

## المؤشر التكتوني لتوجه الجدر البازلتية في جنوب السلسلة الساحلية السورية

الدكتور عبد الكريم العبد الله\*

(تاريخ الإيداع 9 / 2 / 2015. قُبل للنشر في 2 / 6 / 2015)

### □ ملخص □

بينت دراسة الوضعية الفراغية للجدر البازلتية الموجودة في جنوب السلسلة الساحلية السورية أن بعضها مرتبط بحوادث تكتونية شديدة، كما في الجدر من عمر الألبيان، وبعضها الآخر مرتبط بحقل إجهاد إزاحي جانبي كما في الجدر من عمر البليوسين. تراوحت الجدر في اتجاهاتها من E-W إلى N-S مع اتجاه أعظمي N°130 - N°145. إن رسم حقل الإجهاد الإزاحي الجانبي بالاعتماد على توجه الجدر يظهر انحرافاً هاماً في اتجاه  $\sigma_1$  من NW-SE إلى E-W في جوار نطاق الصدع المشرقي خلال زمن البليوسين (4.4-5.4 مليون سنة).

الكلمات المفتاحية: تكتونيك ، جدر بركانية، السلسلة الساحلية.

\* مدرس - قسم الجيولوجيا-كلية العلوم-جامعة تشرين-اللاذقية-سورية.

## Tectonic indices of basaltic dykes orientation in the southern Syrian Coastal Range

Dr. Abdulkarim Al Abdalla\*

(Received 9 / 2 / 2015. Accepted 2 / 6 / 2015)

### □ ABSTRACT □

The study of volcanic dykes geometry in the southern Syrian coastal range shows that some of them are related to a tensional tectonic event, Albian dykes, and others are related to a strike-slip stress field like Pliocene dykes. Orientation of dykes is average between E-W to N-S with maximal direction of N 130- N 145. Drawing of strike-slip stress field depending upon dykes orientation shows important deviation in  $\sigma_1$  strike from NW-SE to E-W in the vicinity of Levant fault during Pliocene time (4.4-5.4My)

**Key words:** Tectonic, Dykes, Syrian Coastal range

---

\*Assistant Professor- Department of Geology-Faculty of Science- Tishreen University- Lattakia-Syria

**مقدمة:**

يمكن لنظام واحد من الإجهاد المطبق على الليتوسفير أن يؤدي إلى ظواهر تكتونية ومهلية بأن معاً. إن دراسة الأحداث التكتونية و البنيات البازلتية تسمح بفهم دقيق للحوادث الجيولوجية في المكان و الزمان. حيث يتحكم حقل الإجهاد المطبق على الليتوسفير بتوجه وخروج المهل نحو السطح وذلك في لحظه اختراجها (Anderson 1942), (Anglier et al. 1983)، حيث تتوجه الجدر وتنتشر المخاريط البازلتية وفق مستوٍ معامد لمحور الإجهاد الرئيسي الأصغري  $\sigma_3$  المتوضع أفقياً ( Feraud G. and Campredon R. 1983; Fiske and Jackson 1972; Feraud et al. 1987). وبالتالي فإن دراسة توجه و توزع البنيات البازلتية يسمح بتحديد دقيق لحقل الإجهاد في زمن اختراج المهل. إن تطور حقل الإجهاد التكتوني في سوريا مدروس بشكل قليل وخصوصاً غرب سوريا، وإن من بعض الأعمال الجيولوجية التي قاربت منهج هذا العمل: Giannerini et al 1988 حقول الإجهاد النيوجينية من خلال دراسة التوزع الفراغي للجدر البازلتية الموجودة في غرب الصفيحة العربية عموماً. واقترح Salel عام 1993 نموذجاً لتطور الإجهادات الضغطية في التدمرية منذ الماسترخت حتى الحالي. اقترح Zanchie وآخرون عام 2002 نموذجاً لتطور حقل الإجهاد الضغطي من N- S في الميوسين الأعلى مع انفتاح البحر الأحمر إلى NW- SE في البليو- رباعي مع ظهور الصدع المشرقي في سوريا. كما قام Al-Abdalla 2008 -2006 بتحديد تطور حقل الإجهاد في سوريا منذ الميزوزوي.

**أهمية البحث وأهدافه:**

يهدف البحث إلى تحديد نظام حقل الإجهاد التكتوني المرافق لاندساس الجدر البازلتية في الجزء الجنوبي من السلسلة الساحلية. و إن أهمية هذه الدراسة تكمن في معرفة حقل الإجهاد المرافق لتطور الصدع المشرقي في سوريا في فترة توضع البازلت البليوسيني، حيث إن تدفق المهل هنا مرتبط بنشاط هذا الصدع. حيث تعددت الدراسات التي حددت حقل إجهاد هذا الصدع ولكن اعتماداً على قرائن ستراتغرافية تعطي عمراً نسبياً لهذا الحقل، أما الجدر البازلتية فتعطي عمراً جيولوجياً دقيقاً مطلقاً لحقل الإجهاد إن كان عمر البركنة معروفاً في المنطقة المدروسة. و هذه المرة الأولى التي يحدد فيها عمر حقل الإجهاد المرافق لشمال للصدع المشرقي باعتماد هذه الطريقة.

**طرائق البحث ومواده:**

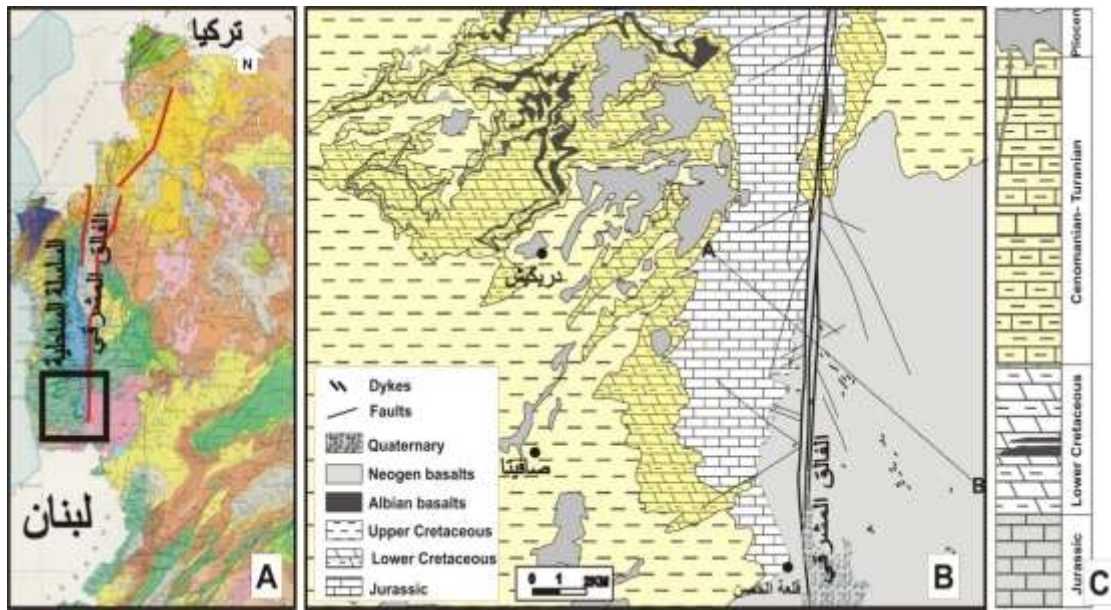
تقوم خطة البحث على مجموعة من الأعمال الحقلية التي تضمنت إجراء قياسات للوضعية الفراغية للجدر البازلتية في المنطقة باستخدام البوصلة الجيولوجية و على أعمال مكتبية من دراسة الخرائط الجيولوجية لمنطقة البحث وتحليل المعطيات وتفسيرها باستخدام البرمجيات المتخصصة (برنامج TECTOR للعالم Anglier).

**الإطار الجيولوجي:**

تقع منطقة الدراسة في شمال غرب الصفيحة العربية ويخترقها حد الإزاحة الجانبي الممثل بالصدع المشرقي، وبالتحديد في جنوب السلسلة الساحلية السورية (الشكل A-1). تمتد منطقة الدراسة على رقعتين من الخرائط الجيولوجية بمقياس 1/50000 وهما صافيتا و الحصن. يقطع منطقة الدراسة من جزئها الشرقي منظومة صدع شرق المتوسط (الصدع المشرقي) ذو الحركة الإزاحية الجانبية اليسارية ( Matar 1990-1993; Walley, 1994; Bosworth ) (and Strecker 1997; McClusky et al., 2003).

**تكتونيا:** تعد منطقة الدراسة جزءاً من بنيتين رئيسيتين وهما السلسلة الساحلية و الصدع المشرقي:

**السلسلة الساحلية:** وتمثل طي ذو محور N-S غير متناظر مقطوع من الشرق ببنية انهدام الغاب والصدع المشرقي بارتفاع أعظمي 1560 م . تتألف السلسلة من رسوبيات ميزوزوية وسينوزوية تميل نحو الغرب . و في نصفها الشمالي تشكل طي وحيد الميل يميل نحو الغرب والشمال الغربي نحو حوض اللانقية و في جنوب السلسلة تميل الطبقات نحو الجنوب تحت منخفض حمص حيث تغطي الرسوبيات بركنة بليوسينية (Ponikarov, 1966). اعتبرت بنية الساحلية من قبل عدة باحثين (Brew et al. 2001a-b; Gomez et al, 2004-2006; Walley, 1994) كجزء من القوس السوري الكريتاسي - الباليوجيني ونهوض السلسلة كان في السينوزوي عموماً حسب (Gomez et al, 2006).



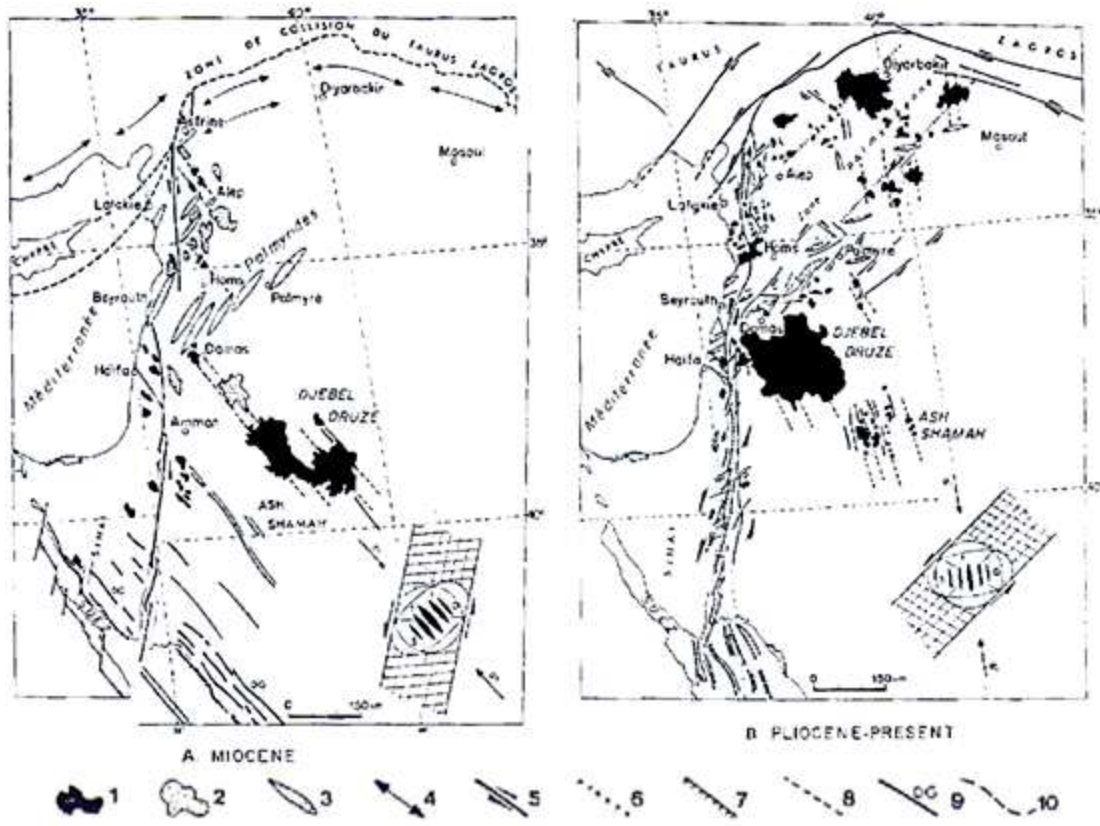
الشكل(1): موقع منطقة الدراسة.

A - خارطة جيولوجية تبين موقع المنطقة المدروسة. B - خارطة جيولوجية لمنطقة الدراسة C - عمود ليتولوجي لمنطقة الدراسة.

**الصدع المشرقي:** وهو البنية الأوضح مورفولوجياً في سوريا ويفصل السلسلة الساحلية عن هضبة حلب. وهو نطاق نشط زلزالياً ذو اتجاه شمال - جنوب يمتد حوالي 800 كم من خليج العقبة جنوباً وحتى جبال طوروس شمالاً (Quennell 1958). تنتقل الصفيحة العربية على طول هذا النظام الإزاحي نحو الشمال نسبياً (بالنسبة للمتوسط الشرقي). يمر الجزء الشمالي من الصدع في سوريا ويكون اتجاهه N-S ويتميز ببنية مورفولوجية رئيسية هي حوض الغاب، وفي جنوب الغاب يتفرع الصدع إلى فرعين الفرع الغربي يتابع في تركيا شمالاً ليشكل الحد الشرقي لحوض العمق حيث الاتصال مع صدع شرق الأناضول غير معروف بدقة. إن عمر ظهور الصدع المشرقي بدقة هو موضع جدل علمي ولكن على اختلاف الآراء حوله فإن جميعها تتفق على عمر عام هو النيوجين وبعض الباحثين يعطيه عمر الميوسين الأسفل (Freund et al. 1987) والبعض ميوسين أوسط- أعلى . بالنسبة لـ Giannerini et al. 1988 فقد اعتبر أن الصدع تشكل في مرحلتين في الميوسين والبليو - رباعي مع وجود مرحلة استراحة في النشاط التكتوني بينهما (Homberg et al. 2008) (الشكل 2). إن الإزاحة الكلية على جنوب الصدع هي 107 كم. بين Quennell عام 1983 أن هذه الـ 107 كم تقسم إلى 62 كم، حدثت في الأوليغوسين - ميوسين أسفل و 45 كم حدثت في البليوسين -

حالي واعتبر (Brew) عام 2001-ا أن الإزاحة على الجزء الشمالي للصدع هي 20-25 كم منذ الميوسين - البليوسين.

إن دراسة التطور التكتوني لمنطقة السلسلة الساحلية حسب (Al Abdalla A, 2008) تظهر أطورا شديدة في الكريتاسي الأسفل مميز بصدوع عادية N040-N080 و في الكريتاسي الأعلى مميز بصدوع عادية باتجاه اتجاه NW-SE و في الأيوسين مميز بصدوع عادية باتجاه W-E و بفوالق NE-SW في الميوسين الأوسط توجد في جوار حوض اللاتقية. وأطورا ضغطية مترافقة مع نطاق تراكب منطقة البايير بسيط (الغطاء الأوفوليوتي و الوحدات الرسوبية في المنطقة حتى رسوبات الأوليغوسين) على الصفيحة الرسوبية للسلسلة الساحلية في الميوسين الأسفل ولنشوء صدع شرقي المتوسط (الصدع المشرقي) في نهاية الميوسين.

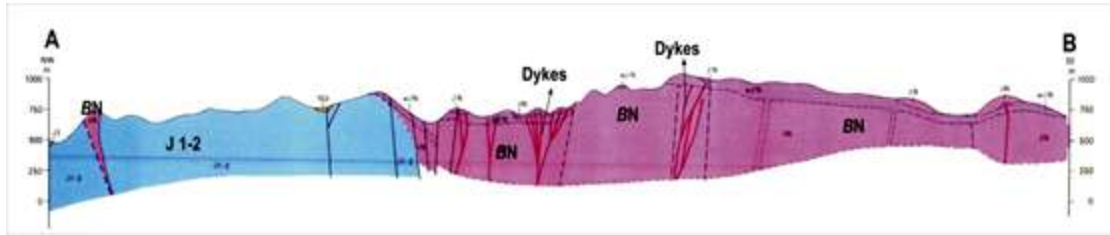


الشكل 2: المراحل الرئيسية للتطور التكتوني و المهلي في شمال غرب الصفيحة العربية حسب Giannérini et al., 1988:

- 1-بركنة شقية بازلتية من البليوسين الأسفل و الأوسط-2بركنة من البليوسين و الرباعي-3-طي مرافق للترسيب-4-طي-5-إزاحة جانبية-6-نطاق إزاحة جانبية للكتيرية-7-صدع عادي-8-اتجاه توضع البركنة-9-جدر (جدر) من الغابرو من الميوسين الأسفل-10-نطاق تصادم طوروس-زاغروس.

**ستراتغرافيا:** ينكشف في منطقة البحث صخور من أعمار تمتد من الجوراسي و حتى الكريتاسي (السينومانيان)، بالإضافة إلى صخور بركانية واسعة الانتشار خصوصاً في شرق المنطقة (الشكل B-1). تتركز تكشفات الجوراسي في منطقة الدراسة في القسم الشرقي مشكّلة قمم الجبال وتمتد باتجاه الغرب ضمن بعض الأودية ويمكن أن نميز فيها: الجوراسي الأدنى والأوسط المشكل من صخور كلسية وكلسية دلوميتية قاسية إلى متوسطة

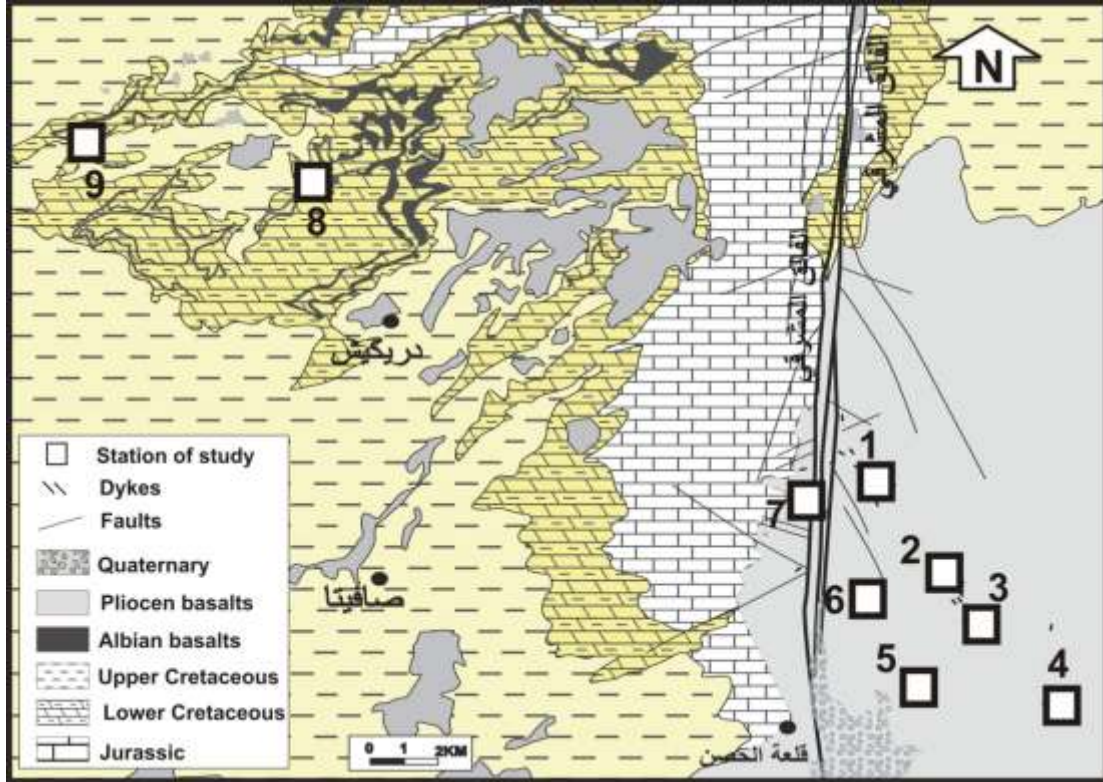
القساوه (Ponikarov, 1966). أما الجوراسي الأعلى فقليل السماكة ويتكون من حجر كلسي مع تداخلات غضارية (الشكل C-1): تنتشر تشكيلات الكريتاسي من القمم الساحلية في الشرق حتى قرب السهل الساحلي في الغرب على طول منطقة الدراسة (Ponikarov, 1966) ويمكن تقسيمها إلى (الشكل C-1): تشكيلة باب جنة بسماكة 10-30م من عمر الألبسيان الأسفل وتتكون أساسياً من مارن وكلس مارني أخضر اللون؛ تشكيلة عين البيضاء بسماكة 100-120م من عمر الألبسيان مكونة من تعاقب كلس غضاري ومارن ودولوميت ومارن دولوميتي، و يوجد فيها مستوي بازليتي أو مستويين بسماكة 50-70م (الشكل C-1)؛ تشكيلة صلنفة من عمر السنومانيان الأسفل - أوسط وهي بسماكة 150-200م مؤلفة من مستوي مارني مع جيودات سيليسية ومستوي كلسي مارني غني بمستويات سيليسية ومستوي آخر كلسي غني بالروديست؛ تشكيلة الحنفية (باب عبد الله) ومكونة من مستويين مارنيين مع شرائط صوانية و مستويين من الكلس و الكلس المارني. أما النيوجين فيتكون بشكل عام من صخور بركانية المنشأ من عمر البليوسين (Ponikarov, 1966). ترتبط هذه الصخور بالصدوع التابعة لمنظومة الصدع المشرقي (Mouty et al. 1992; Sharkov et al., 1994)، وتتراوح أعمارها المطلقة بين 4 و 5,4 مليون سنة حسب (Lustrino and Sharkov, 2006). يبين المقطع التالي ارتباط منشأ البركنة بالصدوع في جوار الصدع المشرقي.



الشكل 3: مقطع جيولوجي في منطقة البحث يوضح البركنة البليوسينية وعلاقتها مع الصدوع في جوار الصدع المشرقي. انظر موقع المقطع على خارطة الشكل 1.

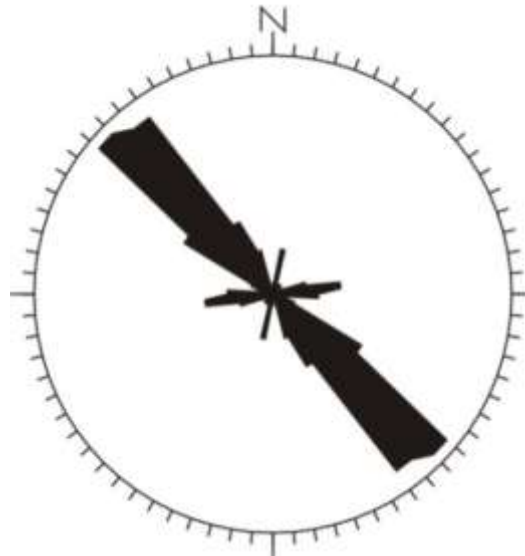
### النتائج و المناقشة:

من أجل الوصول إلى هدف البحث، تم تحديد و تحليل العديد من محطات الدراسة بالقرب من الصدع المشرقي ذي الطبيعة الإزاحية الجانبية. حيث بلغ عددها 9 محطات موزعة في غالبها في الجزء الشرقي من المنطقة (الشكل 4). يعد عدد المحطات المدروسة جيداً في حالة دراسة الوضعيات الفراغية للجدر و خصوصاً إذا توفرت في المنطقة دراسات سابقة لتحديد حقل الإجهاد بواسطة الصدوع. تم في هذه المحطات تحديد الوضعيات الفراغية للجدر البازلتية وبشكل خاص سمت اتجاه هذه البنيات البازلتية الذي يتوافق مع اتجاه  $\sigma_1$  في نظام الإجهاد الإزاحي الجانبي، حيث يعود عمر البركنة إلى الألبسيان (موقع واحد فقط ذو الرقم 8) وإلى البليوسين (في بقية المحطات ذات الأرقام 1-2-3-4-5-6-7-9).



الشكل 4: توزع محطات القياس في منطقة الدراسة.

بلغ عدد الجدر الوسطي في كل محطة 10 جدر و هو عدد جيد في حال البنيات البازلتية. وبلغ عدد الجدر الكلي في المنطقة بحدود 95 دابكاً. تبين وردة الاتجاه لجميع الجدر في المنطقة الاتجاهات التالية (الشكل 5):  
 1- اتجاه رئيسي N130- N145 و لوحظ في جميع المحطات (الجدول 1) العائدة لعمر البليوسين. و لم يلاحظ في الموقع 8 العائد لبركنة الألبيان.


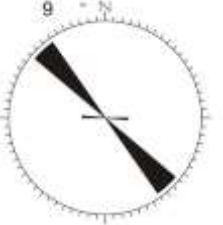


الشكل 5: وردة اتجاه جميع الجدر البازلتية المدروسة في منطقة البحث.

الجدول 1: نتائج دراسة الجدر البازلتية ووردات الاتجاه الممثلة لكل محطة في منطقة البحث.

وردة الاتجاه	الاتجاهات الثانوية	الاتجاه الرئيسي	إحداثيات المحطة		رقم المحطة
			E	N	
	E-W N 160 N 020	NW-SE	36.20.10	34.51.08	1
	N 080 N 150 N 020	NW-SE	36.22.30	34.49.12	2
		NW-SE	36.22.50	34.48.05	3
	N 020	NW-SE	36.24.33	34.46.31	4
	N 010	NW-SE	36.21.35	34.47.06	5
		NW-SE	36.20.38	34.48.36	6
	NW-SE N 045 N 010	E-W	36.19.22	34.50.05	7



		N075	36.07.24	34.56.48	8
	E-W	NW-SE	36.01.52	34.57.19	9

2- اتجاه ثانوي E-W و لوحظ في خمس محطات فقط (1-2-7-8-9)؛ أربع محطات من عمر البليوسين و محطة من عمر الألبيان (الجدول 1).

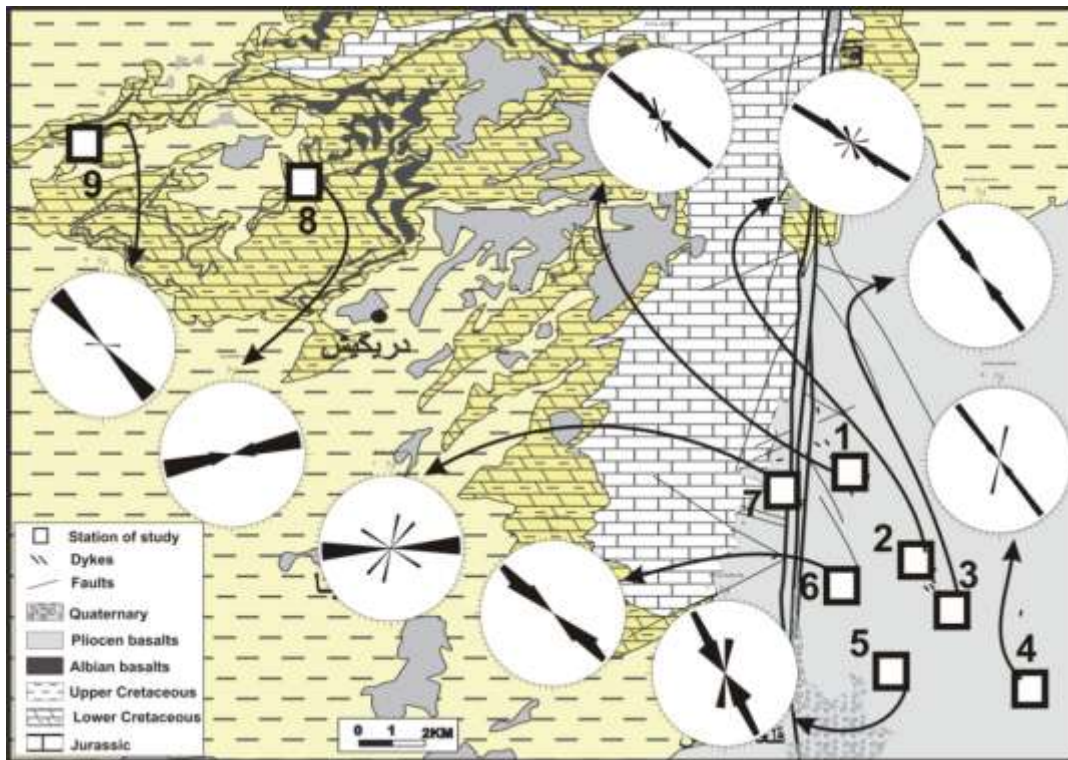
3- اتجاه ثانوي NNE-SSW و لوحظ في خمس محطات (1-2-4-5-7) من عمر البليوسين (الجدول 1).

إن التوزع الجغرافي لاتجاهات الجدر البازلتية في منطقة البحث يظهر ما يلي (الشكل 6):

1- يتوزع الاتجاه الرئيسي N130- N145 على كامل المنطقة المدروسة في مناطق شرق و غرب الصدع الشرقي.

2- يتوزع الاتجاه الثانوي E-W في نطاق الصدع الشرقي أو بمحاذاته تماماً.

3- يتوزع الاتجاه الثانوي NNE-SSW في نطاق الصدع الشرقي و إلى الشرق منه فقط.

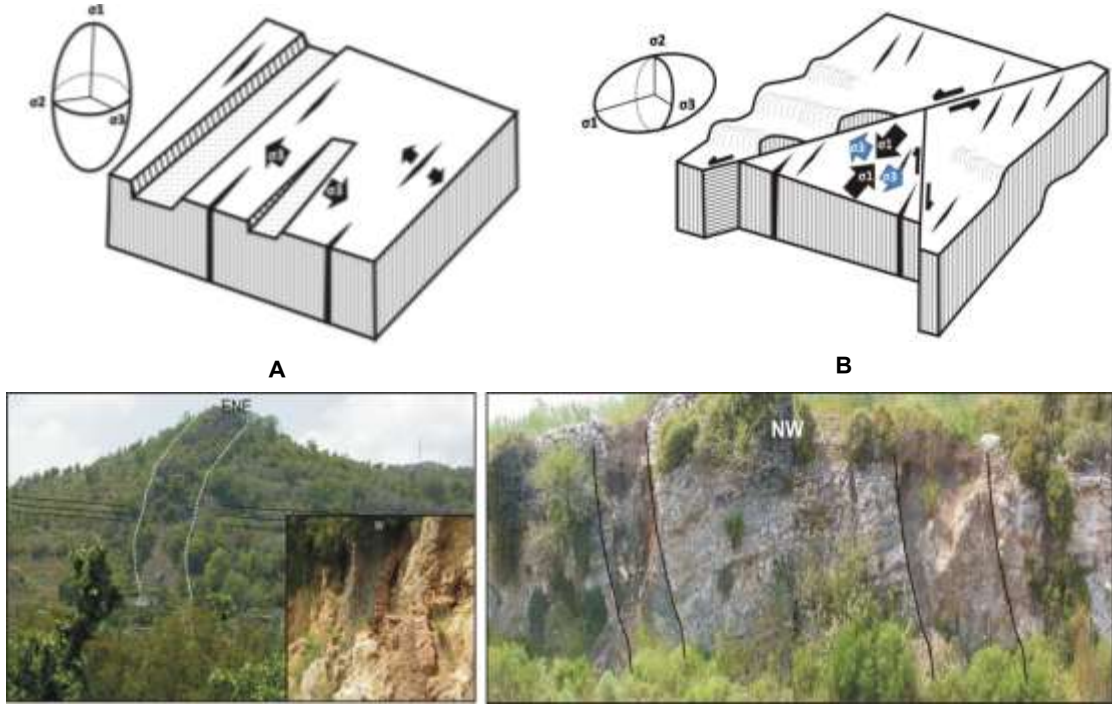


الشكل 6: التوزع الجغرافي لاتجاهات الجدر البازلتية حول نطاق الصدع الشرقي في منطقة البحث (الباحث).

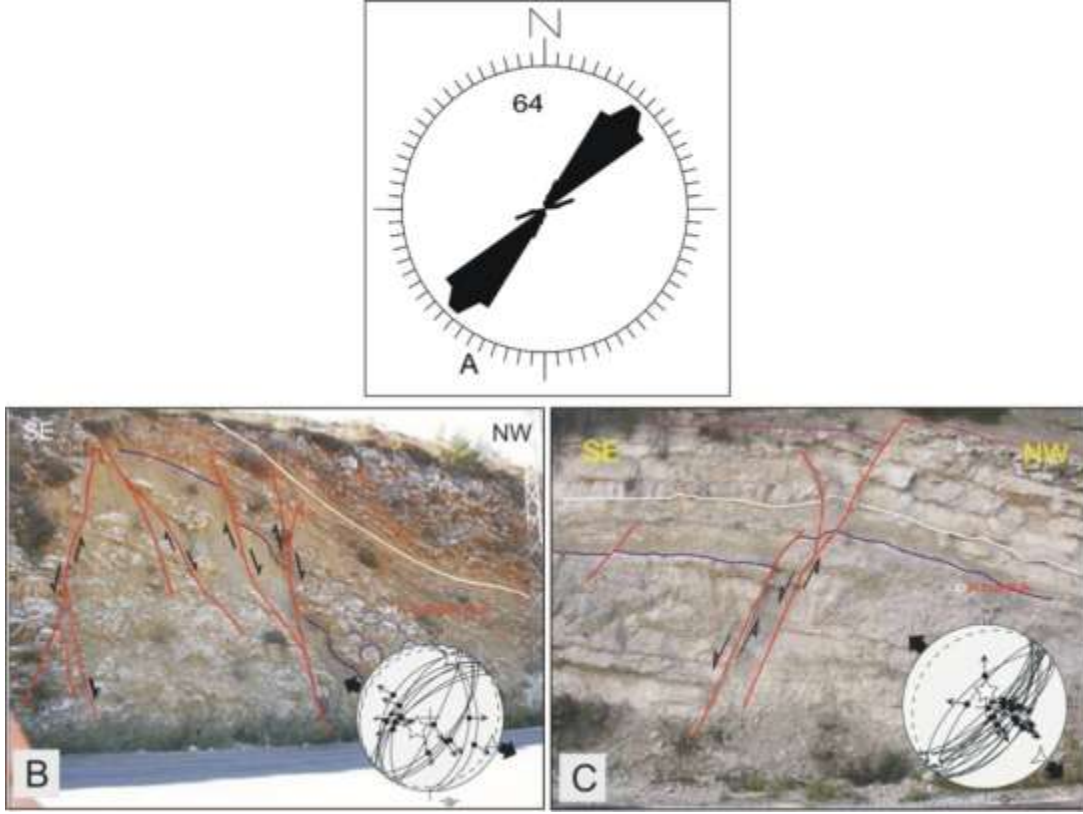
يفسر وجود الاتجاهات الثانوية E-W و NNE-SSW بتشتت حقل الإجهاد و انحرافه في نطاق الصدوع الإزاحية الجانبية الإقليمية وحدود الصفائح التكتونية (Zoback et al. 1987 and 1989)، و أهمها انحراف محور الإجهاد الرئيسي الأعظمي ليصبح معامداً لامتداد الصدع الإزاحي الجانبي.

إن توزع الجدر حسب العمر الجيولوجي يظهر موقعاً وحيداً من عمر الكريتاسي الأسفل (الألبان) وبقية المواقع تعود للبليوسين. إن الموقع العائد لعمر الألبان يتميز بانتهاء الجدار في أعلاه بمستوي بازلي متوضع ضمن رسوبيات الألبان و يبدي في بنيته أشكال وساندية تدل على اندفاع المهل في وسط مائي (بحري)، الأمر الذي يؤكد عمر الألبان لبازلت هذا الموقع. إن الجدر في هذا الموقع مرتبط بحقل إجهاد شدي ( $\sigma_1$  شاقولية)، تكون فيه  $\sigma_3$  أفقية معامدة لاتجاه الجدر (الشكل 7). وذلك كون الكريتاسي الأسفل في السلسلة الساحلية مميز بطور شدي ذي صدوع عادية من NE-SW إلى N070 (الشكل 8)، تكون فيه  $\sigma_3$  باتجاه (N130-N145) حسب (Al-Abdalla 2008) و الذي يتوافق عموماً مع تشكل الجدر في هذا الموقع ضمن حقل الإجهاد الشدي المذكور.

أما المواقع العائدة للبليوسين فهي مرتبطة بحقل إجهاد إزاحي جانبي تكون فيه  $\sigma_1$  أفقية و  $\sigma_3$  أفقية أيضاً، حيث  $\sigma_1$  موافقة لاتجاه الجدر و  $\sigma_3$  معامدة عليها (الشكل B-7). إن ارتباط جدر البليوسين بحقل الإجهاد الإزاحي الجانبي يعود إلى أن زمن البليوسين هو فترة ضغطية على كامل شمال الصفيحة العربية و كان تشكل الصدع المشرقي الإزاحي الجانبي في هذا الزمن أيضاً (Homberg, 2008; Ponikarov, 1966; Giannérini, 1988).



الشكل 7: علاقة محاور الإجهاد الرئيسية في حقل الإجهاد الشدي A و الإزاحي B باتجاهات الجدر البازلتية (Giannérini et al., 1988)، مع أمثلة من منطقة البحث؛ إلى اليمين جدر بازلتية من عمر البليوسين متشكلة في حقل إجهاد إزاحي جانبي في قرية خربة الفرس و إلى اليسار جدر بازلتية من عمر الألبان متشكلة في حقل إجهاد شدي في قرية كرفس.

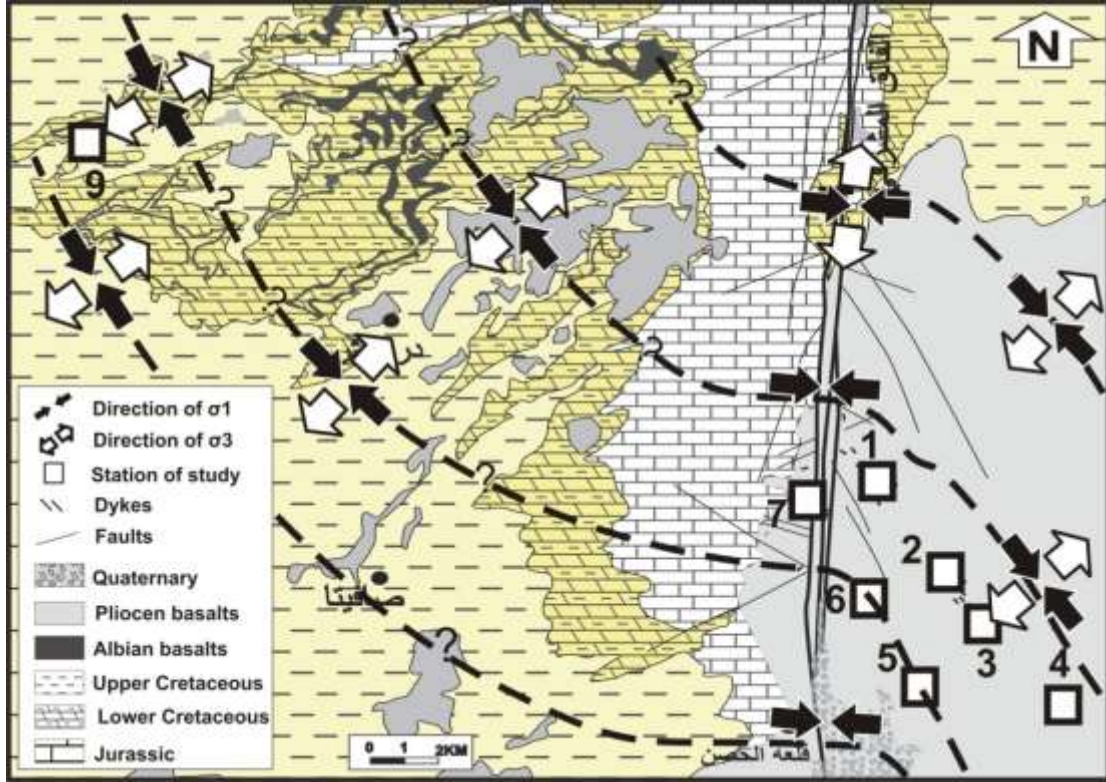


الشكل 8: الطور الشدي من عمر الكريتاسي الأسفل في السلسلة الساحلية حسب Al-Abdalla 2008. A- وردة اتجاه الصدوع العادية المرافقة للترسيب من عمر الألبان في السلسلة الساحلية. B و C - صدوع مرافقة للترسيب في القموس و درداره على التوالي مع اتجاه الشد المرافق لهما.

اعتماداً على كل التحليل السابق، يمكن القول إن اتجاه الجدر البازلتية و توزعها في منطقة البحث يحدد حقل الإجهاد الإزاحي الجانبي المعاصر لخروج المهل في نطاق الصدع المشرقي في زمن البليوسين الأسفل (Ponikarov, 1966, Mouty et al. 1992, Sharkov et al., 1994, Lustrino and Sharkov, 2006). يبين الشكل (9) توجه محور الإجهاد الرئيسي الأعظمي  $\sigma_1$  للنظام الإزاحي الجانبي في المنطقة المدروسة. والجدير بالملاحظة أن هذا الحقل غير متجانس على كامل المنطقة، حيث يبدي انحرافاً هاماً في نطاق الصدع المشرقي تماماً و ذلك من اتجاه NW-SE في شرق الصدع ليصبح ذا اتجاه E-W، أي يصبح الضغط الرئيسي الأعظمي معامداً لامتداد الصدع المشرقي، ثم يعود ليأخذ اتجاهه العام NW-SE في غرب الصدع. إن إعادة التوجه والانحراف في حقل الإجهاد الإزاحي الملاحظ في جنوب السلسلة الساحلية قد تمت ملاحظته في شمال السلسلة الساحلية من قبل (Al Abdalla 2008) و ذلك بناءً على تحليل البنيات التكرسية و بشكل خاص الصدوع وقد أعطي هذا الحقل الإزاحي عمر الميوسين الأعلى-البليوسين الأسفل بناءً على قرائن ستراغرافية مرتبطة بنهوض وطي السلسلة الساحلية ذي المحور N-S.

أما في هذا البحث فقد تم تأكيد وجود الانحراف في حقل الإجهاد الإزاحي الجانبي المرافق لنشوء الصدع المشرقي في جنوب السلسلة الساحلية وتم أيضاً إعطاء عمر البليوسين لهذا الحقل بناءً على عمر المهل المخترجة من نطاق الصدع المشرقي، ويمكننا القول إن نهوض السلسلة الساحلية في قسمها الجنوبي على الأقل كان معاصراً

لاختراج المهمل ضمن نفس حقل الإجهاد الإزاحي الجانبي. وقد يكون توجه هذا الحقل مستمراً حتى الوقت الحالي، الأمر الذي يحتاج تأكيده إلى دراسة ميكانيك البؤر الزلزالية للزلازل التي تحدث في نطاق الصدع المشرقي.



الشكل 9: توجه  $\sigma_1$  في حقل الإجهاد الإزاحي الجانبي المعاصر لتشكّل الجدر البازلتية البليوسينية في منطقة البحث.

### الاستنتاجات والتوصيات:

إن دراسة المؤشرات التكتونية لتوجه الجدر البازلتية في جنوب السلسلة الساحلية السورية خلّصت إلى النتائج الآتية:

- 1- تراوحت الجدر في اتجاهاتها من E-W إلى N-S مع اتجاه أعظمي  $N^{130} - N^{145}$ .
- 2- تبدي الجدر انحرافاً هاماً في توجهها في نطاق الصدع المشرقي حيث تصبح E-W.
- 3- معظم الجدر ذات منشأ مرتبط بحقل إجهاد إزاحي جانبي من عمر البليوسين وبعضها مرتبط بحوادث تكتونية شديدة من عمر الكريتاسي الأسفل.
- 4- إن اتجاه  $\sigma_1$  في حقل الإجهاد الإزاحي NW-SE، المرافق لنشوء هذه الجدر و لنشوء الصدع المشرقي هو من عمر البليوسين (4.4-5.4 مليون سنة).

يوصي البحث بما يأتي:

- 1- تحديد العمر المطلق لأعمار الصخور البازلتية بشكل دقيق لما فيه من أهمية في تحديد عمر الحركات التكتونية بشكل أفضل.
- 2- دراسة ميكانيك البؤر الزلزالية للزلازل التي تقع على طول نطاق الصدع المشرقي في سورية لتحديد حقل الإجهاد الحالي.

- 3- ربط المعطيات التكتونية والبازلتية على كامل الصفيحة العربية في سوريا لإعطاء أعمار دقيقة للأطوار التكتونية خصوصا في دور النيوجين.
- 4- إجراء دراسة حقلية للشكل الهندسي للجدر البازلتية وبنيتها الداخلية.

### المراجع:

- 1-AL ABDALLA, A. *Evolution Tectonique de la Plate-forme Arabe en Syrie depuis le Mésozoïque*. Thèse Doct. Université de Paris6. (2008),302p.
- 2-AL ABDALLA, A.; MATAR, A. ; MULLER, C. *Tectonic evolution of NW Syria*. MEBE Meeting, Levant Groupe. 14-15 December 2006, Paris.
- 3-ANDERSON, A. *The Dynamics of Faulting and Dyke Formation with Application to Britain*, Oliver and Boyd, Edinburgh, 1942, 206 p.
- 4-ANGELIER; J. AND BERGERAT; F. *Systèmes de contrainte en extension intracontinentale*. Bull. Centr. Rech. Expl. Prod. Elf-Aquitaine. 1983,7, p.137-147.
- 5-BOSWORTH, W., AND STRECKER, M. R. *Stress Field Changes in the Afro-Arabian Rift System during the Miocene to Recent Period*. Tectonophysics, 1997,278, p.47-62.
- 6-BREW, G.; BARAZANGI, M.; AL-MALEH, A. K; AND SAWAF, T. *Tectonic and Geologic Evolution of Syria*. GeoArabia, 2001b. 6, 4. p.573-616.
- 7-BREW, G.,J; BARAZANGI M.; SAWAF T.; AL-IMAM A. AND ZAZA T. *Structure and tectonic development of the Dead Sea Fault System and Ghab Basin in Syria*. Journal of the Geological Society, London, 2001a, 158, p.665-647.
- 8-FERAUD, G.; GIANNERINI, G.; CAMPREDON, R. *Dyke swarms as paleostress indicators in areas adjacent to continental collision zones: examples from the European and northwest Arabian plates*. In H.C Halls, Fahring, W.F. (Eds), Mafic dyke swarms. Geological Association of Canada, special paper, 1987, p 237-278.
- 9-FISKE, R.F AND JACKSON, E.D. *Orientation and growth of Hawaiian volcanic rifts: the effect of regional structure and gravitational stresses*. Proc. Roy. Soc. Lond., Series A, 1972, 329, 299-326.
- 10-GIANNERINI; G.; CAMPREDON, R.; FERAUD, G. and ABO ZAKHEM B. *Déformations intraplaques et volcanisme associé : exemple de la plaque arabe au Cénozoïque*. Bull. Soc. Géol., 1988, 6, p.937-947.
- 11-GILBERT, F, and ROBERT, C. *Geochronological and structural study of tertiary and quaternary dikes in southern france and sardinia: An example of the utilization of dike swarms as paleostress indicators*, Tectonophysics. V. 98, Issues 3-4, 10, 1983, P 297-325
- 12-GOMEZ, F.; KHAWLIE, M.; TABET, C.; DARKAL, A. N.; KHAIR, K. and BARAZANGI, M. *Neotectonics of the northern Dead Sea fault system in Lebanon and Syria based on SAR imagery and high resolution DEM data*. Earth Planet. Sci. Lett., 2006, 241, p.913-931.
- 13-GOMEZ, F.; RADWAN, Y.; LAYYOUS, I.; DARKAL, A.; DARAWCHEH, R.; MEGRHRAOUI, M.; AL GHAZZI, R.; BARAZANGI, M. *Late Cenozoic and active transpression along the Dead Sea fault in northwestern Syria*. Tectonophysics Eos Trans, AGU, 2004, 85(47), p.17-26.
- 14-HOMBERG, C.; BARRIER, E.; MROUEH, M.; HAMDAN, W.; HIGAZI, F., *New age constraints on the Cenozoic development of the Lebanese structures, central Dead Sea transform*. 2008, Geology.

- 15-LUSTRINO, M. AND SHARKOV E.V. *Neogene volcanic activity of western Syria and its relationship with Arabian plate kinematics*. Journal of Geodynamics, 2006; 42, p.115-139.
- 16-MATAR A. *Contribution a l'étude sismotectonique de la Syrie (Alghab)*. Mémoire de thèse, Univ.J.Fourier, Grenoble 1, 1990; 216 p.
- 17-MATAR; A. AND MASCLE G. *Cinématique de la faille du Levant au Nord de la Syrie: analyse microtectonique du fosse' d'Alghab*. Geodin. Acta., 1993, 6, 3, p.153–160.
- 18-MC CLUSKY, S.; REILINGER, R.; MAHMOUD, S.; BEN SARI, D. AND TEALEB A. *GPS constraints on Africa (Nubia) and Arabia plate motions*, Geophys. J. Int., 155, 2003,p.126– 138.
- 19-MOUTY, M.; DELALOYE, M.; FONTIGNIE, D.; PISKIN, O. AND WAGNER, J.J. *The volcanic activity in Syria and Lebanon between Jurassic and Actual*. Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen, 1992, 72, 1, p.91-105.
- 20-PONIKAROV, L. *Geological Maps of Syria (Lattakia and Hama sheet)*, scale 1\200000. Damascus ,1966.
- 21-QUENNEL, A.M. *Evolution of the dead sea rift: A review*. In: A.M. Abed and H.M. Khaled (Editors), *Geology of Jordan*. Proc. Jordanian Geol Soc. Conf., 1st (Amman), 1983, p.460-482.
- 22-QUENNEL, A.M. *The structural and geomorphic evolution of the Dead Sea Rift*. Q. J. Geol. Soc. London, 1958, 114, p.1-24.
- 23-SALEL, J.F *Tectonique de chevauchement et inversion dans la chaîne des Palmyrides et le Graben de l'Euphrate (Syrie) ; conséquence sur l'évolution de la plaque arabe*. Mémoire de thèse à l'université de Montpellier 2. 1993; 288p.
- 24-SHARKOV E.V., CHERNYSHEV I.V., DEVYATKIN E.V., DODONOV A.E., IVANENKO, V.V.; KARPENKO, M.I.; LEONOV, Y.G.; NOVIKOV, V.M.; HANNA, S. AND KHATIB, K. *Geochronology of late Cenozoic basalts in western Syria*, Petrology, 1994, 2, p.385-394.
- 25-WALLEY, C.D. *Some outstanding issues in the geology of Lebanon and their importance in the tectonic evolution of the Levant region*. Tectonophysics, 1994, 298.
- 26-ZANCHI, A.; COSTA, G.P.; DARKAL, A.N. *Paleostress analyses in NW Syria: constraints on the Cenozoic evolution of the Northwestern margin of the Arabian plate*. Tectonophysics, 2002, 357, p.255-278.
- 27- ZOBACK, M.L.; ZOBACK, M.D.; ADAMS, J.; ASSUMPPCAO, M.; BELL, S.; BERGMAN, E.A.; BLUMLING, P.; BRERETON, N.R.; DENHAM, D.; DING, J.; FICHS, K.; GAY, N.; GREGERSEN, S.; GUPTA, H.K.; GVISHINANI, A.; JACOB, K.; KLEIN, R.; KNOLL, P.; MAGEE, M.; MERCIER, J.L.; MULLER, B.C.; PAQUIN, C.; RAJENDRAN, K.; STEPHANSSON, O.; SUAREZ, G.; SUTER, M.; UDIAS, A.; XU, Z.H.; ZHIZHIN, M. *Global pattern of tectonics stress*. 1989, Nature, 341, p.291-298.
- 28-ZOBACK, M.D.; ZOBACK, M.L.; MOUNT, V.S.; SUPPE, J.; EATON, J.P.; HEALY, J.H.; OPPENHEIMER, D.; REASENBERG, P.; JONES, L.; RALEIGH, C.B.; WONG, I.G.; SCOTTI, O.; WENTWORTH, C. *New evidence for the state of stress on the San Andreas Fault system* 1987, Science, 238, 1105-1111.