Geometrical Classification of Rock Mass Shapes according to Parallelism of Slope, Discontinuities, and Beds with their Dips Variations and their Effect on Slope Stability

التصنيف الهندسي لأشكال الكتل الصخرية الناتجة من توازي اتجاهات المنحدراتوالانقطاعات والطبقات مع تغيير ميولها وتأثيرها على استقرارية المنحدرات

د.ثائر ثامر السامرائي
جامعة بغداد / كلية العلوم / قسم علم الارض

المستخلص:-

تم في هذا البحث أقتراح تصنيف هندسي لأشكال الكتل الصخرية الناتجة من خلال تواجد العلاقات مابين تغير ميل وجه المنحدر (°45 ,°90 ,45° OH) وتغير ميل الطبقات (45°، 90°،0، 45°داخل المنحدر) وتغيير وضعية الانقطاعات (45°، 90°، 45°داخل المنحدر) بتوازي الاتجاهات لها (وبتساوي المسافات بصورة تقريبية)،وكذلك معرفة تأثير هذه الاشكال الصخرية الناتجة على أستقرارية المنحدر أي معرفة نوع الانهيار لكل صنف، وبالامكان استخدام بنود هذا التصنيف في المواقع التي ممكن ان تكون مهيئة لحصول الانزلاقات او سقوط الكتل الصخرية وتوقع المشاكل التي قد تحصل لعدم استقراريتها.

تضمن التصنيف (36)ستة وثلاثون صنفاً،كل صنف من هذه الأصناف يكون محدد بتواجد مجاميع الانقطاعات المتوازية (ذات المسافات المتساويةبصورة تقريبية) (مجموعة واحدة d1 أو d2 أو d3 أو مجموعتين d1 وd2 أو d2 وd3 أو d1 و d3 أو ثلاث مجاميع d1 و d2 وd3)حيث أن مجموعة الانقطاعات d1 تكون عمودية دائما وd2 تكون مائلة بزاوية 45° بأتجاه المنحدر وd3 يميل بزاوية 45°* الى داخل الكتلة الصخرية، وان sd1 وsd2 وsd3 في المسافات المتساوية مابين d1 وd2 وd3 على التوالي مع تغير ميل أسطح التطبق (ذات المسافات المتساويةبصورة تقريبية)sb مع تغير زاوية وجه المنحدر الفعال (s.s) وفق الزوايا المشار اليها أعلاه مما يعطي قطع صخرية ذات اشكال وابعاد مختلفة في الصنف الواحد.

وقد تم تمثيل كل صنف وموديلاته في التصنيف المقترح بواسطة الاشكال المجسمة والاسقاط الفراغي المجسم.

أن الاشكال الرئيسية لنماذج الكتل الصخرية الناتجة من علاقات تغييرات ميول مجاميع الانقطاعات واسطح التطبق وعلاقتها بتغير زاوية المنحدر هي كتل غير منتظمة الشكل وكتل أعمدة خطية افقية وكتل صفائحية. أن أنواع الانهيارات الرئيسية التي تحدث في هذا التصنيف هي السقوط الصخري ثم الانقلاب وأخيرا الانزلاق .

Abstract:-

In this research geometric classification of rock blokes shapes that produces from exist the relationships among a variation of inclination of slope (45°,90°,45° towardsrock mass), a variation in bedding plan dip (90°,45°,0, 45°towards rock mass), and a variation in discontinuities dip 90°,45°,*45° (towards rock mass) in parallel strikes case (with equal spacing approximately), also to observing the extent of their influence on slope stability and the possible failure type in it.

The classification includes(36) class, each class results from possibility of existence of parallel sets of discontinuities (with equal spacing approximately) (one set d1 or d2 or d3 or two sets d1 and d2 or d2 and d3 or d1 and d3 or three sets d1,d2, and d3), which (d1) represents perpendicular discontinuities, (d2) a dipping discontinuities (45°) with direction of slope, (d3) a dipping discontinuities (*45°)towards the rock mass ,and the (sd1,sd2,sd3) represents the spacing between discontinuities of (d1,d2,d3) respectively with variation of bedding plan dipping(with equal spacing approximately) (sb), and with variation of active slope inclination (s.s) according to the above angels, these cases might give rock blocks with different shape, dimensions, in same class. Each class and its models in the proposal classification are represented by block diagrams and stereographic projection.

The main shapes of rock blocks that results from the relationships among the variation of dipping of sets of discontinuities, bedding plane, and variation of slope angle are: irregular blocks, linear columnar blocks, and tabular blocks.The main types of failure that occurrence in this proposed classification are: rock fall, toppling, and sliding.

المقدمة (Introduction):-

لما كانت الانهيارات في المنحدرات الصخرية تحصل بأسباب معينة اعتمادا على ميل وجه المنحدر الفعال وميل الطبقات ووضعية الانقطاعات ،لذا وجب على الأقل أخذ حالات ذات علاقات متغيرة محددة مابين وجه المنحدر الفعال وميل الطبقات وميل الانقطاعات(بمسافات متساوية بصورة تقريبية).

العديد من العلماء درسوا تصنيف الانقطاعات وأنواع الانهيارات [1-7] كذلك وضعوا العديد من التصانيف للانقلاب وميكانيكة الانهيار، كذلك فأن [8]وصف الكتل الصخرية بصورة عامة وبأشكال متباينة ناتجة عن الانقطاعات المحيطة بها، ولم يتم دراسة الكتل الصخرية المنهار وعلاقتها مع ميل وجه المنحدر الفعال (°45 ,°90 ,°45 OH) وميل الطبقات (°45 ,°0 ,°45 ,°45 °90 داخل المنحدر) وميل الانقطاعات (°90 ,°45 ,°45داخل المنحدر) بتوازي الاتجاهات (وبتساوي المسافة بصورة تقريبية)حيث أخذت هذه العلاقات ذات المسافات البينية المتساوية بصورة تقريبية حتى تشمل جميع أنواع وأشكال الكتل الصخرية الأساسية المتوقعه الانهيار خلال هذه العلاقات ونوع الانهيار الذي يحدث وسبب حدوثه.

هدف البحث (Aim of research):-

1- تصنيف أشكال الكتل الصخرية المحتملة ألانهيار في وجه المنحدر الفعال على أساس العلاقات مابين تغير ميل المنحدر (OH °45 ,°90 ,°45) وتغير ميل الطبقات (°90 ,°45 ,°0 ,°45داخل المنحدر) وتغير وضعية الانقطاعات (°90 ,°45 ,°45 داخل المنحدر) عند توازي الاتجاهات (وبمسافات بينية متساوية بصورة تقريبية).

2- معرفة تأثير نماذج الكتل الصخرية على أستقرارية المنحدرات (معرفة ودراسة نوع الانهيار لكل صنف).

التصنيف المقترح لنماذج الكتل الصخرية

The Proposed Classification for the Models of Rock Mass

من خلال العلاقات المذكورة مابين التغير في كل من ميل وجه المنحدر الفعال (°OH45 ,°90 ,°45) و ميل الطبقات (°45 °90 ,°45 ,°0داخل المنحدر) و ميل الانقطاعات الموازية لوجه المنحدر (°90 ,°45 ,°45داخل المنحدر)وبتساوي المسافات تم التعرف على أشكال نماذج صخرية مختلفة الوضعيات والامتدادات ذات تأثير مختلف على مدى أستقرارية المنحدر المتضمن هذه النماذج المختلفه،ولهذا تم أقتراح تصنيف كما في الجدول (1) لمعرفة شكل الكتلة المحتملة الانهيار ونوع الانهيار الذي قد يحدث وطرق معالجته.

من التغيرات في العلاقات الموضحة في الجدول (1) تم الحصول على (36) صنفا (class) للكتل الصخرية المحتملة الانهيار (جدول 2) حيث يكون كل صنف محدد بسطح الطبقات (sb)وبسطح المنحدر (.s.s) او الانقطاعات مجموعة واحدة (Sd1 او Sd2 او Sd3)،مجموعتين (Sd1 و Sd2 اوSd2و Sd3 او Sd3 وSd1) و ثلاث مجاميع (d1 وd2و d3) حيث sd1 مجموعة الفواصل العمودية وsd2 مجموعة الفواصل المائلة ب45º* بأتجاه المنحدر وsd3 مجموعة الفواصل المائلة ب45º* داخل الكتل الصخرية.ويحوي كل صنف على عدد من النماذج الصخرية ذات الاشكال المختلفة.

أصناف الكتل الصخرية وعلاقتها بأستقرارية المنحدرات

Rock Mass classes and Its Relation With Slope Stability

ان كل صنف من هذه الأصناف تم أعطائه رقم محدد كما في الجدول (1) والذي يتكون من (36) صنفآ وهذه ناتجه من تواجد مجموعه واحدة من الانقطاعات أو مجموعتين أو ثلاث مجاميع (مع التغير في ميول هذه الانقطاعات وفق الزوايا المذكورة)وعلاقتها مع ميل الطبقات (وفق الزوايا المذكورة)وعلاقتيهما بتغير ميل المنحدر (وفق الزوايا المذكورة).

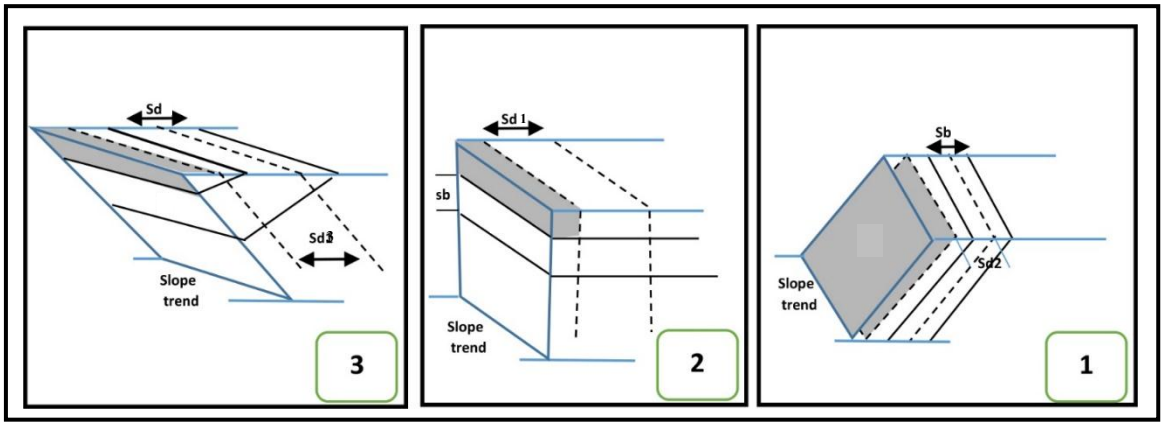
اما بالنسبة للمسافات البينية هنا فقد أخذت مسافات متساوية بين أسطح مجاميع الانقطاعات واسطح التطبق ووجه المنحدر وذلك لأعطاء الشكل الأساسي للكتل (القطع) الصخرية المحتملة الانهيار،أما في حال أخر تغير المسافات بين مجاميع الانقطاعات فأن ذلك سوف يعطي أشكال ثانوية ضمن الشكل الأساسي في النموذج الواحد التابع لصنف معين وهي حالة معقدة ومطولة ومايهمنا هنا هو الشكل الأساسي لنموذج الكتل الصخرية في أي صنف من هذه الأصناف، وبذاك فأن كل صنف من هذه الأصناف يكون محدد بتواجد مجاميع الانقطاعات وتغير ميولها وتغير ميل اسطح التطبق وتغير ميل وجه المنحدر الفعال، جدول (2).

تم تمثيل كل صنف من الأصناف بواسطة الاشكال المجسمة (Block Diagrams)وكذلك بوساطة الاسقاط الفراغي المجسم(Stereographic Projection).

شكل نماذج القطع الصخرية Shape of Rock Mass Models

أن شكل نموذج القطع الصخرية ناتج من العلاقة مابين تواجد وميل الانقطاعات واتجاهاتها وامتدادها وسطح التطبق وميل وجه المنحدر

تم الاعتماد على [8] في تسمية شكل القطع الصخرية، وعلى [7]،حيث الأخير ربط بين وضعية النموذج الصخري مع وجه المنحدر عندما تكون طبيعة الانقطاعات موازية او مائلة او عمودية على وجه المنحدر العمودي ،أما في هذا التصنيف المقترح فأن تواجد مجاميع الانقطاعات تكون دائما موازية لوجه المنحدر الفعال اضافة الى تغير ميل وجه المنحدر الفعال و بدرجات مختلفة ولهذا تم تحوير بعض الاشكال لنماذج الكتل الصخرية شكل (1) حتى يتلائم مع التصنيف المقترح. اما الاشكال (2-37) فهي توضح كل صنف من الاصناف والتصنيف المقترح بشكل مجسم (Block Digram) و شبكي مجسم (Stereographic Projection).



شكل (1) اشكال النماذج الصخرية الأساسية الناتجه من علاقة تواجد وميل الانقطاعات وعلاقتها مع وجه المنحدر الفعال واسطح التطبق حيث 1-كتل صفائحية(Tabular)، 2-كتل أعمدة خطية افقية(Columnar)، 3-كتل غير منتظمة الشكل(Irregular)

جدول (1) التصنيف المقترح اعتمادا على ميل المنحدر الفعال وميل الطبقات وميل الانقطاعات

		ميل التطبق(الطبقات)					
		*45	0	45	90		
ميل الانقطاعات	90 او45 او45*	4	3	2	1	45	زاوية ميل المنحدر الفعال
	90 و45 أو 90 و45*او 4545* و	8	7	6	5		
	90 و 45 و 45*	12	11	10	9		
	90 او45 او45*	16	15	14	13	90	
	90 و45 أو 90 و45*او 4545* و	20	19	18	17		
	90و45 و 45*	24	23	22	21		
	90 او45 او45*	28	27	26	25	*45	
	90 و45 أو 90 و45*او 4545* و	32	31	30	29		
	90و45 و 45*	36	35	34	33		

*ميلالمنحدر او الطبقاتاو الانقطاعاتداخلالكتلالصخرية

جدول (2) التصنيف المقترح اعتمادا على ميل المنحدر الفعال و ميل الطبقات وميل الانقطاعات

رقم الصنف والشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجدوميلالانقطاعات	اشكالنماذجالكتلالصخريةالمحتملهالانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
1 (شكل2)	45	90	I- 90 II- 45 III- *45	-كتل غير منتظمه الشكل -كتل أعمدة صخريه افقية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل	-المنحدر مستقر نسبيآويحصل للكتل المنفصلة تفتت موضعي وعند إزالة الأجزاء الساندة يحصل لها انزلاق وانقلاب ثانوي -يحصل لها انقلاب ثانوي بسبب إزالة الأجزاء الساندة عن طريق الحث السفلي او التفتت الصخري
2 (شكل3)	45	45	I- 90 II- 45 III- *45	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل صفائحيه -كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-يحصل لهذه الكتل انزلاق او انقلاب ثانوي عند إزالة الأجزاء الساندة -يحصل لهذه الكتل انزلاق -أن احتمالية حدوث انقلاب ثانوي لهذه الكتل اكثر من احتمالية انزلاقها
3 (شكل4)	45	0	I- 90 II- 45 III- *45	-كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة	-يحصل لهذه الكتل انقلاب ثانوي اثناء إزالة الأجزاء الساندة لها -يحصل لهذه الكتل انزلاق او انقلاب ثانوي عند إزالة الأجزاء الساندة لها -يحصل لها انقلاب عند إزالة الأجزاء الساندة لها
4 (شكل5)	45	*45	I- 90 II- 45 III- *45	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل صفائحيه	-يحصل لها انقلاب عند إزالة الأجزاء الساندة لها -يحصل لها انزلاق اثناء إزالة الكتل الصخرية الساندة لها -يحصل لهذه الكتل انقلاب عند إزالة الكتل الصخرية الساندة لها
5 (شكل 6)	45	90	I- 90و45 II- *90و45 III- *45و45	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-انزلاق وانقلاب ثانوي لهذه الكتل -انقلاب لهذه الكتل -انقلاب لهذه الكتل
6 (شكل 7)	45	45	I- 90و45 II- *90و45 III- *45و45	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-انزلاق لهذه الكتل -انزلاق او انقلاب لهذه الكتل -انزلاق لهذه الكتل

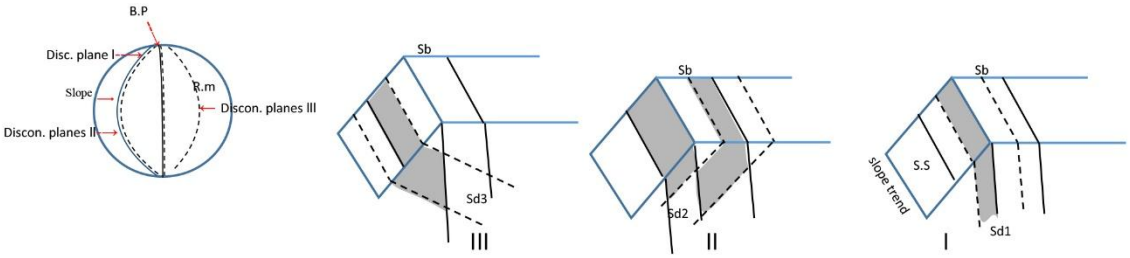
رقم الصنف و الشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجد وميل الانقطاعات	نماذج الكتل الصخرية المحتملة الانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
7 (شكل 8)	45	0	I- 90 و 45 II- 90 و 45* III- 45 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل انقلاب لهذه الكتل -يحصل انقلاب او انزلاق يحصل انزلاق لهذه الكتل
8 (شكل 9)	45	45*	I- 90 و 45 II- 90 و 45* III- 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة -كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية	-يحصل انزلاق لهذه الكتل -يحصل انقلاب لهذه الكتل -يحصل انزلاق او انقلاب ثانوي
9 (شكل 10)	45	90	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-يحصل لبعض الكتل انزلاق والبعض الاخر انقلاب
10 (شكل 11)	45	45	90 و 45 و 45*	كتل أعمدة خطية	يحصل انزلاق لهذه الكتل
11 (شكل 12)	45	0	90 و 45 و 45*	كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	يحصل انزلاق لبعض الكتل ويحصل انقلاب للبعض الاخر
12 (شكل 13)	45	45*	90 و 45 و 45*	كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	يحصل لهذه الكتل انزلاق

رقم الصنف و الشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجد وميل الانقطاعات	نماذج الكتل الصخرية المحتملة الانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
13 (شكل 14)	90	90	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل صفائحيه -كتل أعمدة خطية -كتل صفائحيه	-يحصل لهذه الكتل انقلاب -يحصل لهذه الكتل سقوط صخري -يحصل لهذه الكتل انقلاب
14 (شكل 15)	90	45	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل أعمدة خطية -كتل صفائحية وكتل أعمدة خطية -كتل أعمدة خطية	-يحصل لهذه الكتل سقوط صخري -يحصل لبعض الكتل انزلاق والبعض الاخر سقوط صخري -يحصل لهذه الكتل سقوط صخري
15 (شكل 16)	90	0	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل أعمدة خطية -كتل أعمدة خطية -كتل أعمدة خطية	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل سقوط صخري لهذه الكتل
16 (شكل17)	90	45*	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة الشكل -كتل صفائحية	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل انزلاق لهذه الكتل -يحصل انقلاب لهذه الكتل
17 (شكل 18)	90	90	I- 90و45 II- 90و45* III- 45و45*	-كتل أعمدة خطية -كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل
18 (شكل 19)	90	45	I- 90و45 II- 90و45* III- 45و45*	-كتل أعمدة خطية -كتل اعمده خطية وغير منتظمة -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل

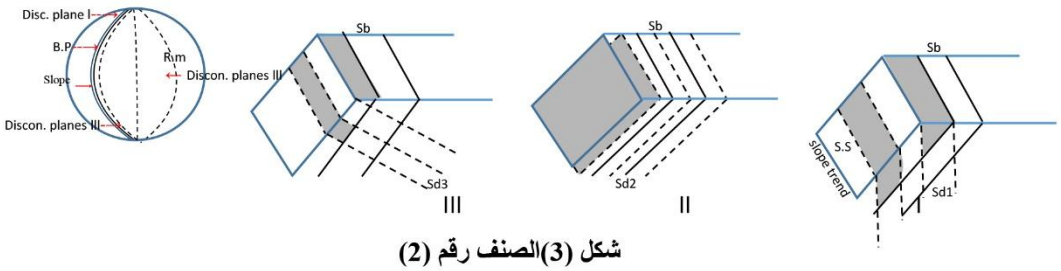
رقم الصنف و الشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجد وميل الانقطاعات	نماذج الكتل الصخرية المحتملة الانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
19 (شكل 20)	90	0	I- 90 و 45 II- 90 و 45* III- 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية -كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمه الشكل	--يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل
20 (شكل 21)	90	*45	I- 90 و 45 II- 90 و 45* III- 45 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل انزلاق لهذه الكتل الصخرية -يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل انزلاق لبعضها وسقوط للبعض الاخر
21 (شكل 22)	90	90	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وغير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل
22 (شكل23)	90	45	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وغير منتظمة الشكل	-يحصل انزلاق لبعض هذه الكتل وسقوط صخري للبعض الاخر
23 (شكل 24)	90	0	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غيرمنتظمة الشكل	-يحصل انزلاق لبعض هذه الكتل والبعض الاخر يحصل لها سقوط صخري
24 (شكل 25)	90	*45	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-يحصل انزلاق للبعض والبعض الاخر يحصل سقوط صخري

رقم الصنف او الشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجد وميل الانقطاعات	نماذج الكتل الصخرية المحتملة الانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
25 (شكل 26)	*45	90	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل صفائحية وكتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل لبعض الكتل انقلاب والبعض الاخر سقوط صخري
26 (شكل 27)	*45	45	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل -كتل صفائحية -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل الصخرية
27 (شكل 28)	*45	0	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل الصخرية
28 (شكل29)	*45	*45	I- 90 II- 45 III- 45*	-كتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل -كتل صفائحية	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل سقوط صخري لهذه الكتل -يحصل انقلاب لهذه الكتل الصخرية
29 (شكل 30)	*45	90	I- 90و45 II- 90و45* III- 45و45*	-كتل غير منتظمة الشكل -كتل أعمدة خطية -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لجميع الكتل الصخرية
30 (شكل 31)	*45	45	I- 90و45 II- 90و45* III- 45و45*	-كتل غيرمنتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل -كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل الصخرية

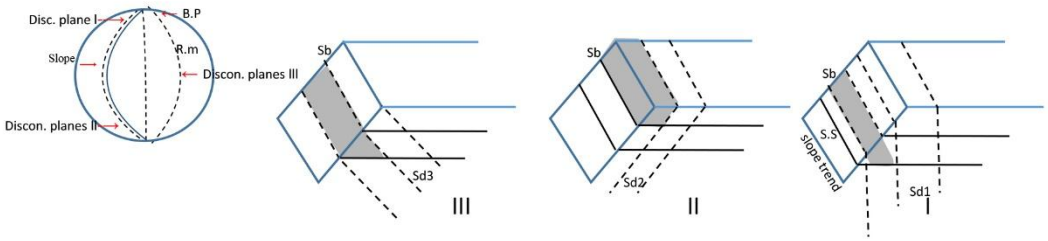
رقم الصنف او الشكل	ميل المنحدر	ميل الطبقات	تواجد وميل الانقطاعات	نماذج الكتل الصخرية المحتملة الانهيار	علاقة النماذج الصخرية بأستقرارية المنحدرات
31 (شكل 32)	45*	0	I- 90 و 45	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لجميع هذه الكتل الصخرية
			II- 90 و 45*	-كتل أعمدة خطية	
			III- 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية	
32 (شكل 33)	45*	45*	I- 90 و 45	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل
			II- 90 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل
			III- 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وغير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط لبعض الكتل والبعض الاخر يحصل له انقلاب
33 (شكل 34)	45*	90	90 و 45 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل الصخرية
34 (شكل35)	45*	45	90 و 45 و 45*	-كتل أعمدة خطية وكتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط صخري لهذه الكتل الصخرية
35 (شكل 36)	45*	0	90 و 45 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط لهذه الكتل الصخرية
36 (شكل 37)	45*	45*	90 و 45 و 45*	-كتل غير منتظمة الشكل	-يحصل سقوط لهذه الكتل الصخرية



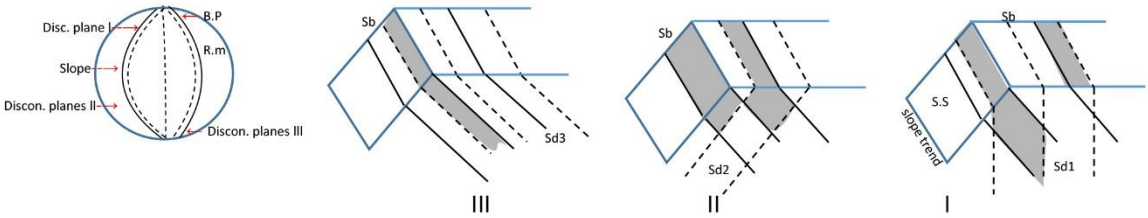
شكل (2)الصنف رقم (1)



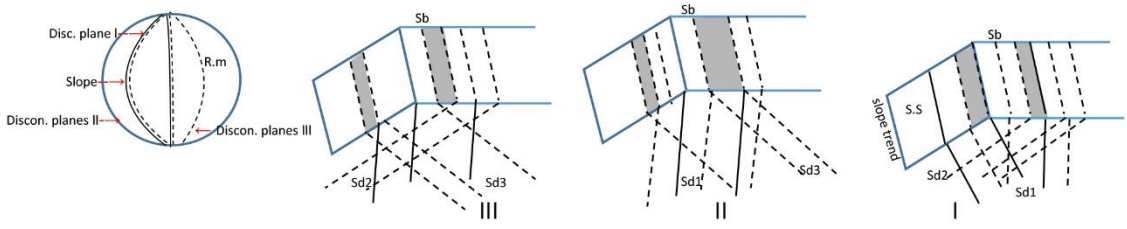
شكل (3)الصنف رقم (2)



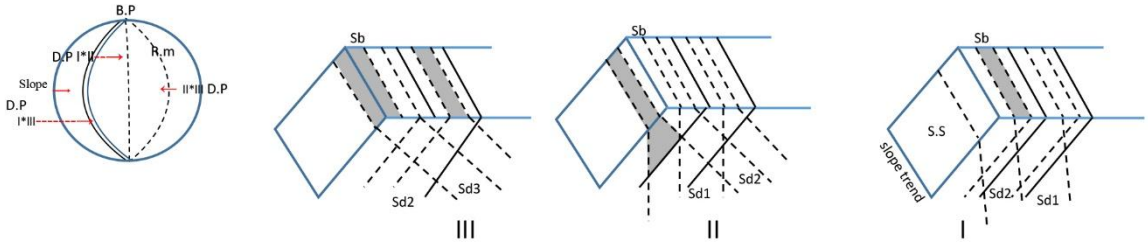
شكل (4)الصنف رقم (3)



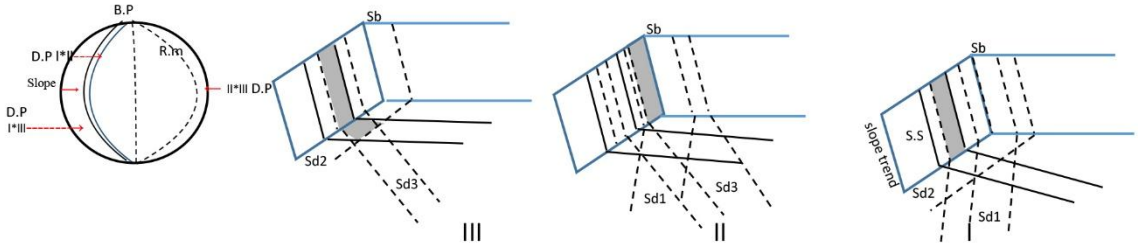
شكل (5)الصنف رقم (4)



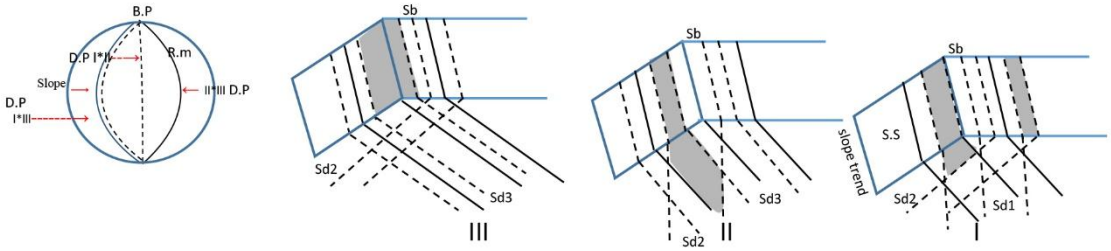
شكل (6)الصنف رقم (5)



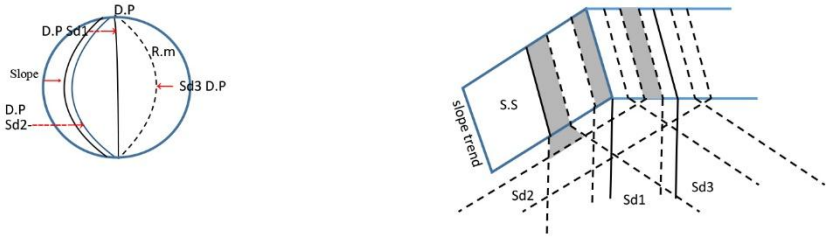
شكل (7)الصنف رقم (6)



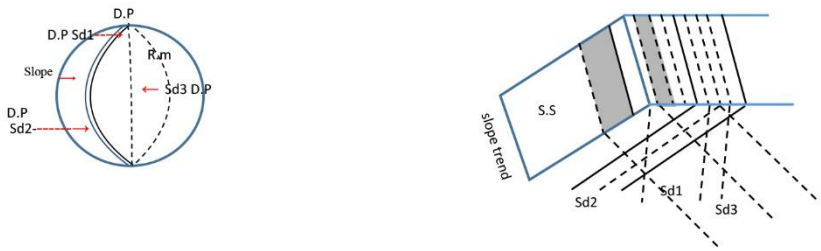
شكل (8)الصنف رقم (7)



شكل (9)الصنف رقم (8)

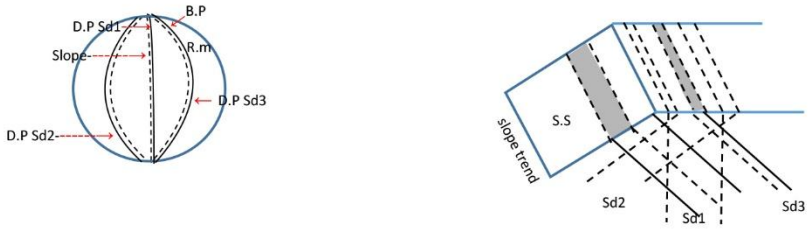


شكل (10)الصنف رقم (9)

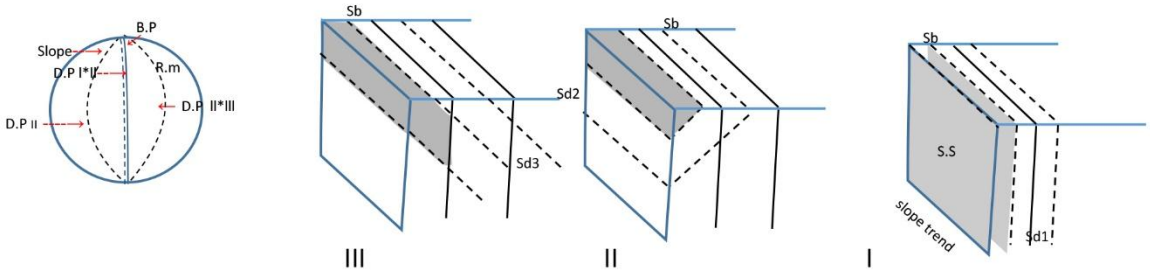


شكل (11)الصنف رقم (10)

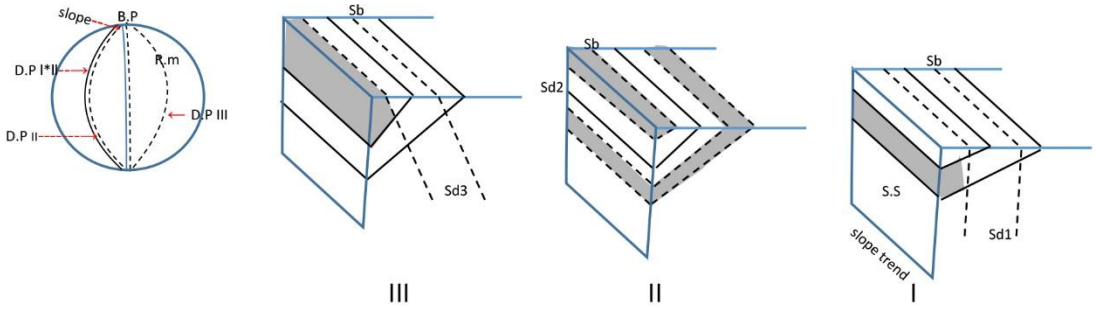
شكل (12)الصنف رقم (11)



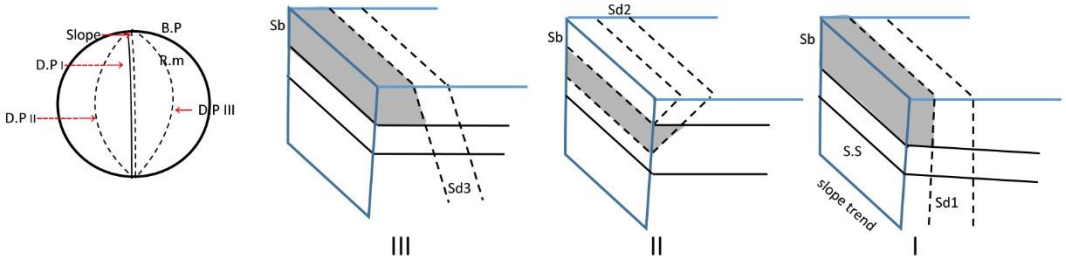
شكل (13)الصنف رقم (12)



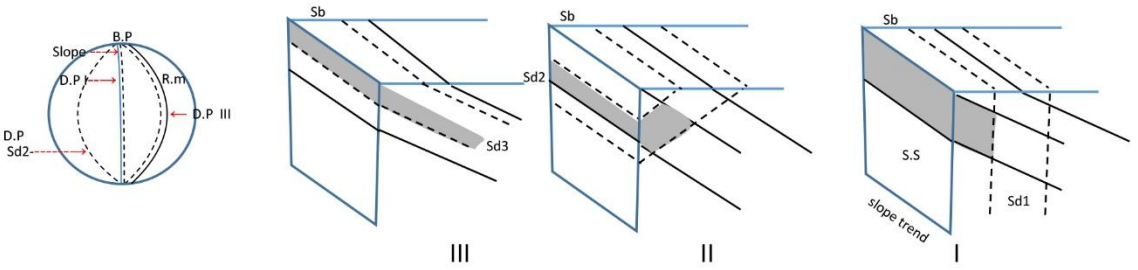
شكل (14)الصنف رقم (13)



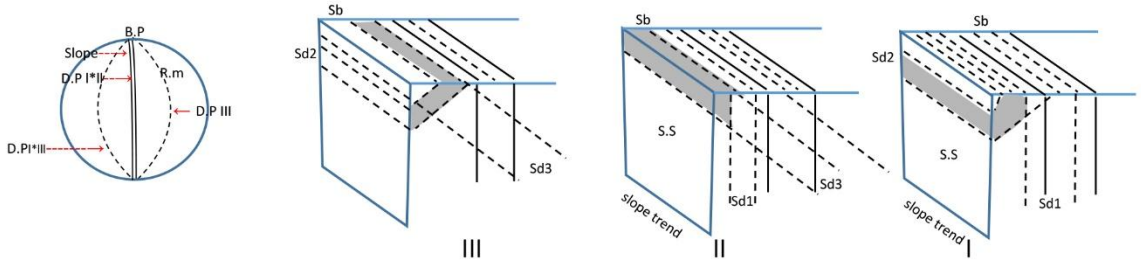
شكل (15)الصنف رقم (14)



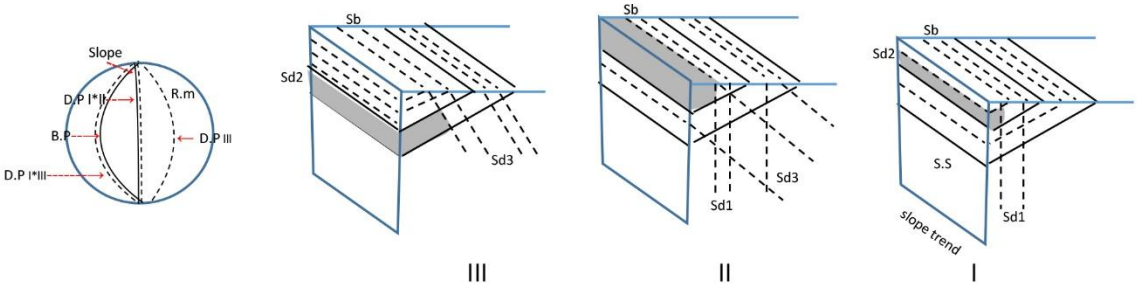
شكل (16)الصنف رقم (15)



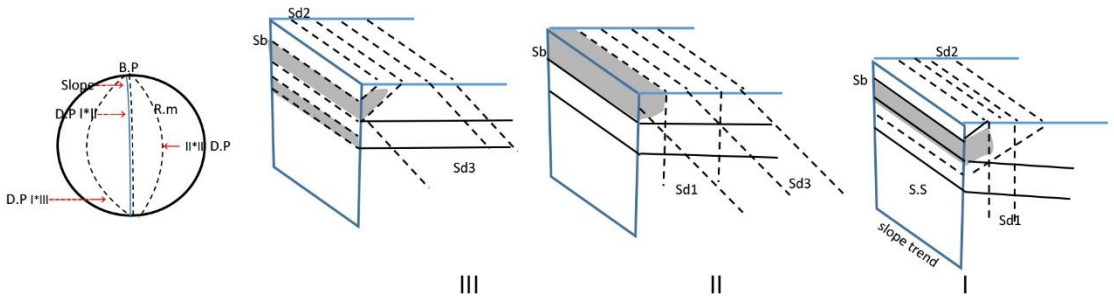
شكل (17)الصنف رقم (16)



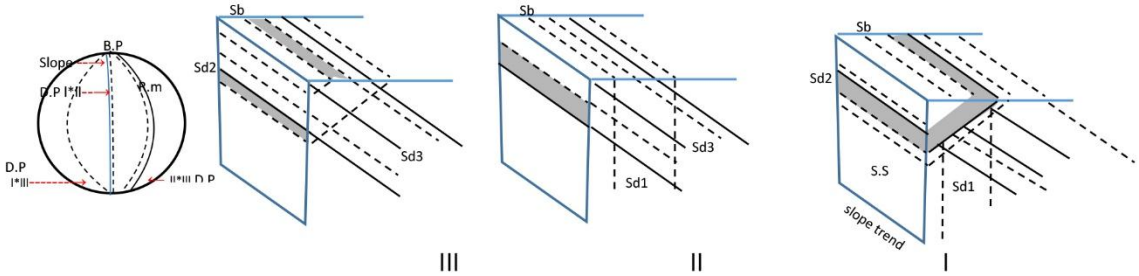
شكل (18)الصنف رقم (17)



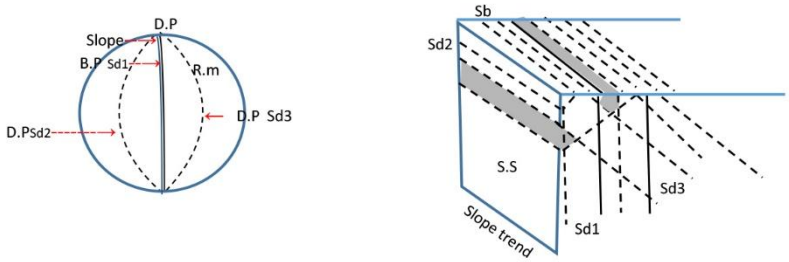
شكل (19)الصنف رقم (18)



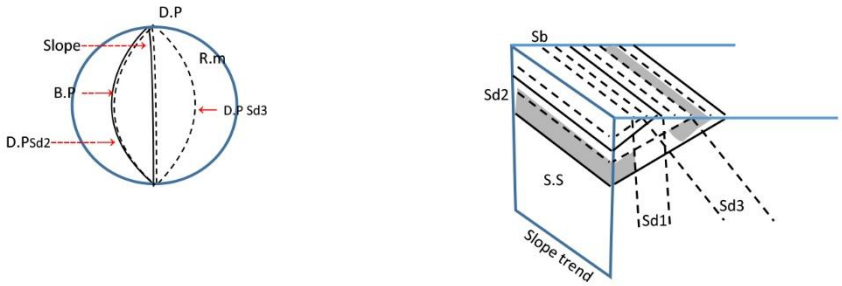
شكل (20)الصنف رقم (19)



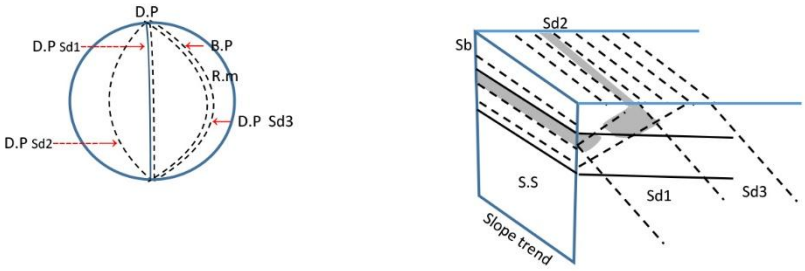
شكل (21)الصنف رقم (20)



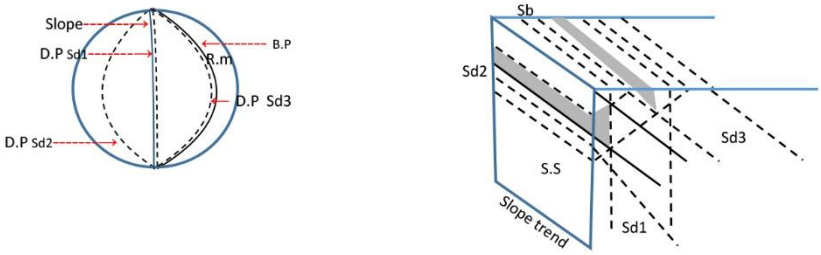
شكل (22)الصنف رقم (21)



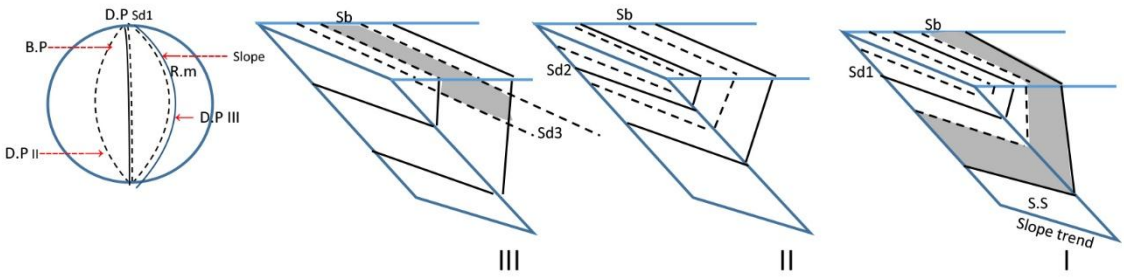
شكل (23)الصنف رقم (22)



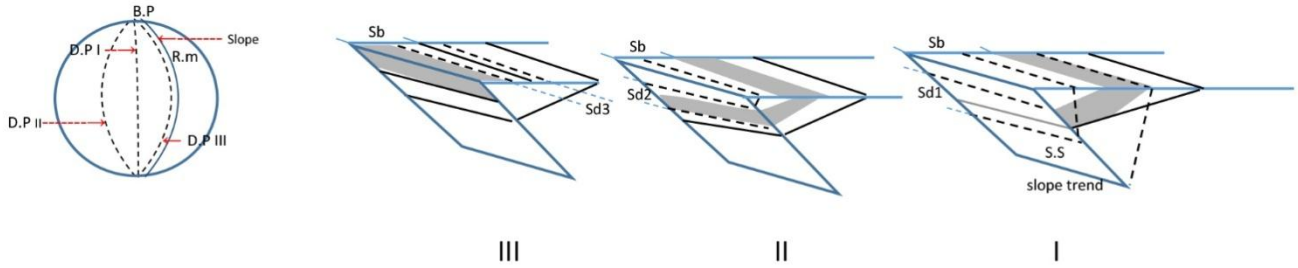
شكل (24)الصنف رقم (23)



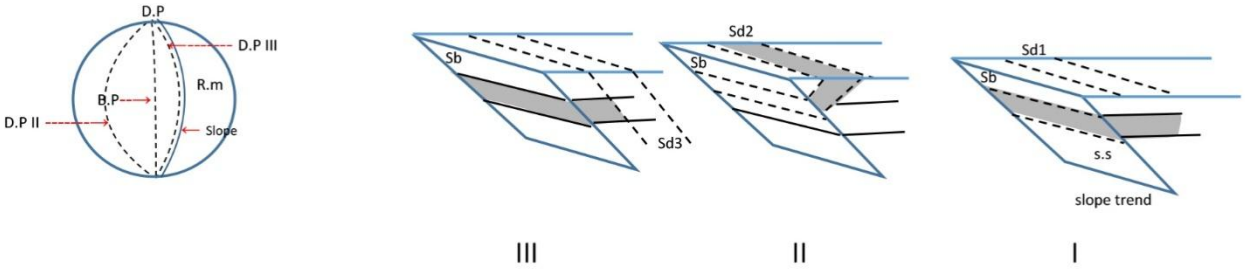
شكل (25)الصنف رقم (24)



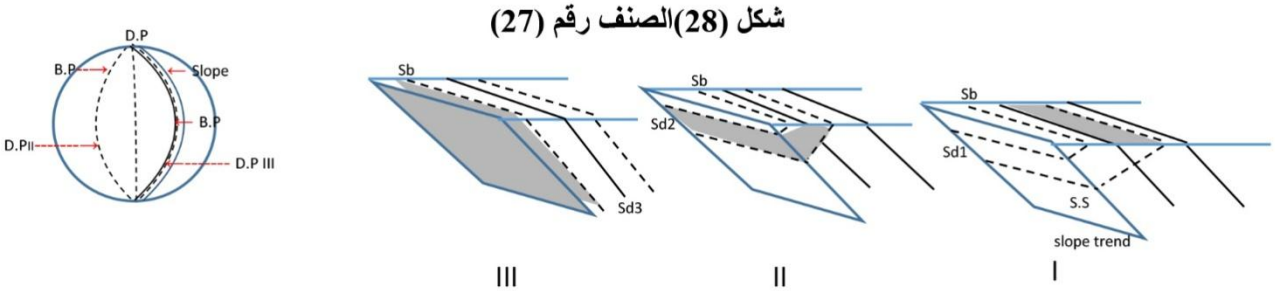
شكل (26)الصنف رقم (25)



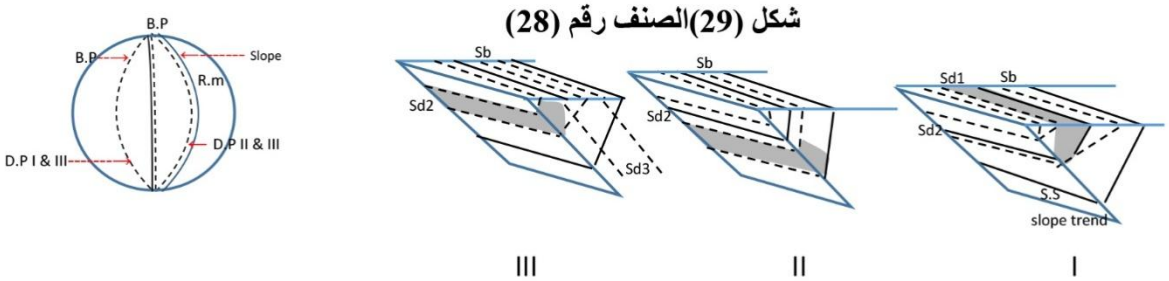
شكل (27)الصنف رقم (26)



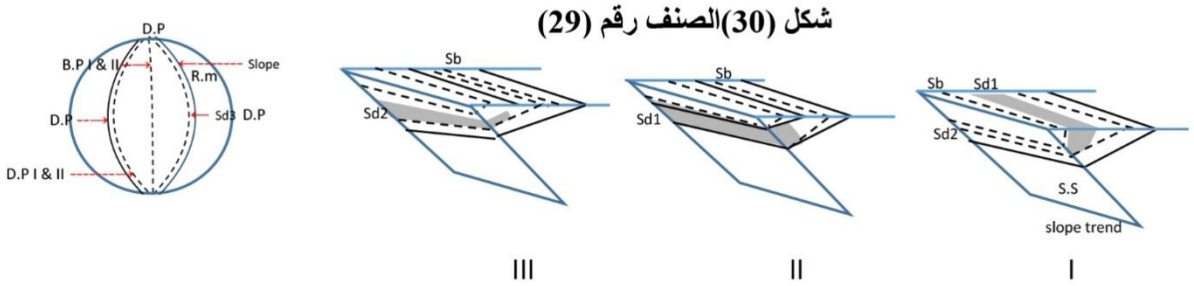
شكل (28)الصنف رقم (27)



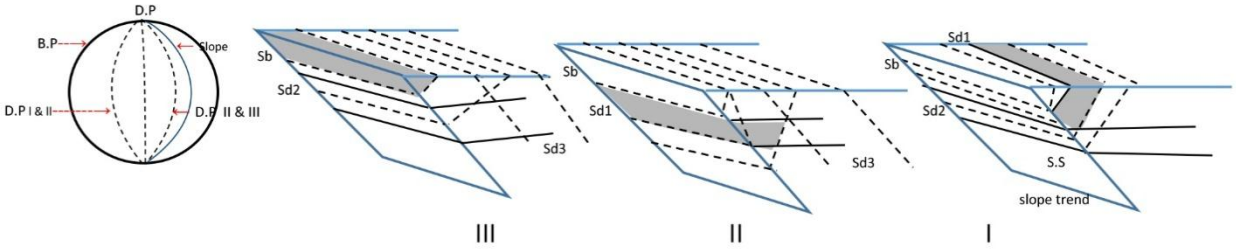
شكل (29)الصنف رقم (28)



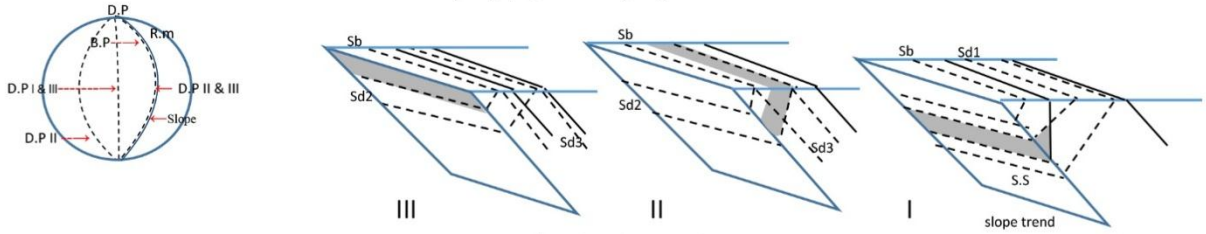
شكل (30)الصنف رقم (29)



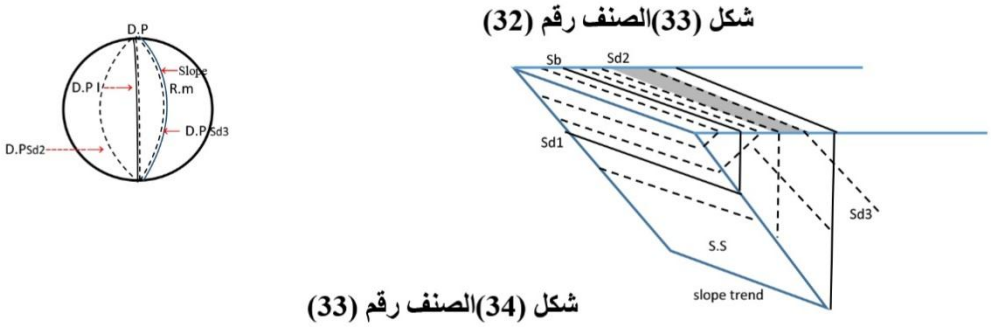
شكل (31)الصنف رقم (30)



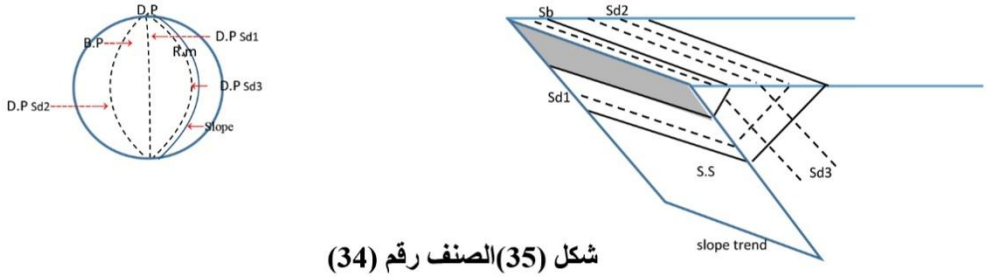
شكل (32)الصنف رقم (31)



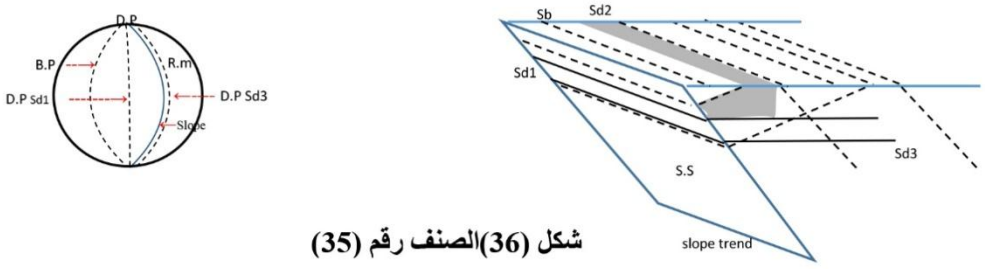
شكل (33)الصنف رقم (32)



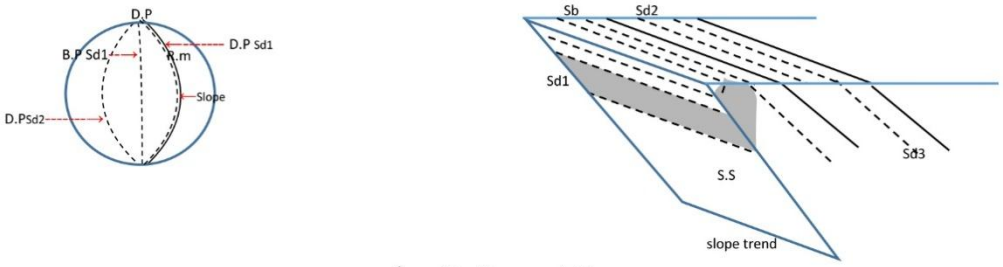
شكل (34)الصنف رقم (33)



شكل (35)الصنف رقم (34)



شكل (36)الصنف رقم (35)



شكل (37)الصنف رقم (36)

الاستنتاجات(Conclusions):-

1- تواجد مجموعة الفواصل الواحدة او المجموعتين او المجاميع الثلاثة من الانقطاعات تكون دائما ذات خط امتداد موازي لخط مضرب المنحدر الفعال وان مستوى هذه المجاميع من الانقطاعات تكون موازية او مائلة او عمودية على مستوى المنحدر الفعال وبنفس الاتجاه .

2- الاشكال الرئيسة للكتل الصخرية المنهارة في جميع أنواع التصانيف تكون بثلاث أنواع:-كتل غير منتظمة الشكل و كتل أعمدة خطية افقية و كتل صفائحية.

3- غالبآ ماترافق الكتل غيرمنتظمة الشكل اشكال كتل أعمدة خطية افقية اما الكتل الصفائحية المنهارة فغالبا تكون منفردة ان وجدت بوجه المنحدر.

4- انهيار الكتل الصفائحية الشكل يكون أكثر نسبيآ في المنحدرات التي تتواجد بها مجموعة واحدة او مجموعتين من الانقطاعات أما انهيار الكتل غير منتظمة الشكل وكتل الاعمدة الخطية الافقية تكون في المنحدرات التي تتواجد بها مجموعة او مجموعتين او ثلاث مجاميع، مع الاخذ بنظر الاعتبار وجه المنحدر، حيث اذا توازت مستويات اسطح الانقطاعات مع سطح المنحدر سواء كانا عموديين او مائلين ب45° خارج الكتلة الصخرية أو ب 45° داخل الكتلة الصخرية ويتواجد مجموعة واحدة من هذه الانقطاعات تكون الكتل الصفائحيه اكثر، اما اذا كانت اكثر من مجموعة واحدة من الانقطاعات وتكون عمودية او مائلة على سطح المنحدر بالإضافة الى انها متوازية تكون الكتل غير منتظمة الشكل و كتل اعمدة خطيةافقية هي الأكثر.

5- ان جميع أنواع اشكال الكتل الصخرية الأساسية المتواجدة في هذا التصنيف من المحتمل ان تنهار بأحد أنواع الانهيار التالية:- السقوط الصخري الانقلاب و الانزلاق.

6- الكتل الصفائحيه غالبا مايحصل لها انزلاق وفي حالات قليلة انقلاب ولا يحصل لها سقوط صخري اما بالنسبة لكتل الاعمده الخطية الافقية فيحصل لها سقوط صخري بالدرجة الأولى ومن ثم أنقلاب وحالات قليلة جدآ يحصل لها انزلاق.
كذلك الكتل غير المنتظمة الاشكل فيحصل لها السقوط الصخري والانقلاب وقد يحصل لها انزلاق بحالات نادرة جدآ.

المصادر (References)

1. De Freitas, M.H.& Watters, R.J., 1973, Some Field Examples of Toppling Failures Geotecnique, Vol.23, PP. 495-513.

2. Goodman, R.E. & Bray, J.W., 1976, Toppling of Rock Slopes, Proc, Speciality Conf. on Rock Engineering For Found, And Slopes, ASCE, Boulder, Colorado, Vol.2, PP. 201- 234.

3. Al-Sa'adi, S.N., 1981, Amethod for Mapping Unstable Slope with Reference to the Coastline of s.w. Dyfed, wales, Unpub. Ph.D. Thesis, University of Bristol. 252 P.

4. Cruden, D.M. & Hu, X.Q., 1994, Topples on Underdip Slope In The Highwood Pass. Alberta, Canda, Quarterly Journal of Engineering Geology, Vol. 27, PP. 57-68.

5. Al- Sa'adi, S.N. & Al- Mornain, M.Q., 1998, The Stability of Clastic Rock Slop's West of Hamrin Dam Area East of Iraq, 8th. International Congress of IAEG. Vancover, Canada, Balkema, Rotterdam, Vol. 2, PP. 1299. 1304.

6. Al- Sa'adi, S.N. & Tokmachy, A.A.M., 1998, Rock Slop Instability Including New Modes of Failure From Sidoor Area East of Iraq, Proc.,8th International Congress of IAEG. Vanconver, Canada, Balkema, Rotterdam, Vol.2, PP. 1305-1309.

7. المؤمني،منير قاسم محمد.2001، دراسة جيولوجية هندسية لاستقرارية المنحدرات لمناطق مختارة من الأردن.رسالة دكتوراة غير منشورة، كلية العلوم-جامعة بغداد.197 ص.

8. Brown, E. T., 198. Rock characterization testing and monitoring ISRM suggested methods. Program press. Oxford. 362p.