تكتونية الصفائح

د. عبد العاطي أحمد الصادق

ساعد التطور التقني الكبير الذي أعقب الحرب العالمية الثانية في التعرف على المناطق المكونة لقاع المحيط وبنياتها تحت السطحية مما أدى إلى اكتشاف طبقة لدنة في الوشاح العلوي أطلق عليها الاثينوسفير (Athenosphere) وهي غلاف واهن لدن ، يطفو فوقه الغلاف الصخري (Lithosphere) الذي يتكون من القشرة الأرضية والرقيقة العليا من الوشاح العلوي . إضافة لذلك توصل العلماء إلى تفسير أفضل للمعطيات المتوفرة من قياسات المغنطيسية القديمة ، تُوِّج كل ذلك بفضل تكاتف العلماء كل في مجال تخصصه (منهم رتكورن ، فاين ، ماثيوس ، ماكنزي ، ويلسون ، إيزاكس ، أولفر ، سايكس) في بلورة نظرية تكتونية الصفائح التي نشرت كنظرية متكاملة في عام ١٩٦٨م.

تمثل نظرية تكتونية الصفائح الإطار أو الوعاء الذي يجمع بين الأوجه الحركية لنظرية اتساع قاع المحيط ونظرية الانجراف القاري وتتلخص فيما يلي :-

١- تكون الغلاف الصخري المعروف بالليثوسفير (Lithosphere) من نوعين من الصفائح ، شكل (١) ، هما :-

* **صفائح صلبة كبيرة :** وتشمل صفيحة أوراسيا القارية ، وصفيحة المحيط الهادي المحيطية ، والصفائح القارية المحيطية المشتملة على صفيحة أفريقيا وصفيحة أمريكا والصفيحة الهندية الاسترالية وصفيحة المتجمد الجنوبي .

* **صفائح صلبة صغيرة :** ومن أمثلتها الصفيحة العربية وصفيحة نازاكا وغيرها .

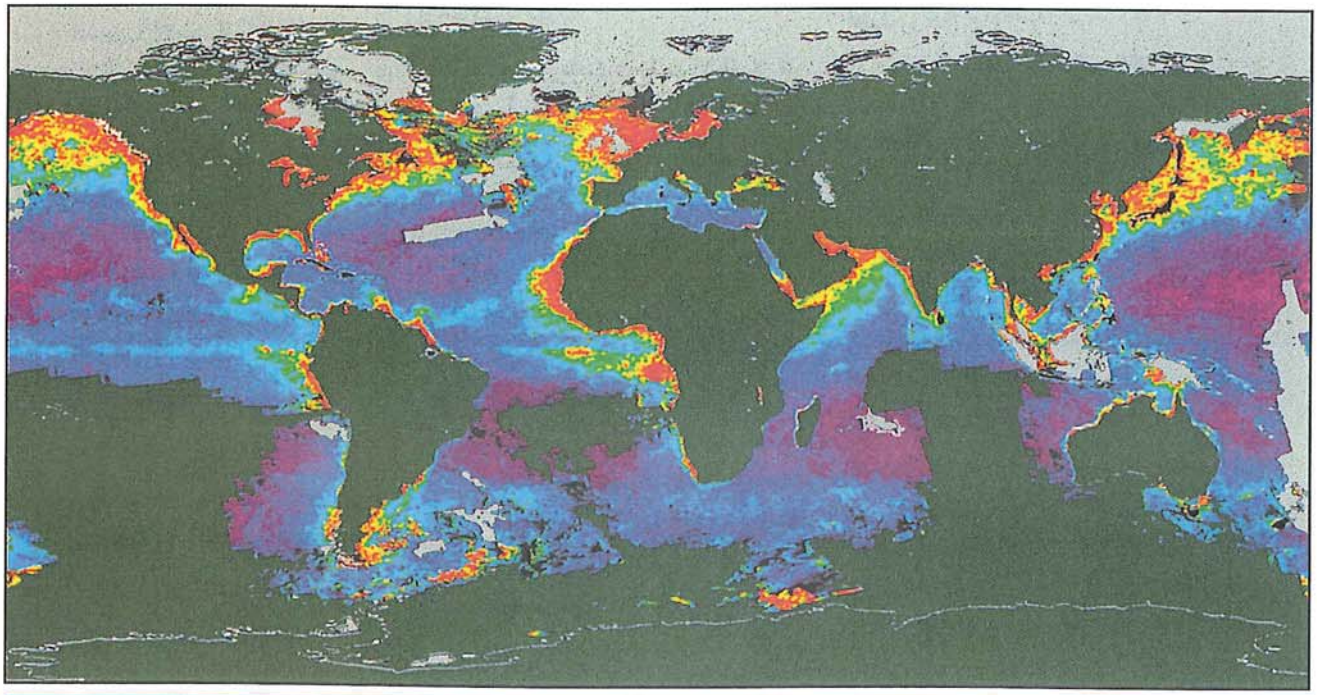
٢- تحرك الصفائح تحركاً تباينياً (Differencial) بابتعاد أو اقتراب بعضها من بعض ، أو انزلاق إحداها بموازاة الأخرى مؤدية إلى تحرك تكتوني داخل القشرة الأرضية ينعكس على سطحها على شكل صدوع وبراكين وزلازل وبناء جبال .

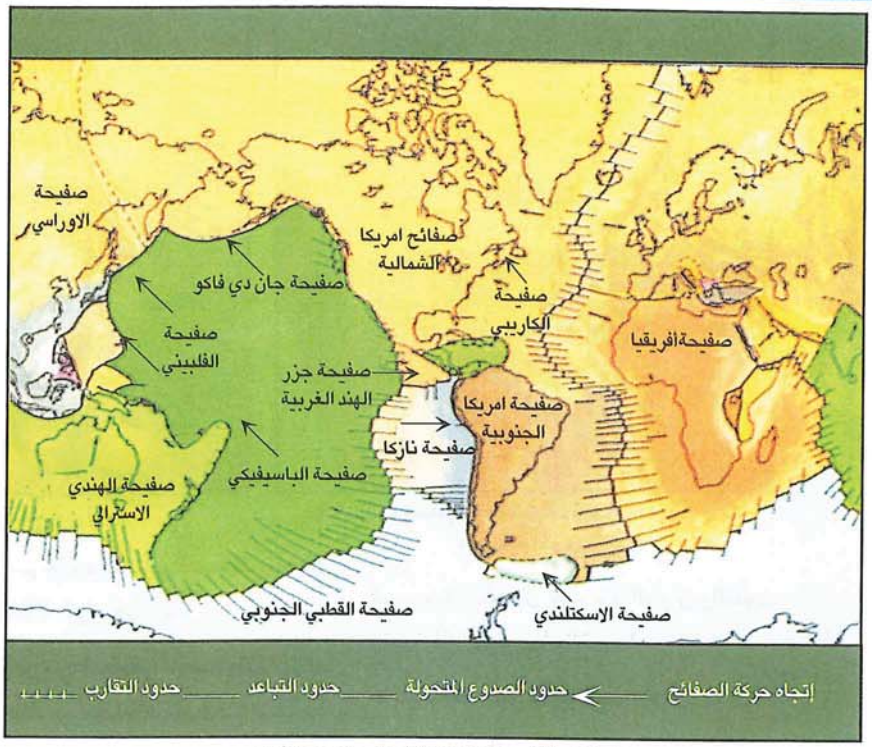
٣- انحصار النشاط الزلزالي والبركاني وأحزمة الجبال في حدود الصفائح بسبب الحركة التباينية بين الصفائح المتجاورة . وذلك يعني أن الصفائح نفسها شبه خالية من الزلازل .

فرضيات نظرية الصفائح

تنحصر الفرضيات الخاصة بنظرية تكتونية الصفائح فيما يلي :-

الفرضية الأولى : قبول نظرية اتساع قاع



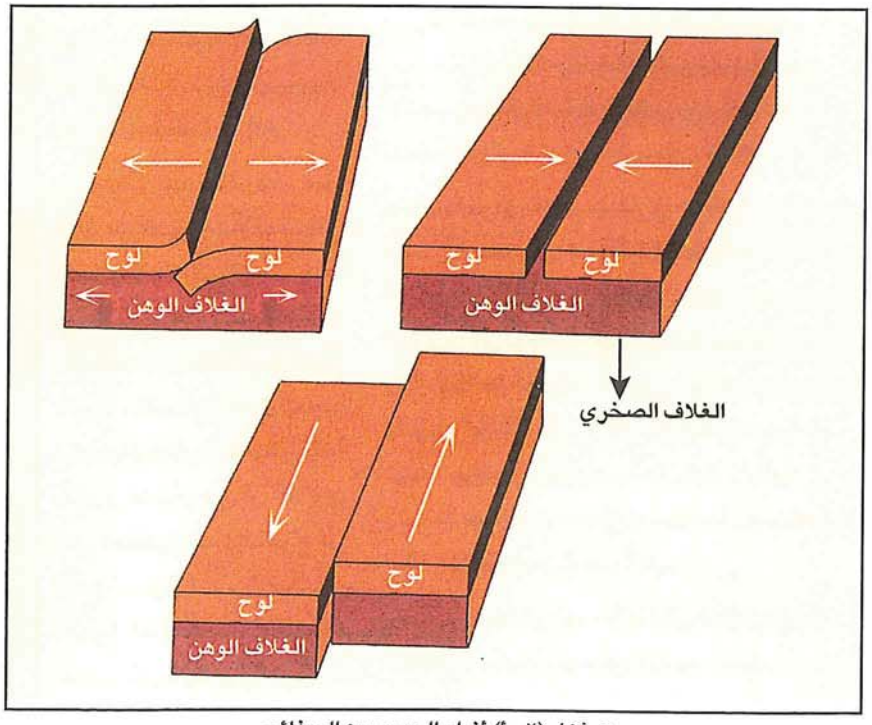


● شكل (١) صفائح الغلاف الصخري للأرض.

المحيط وهذا يعني تكوين قشرة محيطية جديدة في أعراف المحيط .

الفرضية الثانية : من المفترض أن يؤدي تكوين قشرة محيطية جديدة في أعراف المحيطات إلى انتفاخ الكرة الأرضية لتناسب الزيادة الطارئة وحيث أنه لم يلاحظ أي تغيير في محيط الكرة الأرضية أو زيادة حجمها ، فإن قبول هذه الفرضية يحتم افتراض أن المادة التي تكونت في أعراف المحيط استهلكت في مكان آخر حتى يحدث تكافؤ في كمية المادة ، واقترح لذلك مناطق الأندساس .

الفرضية الثالثة : إن القشرة المحيطية الجديدة التي تكونت بفعل عملية اتساع قاع المحيط تمثل جزءاً متصلاً مع الصفيحة القارية ، لذا فمن الممكن أن يكون جزء من الصفيحة محيطياً وجزء آخر قارياً .



● شكل (٢ ـ أ) أنواع الحدود بين الصفائح.

الحدود بين الصفائح

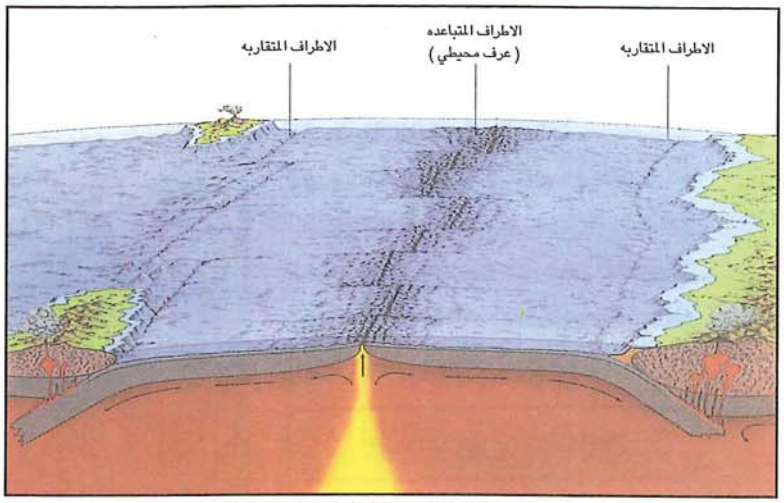
هناك ثلاثة أنماط من الحدود بين الصفائح يتميز كل منها بحركة مختلفة عن الآخر شكل (٢ـ أ) ، وشكل (٢ـ ب) . ويمكن تفصيل تلك الحدود فيما يلي : ـ

● حدود تباعد الصفائح

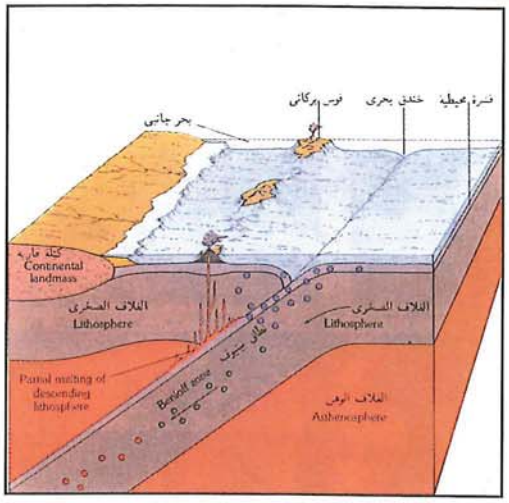
تعرف حدود تباعد الصفائح بأنها حدود بنائية بسبب تكون قشرتها المحيطية من الصهير الصاعد من الوشاح . ويحدث التباعد بين الصفائح نتيجة لقوى شد بينها يؤدي إلى حدوث زلازل ضحلة لايتعدى عمقها البؤري ثلاثين كيلو متراً على طول حدود التباعد . ومن خصائص هذه الحدود وجود شذّات مغناطيسية خطية وقيم تسرب حراري عالية . ومن أمثلة حدود تباعد الصفائح ابتعاد صفيحة أفريقيا عن صفيحة أمريكا الجنوبية مكونة عرف محيط جنوب الأطلسي ، وابتعاد صفيحة أمريكا الشمالية عن صفيحة أوربا مكونة شمال الأطلسي ، وكذلك ابتعاد الصفيحة العربية عن الصفيحة الأفريقية (النوبية) مسببة نشوء البحر الأحمر .

● حدود تقارب الصفائح

تنشأ حدود تقارب الصفائح (حدود الهدم) نتيجة لتأثير قوى ضغط ، وذلك عند تحرك صفيحتين باتجاه بعضهما لبعض ليلتقيا معاً ، ثم تندس إحداهما تحت الأخرى إذا كانت الصفيحتان محيطيتن أو



● شكل (٢ـ ب) العلاقة بين الأطراف المتباعدة والمتقاربة .



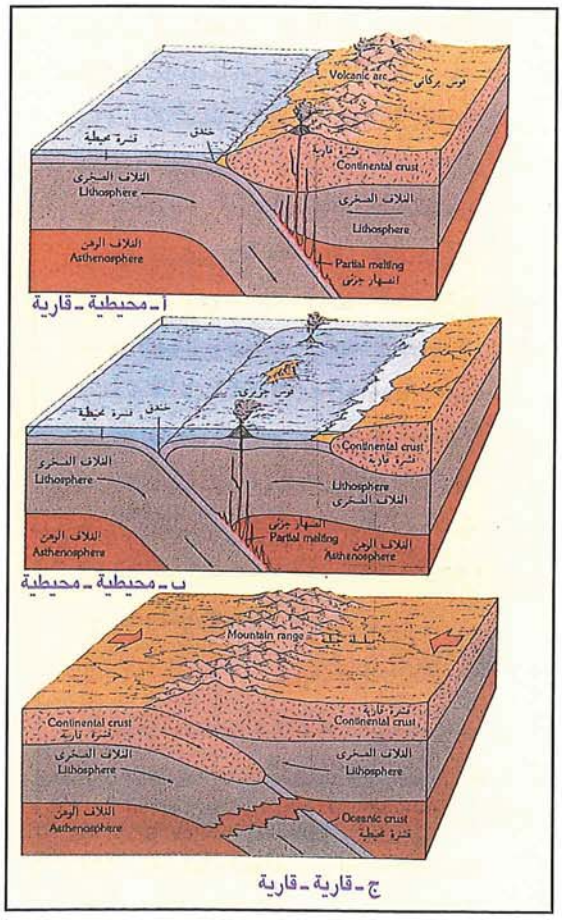
● شكل (٤) صفيحة محيطية مندسة تحت صفيحة محيطية اخرى.

إحداهما محيطية والأخرى قارية ، أو تتصادمان معاً إذا كانت الصفيحتان قاريتين ، ثم تتوافق هذه الحدود مع مناطق اندساس أو اصطدام الصفائح . وفي هذا النوع من الحدود تستهلك أو تهدم مادة الغلاف الصخري (Lithosphere) .

وتنقسم حدود تقارب الصفائح ، شكل (٣) ، إلى ثلاثة أنواع هي : ـ

* **حد تقاربي محيطي ــ محيطي :** ينشأ بسبب التقاء صفيحة محيطية مع صفيحة محيطية أخرى ، واندساس إحداهما تحت الأخرى بزاوية قدرها ٤٥° ، شكل (٤)، حيث يعرف الجزء المندس من الغلاف الصخري للصفيحة بنطاق **بنيوف** (Benioff Zone) . ويؤدي التقارب المذكور إلى تكوين خندق (غور محيطي) وجزيرة قوسية (Island Arc) مثل اليابان ، إندونيسيا ، الفلبين، نيوزيلندا .... إلخ .

ومما يجدر ذكره أن هذا الحد من تقارب الصفائح يتميز بنشاط زلزالي عال جداً ، ويحتوي على كل أنواع الزلازل ، إضافة إلى نشاط بركاني شبيه بالذي يحدث نتيجة ارتطام صفيحة محيطية بأخرى قارية ، غير أن البراكين التي تحدث في هذا النوع من الحد تكون فوق قيعان المحيطات بدلاً من اليابسة ، حيث يمكن أن تبرز بعضها فوق سطح المحيط مكونة جزراً قوسية مثل جزر اليابان والفلبين ونيوزيلندا والمارينا والتويجا .



● شكل (٣) حدود تقارب الصفائح.

* **حد تقاربي محيطي ــ قاري :** ينشأ نتيجة للتقارب بين صفيحة محيطية وصفيحة قارية واندساس الصفيحة المحيطية ــ الأكثر كثافة ــ تحت الصفيحة القارية لتكوين خندق محيطي وسلسلة من الجبال ، ومن أمثلة هذا النوع من الحد الجزء الغربي لأمريكا الجنوبية حيث أدى اندساس صفيحة نازاكا المحيطية تحت أمريكا الجنوبية إلى تكوين خندق عميق بمحاذاة القارة ، وكذلك تكوين جبال الأنديز داخل القارة . ويتميز هذا الحد بنشاط زلزالي ضحل + متوسط ± عميق.

* **حد تقاربي قاري ــ قاري :** وينشأ عن تقارب صفيحتين قاريتين إحداهما من الأخرى حيث لاتندس إحداهما تحت الأخرى لأن لهما الكثافة نفسها تقريباً ، ولكن بدلاً عن ذلك تصطدمان متسببتين في تكوين الجبال الشاهقة الحديثة العمر نسبياً . ويتميز هذا الحد بأنه نشط زلزالياً وتوجد فيه زلازل ضحلة ومتوسطة . ومن أمثلة هذا النوع من الحد ما يلي :

ـ سلاسل جبال الهملايا التي نتجت عن اصطدام صفيحة الهند مع صفيحة آسيا .

ـ جبال الألب في أوربا وسلسلة جبال أطلس

بشمال أفريقيا اللتين نتجتا عن تصادم صفيحة أفريقيا مع الصفيحة الأوربية .

ـ جبال زاكروس في إيران بسبب تصادم الصفيحة العربية مع الصفيحة الإيرانية .

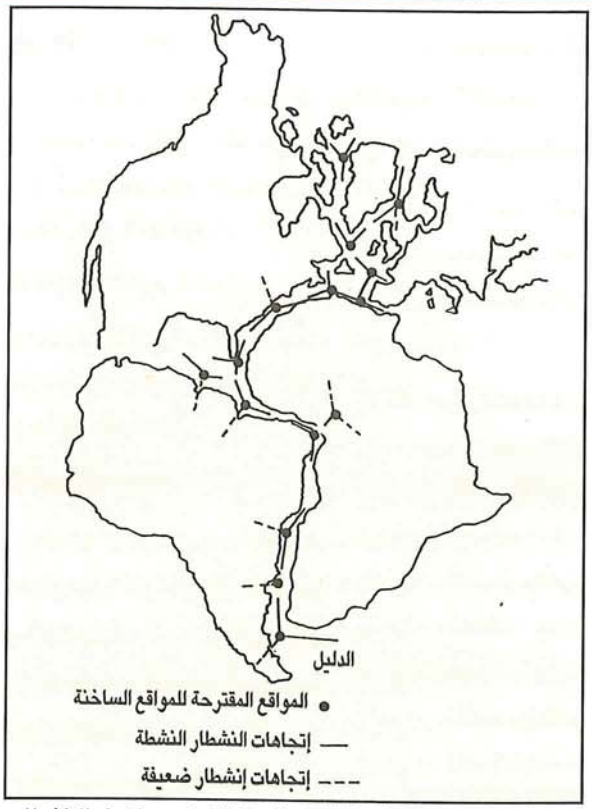
● حدود الصدوع التحويلية

تم اكتشاف طبيعة هذا النوع من الحدود عام ١٩٦٥م ، بوساطة العالم **ولسون (Wilson)**، وهي حدود حركية تفصل بين صفيحتين متماستين على جانبي صدع تحويلي ، ومن أمثلة هذه الحدود صدع سان أندرياس في ولاية كاليفورنيا الذي ارتبط بالزلازل التي حدثت في لوس انجلوس وسان فرانسسكو وكذلك حد خليج العقبة ـ البحر الميت التحويلي .

بما أن الصدوع التحويلية صدوع ذات انزلاق مضربي (أفقي) ، فإنها تتميز بزلازل ضحلة ذات طبيعة انزلاقية لاتهدم فيها المادة ولاتبنى ، وعليه فإن هذا النوع من الحدود يطلق عليه اسم الحد المحافظ .

الآلية المحركة للصفائح

لم يكن من الممكن قبول نظرية **فيجنر** الخاصة بالانجراف القاري لعدم وجود أدلة مقنعة ـــ وقتذاك ـ لانجراف القارات ، ولكن بعد موته توالت العديد من الاكتشافات الجيولوجية التي تدعم تلك النظرية مما ساعد على قبولها لدى كثير من العلماء. ومن أهم تلك الاكتشافات اكتشاف نطاق الغلاف الواهن (Atheno-sphere) الذي من الممكن أن يسمح بتحرك الصفائح الموجودة فوقه . والغلاف الواهن عبارة عن طبقة من الوشاح تبدأ من عمق ١٠٠ كم وتمتد حتى ٧٠٠ كم في بعض الأحيان ، ويتميز بأن صخوره ضعيفة ومنصهرة جزئياً أو أقرب إلى الانصهار من الصخور التي فوقها أو تحتها ، ولذلك فإنه قابل للتشكل مثل الحديد المنصهر ، كما أن لدونته تسمح بتحرك القشرة التي فوقه .



● شكل (٦) المواقع المقترحة للبقع الساخنة ونوع وإتجاه الإنشطار.

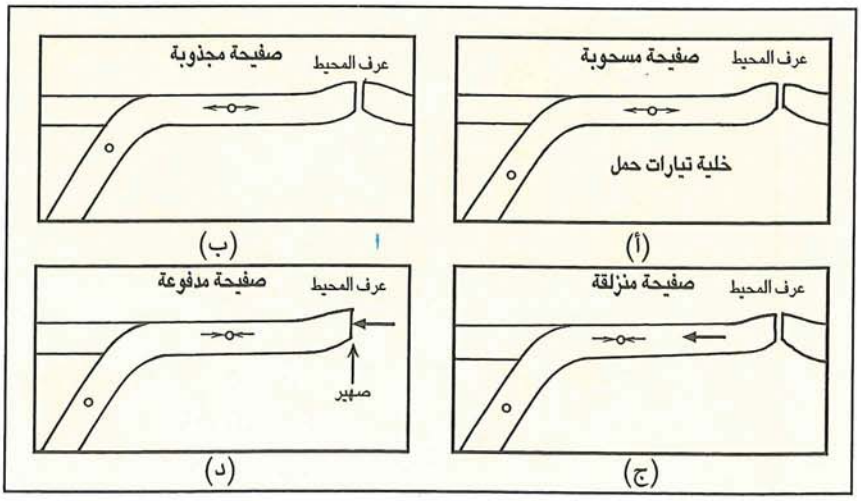
لم يتفق العلماء حتى يومنا هذا على قوة بعينها لتحريك الصفائح،ولكن هذا لايعني غياب هذه القوي كما كان الحال في عهد **فيجنر** وأنما في تعددها وبالتالي تعدد الآليات وفي أي موقع تعمل هذه القوى وبأي نسبة إذا كانت تعمل مجتمعه. ويوضح شكل (٥) أهم الآليات المقترحة لتحرك الصفائح ، وهي كما يلي:

● آلية السحب

في هذه الآلية ، شكل (٥ـــ أ) ، تعمل القوى الناتجة عن تيارات الحمل الموجودة في الغلاف الواهن في اتجاه رأسي ولكنها تنعكس إلى أتجاه أفقي عند وصولها إلى أسفل الغلاف الصخري ـ يمثل الصفيحة في هذه الحالة ـــ ليحركه (يسحبه) . ورغم أن هذه الآلية قد قُبِلت كآلية محركة للصفائح إلا أن كثيراً من الشك يخامر معظم علماء الأرض في وجود تيارات حمل بهذا الحجم الكبير في نطاق الغلاف الواهن يسمح بتحرك الصفائح .

● آلية الجذب

في هذه الآلية ، شكل (٥ـ ب) ، يؤدي وجود طبقة ليثوسفير باردة وعالية الكثافة ـ ممثلة في الصفيحة ـــ فوق وشاح ساخن ولدن ـــ الغلاف الواهن ـ إلى عدم استقرار مما يساعد على جذب الصفيحة نحو مناطق الاندساس .



● شكل (٥) الآليات المقترحة لتحرك الصفائح.

● آلية الانزلاق

في هذه الآلية ، شكل (٥ـ ج) ، يعمل ميل الصفيحة نحو الغلاف الواهن ـ عند بدايتها بالقرب من عرف المحيط ـ على انزلاقها إلى أسفل تحت تأثير قوى الجاذبية .

● آلية صعود الصهير

في هذه الآلية ، شكل (٥ـ د) ، يتسبب صعود الصهير في عرف المحيط في دفع الصفيحة إلى مناطق الاندساس .

● آلية البقع الساخنة

أوحى اكتشاف وجود بقع ساخنة في مناطق عدة من الكرة الأرضية إلى اقتراحها كآلية لحركة الصفائح بوساطة العالم ولسون ، حيث أشار إلى أن ٤٠ من هذه البقع أسهمت في انقسام بانجيا وتفككها إلى قارات لأن وجود بقعة ساخنة لمدة طويلة يعمل على انشطار قاري يتبعه انجراف ، ويوضح شكل (٦) بعض المواقع المقترحة للبقع الساخنة واتجاهات الانشطار المقترحة لكل منها .

سيؤدي قبول هذه الآلية ـ لم تجد القبول التام حتى الآن ـ إلى أن يكون تشقق أو انشطار القارات أكثر أهمية من اتساع المحيط ، وهذا بالطبع سيهمش دور آلية تيارات الحمل ، وسيكون صعود الصهير في قمم أعراف المحيطات نتاجاً وليس سبباً في انقسام وبالتالي زحف القارات .

الزلزالية التكتونية للوطن العربي

على ضوء نظرية الصفائح التكتونيه يمكن تفسير الزلزاليه التكتونيه في الوطن العربي ، فعلى امتداد ٥٠٠٠ كيلو متر تقريباً من المحيط إلى الخليج نجد أن النشاط الزلزالي في أحزمة تتطابق مع حدود الصفائح الموجودة في الشرق الأوسط التي من أهمها الصفيحة العربية والإيرانية الأفريقية والأوربية .

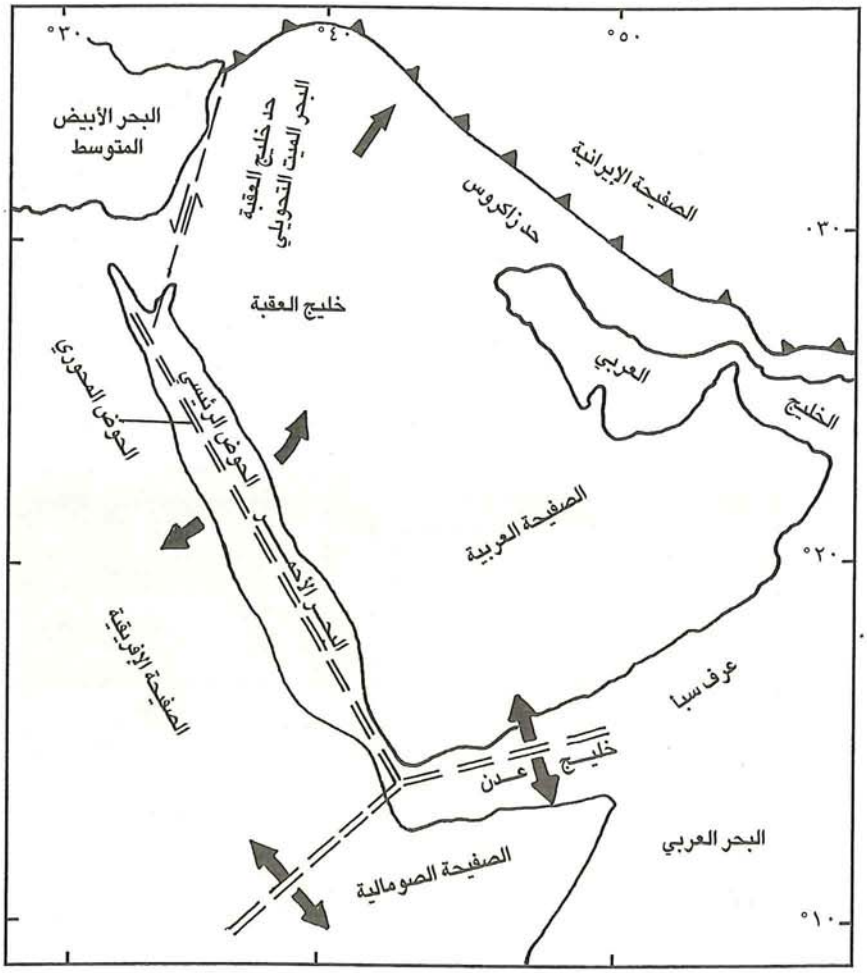
● نشاط حدود الصفيحة العربية

تحاط الصفيحة العربية بأربعة حدود ، تتميز جميعها بأن لها نشاطاً زلزالياً ، ويمكن توضيح تلك الحدود ، شكل (٧) ، فيما يلي :ـ

* **حد البحر الأحمر :** وهو حد تباعدي نشأ بموجبه البحر الأحمر بسبب تباعد الصفيحة العربية من الصفيحة النوبية ، ويتميز هذا الحد بأن النشاط الزلزالي الضحل يكثر في جنوبه ووسطه مقارنة بشماله ، كما أنه حد بنائي أدى إلى تكوين قشرة محيطية جديدة ممثلة في الحوض المحوري للبحر الأحمر بفعل اتساع قاع البحر منذ ٤ ملايين سنة .

* **حد خليج عدن :** ويعد بأنه حد تباعدي ـ مثل حد البحر الأحمر ـ نشأ بتباعد الصفيحة العربية عن الصفيحة الصومالية ، وتنحصر الزلزالية في هذا الحد في محور خليج عدن الذي يطلق عليه اسم عرف سبأ (Sheba Ridge) . ويتميز هذا الحد بأنه بنائي أدى إلى تكوين قشرة محيطية تغطي الخليج من الساحل إلى الساحل ـ منذ ١٠ ملايين سنة .

* **حد زاكروس :** وهو حد تقاربي نشط زلزالياً نشأ من تقارب الصفيحة العربية مع الصفيحة الإيرانية ، ثم اصطدامهما لتكوين حزام طي يمتد لمسافة ١٥٠٠ كيلو متر على طول الجانب الغربي لإيران والجانب الشمالي الشرقي للعراق . وقد اقترح أن نموذج الاصطدام الذي حدث بين



● شكل (٧) حدود الصفيحة العربية.