

# البوصلة الجيولوجية Geological Compass

الأستاذ الدكتور نزار محمد سليم نعمان  
جامعة الموصل / كلية العلوم / قسم علم الأرض

## استخدامات البوصلة الجيولوجية:

البوصلة الجيولوجية هي أحد الأجهزة المهمة التي يستخدمها الجيولوجي في الحقل لأغراض المسح الجيولوجي، ومعرفة كيفية استخدامها بصورة صحيحة يُعد أمراً مهماً لا يمكن الاستغناء عنه في المسح الجيولوجي. إن استخدامات البوصلة عديدة منها:

1. تعيين الاتجاهات في الحقل (الاتجاهات الأربعة أو اتجاه السير وما شابه ذلك).
2. لعمل توجيه الخريطة (Map orientation) وتحديد الموقع المضبوط على الخريطة بواسطة طريقة تقاطع الاتجاهات من موقع الشخص نحو نقطتين أو نقاط معلومة في الحقل وعلى الخريطة.
3. لقياس الوضعية (Attitude) للخطوط (Lineations) والتي تشمل اتجاه الميل ومقدار زاوية الميل، وللمستويات (Planes) والتي تشمل اتجاه المضرب ومقدار زاوية الميل.

## أجزاء البوصلة الجيولوجية:

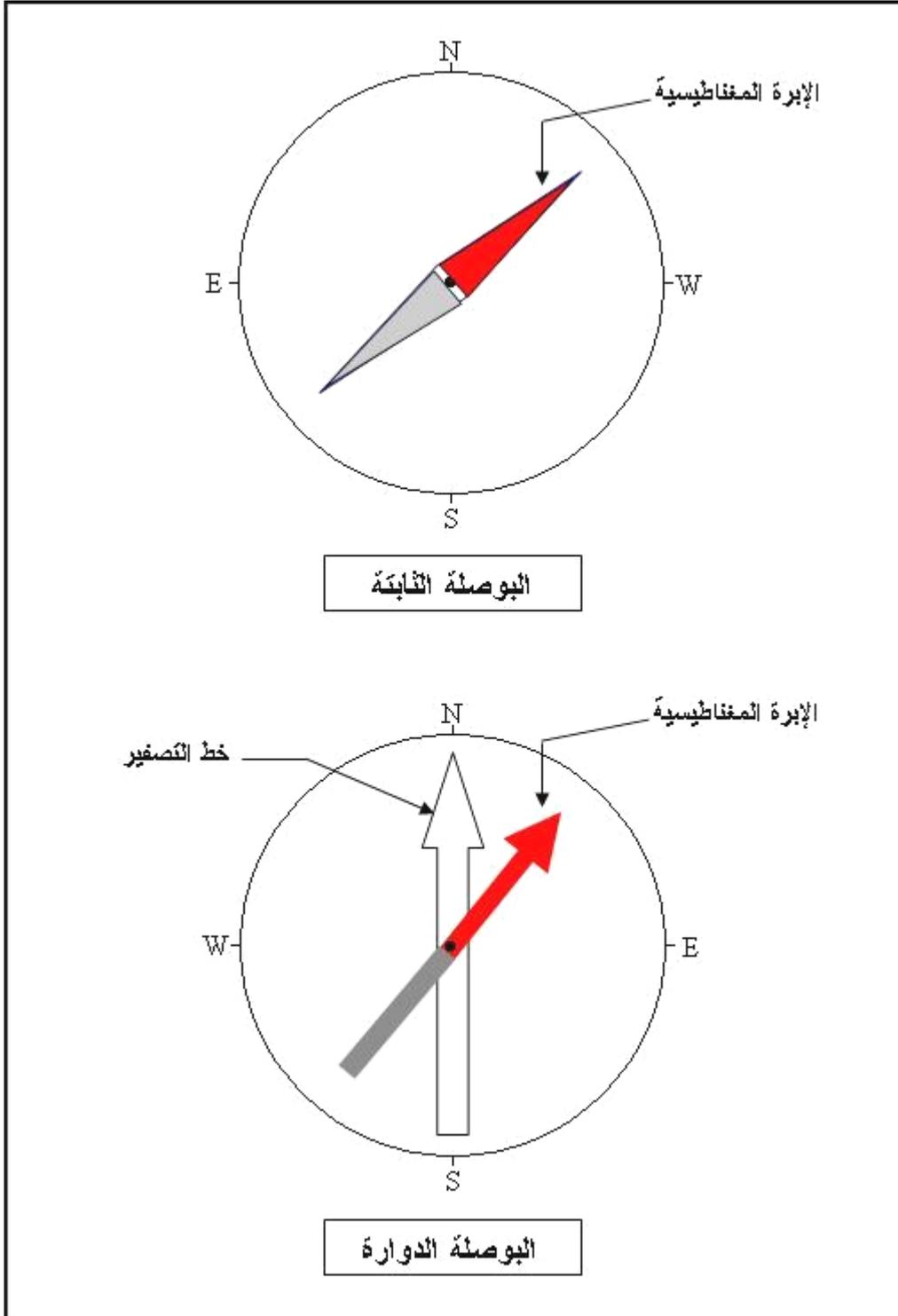
تتكون البوصلة الجيولوجية بالأساس من ثلاث أجزاء رئيسية هي:

(1) البوصلة الجغرافية (المغناطيسية)، تتألف من إبرة مغناطيسية تدور حول دائرة مقسمة إلى (360°) وتكون الإبرة ملونة عادة بلونين مختلفين لتمييز شمال الإبرة الذي يتجه باتجاه الشمال المغناطيسي. وهناك نوعان من البوصلات (الشكل 1):

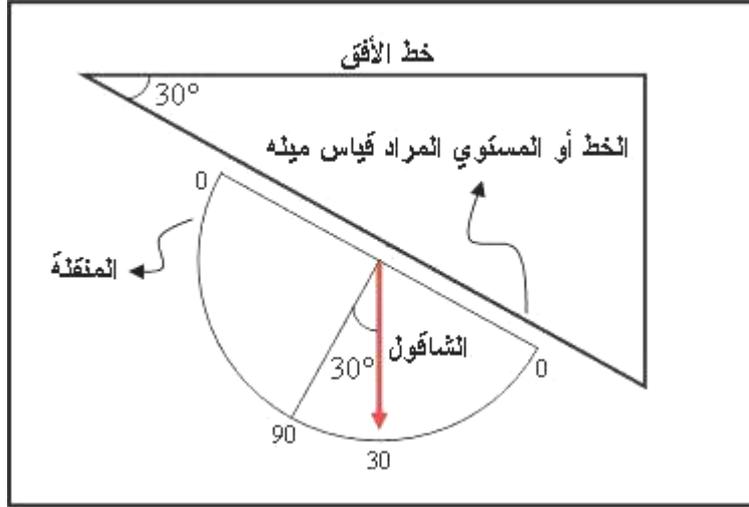
- البوصلة الثابتة: وتكون دائرتها مقسمة إلى (360°) ابتداءً من الصفر أو الشمال وبعكس اتجاه عقرب الساعة أي أن الشرق والغرب في هذه البوصلة متبادلان في مواقعهما، ومثال ذلك بوصلة برونتن (Brunton compass)، وسنعمل لاحقاً سبب تبادل اتجاهي الشرق والغرب في المواقع.
- البوصلة الدوارة: وتكون دائرتها مقسمة إلى (360°) ابتداءً من الصفر أو الشمال وباتجاه عقرب الساعة ويمكن تدوير دائرة البوصلة لتطبيق خط الشمال. جنوب مع الإبرة المغناطيسية أثناء القياس ومثال ذلك بوصلة سيلفا (Silva).

(2) الاليداد (Alidad): وهو أداة تستخدم لغرض التهديد (Shooting) على نقطة معينة لتحديد الاتجاه بين موقع الجيولوجي والنقطة المعينة في الحقل.

(3) مقياس الميل (Clinometer) يتألف من شاقول أو في بعض الأحيان ميزان البناء (Abney level) الذي يتحرك على منقلة (Protractor) مدرجة لغرض قياس زاوية ميل الخطوط والمستويات (الشكل 2).



الشكل (1): أجزاء البوصلة الجيولوجية. أولاً البوصلة الثابتة (برونتن)، والبوصلة الدوارة (سيلفا).



الشكل (2): مقياس الميل وكيفية استخدامه في قياس مقدار زاوية ميل الخطوط أو المستويات.

### القواعد الأساسية لاستعمال البوصلة:

هناك أنواع متعددة من البوصلات ولكن القواعد الأساسية لاستخدامها تبقى ثابتة مهما اختلفت نوعية البوصلة، وهذه القواعد هي:

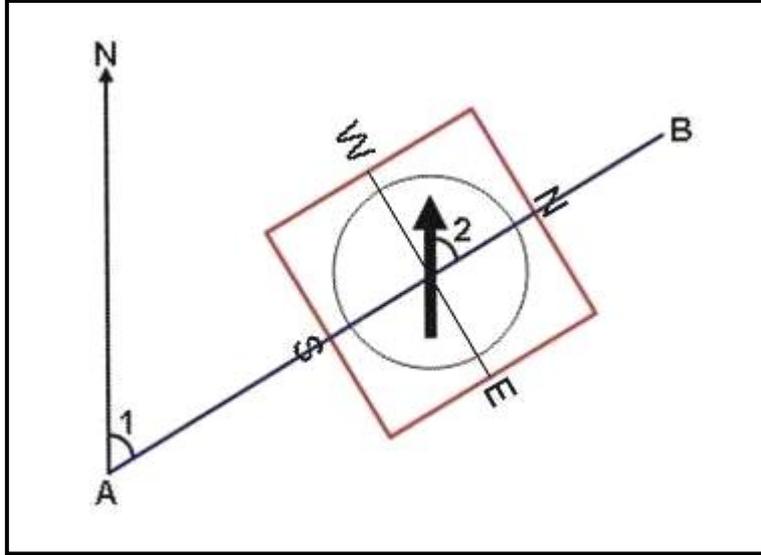
أولاً: لقياس اتجاه أي خط سواء اتجاه الميل أو اتجاه المضرب أو اتجاه التهديد بين الجيولوجي ونقطة معينة في الحقل، فإن البوصلة يجب أن تكون أفقية ليكون للإبرة المغناطيسية حرية الحركة بصورة طليقة. ثانياً: تكون البوصلة أو محورها الطولي موازية للخط المراد قياس اتجاهه.

ثالثاً: يُوّشّر الشمال (N) المثبت في البوصلة بالاتجاه المراد قياسه. ولقراءة الاتجاه من البوصلة بعد تطبيق النقاط الأساسية الثلاثة أعلاه، فبالنسبة للبوصلة الثابتة (بوصلة برونتن على سبيل المثال) فقرأ مباشرة مكان تأشير شمال الإبرة المغناطيسية على دائرة البوصلة المدرجة فيكون هو اتجاه الخط المراد قياسه. أما بالنسبة للبوصلة الدوارة فندورها (بدون أن نُؤشّر على تطبيق النقاط الثلاثة أعلاه) إلى أن ينطبق شمال الإبرة المغناطيسية مع الصفر (أو 360°) الموجود على خط التصفير (وهو خط شمال . جنوب مرسوم بصورة واضحة على دائرة البوصلة المدرجة). ثم نقرأ مكان التأشير على محيط دائرة البوصلة للإشارة الموجودة على محور البوصلة الطولي ويكون هذا هو الاتجاه المراد قياسه.

رابعاً: بالنسبة لقياس الميل تحمل البوصلة بحيث يكون مستوى المنقلة المدرجة لمقياس الميل (Clinometer) عمودياً ليكون الشاقول طليق الحركة وتكون حافة البوصلة موازية للخط أو السطح المراد قياس ميله ثم يقرأ مباشرة تأشير الشاقول على المنقلة ويكون هذا مقدار زاوية الميل. وفي البوصلات التي يتألف مقياس الميل فيها من ميزان البناء يدور الميزان إلى أن تصبح الفقاعة الهوائية في الوسط ويقرأ تأشير المؤشر على المنقلة ويكون هو مقدار زاوية الميل.

## ملاحظات:

(1) بالنسبة للبوصلة الثابتة (بوصلة برونتن مثلاً) يكون تعليل سبب تدرّج الدائرة بعكس اتجاه عقرب الساعة، أي أن الشرق والغرب متبادلان في موقعهما على دائرة البوصلة، كما يلي: يظهر الخط (AB) في الشكل (3) باتجاه (N40°E)، لو فرضنا أننا نريد قياس اتجاه الخط (AB) مستعملين البوصلة الثابتة برونتن مثلاً، فبعد تطبيق القواعد الأساسية الثلاثة الأولى لاستعمال البوصلة نرى كما في الشكل أن الإبرة المغناطيسية في البوصلة تتجه باتجاه موازي للشمال المغناطيسية وبهذا تكون الزاوية (1) مساوية للزاوية (2) في الشكل، ومقدار كل منهما هو (40°)، فلو كان اتجاهي الشرق والغرب مؤشرين في مكانيهما الصحيحين كما في الشكل لقرأت الإبرة المغناطيسية اتجاه الخط (AB) هو (N40°W). إذن الحل الوحيد لجعل البوصلة تقرأ القراءة الصحيحة هو أن نبدل مواقع الشرق والغرب واحد محل الآخر وبالتالي يكون تدرّج دائرة البوصلة أيضاً من صفر إلى (360°) ولكن بعكس اتجاه عقرب الساعة.



الشكل (3): تدرّج البوصلة الثابتة (برونتن) باتجاه عكس عقرب الساعة، أي أن الشرق والغرب متبادلان.

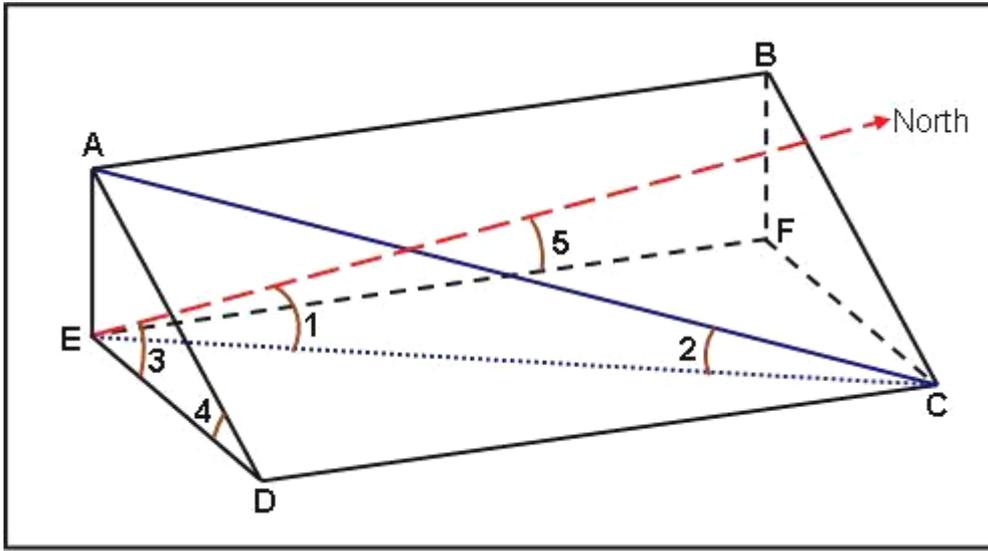
(2) بالنسبة للبوصلة الدوارة (بوصلة سيلفا مثلاً) لا يوجد هناك شمال مثبت في طرف البوصلة ويوجد بدلاً من هذا إشارتين موضوعتين على محور البوصلة الطولي خارج محيط دائرة البوصلة وهذا يسهل العملية حيث نستغني عن النقطة الثالثة من قواعد استعمال البوصلة ويمكننا قراءة الاتجاه من إحدى الإشارتين خارج محيط دائرة البوصلة ويكون الاختيار بين الإشارتين اعتماداً على الاتجاه الذي نريد قياسه.

(3) قبل استعمال مقياس الميل (Clinometer) في بوصلة سيلفا يجب أن نجعل حافة منقلة مقياس الميل المستقيمة موازية لمحور البوصلة الطولي وذلك بتدوير البوصلة بحيث ينطبق اتجاهي الشرق والغرب في البوصلة (90°) و(270°) على الإشارتين أو على المحور الطولي للبوصلة.

## قياس وضعية الخطوط والمستويات:

**بالنسبة للخطوط:** الخط (AC) في الشكل (4) له مسقط على المستوي الأفقي هو (CE). الوضعية (Attitude) لهذا الخط تعني اتجاه ميل الخط (Dip direction) أي الزاوية (1) ومقدار الميل (Dip amount) أي الزاوية (2).

**بالنسبة للمستويات:** المستوي (ABCD) في الشكل (4) له مضرب (AB) أو (CD) وكذلك يمكن اعتبار (FE) كمضرب لأنه موازي لكل من (AB) و (CD). وللمستوي المذكور خط الميل (AD) الذي يكون مسقطه على المستوي الأفقي هو (ED).



الشكل (4): أسس قياس وضعيات العناصر الخطية والمستوية والتي تشمل قياس اتجاه الميل، وزاوية الميل، واتجاه خط المضرب.

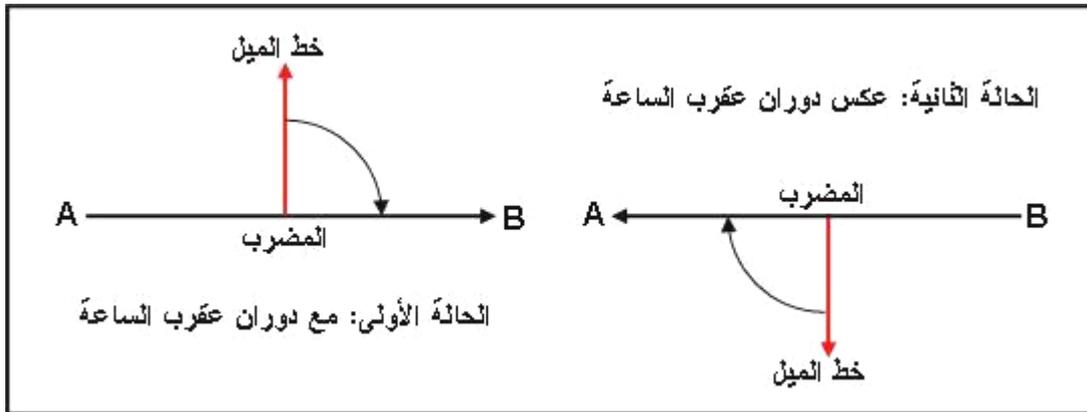
إن الوضعية للمستوي (ABCD) تعني: أما اتجاه ميل المستوي (Dip direction) أي الزاوية (3) ومقدار ميله (Dip amount) أي الزاوية (4)، أو قد تعني قياس اتجاه المضرب (Strike direction) أي الزاوية (5) ومقدار زاوية الميل (Dip amount) أي الزاوية (4). وعند قياس الوضعية للمستويات في الحقل فمن الأفضل قياس المضرب ومقدار الميل (Strike direction and Dip amount) بدلاً من قياس اتجاه الميل ومقدار الميل (Dip direction and Dip amount) لأنه في الحالة الأولى نقيس خطين هما خط المضرب وخط الميل (AB) و (AD) كما في الشكل (4) وهذا يقلل من مجال الخطأ في دقة القياس بنما في الحالة الثانية فإننا نقيس خط واحد هو (AD) وعند حدوث خطأ بسيط في القراءة يكون تأثيره أكبر مما لو كان هناك نفس مقدار الخطأ في حالة قياس الخطين (AB) و (AD). ولهذا السبب نفضل قياس اتجاه المضرب ومقدار الميل بالنسبة للمستويات.

ولتسهيل عملية تسجيل وتحليل قراءات الوضعية للخطوط والمستويات نستخدم التدرج من (0°) إلى (360°) (دورة كاملة) لقياس الاتجاهات والتدرج من (0°) إلى (90°) لقياس مقدار الميل. ويعني هذا أن القراءة

(270°/30°) تعني بالنسبة للخط أن اتجاه ميله هو (270°) أي باتجاه الغرب وأن مقدار ميله هو (30°). وبالنسبة للمستوي يعني أن اتجاه المضرب له هو (270°) أي باتجاه الغرب وأن مقدار ميله هو (30°). وبما أن الاتجاه يمكن أن يكون من (0°) إلى (360°) (أي أرقام إلى ثلاث مراتب عشرية) بينما الميل يكون من (0°) إلى (90°) (أي أرقام إلى حد مرتبتين عشريتين) فنضع دائماً للاتجاه ثلاثة أرقام وللميل رقمين لغرض التمييز بينهما أي أنه لما يكون الاتجاه هو (45°) مثلاً والميل (15°) نكتبها (045°/15°) حتى لا يحصل الإشكال بين الاتجاه ومقدار الميل.

عند تسجيل الاتجاه للمضرب في قياس أي مستوي فأنا نقرأ دائماً من طرف المضرب الذي هو باتجاه عقرب الساعة من خط ميل المستوي المراد قياسه وذلك لتكون القراءات على وتيرة واحدة وللتمييز بين المستويات التي لها نفس اتجاه المضرب ولكن اتجاهات ميل متضادة ومثال ذلك الخط (AB) يمثل باتجاه شرق غرب لمستويين. الأول يميل بمقدار (30°) نحو الشمال، والثاني يميل بمقدار (20°) نحو الجنوب. القراءة بالنسبة للمستوي الأول تكون (090°/30°) حيث نقيس الاتجاه للطرف (A) الذي هو باتجاه عقرب الساعة من خط الميل. القراءة بالنسبة للمستوي الثاني تكون (270°/20°) حيث نقيس الاتجاه للطرف (B) الذي هو في هذه الحالة باتجاه عكس عقرب الساعة من خط الميل. ولا ننسى في جميع هذه القراءات القواعد الأساسية الأربعة لاستعمال البوصلة المشروحة أعلاه.

وعلى هذا الأساس ستكون قراءاتنا منسقة بصورة متجانسة لغرض تحليلها بالإسقاط المجسم (Stereographic Projection) أو وضعها على الخارطة أو ما شابه ذلك. ويمكن أن نحصل على مقدار اتجاه الميل للمستويات التي قسناها متى ما شئنا بطرح (90°) درجة من اتجاه المضرب (لأننا كنا نقيس دائماً باتجاه عقرب الساعة من اتجاه الميل).



الشكل (5): حالي قياس خط المضرب للمستويات. في الحالة الأولى يقاس المضرب من خط الميل مع دوران عقرب الساعة. في الحالة الثانية يقاس المضرب من خط الميل مع عكس دوران عقرب الساعة.

## ملاحظات:

- (1) في المستويات التي يكون ميلها قليل يصعب تحديد خط المضرب بصورة مضبوطة وفي هذه الحالة نستعمل مقياس الميل (Clinometer) لتحديد الخط الذي له ميل صفر نُؤشر هذا الخط على المستوي بطباشير أو قلم ويكون هو المضرب للمستوي.
- (2) تسبب عوامل التعرية عدم انتظام سطوح بعض المستويات وفي هذه الحالة يمكن وضع لوح خشبي خالي من المسامير أو المعادن ونضع البوصلة عليه لغرض قياس الوضعية.
- (3) يجب إبعاد المطرقة الجيولوجية أو الأقلام ذات الأجزاء المعدنية عن البوصلة أثناء القياس.

## تحويل القراءات من الشمال المغناطيسي إلى الشمال الجغرافي:

من المعلوم أن هناك زاوية انحراف (عدة درجات عادة) بين خطوط الشمال المغناطيسي وخطوط الشمال الجغرافي ومقدار هذا الانحراف (Declination) يختلف في الأماكن المختلفة. وكذلك فإن هذا الانحراف يتغير ببطء بمرور الزمان نتيجة للتغير الذي يطرأ على المجال المغناطيسي الأرضي. ولذا لا يمكننا أن نسجل قراءة الاتجاهات من الإبرة المغناطيسية نسبة إلى الشمال المغناطيسي الذي يتغير كما ذكرنا. ويجب أن نحول القراءات نسبة إلى الشمال الجغرافي الذي يكون ثابت.

وعند القياس بالمسح الجيولوجي في منطقة معينة يجب التأكد من مقدار الانحراف الذي يذكر عادة على الخريطة الطبوغرافية للمنطقة مع مقدار تغير الانحراف في السنة. ثم نحسب الانحراف الحالي بجمع أو طرح (حسب الحالة) مقدار التغير منذ تاريخ وضع الخريطة من مقدار الانحراف المذكور على الخريطة.

فلو فرضنا على سبيل المثال أن في منطقة معينة، ينحرف الشمال المغناطيسي حالياً بمقدار خمسة درجات شرق الشمال الجغرافي فيجب أن نطرح خمسة درجات من قراءة كل اتجاه نقيسه في الحقل لتكون القراءة مناسبة إلى الشمال الجغرافي. وعلى نفس المنوال لو كان الانحراف المغناطيسي الحالي لمنطقة معينة هو ستة درجات غرباً فيجب أن نضيف ستة درجات لقراءة كل اتجاه لتكون القراءة مناسبة إلى الشمال الجغرافي.

إن معظم البوصلات الجيولوجية مصممة بطريقة بحيث يمكن تدوير دائرتها المدرجة عن تأشير الشمال بمقدار يساوي الانحراف المغناطيسي. لأي منطقة. وعند عمل التدوير اللازم في البوصلة للمنطقة المراد دراستها فإن القراءات للاتجاهات تكون مصححة أصلاً وكما هو مطلوب نسبة إلى الشمال الجغرافي، وهذا يوفر علينا جهداً.