطح القناة وتوضع في كيس خاص للنماذج وترقم حسب رقم القناة. تتباعد القنوات فيما بينهما بمسافة (50) متر تقريبا

في حالة الترسبات المتجانسة وتقل هذه المسافة إلى حوالي (10) عشرة متر في حالة الترسبات غير المتجانسة.



شكل رقم (27 – 2) السمك الحقيقي والسمك الظاهري

3- النماذج الحتاتية Chips Samples

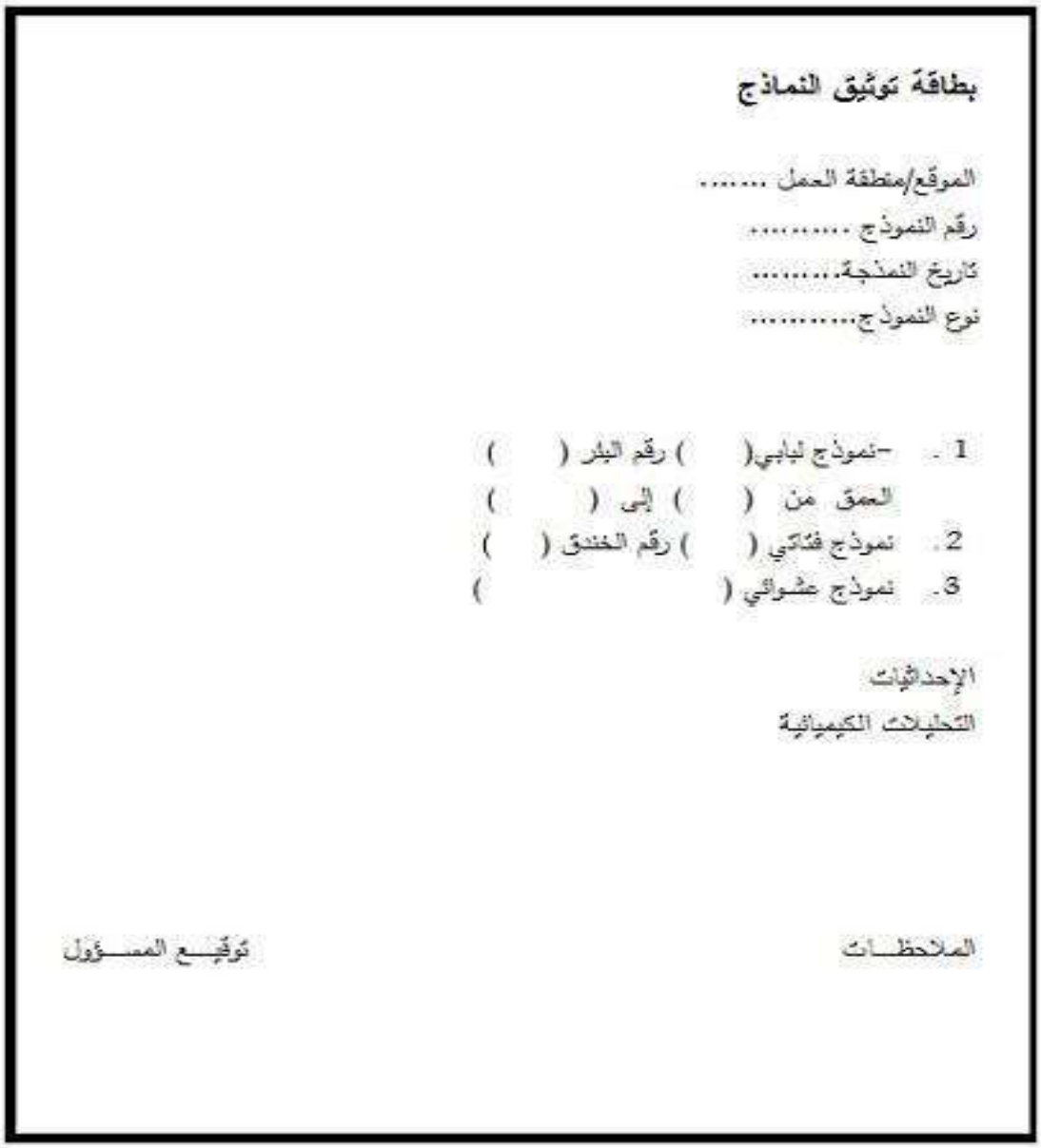
هذا النوع من النماذج يتم بواسطة اخذ قطع صغيرة (حتات) وبصورة مستمرة على طول خط أو مقطع يمر على مكشف التمعدن ويجمع الحتات كنموذج يمثل طبقة التمعدن على طول هذا الخط وهكذا ... بالنسبة لموقع آخر، أو في حالة أخرى يتم جمع نماذج عشوائية من مواقع مختلفة من مكاشف الجسم المعدني حيث تعتبر بأنها ممثلة لمجمل الطبقة المعدنية أو الجسم المعدني. هذه الطريقة يتم إجراؤها في المراحل الأولية من عمليات الاستكشاف المعدني لغرض الحصول على النتائج الأولية بأسرع وقت ممكن وبأقل كلفة اقتصادية.

4- أنواع أخرى من النماذج Another kind of Samples

هناك طرق وأساليب عديدة يتم بواسطتها جمع نماذج من الترسبات المعدنية وعادة ما تؤخذ بشكل عشوائي ودوري بصورة مستمرة على طيلة أيام العمل الحقلي الاستكشافي أو ألمنجمي وذلك إما أن تؤخذ من العربات المنجمية المحملة بالمواد الخام وتسمى (Mine ore Sample) أو من عجلات التحميل وتسمى (Muck Sample) وعادة تستخدم هذه النماذج للسيطرة على عمليات الاستخراج أو الإنتاج ألمنجمي لغرض توجيه أعمال القلع والاستخراج. من الجدير بالذكر ان نشير هنا الى ضرورة إجراء عملية توثيق للنماذج المأخوذة من منطقة الدراسة وذلك بالاعتماد على بطاقات

خاصة تسمى (Sample Card) يتم فيها تسجيل كافة المعلومات الخاصة بالنموذج مثل موقعها على الأرض أو الإحداثيات ورقمه واسم المنطقة...

إلى غير ذلك من المعلومات الاسترشادية والتي تعتبر مهمة جدا وبدونها يفقد النموذج قيمته العلمية، هنالك عدة أساليب خاصة بعمليات وإجراءات التوثيق وتسجيل المعلومات جميعها تصب في اتجاه الاستفادة من كافة النتائج المستحصلة من النموذج في المراحل اللاحقة من عمليات دراسة وتقييم الترسبات المعدنية. الشكل رقم (28-2) يمثل نموذج بطاقة توثيق النماذج.



بطاقة توثيق النماذج

الموقع/منطقة العمل .....

رقم النموذج .....

تاريخ النمذجة.....

نوع النموذج.....

1 . -نموذج لبابي( ) رقم البئر ( )
العمق من ( ) إلى ( )
2. نموذج فتاكي ( ) رقم الخندق ( )
3. نموذج عشوائي ( )

الإحداثيات

التحليلات الكيميائية

الملاحظـــات

توقيـــع المســـؤول

شكل رقم (28-2) بطاقة توثيق النماذج

(2-4) كثافة الترسبات المعدنية Ore deposits Density

إن تعيين كثافة الترسبات المعدنية أو الصخور عامل مهم في مجال الدراسات الجيولوجية والتقييمية، يتم من خلالها التعرف على طبيعة هذه الترسبات وخصائصها الفيزيائية والميكانيكية، مقدار الكثافة احد المؤشرات التشخيصية التي تستخدم في التعرف على طبيعة المعادن والخامات وهي كذلك احد عناصر المعادلة الرياضية التي تستخدم في حساب احتياطي الخامات التي تتضمن حساب حجم الخام ومن ثم تحويله الى وزن باستخدام معدل الكثافة.

توجد نوعين من الكثافة :-

1-الكثافة الحجمية Bulk density

تعرف الكثافة الحجمية بأنها كتلة وحدة حجميه من الخام أو الصخور أو بكلام أخر هي وزن وحدة الحجم المادة الصخرية في موقعها وتقاس بوحدات غم/سم^3 أو طن/م^3 ،وهي التي نهتم بها في تقدير احتياطات الخامات وإعمال الاستخراج ألمنجمي. يمكن إن تقاس هذه الكثافة موقعيا بواسطة إجراء حفر موقعي للخام أو للمادة الصخرية المراد معرفة كثافتها ويكون هذا الحفر بشكل هندسي منتظم لحجم معين كأن يكون متر مكعب أو نصف متر مكعب ويقاس بكل دقة ثم يتم وزن المواد المستخرجة من هذا الحجم بشكل دقيق، تحسب الكثافة وفق المعادلة التالية :-

$$\rho = \frac{w}{v}$$

الكثافة $\rho =$ ، **وزن المادة أو الكتلة** $w =$ ، **حجم المادة الصخرية** $v =$

ويقصد بحجم المادة الصخرية هو الحجم الطبيعي الحقيقي للكتلة الصخرية بما تحويه من فراغات أو مسامات.

2-الكثافة الكتلية Mass Density

تعرف الكثافة الكتلية بأنها كثافة المادة في حالتها الصلدة والمتراصة بدون مسامات أو فراغات في الكتلة الصخرية وتقاس أيضا بوحدات غم/سم^3 أو طن/م^3. لغرض تعيين هذه الكثافة يتم اخذ نموذج محدد من الكتلة الصخرية ثم يطحن هذا النموذج بدرجة ناعمة جدا لإزالة تأثير المسامات والفراغات من حجم الكتلة الصخرية أو بذلك يكون حجم الكتلة في هذه الحالة اقل بمقدار معين يمثل حجم المسامات عما هي في الحالة الطبيعية في للكتلة الصخرية. إن قيمة الكثافة الحجمية تكون اصغر من الكثافة الكتلية لنفس المادة.هذه الكثافة تستخدم لأغراض المعالجة والاستخلاص المعدني للمعادن والفلزات من الخامات. لغرض

تعيين قيمة الكثافة الكتلية يتم وزن النموذج بعد الطحن ويعين الحجم له بطريقة الإزاحة وتطبق عليه نفس المعادلة السابقة $\rho = \frac{w}{v}$

(2-5) نظام شبكة مواقع النمذجة Sampling grid system

عندما تخضع أية منطقة مستهدفة لعمليات دراسة وتحري جيولوجي أو عمليات استكشاف للبحث عن الترسبات المعدنية، يتم إعداد نظام لتوزيع مواقع نقاط القياس الاستكشافية كأن تكون (مواقع أبار، خنادق، نمذجة، نقاط قياس جيوفيزيائية... الخ) التي تعتبر المفتاح الأساسي في الحصول على المعلومات الاستكشافية والمعدنية اللازمة لتقييم هذه المواقع المختارة يتم وفق الاعتبارات التالية :-

1- الهدف من إجراء العمليات الاستكشافية.
2- عمق وامتدادات الترسبات العدنية.
3- الظروف الترسيبية والجيولوجية للمنطقة التي تحكم أو تسيطر على نشأة هذه الترسبات.
4- الكلفة الاقتصادية اللازمة لتنفيذ المشروع الاستكشافي.
5- الطبوغرافية والتضاريس الأرضية.

ان شكل ونمط توزيع مواقع النمذجة يسمى شبكة النمذجة (Sampling Grid) وهي توضح كيفية توزيع نقاط النمذجة والمسافات البينية بينهما، هناك أنواع عديدة من أنظمة شبكات النمذجة وهي:-

1- نظام الشبكة المربعة Square Grid system

في هذا النظام يتم توزيع نقاط النمذجة بشكل منتظم وبمسافات بينية متساوية بحيث تشكل مواقع النماذج رؤوس مربعات كما في الشكل رقم (2-29a). يتم الاعتماد على هذه الشبكة في حالة الترسبات المعدنية الطباقية Stratiform أو الترسبات المتجانسة ذات الامتداد الواسع.

2- نظام الشبكة المستطيلة Rectangular grid system

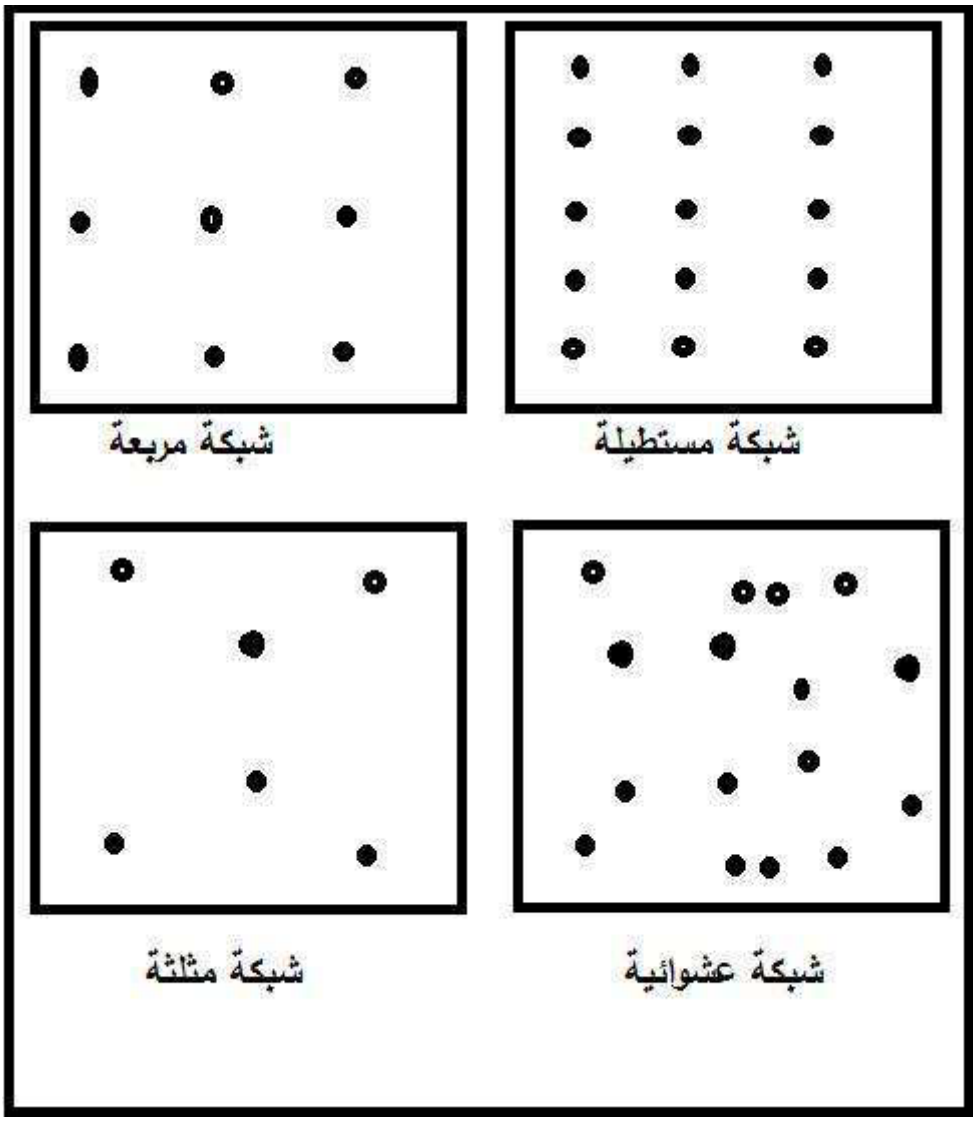
في هذا النظام يتم توزيع نقاط النمذجة بمسافات بينية متساوية باتجاه معين وبالاتجاه الأخر تكون هذه المسافات أيضا متساوية بين النماذج ولكن بمسافات فاصلة بينهما اكبر أو اقل من الاتجاه الأخر. أي ان نقاط النمذجة تشكل رؤوس مستطيل كما في الشكل (2-29b) هذه الشبكة تلاءم الترسبات المعدنية التي تتواجد على شكل مستطيل (Elongated deposits) مثل الترسبات العرقية Vein type أو الترسبات النهرية.

3- نظام الشبكة المثلثة Triangular grid system

في هذا النظام تتوزع نقاط النمذجة بمسافات بينية متساوية وتشكل رؤوس مثلثات شكل (2-29c) وتلاءم هذه الشبكة الترسبات المعدنية الطباقية.

4- نظام الشبكة العشوائية Random grid system

يتم توزيع نقاط النمذجة في هذا النظام بشكل غير منتظم (عشوائي) حيث تكون المسافات البينية بين نقاط النمذجة غير متساوية، يتم تطبيق هذا النظام في حالة عدم إمكانية استخدام أي من أنظمة النمذجة السابقة لأسباب تتعلق بعدم تجانس الترسبات المعدنية أو تعقيدات طبوغرافية المنطقة.



شكل رقم (29-2) انواع شبكات مواقع النمذجة

إن تصميم شبكة مواقع النمذجة عند تطبيق برامج الاستكشاف المعدني للبحث عن الترسبات المعدنية يجب مراعاة الترسبات التالية:-

1-تحقيق دقة عالية في النتائج المستحصلة.

2-تنفيذ العمل بأقل كلفة اقتصادية ممكنة.

3-تنفيذ حفر اقل عدد من الآبار للحصول على نتائج جيدة تفي بمتطلبات المعرفة حول الترسبات المعدنية.

4-سرعة انجاز العمل واختصار الوقت اللازم لتنفيذ البرنامج.

5-دراسة شكل وجم الترسبات المعدنية المتوقعة.

6-تحديد المسافات البينية بين مواقع النمذجة أو القياسات على ضوء مرحلة الاستكشاف، وتقل هذه المسافات في حالة الدراسات التفصيلية.

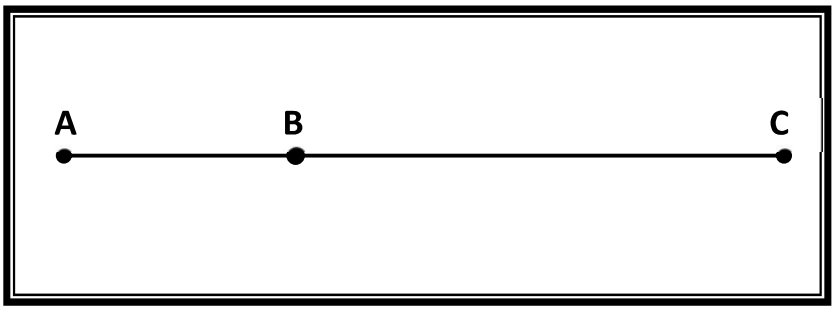
(2-6) مدى التأثير ألموقعي للنموذج Rang of Influence

كما تم ذكره في الفقرات السابقة عن كيفية توزيع مواقع النماذج في الأنظمة انفه الذكر فان أي مشروع جيولوجي يتضمن دراسة واستكشاف أية ترسبات معدنية فأنها تخضع لعملية نمذجة وفق نظام محدد. يتم بموجبه تحديد المسافات البينية بين النماذج، هذه المسافات تختلف باختلاف مراحل الاستكشاف وتقل هذه المسافات وتزداد كثافة النماذج في وحدة المساحة مع تقدم مراحل الاستكشاف، عليه يجب دراسة وفهم مدى تأثير كل نموذج حول موقعه وتأثير في وحدة المساحة، بكلام آخر إلى أي مدى ممكن أن يمتد تأثير هذا النموذج إلى النموذج المجاور؟ هذا المفهوم يعبر عنه بمدى التأثير Rang of Influence وهي من المسائل المهمة التي يجب التعامل معها بجدية حيث كلما زاد تأثير النموذج حول موقعه كلما زادت الثقة بالنتائج المستحصلة لمعرفة امتدادات وتوزيع التمعدن ضمن الجسم المعدني.

سوف نتطرق هنا إلى بعض التطبيقات العملية التي تساعد على زيادة الاستيعاب بالنسبة للطلبة وامتلاك المهارة في التعامل مع كيفية تقييم الترسبات المعنية من النماذج محددة.

مثال تطبيقي رقم (1 - 2)

تم تحديد ثلاثة مواقع لنماذج هي (A, B, C) على طول مسار مسح جيولوجي استكشافي في منطقة معينة كما في الشكل رقم (1 – 2)



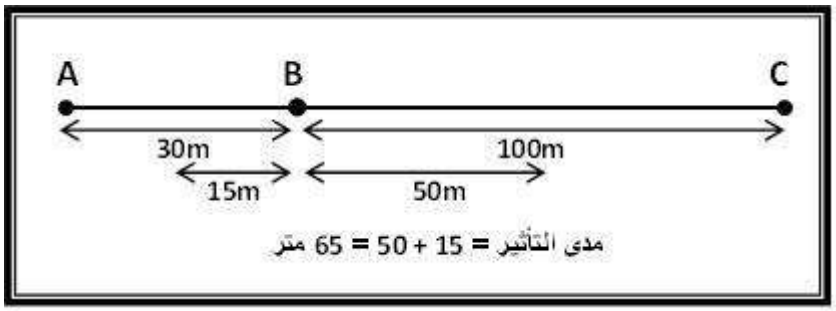
شكل رقم (29 – 2) مواقع نماذج على طول مسار جيولوجي

تتباعد هذه النماذج فيما بينهما بالمسافات التالية AB = 30 m و BC = 100 m.

المطلوب حساب مدى التأثير للمواقع (B) باتجاه موقع النموذجين A و C.

الحـــــــل:

ان مدى تأثير النموذج في الموقع (B) باتجاه الموقع (A) يمتد الى منتصف المسافة بين الموقعين B و A ويساوي (15) متر، كذلك فان مدى تأثير النموذج في الموقع (B) باتجاه النموذج في الموقع (C) يمتد الى منتصف المسافة بين B و C والذي يساوي (50) متر، ان اختيار منتصف المسافة هو الخيار الطبيعي والقاعدة السليمة الذي يسمح به للجيولوجي في التعامل مع تحديد مسافة التأثير في



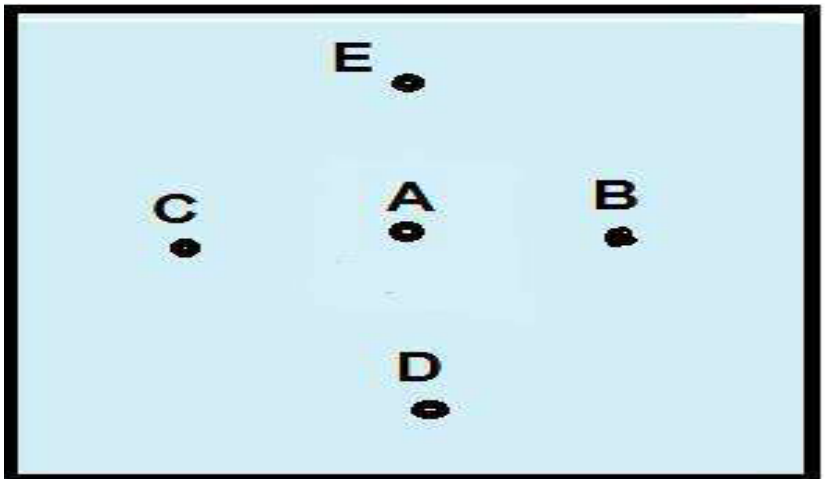
مواقع النمذجة لغرض وضع الحدود الاستكشافية أو امتدادات الخام المفترضة أو وضع حدود للتمعدن ...الخ وعليه فان مدى التأثير للنموذج في الموقع (B) نحو الموقعين (C و A) يساوي 65 متر كما موضح في الشكل أعلاه.

مثال تطبيقي رقم (2-2)

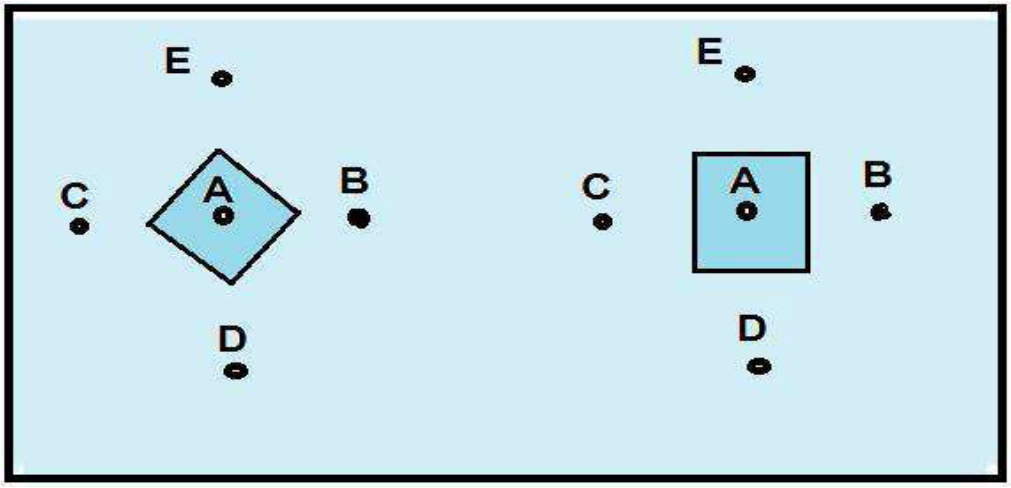
تم اختيار عدة مواقع للنمذجة وفق نظام الشبكة المثلثة كما في الشكل رقم (2-30)، تتباعد مواقع النماذج فيما بينهما بمسافات متساوية قدرها (100) متر. احسب مساحة تأثير النموذج في الموقع (A) على بقية مواقع النماذج.

الحـــــــل:

بما ان النموذج في الموقع (A) محاط بمواقع النماذج الأخرى وهي (B,C,D,E) وعليه فان مدى تأثير النموذج في الموقع (A) باتجاه هذه المواقع يمتد الى منتصف المسافة باتجاه هذه النماذج كما في الشكل (a,b 2-30). يتم رسم أعمدة على النقاط المنصفة لهذه المسافات لنحصل على مربع طول ضلعه يساوي (50) متر.هذا المربع يمثل مساحة تأثير النموذج (A). يمكن بطريقة ثانية إيصال المنتصفات بخط فيما بينهما لنحصل على مربع ولكن بمساحة اقل ، تمثل مساحة تأثير الموقع (A) كما في الشكل (b 2-30).



شكل رقم (2-30) مواقع نماذج لنظام شبكة مثلثة



شكل رقم (2-31) تقدير مساحة التأثير