التَّطَوُّر البِنَائِي لمنطقةِ وادي يبَا، جنوب الدِّرْع العَرَبِي، المملكة العربيَّة السُّعُودِيَّة

إعداد

غازي بن علي بن حسن كَـــــتُّو

بإشراف

د/ زكريا السيد عبدالله هميمي - د/مُحَمد كَامل الشَافعي

مُستخلص

تقع منطقة وادي يبَا في الجزء الجنوبي الغربي من الدِّرْع العربيِّ بالمملكة العربية السُّعُودِيَّة بين دائرتي عرض``00 `11 °19، ``00 `24 °19 شمالاً، وخطي طُول ``00 `42 °41، °41 ``00 `48 شرقًا، ويُمكن الوصول إليها عن طريق جِدَّة- جَازَان الإسفلتي، وصولاً إلى مدينة المَجَارِدَة التي تَبْعُد عن وادي يبَا حوالي ٢٠ كيلومترًا، وتبلغ المسافة من مدينة جِدَّة إلى مدينة المَجَارِدَة نحو ٤٨٠ كيلومترًا. وقد أثبتت الدراسات الحقلية، والخريطة الجيولوجية التي تَمَّ إعدادها لهذه المنطقة بمقياسِ رسمٍ ١ : ٤٠،٠٠٠ ، أنَّ صُخُور مُعَقَّد القاعدة التابعة لحركة التَّجَبُّل الأفريقية يُمكن تصنيفها إلى أربعِ وحداتٍ رئيسةٍ، هي: البُركانيات المُتحولة، ومجموعة عَبْلَة (مجموعة عَبْلاء)، و"الجرانيتات المُتزامنة تِكْتُونِيًّا"، و"الجرانيتات-بعد التِّكْتُونِيَّة". وتَتمثل مجموعة عَبْلَة في منطقةِ الدراسةِ بوحداتٍ فُتاتيةٍ مُتحولةٍ ورُخام. وتَبَيَّنَ من خلال دراسة العناصر البنائية (التراكيب الجيولوجية)، وعلاقتها المُتراكبة Overprinting relations، أنَّ الصُّخُور المُنكشفة بالمنطقة تَطَوَّرَتْ تِكْتُونِيًّا خلال النيوبروتيروزوي؛ نتيجةً لتعرضها - على الأقل- لثلاث مراحل مُتعاقبة ومُتتالية من مراحل التَّشَوُّه. والتي نَجَمَ عنها تأثير مرحلة التَّشَوُّه الأُولى تشكيل طيات مُتماثلة الميل فيما بين التَّوَرُّقَات الصَّخرية الخاصة بهذه المرحلة، بالإضافة إلى تشكيل بعض الخطيات المَعدنية التي تَبْدُو مُوازيةً لمحاور طيات المرحلة الأُولى. وتُعْزَى مرحلة التَّشَوُّه الأُولى إلى عملية تقاصر وتضاغط من اتجاه الشَّرق والغرب (إلى شرق شمال شرق-غرب جنوب غرب) أثناء الالتقاء والتَّدَرُّز الأوَّلِي Early suturing بين شرق وغرب جوندوانا. وعلى عكس مرحلة التَّشَوُّه الأُولى، فإنَّ العناصر البنائية الناجمة عن مرحلة التَّشَوُّه الثانية تُشِير إلى أنَّ النِّظام التِّكْتُونِي السائد خلالها نظام "انزلاجي- انضغاطي" Transpression، حيث تأثرت الصخور بمركبتين في آنٍ واحدٍ؛ إحداهما مركبة الدَّسْر (الدَّفع-الاندفاع) Thrusting، والأخرى مركبة القَصّ Shearing، وفي نفس الوقت تُوكد دلائل الحركة (مثل: الخطيات الممطوطة، والتَّوَرُّقات من نوع S-C، والانَسجةُ القَصِّيَّة غير المُتماثلة Asymmetric shear fabrics والتَّوَرُّقَات الميلونيتية المُصاحبة لها، والصُّدُوع الدَّسْرِيَّة المُزدوجة) أنَّ انتشار وحركة الصُّدُوع الدَّسْرِيَّة أثناء حركة التَّجَبُّل الأفريقية، (اتجاه الدَّسْر) كان في اتجاه الغرب (أو غرب جنوب غرب). وتُعتبر الصُّدُوع الدَّسْرِيَّة بمنطقة وادي يبَا في حَدِّ ذَاتِها، والتي تَتَشَكَّل بصورةٍ مُتتاليةٍ In-sequence في حوائط القدم Footwalls بالنسبةِ لبعضها البعض، وكذا الطَّيات الدَّسْرِيَّة المقلوبة المُصاحبة لها، من الدلائل الأخرى المُؤَكِّدَة لاتجاهِ الدَّسْر بالمنطقة، والمُؤَيِّدَة لحقيقةِ أنَّ نظام الإجهاد السائد خلال مرحلة التَّشَوُّه الثانية كان نظامًا تضاغطيًّا. ويتماشى اتجاه الدَّسْر بالمنطقة مع النتائج التي تَمَّ التوصل إليها في مناطق أخرى بالدِّرْع

العربيِّ-النُّوبيِّ، والتي تُؤكد جميعها أنَّ الدِّرْع كان مُتواجدًا فيما بين شرق جوندوانا وغربها أثناء عملية التَّدَرُّز Suturing والالتقاء Convergence والاندماج Amalgamation بين هاتين الكُتلتين العظيمتين، وإزاء هذا تَعَرَّضَ الدِّرْعُ العربيُّ-النُّوبيُّ لمرحلةِ ضغطٍ وتقاصرٍ هائلةٍ.

ويُعَدُّ نطاق قَصّ وادي يبَا من العناصر البنائية المُلْفِتَة للنَّظَر بمنطقةِ الدراسةِ، والتي يُمكن مُلاحظتها على صور الأقمار الصناعية. ويُمكن تنسيب هذا النِّطاق إلى نطاقاتِ القَصِّ الهَشَّة-اللَّدِنَة المُتَّجِهَة شمال-جنوب، والمُتواجدة بمقاييس مُختلفة في الدِّرع العَربي-النُّوبي.. وقد تَشَكَّلَ هذا النطاق في النيوبروتيروزوي المُتأخر خلال مرحلة الانزلاج- الانضغاطي الإقليمية الثانية، وصاحبه عملية قَصّ يمينية الإزاحة، أمكن الاستدلال على وجهتها من خلال مجموعة من دلائلِ القَصّ. وتتوافق عملية القَصّ اليمينية في نطاق قص وادي يبَا مع النمط السيجماوي Sigmoidal pattern الذي يَظهر بجلاء على الصُّور الفضائية؛ وفي هذا إشارة إلى عمومية هذا النمط اليميني بمنطقة وادي يبَا والنطاقات المُتاخمة لها. وإذا كانت عملية القَصّ قد أدَّتْ إلى تشكيل نطاق القَصّ الرئيس بالمنطقة، فإنها في نفس الوقت كانت سَبَبًا جوهريًّا في تشكيلِ الطَّيات القَصِّيَّة التي تَظهر بدرجاتِ وضوح مُختلفة على الصُّور الفضائية، فضلاً عن تشكيلِ عددٍ آخر من نطاقاتِ القَصّ الصغيرة التي لا يُمكن اسقاطها على الخريطة الجيولوجية. وتُبرهن العَلاقات الحقلية أنَّ تداخل الجرانيتات المُتزامنة تِكْتُونِيًّا قد حَدَثَ أثناء مرحلة التَّشَوُّه الثانية، خلال الفترة الزمنية فيما بين عمليتي الدَّسْر والقَصّ؛ وذلك لِشَغْلِ وتعويض المكان الناشئ عن حركة وانتشار الصُّدُوع الدَّسْرِيَّة باتجاه الغرب (إلى غرب جنوب غرب).. ومن أمثلة هذه العَلاقات: عدم ظهور طيات مرحلة التَّشَوُّه الأُولى في الجرانيتات المُتزامنة تِكْتُونِيًّا، وفي نفس الوقت ظهور الخَطِّيَّات المُجَعَّدَة واللَّيَّات الشَّرائطية المُمَيِّزَة لمرحلة التَّشَوُّه الثالثة، وتداخل الجرانيتات المُتزامنة تِكْتُونِيًّا في الصُّخُور المُحِيطَة بها، والقَصّ Shearing والمَلْنَتَة Mylonitization الواضحين في الجرانيتات.

ويُختَتَم التاريخ التِّكْتُونِي والتَّشَوُّهي في منطقة الدراسة بمرحلةِ التَّشَوُّه الثالثة، التي نَتَجَ عنها تشكيل طيَّات مَفتوحة وخَطِّيَّات مُجَعَّدَة ولَيَّات شرائطية، تتراكب جميعُها على العناصرِ البنائيةِ المُمَيِّزَة لمرحلتي التَّشَوُّه الأُولى والثانية. وتَنساب محاور طيات المرحلة الثالثة بزوايا مُتوسطة وحادة في اتجاهات الشَّرق، وشرق شمال شرق، وشرق جنوب شرق.

وتُضِيف النتائج التي تَمَّ التوصل إليها من دراسة الوضع التِّكْتُونِي والتَّطَوُّر البنائي لمنطقة وادي يبَا الكثير من المفاهيم والرُّؤَى التي تُعَدُّ تدعيمًا للنتائج التي خَلُصَتْ إليها الدراسات السابقة على مناطق مُختلفة من الدِّرْع العربيِّ-النُّوبي. ولقد لُوحِظَ أنَّ التاريخ التِّكْتُونِي والتَّشَوُّهي لمنطقةِ وادي يبَا يَتوافق توافقًا كاملاً مع الأنموذج التَّطَوُّرِي المُقترح للدِّرْع العربيِّ-النُّوبيِّ، الذي يُمَثِّل الامتداد الشمالي لنطاق شرق أفريقيا التَّجَبُّلِي (الأُورُوجِيني)؛ وإزاء هذا فإنه يُعرف في بعض المراجع والبُحُوث الحديثة باسم "نطاق شرق أفريقيا-القارة القُطبية الجنوبية التَّجَبُّلِي".

STRUCTURAL EVOLUTION OF WADI YIBA AREA, SOUTHERN ARABIAN SHIELD, SAUDI ARABIA

BY
GHAZI ALI H. KATTU

Supervised
Prof. Zakaria A. Hamimi - Dr. Mohamed K. El Shafei

ABSTRACT

Detailed field-structural mapping of the Pan-African basement rocks exposed at Wadi Yiba area, Southwestern Arabian Shield, Saudi Arabia, revealed the presence of four main units; metavolcanics, Ablah Group (metaclastic and marble units) and syn- and post-tectonic granitoids. The exposed rocks are tectonically evolved during the Neoproterozoic throughout, at least, three phases of deformation (D_1, D_2 and D_3). D_1 led to the formation of tight to isoclinal and intrafolial folds (F_1), axial plane foliation (S_1), and mineral and stretching lineations (L_1). This phase resulted from an early E-W (to ENE-WSW) shortening accompanied with the early convergence between East and West Gondwana. D_2 deformation phase progressively overprinted D_1 structures and was dominated by mostly a transpressional tectonic regime and top-to-the-W (to WSW) thrusting under a compressive environment. Stretching lineation trajectories, S-C foliations, asymmetric shear fabrics and related mylonitic foliation, and flat-ramp and duplex geometries are main evidence supporting the proposed Pan-African transport direction. The N- to NNW-orientation of both "in-sequence piggy-back thrusts" and axial planes of minor and major F_2 thrust-related overturned folds is rather solid evidence indicating the same stress trajectories of compressional regime

during the D_2 phase. The W- (to WSW-) propagation of Pan-African thrusting in the study area is consistent with results obtained elsewhere in the Arabian-Nubian Shield (ANS) and being in complete harmony with contraction and shortening associated with terrane amalgamation when ANS squeezed between East and West Gondwana.

Wadi Yiba Shear Zone (WYSZ) is a conspicuous structural fabric related to D_2 phase, and could easily be traced on Landsat images. WYSZ is affiliated to the N-S trending brittle-ductile Late Neoproterozoic Shear Zones in the ANS. Shear sense indicators reveal that shearing during the D_2 regional-scale transpression was dextral (right-handed). Dextral shearing sense is in complete harmony with the mega-scale sigmoidal pattern clearly recognizable on Landsat image; i.e. this structural pattern is penetrative allover the mapped area and environs. The shearing led to the formation of the main shear zone and the associated F_2 shear zone-related folds, as well as the other unmappable shear zones in the deformed rocks. Moreover, emplacement of the syn-tectonic granitoids is likely to have occurred during the D_2 transpressional phase rather than in an extensional tectonic environment. This conclusion is evidenced by: 1) absence of F_1 folds and at the same time presence of F_3 crenulation lineations and kink bands in syn-tectonic granitoids, 2) off-shooting of these granitoids into the enveloping rocks, and 3) intensive degree of shearing and mylonitization. Emplacement of syn-tectonic granitoid took place to accommodate space resulted from thrust propagation.

D_1 and D_2 structures are overprinted by mesoscopic to macroscopic-scale D_3 structures (F_3 folds, L_3 crenulation lineations and kink bands). F_3 folds are frequently open and have steep to subvertical axial planes and axes moderately to steeply plunging towards the E, ENE and ESE directions. The deformational history of Wadi Yiba area is in agreement with the general evolutionary model proposed for the ANS which represents the northern extension of the East African Orogen (EAO) or East African-Antarctic Orogen (EAAO).