التَّطور التِكْتُونِي لحزام الطي والدَّسر بوادي فاطمة، الجزء الأوسط الغربي من الدِّرع العربي، المملكة العربية السُّعُوديَّة

ماجد مُحَمَّد أحمد الجَبَلِي

إشراف.:د /زكريا هميمي ,

د /مُحَمَّد بن إبراهيم مَتْسَاه

الملخص العربي

يُعَدُّ حزام طَي ودَسْر وادي فاطمة واحدًا من الأحزمة المُمَيَّزَة في الدِّرْع العربيِّ. ويتألف هذا الحزام من تتابع مجموعة فاطمة الرُّسُوبي ضعيف التَّحول، الذي يَقل سُمْكه في اتجاه الأرض الأمامية، والذي تَمَّ ترسيبه فوق مجموعةِ صخور القاعدة المُتحولة والنارية، المُتَمَثِّلة بصخور النايس والأمفيبولايت (نارية النَّشأة)، وصخور الشِّسْت (نارية ورسوبية النَّشأة)، وصخور الجرانيت القديمة (773± 16 مليون سنة)، وصخور الجرانيت الحديثة. وتحتوي صخور الشِّسْت على كُتَلٍ مُتباينةِ الأشكال وصغيرة الأحجام، لا يُمكن إسقاطها على الخريطة الجيولوجية، من: الرُّخَام، والهورنبلنديت، والجابرو المُتحول، وخصائص هذه الوحدات الصخرية ربما تعكس طبيعتها الأفيوليتية. وتُظْهر مجموعة صخور القاعدة بنيويات جيولوجية (تراكيب جيولوجية)، مثل: الطَّيات الضيقة مُتماثلة الميل، والمفاصل المشوهة، والتورقات المُنتشرة باتجاه شمال شرق-جنوب غرب، والخطيات المعدنية والمُستطيلة شبه الأفقية، وجُلُّ هذه البنيويات ناجمة عن مرحلة قص يمينية أثَّرَتْ على وادي فاطمة خلال النيوبروتيروزوي (البريكامبري المُتأخر). وتتمثل أنماط التَّشَوُّه بحزام طَي ودَسْر وادي فاطمة بعملية الطي الانزلاقي-الانثنائي (الانحنائي)، التي أدت إلى تكوين أشكال جيولوجية مُحدبة ومُقعرة مِيزُوسكُوبية وخرائطية المقياس، وهذه الأشكال مقلوبة وغاطسة (مُنسابة) في اتجاه شمال شرق وشرق شمال شرق.. وتتضمن أنماط التَّشَوُّه أيضًا نظام دَسْري مُزدوج، مُحَدَّد بصدعٍ دَسْريٍّ عُلوي وصدع دَسْريٍّ سُفلي، يميلان بزاوية ميل قليلة باتجاه الأرض الخلفية (جهة جنوب شرق إلى جنوب جنوب شرق)، وينتشران لأعلى التتابع الطباقي في اتجاه الأرض الأمامية. وتُنَسَّب مثل هذه الأنماط التشوهية إلى التشوهات الرقيقة الواهنة؛ لأن عملية الدَّسر تَظْهر بجلاء في مجموعة فاطمة، ولا تَظهر بحالٍ من الأحوال في مجموعة صخور القاعدة الموجودة تحتها، على عكس الحال في التشوهات السَّمِيكة التي يتأثر فيها الغطاء الرسوبي وصخور القاعدة بنفس مرحلة التقاصر والضغط، وبالتالي يَظهر فيهما نفس النظام الدَّسْري؛ بسبب تشابه التاريخ التَّشَوُّهِي.

وتُشير العديد من الدلائل الحقلية إلى أن عمليتي الطي والدَّسر مُرتبطتان هندسيًّا وحركيًّا في حزام طَي ودَسْر وادي فاطمة، كما أن عملية الدَّسر في حَدِّ ذاتها ناجمة عن تأثير عملية الطَّي، وهو ما يُعرف باسم "نموذج الطي أولاً". ومن هذه الدلائل، على سبيل المثال لا الحصر: الأشكال الهندسية للطَّيات والصُّدُوع الدَّسْرِيَّة مَكْشَفِيَّة وخرائطية المقاييس، والأنماط الدالة على حركة وانتشار الصُّدُوع الدَّسْرِيَّة وعلى زحزحة مفاصل الطيات خلال نموها ونشوئها. وبالرغم من أنه ليست هُنالك إجابة قاطعة للسؤال المُتعلق بطبيعة عملية التَّشَوُّه، وهل هي تقدمية أو أنها تَمَّتْ في مرحلتين مُتعاقبتين، بمعنى أن عملية الطَّي حدثت في مرحلة وعملية الدَّسْر حدثت في مرحلة أخرى مُنفصلة عنها تمامًا، إلا أن العلاقات الحقلية والبيانات والنتائج المُختلفة التي تَمَّ عرضها في فصول هذه الأطروحة تُؤكد بما لا يدع مجالاً للشك أن عملية التَّشَوُّه من النوع التقدمي المُتنامي.

وتتميز الأنماط الهندسية للصدوع الدَّسْرِيَّة بهيئتها المُنسبطة-المائلة-المُنبسطة. ومثل هذه الهيئة تُعطي في بعض الأحيان انطباعًا بأن هذه الصُّدُوع تشكلت في مرحلتين مُختلفتين؛ حيث تشكلت في المرحلة الأولى القديمة صدوع دَسْرِيَّة موازية للتطبق، وتشكلت في المرحلة الثانية، وهي الأحدث، صدوع دَسْرِيَّة قاطعة لمستويات التطبق. وعلاوةً على ذلك، ففي النطاقات القريبة من صخور معقد القاعدة تبدو الصدوع الدَّسْرِيَّة وكأنها نتاج ظروف تتأرجح في خصائصها من اللَّدِنَة إلى الهَشَّة، وفي النطاقات البعيدة عن صخور معقد القاعدة تَكشف الصدوع الدَّسْرِيَّة الخصائص الهَشَّة لعملية التَّشَوُّه، أما عملية حركة وانتشار الفُرُش الدَّسْرِيَّة نفسها فتتم من خلال عملية النقل الهَش.

ولقد تَبَيَّنَ من الدراسات الحقلية أن قيم ميول مستويات الصدوع الدَّسْرِيَّة باتجاه جنوب شرق إلى جنوب جنوب شرق تتناقص تدريجيا في اتجاه الحركة الدَّسْرِيَّة (الحركة الدفعية أو الاندفاعية) والتي يُقْتَرَح بأنها كانت في اتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب. والدلائل المُؤَكِّدَة لحركة حزام طي ودَسْر وادي فاطمة في هذا الاتجاه مُتعددة، منها: الخطيات الممطوطة في اتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب والتي يُمكن مشاهدتها بسهولةٍ ويسرٍ على مُستويات الصُّدُوع الدَّسْرِيَّة، وتمايل الطيات المقلوبة في اتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب، وتناقص شدة التَّشَوُّه والتراكب الدَّسْري من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي؛ بمعنى، من الأرض الخلفية إلى الأرض الأمامية. ويتوافق مُتجه الحركة التكتونية مع الاتجاه العام للخدوش الناتجة عن انزلاق مُستويات التطبق فوق بعضها البعض خلال مرحلة الطَّي، ويَكُون هذا المُتجه: شمال 25 درجة غرب-جنوب 25 درجة شرق. وتُشير علاقات التراكيب والتقاطع بين الخطيات الممطوطة، شائعة الوجود في منطقة الدراسة والمُمتدة باتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب، والخطيات الممطوطة نادرة التواجد والمُمتدة باتجاه غرب جنوب غرب، إلى تأثر حزام طَي ودَسْر وادي فاطمة بحركةٍ تكتونيةٍ في اتجاه غرب جنوب غرب، وذلك في فترةٍ سابقةٍ من تأثره بالحركة التَّكْتُونِيَّة الرئيسة في اتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب.

وقد تم اقتراح نموذجين تِكْتُونِيين؛ لِتبيان التاريخ البنائي (التاريخ التركيبي) لمنطقة الدراسة، ولتوضيح التطور التِّكْتُونِي لحزام الطَّي والدَّسْر بالمنطقة، والذي يُعتبر واحدًا من أروع وأظهر الأحزمة على مُستوى العالم. ويَفترض النموذج الأول تطور المنطقة بدءًا من عملية قص يمينية مُصاحبة لمرحلة الالتقاء الأولي بين شرق وغرب جندوانا، مرورًا بعملية تداخل صخور الجرانيت القديمة خلال فترة من الاسترخاء انتابت القشرة الأرضية، وعملية تمدد في اتجاه شمال شمال غرب-جنوب جنوب شرق وانبثاق حُشُود من الجُدَد (القواطع)، وعملية تداخل لصخور الجرانيت الحديثة، وعملية ترسيب لمجموعة فاطمة فوقَ سطحٍ مُسْتَوٍ قديم، وعملية تقاصر وتضاغط مُوازية للطبقات، وعملية طي وانغلاق وانقلاب للطيات، وعملية دَسْر، وعملية تقاصر وتضاغط في اتجاه شمال شرق-جنوب غرب (إلى شمال شمال شرق-جنوب جنوب غرب)، وانتهاءً بمرحلة انحدار جهة الشمال الشرقي أثناء مرحلة تَخَدُّد وفَتْق البحر الأحمر (؟). أما النموذج الثاني فَيَفْتَرِح وجود مُسطحات مائلة (صدوع عادية سابقة التشكيل) في اتجاه شمال غرب إلى شمال شمال غرب في صخور مُعقد القاعدة، وهذه المُسطحات كان لها دورٌ مُهمٌّ وتأثيرٌ قويٌّ على مجموعة فاطمة التي تَطَوَّرَتْ في هذه الحالة من خلال عملية الانهيار الثقلي بفعل الجاذبية الأرضية.

TECTONIC EVOLUTION OF WADI FATIMA FOLD-THRUST BELT, WEST-CENTRAL PART OF THE ARABIAN SHIELD, SAUDI ARABIA

Majid Mohammed Ahmed Al-Gabali

***Supervisors*: Prof. Zakaria Hamimi, Dr. Mohammed Ibrahim Matsah.**

ABSTRACT

Wadi Fatima fold-thrust (FAT) belt is a distinctive foreland FAT belt involving unmetamorphosed to slightly metamorphosed sedimentary sequence of Fatima Group, whose thickness decreases towards the foreland, deposited over a metamorphic/igneous basement, comprising gneisses, ortho-amphibolites, ortho- and para-schists (with chaotic unmappable blocks of marbles, hornblendite and metagabbros), older granite (773±16 Ma) and younger granite. The basement displays structural fabrics, such as attenuated tight isoclinal folds, sheared-out hinges, NE-SW penetrative foliation and subhorizontal stretched and mineral lineations, related to an oldest prominent dextral shearing phase affected the main Wadi Fatima during the Neoproterozoic. In Wadi Fatima FAT belt, the style of deformation encompasses flexural-slip folding forming mesoscopic- and map-scales NE to ENE plunging overturned antiforms and synforms, and a thrust duplex system bounded by floor thrust and sole thrust (basal detachment) dipping gently towards the hinterland (SE to SSE direction) and rises stratigraphically upwards towards the foreland. Such style is affiliated to thin-skinned deformation, for the reason that thrusting involves only Fatima Group, whereas the underlying basement remains unaffected by thrusting, opposing to thick-skinned style of basement-involved belts in which both the sedimentary cover and the basement are deformed due to shortening or contraction and affected by the same thrust system and history of deformation.

Several lines of evidence, for instance geometry of interacting outcrop- and map-scale folds and thrusts, patterns of thrust displacement variations and indications for hinge migration during fold growth, strongly suggest that folding and thrusting in Wadi Fatima FAT belt are geometrically and kinematically linked and that thrusting initiated as a consequence of folding (fold-first kinematics). Although, the question of whether deformation was progressive or two-phase in character, or in other word whether folding and thrusting were formed during one phase or two distinct phases of deformation, remains unanswered, the data presented in this thesis attested a progressive deformation model.

Thrusts frequently show flat-ramp-flat geometry, and every so often give an impression that they were formed during two main sub-stages; an older sub-stage during which bedding sub-parallel thrusts were formed, and a younger sub-stage which generated younger ramps oblique to bedding. Moreover, close to the basement, thrusts seem to develop under ductile to brittle conditions and those located away from the contact were deformed under brittle conditions, and thrust sheets themselves may be transported by brittle translation. Thrust ramps with SE to SSE dipping regularly show sequential decrease in dip or inclination (due to piggy-back imbrication) into their transport direction which is proposed to be towards NW to NNW. Evidence indicating this transport direction of Wadi Fatima FAT belt embrace NW to NNW oriented stretching lineations recorded along thrust planes, NW to NNW folding vergence, and diminishing of the intensity of deformation and thrust stacking and imbrication from SE or SSE to NW or NNW; i.e. from hinterland to foreland. The tectonic transport vector is in congruent with the mean orientation of slickenline striae formed by layer-parallel slipping along folded bedding planes, which is found to be $N25^{O}W–S25^{O}E$. Overprinting of the widespread NW to NNW stretching lineations to the infrequent WSW stretching lineations reveals that Wadi Fatima FAT belt underwent a WSW transportation pre-dating the main transportation towards the NW to NNW direction.

Two tectonic models or scenarios are proposed to elucidate the structural history of the study area and to illustrate the tectonic evolution of Wadi Fatima FAT belt which represents one of interesting foreland FAT belts recorded worldwide. In the first model, the area was evolved from dextral shearing during the early convergence and amalgamation between East and West Gondwana, to emplacement of the older granite during a period of crustal cessation and relaxation, NNW-SSE extension and extrusion of dyke swarms, emplacement of younger granite, deposition of Fatima Group over an ancient peneplain, layer parallel shortening, folding and fold tightening and overturning, thrusting, NE-SW (to NNE-SSW) shortening, and eventually NE tilting accompanied with Red Sea rifting (?). The second model suggests the presence of basement ramps (pre-existing normal faults), with NW to NNW dipping, have a strong effect on overlying Fatima Group which was evolved throughout gravitational, soft-sediment slumping and deformation.