تصدرها اللجنة الهندسية
مجلس الغرف التجارية الصناعية السعودية

المهندس

المجلد التاسع
العدد ٤ ربيع الأول ١٤١٧هـ

جيولوجيا
جيولوجيا
جيولوجيا
جيولوجيا

نظرة نوعية في أثر السرادق على الاضطرابات الدورية للأرض ووطأتها على الصيانة الوقائية للمنشآت

سلمان بن محمد عبدالغني القاسمي
أستاذ مشارك قسم الهندسة الكهربية والحاسبات جامعة أم القرى

١) ملخص البحث

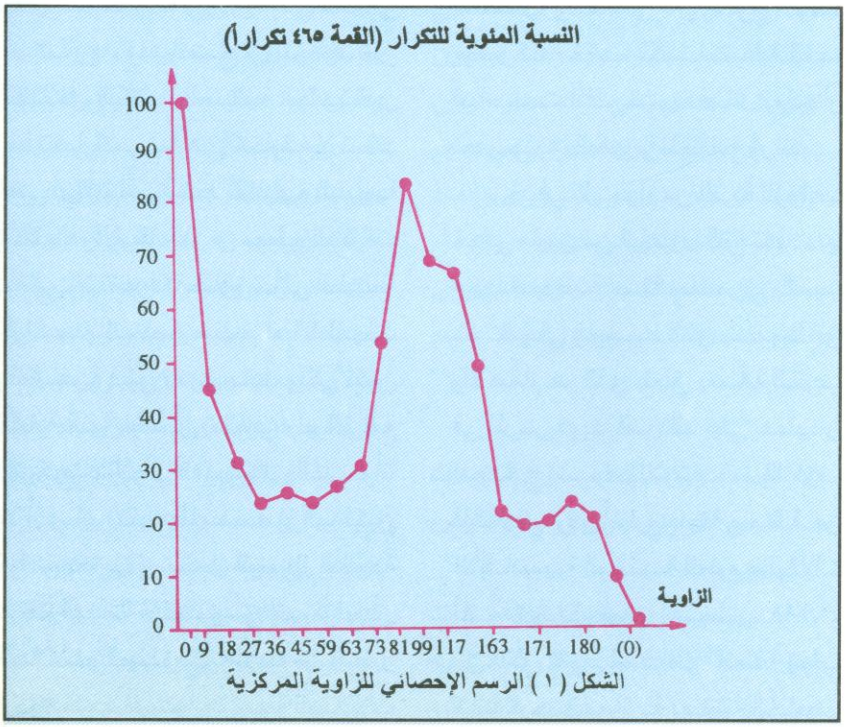
يراجع هذا البحث تحليل السرادق وهو طبقة قشرية في باطن الأرض ذات قوة تحمل هائلة وكثافة عالية جداً كما يراجع دوره في تصور نموذج أجوف للكرة الأرضية. يصحح البحث عمق طرفي السرادق من ٤١ و ٤٦ كيلا إلى ١١ و ٣٤ كيلا، ثم يؤكد بذلك احتمالية النموذج الأجوف للأرض وما يبوح به من دور خفي للسرادق في الاضطرابات الدورية المؤثرة على المنشآت والتي تنتج عن قوى المسطحات المائية المتأثرة بدوران الأرض تحت تأثير جذب القمر.

يتطرق البحث بعد ذلك إلى كيفية تأثير هذه الاضطرابات على المنشآت عبر الإزاحات والهبوطات التي يتحكم في مقاديرها عوامل كثيرة منها قوة الطبقات الجيولوجية تحت الموقع وخصائص الطبقة السطحية للتربة وارتفاع التضاريس في الموقع وبعده عن البحار والمحيطات وخصائص المنشأة مثل أبعادها وشكلها الهندسي ووزنها وقوتها.

ثم يصف البحث بعض الإجراءات الوقائية في تصميم المنشأة واختيار موقعها مما يؤثر بدرجة كبيرة في عمر المنشأة وحاجتها للصيانة مستقبلاً.، أما الإجراءات الخاصة باختيار الموقع فإنها تتلخص في ضرورة تجانسه فوق كافة المساحة بكل المقاييس، إذ ليس من الحكمة إنشاء مبنى جزء منه على سفح جبل وباقيه على تربة رملية، وأما الإجراءات الخاصة بالتصميم فهي ضرورة جعل التوزيع دائرياً بالنسبة لكل من القواعد والبلاطات حول مركز ثقل المنشأة وربط الأعمدة والدعائم بأربطة مرنة في الاتجاهين الرأسي والأفقي، أما المرونة الرأسية فينبغي أن تتناقص بالبعد عن المركز خلافاً للأفقية، بيد أنه ينبغى لكلتيهما أن تتناقصا مع العلو.

٢) مقدمة تعريفية بالسرادق (Quadoid)

هذا بحث إحصائي على سجلات الزلازل[١]. تم تحليل سجلات أكثر من ثمانية آلاف زلزال حصلت في فترة ستة أشهر متتابعة في مستهل العقد الأخير من هذا القرن، بغية استكشاف الارتداد



الشكل (١) الرسم الإحصائي للزاوية المركزية

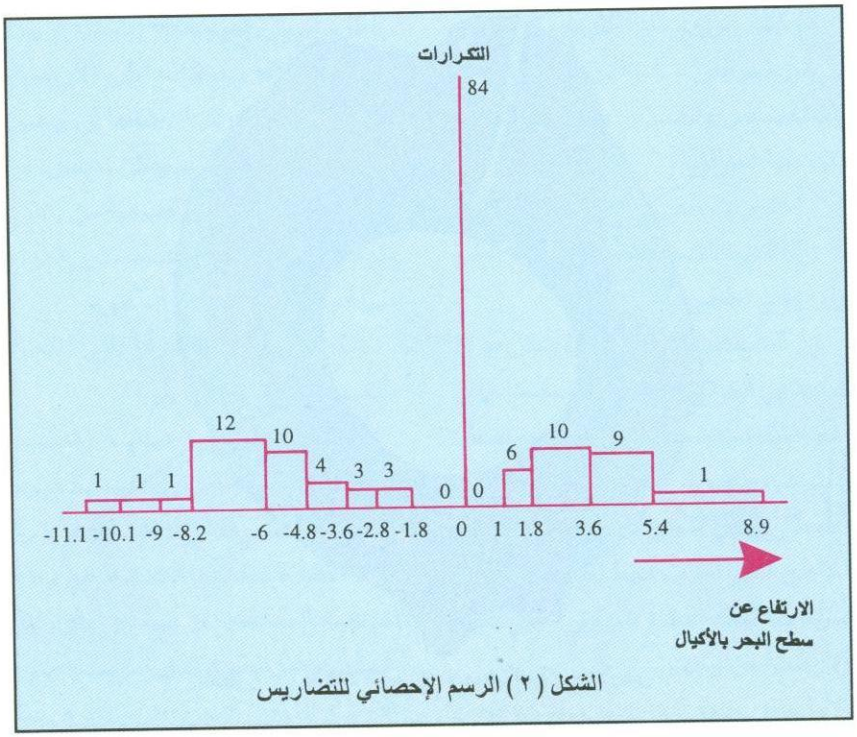
الزلزالي (Earthquake Bouncing) على نطاق الكرة الأرضية.

ضمت هذه السجلات معلومات تخص كل ما تم تسجيله من قياسات زلازل تلك الفترة. وقد أبرز تحليل عمق بؤر الزلازل أن هناك طبقة جيولوجية حرجة للزلازل أطلق عليها ولأول مرة اسم «السرادق Quadoid وهذه الطبقة تقع على عمق ٤١ إلى ٤٦ كيلا تحت سطح الأرض وذلك من واقع حساب التذبذب في متوسط العمق على مدى تلك الزلازل.

إن هذه الطبقة تحوي وسطياً كل بؤر الزلازل التي تم تحليلها وتبدو أنها أقوى الطبقات الجيولوجية في الكرة الأرضية على الإطلاق حيث أن الضعف فيها يؤدي إلى تشققها الذي يظهر على أنه زلزال. ولذا فمن المتوقع أن تكون عالية الكثافة لدرجة كبيرة لتقوى على حمل الطبقات التي فوقها باستقرار.

توقع البحث أن تنتقل الموجات الزلزالية من خلال السرادق كما تنداح دائرة الماء حين إلقاء قطرة في كوب شاي مليء ساكن، حيث تتسع الموجة الزلزالية وتقل كثافة قوتها إلى أن تصل إلى أقصى قطر للسرادق بعده تضيق الموجة الزلزالية وتزداد كثافتها إلى أن تتسبب في شرخ آخر مقابل للشرخ الأول وغالبا ما يكون أضعف منه إلا إذا تسبب في تفريغ إجهادات مسبقة عالية محلياً، هذا الشرخ المقابل للشرخ الأصلي يتسبب في زلزال ارتدادي مقابل للزلزال الأصلي حيث أطلق على هذه الظاهرة اسم «الارتداد الزلزالي»، تماماً كالكرة حين تمرمى على الأرض فترتد ثم تعود فترتد حتى تهدأ.

بناءً على هذا التصور، قام البحث بافتراض حصول الارتداد بين كل زلزالين متتابعين وحسب الزاوية المركزية التي رأسها في مركز الأرض وطرفاها في بؤرتي الزلزالين كما حسب أقصى سرعة لانتشار هذا الارتداد عبر أقصى قوس، ثم قدم رسماً إحصائياً يبين تكرارات حصول الارتداد مع الزاوية فكان كما هو مبين بالشكل (١). حيث يحصل أعظم تكرار محلياً أو على زاوية شبه قائمة.، أما أقصى سرعة انتشار فقد بلغت وسطياً ٣٣ كيلاً في الثانية مما يؤكد أن مادة السرادق كثيفة جداً، وتوحي بوجود طبقة أرضية أخرى ذات كثافة خفيفة جداً لتحفظ الكتلة الكلية المعروفة للأرض، لقد استطاع البحث تفسير عظم التكرار على الزاوية القائمة باعتماد نموذج نظري على الحاسب الآلي لسرادق تزول سماكته في بعض المناطق، حيث أظهر الرسم النظري المناظر للإحصائي حصول أعظم تكرار عند القائمة. من ذلك، استنبط البحث أن السرادق يغلظ في بعض المناطق ويرق لدرجة التلاشي في مناطق آخرى.



الشكل (٢) الرسم الإحصائي للتضاريس

٣) مراجعة النموذج الأجوف للأرض

في بحث إحصائي آخر على سجلات الزلازل(٢). تم تحليل سجلات ١٧٩ زلزالاً مدمراً حصل في هذا القرن، بغية استكشاف تأثير التضاريس عليها على نطاق الكرة الأرضية. ضمت هذه السجلات معلومات تخص كل ما تم تسجيله من قياسات زلازل تبلغ شدتها ثمانية درجات أو أكثر بمقياس ريختر عن تلك الفترة. وباستخدام معلومات المواقع لهذه الزلازل المدمرة ورسمها على الأطلس الجغرافي للكرة الأرضية واستبعاد تلك المواقع التي تجاور بأقل من ١٠٠ كيل مواقع أخرى. قام البحث باستخراج ارتفاع أو انخفاض تضاريس الأرض بالنسبة لسطح البحر فوق المواقع المرسومة على الأطلس باستخدام مفاتيح ارتفاع الأرض وأعماق البحار، ثم استخرج جدولاً إحصائياً بعدد المواقع مقابل التضاريس التي امتدت من ارتفاع ٨.٨ أكيال فوق سطح البحر عند قمة ايفريست بهضبة التيبت (٢٨ درجة عرض شمالاً و٨٧ درجة طول شرقاً) وحتى عمق ١١ كيلا تحت سطح البحر عند عمق المتحدي بالمحيط الهادي (١٢ درجة عرض شمالاً و١٤٢ درجة طول شرقاً).

لقد وجد البحث أن مواقع الزلازل

المدمرة تتوزع مع التضاريس، كما هو مبين في الشكل (٢). على النحو التالي:

أ) ٥٨٪ من الزلازل المدمرة تضرب الشواطئ.

ب) ٢٤٪ من الزلازل المدمرة تضرب قيعان المحيطات التي تنخفض لأعمق من ٨.١ أكيال تحت سطح البحر.

ج) ١٨٪ «الباقي» من الزلازل المدمرة تضرب المناطق الجبلية المرتفعة بأعلى من كيل واحد فوق سطح البحر.

كما وجد البحث أن هناك تضاريس أرضية لم يضربها زلزال مدمر واحد «فوق ٨ بمقياس رختر» خلال القرن الحالي، وهي المناطق التي ترتفع فوق سطح البحر بأقل من كيل واحد والقيعان التي تنخفض عن سطح البحر بأقل من ١.٨ كيل، كما وجد أن معظم الزلازل المدمرة التي ضربت قيعان المحيطات جاورت أخاديد في المحيطات لا تبعد عنها بأكثر من مئة كيل، بينما معظم الزلازل المدمرة التي ضربت المناطق الجبلية المرتفعة جاورت سلاسل جبلية واسعة الانتشار تشكل ثقلاً عظيماً على كاهل السرادق مثل هضبة التيبت.

علاوة على ذلك، وجد البحث أن الشواطئ التي تضربها الزلازل تنقسم أساساً إلى فئتين:

- شواطئ الجزر كاليابان والفلبين وأندونسيا.. الخ، وهذه في معظمها تقع قرب أخاديد عميقة في المحيط الهادي.
- حواف الأمريكتين الغربية لا الشرقية حيث تقابل المحيط الهادي من جهتها الغربية.

استطاع البحث تفسير النتائج المذكورة آنفاً، مع الأخذ بالاعتبار تلاشي سمك السرادق في بعض المناطق، باعتماد نموذج أجوف للكرة الأرضية كما هو مبين بالشكل (٣) حيث يتركب من الطبقات التالية:

أ) لب الكرة الأرضية عبارة عن بلازما غازية مضغوطة جداً وساخنة جداً بفعل تفاعلات نووية كتلك التي في الشمس.

ب) الطبقة التي تلي اللب عبارة عن ماء ثقيل مالح مشبع بالبخار وساخن جداً.

ج) الطبقة التي تلي الماء الثقيل هي السرادق المكون من معادن ثقيلة جداً عالية الكثافة غير مستقرة نووياً في بيئة سطح الأرض. وهذه الطبقة تشكل نسبة عالية من الكتلة الأرضية وتقي الطبقات فوقها من الحرارة الشديدة والإشعاع واضطرابات الباطن إلا في مناطق تلاشيها في أعماق المحيطات أو تحت البراكين النشطة.

د) الطبقة التي تلي السرادق عبارة عن قسمين:

الأول: مياه البحار والمحيطات التي تتصل بالماء الثقيل في الطبقة الثانية عبر خروق السرادق التي سماها البحث البلاعات.

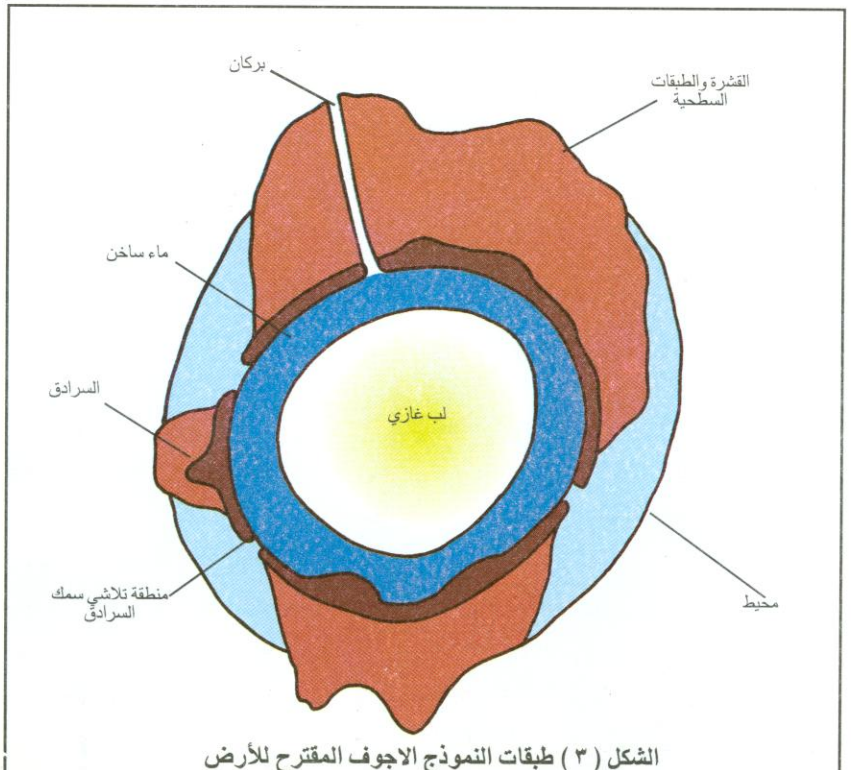
الثاني: الطبقات الجيولوجية القشرية المعروفة التي تمتد من ظاهر السرادق إلى سطح الأرض حيث تصل بعض هذه الطبقات إلى الماء الثقيل عبر شقوق في السرادق سماها البحث الصمامات.

عليه فإن البحث اتخذ نظرة جديدة للأرض هي أنها قشرة كروية صلبة رقيقة نسبياً تحوي داخلها طبقات غير صلبة تماماً ككرة قدم ضخمة موزونة بدقة بحيث لو زاد ضغطها الداخلي لانفجرت أو نقص لتكفأت على بعضها وانهارت، وأن صمامات السرادق ضيقة وتقع في اليابسة تحت البراكين النشطة أو الخامدة بينما بلاعات السرادق واسعة وتقع تحت آخاديد البحار والمحيطات، وقد قاس البحث مساحة هذه الأخاديد من الأطلس الجغرافي فبلغت العظيمة منها ما يلي:

أ) ١.٧ مليون كيل مربع شرق اليابان.

ب) ٠.٧ مليون كيل مربع شمال غرب أستراليا.

ج) ٠.٣ مليون كيل مربع جنوب برمودا.



الشكل (٣) طبقات النموذج الاجوف المقترح للأرض

د) ٠,٢ مليون كيل مربع شرق الفوكلاند.

يفترض البحث أن الأرض تداركما يدار محرك كهربائي بواسطة تفاعل ثلاثي بين:

أ) الحقول الكهرومغناطيسية للشمس.

ب) الحقول الكهرومغناطيسية للأرض.

ج) المحيطات التي تعمل كأسلاك كهربية مائعة نتيجة ملوحتها. وأن هذا التفاعل يتسبب في نشوء قوى في الأسلاك المائعة على هيئة موجات هائلة كالجبال من مياه المحيطات تتجه شرقاً لتضرب شطآن اليابسة بضراوة في نفس الاتجاه، مما يتسبب في تدوير الأرض نتيجة ضرب هذه الموجات. أما سرعة دوران الأرض حول محورها وموقع هذا المحور فقد ذهب البحث إلى أنه يعتمد على عوامل كثيرة متداخلة منها:

أ) مواقع وتوجه القارات.

ب) سرعة الأرض في مدارها حول الشمس.

ج) الخواص الكهرومغناطيسية والحرارية والميكانيكية لمادة الأرض.

د) كتلة وتوزيع مادة الأرض.

هـ) خواص مادة الأرض بالنسبة لامتصاص واختزان وتحويل الطاقة الشمسية الساقطة.

و) التيارات الحرارية في المحيطات.

ز) القدرة الشمسية النافذة للأرض وتوزيعها الطيفي.

إن السحب الكثيفة التي تتشكل ببطء شديد في الغلاف الجوي لا سيما فوق المحيطات تسقط فجأة جبالاً من ماء تصب كتلاً وطاقات على المحيطات. هذه الأمطار تجعل منسوب مياه المحيطات في المناطق التي هطلت فيها أعلى من غيرها مزعجة بذلك النظام الموجي المدير للكرة الأرضية من وجهين:

الأول: من جهة أنها تغير مقدار واتجاه القوة التي يضرب بها موج المحيطات شطئان اليابسة ولايخفى أن هذا الموج كالجبال، ولذا فإنه يغير الحركة السطحية للغلاف الجوي.

الثاني: من جهة أنها تسبب نشوء حركة بلع لمياه المحيطات عبر البلاعات القريبة من جهة سقوط المطر حيث يكبس الماء الزائد البارد عبر البلاعة القريبة في السرادق الماء الثقيل الساخن ببطئة فيزيحه مبردا بذلك باطن السرادق الذي يتقلص مصاباً بإجهادات حرارية فينشرخ محدثاً زلزالاً. ناهيك عما يسببه هذا الكبس من زيادة ضغط الباطن الذي قد يؤدي إلى انفتاح بعض الصمامات محدثاً البراكين، أو إلى طرد الماء الثقيل الساخن من البلاعات الأخرى محدثاً خلخلة في الضغط داخل السرادق مما يتسبب في انشراخه تحت ثقل المرتفعات العالية، كما أن هذا الماء الثقيل الساخن يغير التيارات الحرارية المحلية في المحيطات ويتبع ذلك تغيير حالة الغلاف الجوي المحلية.

على أي الأحوال، فإن البحث يعزو لانتشار الماء الساقط من السحاب سطحياً عبر الأمواج وجوفياً عبر حركة البلع والطرد إلى أن تعود حالة الاستقرار مرة أخرى إلى كافة محيطات الكرة الأرضية، يعزو إلى هذه الحركية تأكيدها أن لهطول الأمطار دوراً فاعلاً لم يمكن تمييزه من قبل في إثارة الكوارث الطبيعية من زلازل وبراكين وعواصف وأعاصير وأمواج عاتية وتغيرات حادة في الطقس.

يمكن تفسير مواقع الزلازل المدمرة بالنسبة للتضاريس كما يلي:

أ) مواقع المناطق الجبلية (هضبة التيبت أساسا» تتزلزل نتيجة هبوط السرادق تحت وطأة المرتفعات الثقيلة فوقه عند انخفاض الضغط في باطنه نتيجة الخلخلة الناجمة عن طرد الماء الثقيل، هذا الطرد الذي تسببه مياه الأمطار الغزيرة كيما تعيد انتشارها على أرجاء الكرة الأرضية.

ب) الزلازل في مواقع أخاديد المحيطات التي يتوقع أن تحوي تحتها البلاعات (سيما المحيط الهادي) فإنها تحدث نتيجة الإجهاد الحراري الناجم عن التسخين والتبريد لباطن السرادق من جراء ملامسة الماء السطحي البارد له تارة حين حركة البلع، وملامسة الماء الثقيل الجوفي الساخن له تارة أخرى حين حركة الطرد.

ج) الزلازل في مواقع الشطآن يمكن تفسيرها على أساس تقسيمها قسمين:

الأول: شطآن جزر المحيط الهادي كاليابان والفلبين وأندونيسيا وهذه في معظمها تقع قرب أخاديد المحيط الهادي وتتأثر بحركة البلع والطرد التي تجعل ضغط الماء على أطرافها غير متساو مما يعرضها لحركة أشبه بخلع الضرس تجذب وتدفع فينشرخ جذرها في السرادق بسبب الاجهادات الميكانيكية فتتزلزل.

الثاني: شطآن القارات وبشكل أساسي الأمريكتين على ساحلهما الغربي لا سيما الجنوبية وهذه تتعرض للزلازل بسبب تغير نمط الدفع لموج المحيط الهادي الذي يضربها بقوة وذلك عند هطول الأمطار التي تحدث موجات أقوى أو أضعف من ذي قبل.

يفترض البحث أن جبهة تدوير الكرة الأرضية هي مصدم أمواج المحيط الهادي العاتية على ساحل تشيلي. واستدل لذلك بعدة أمور تؤيده منها:

أ) أن ساحل تشيلي شبه مواز لخطوط الطول وضرب الموج عليه باتجاه الشرق يدير الكرة الأرضية في الاتجاه الحالي.

ب) أن ساحل تشيلي ملئ بالجزر الكثيرة المتناثرة التي تدل على نحت كثيف للشطآن.

ج) أن أمريكا الجنوبية لها ذيل في أقصى جنوبها أميل إلى الشرق بفعل الإنسيابية التي تصنعها المياه عند نهاية

اليابسة حيث تميل التيارات المائية إلى أكل السطوح الحادة لتصبح مناسبة.

د) أن حركة القارة الأمريكية الجنوبية باتجاه الشرق بفعل أمواج المحيط الهادي عليها، التي تتسبب في تحريك الكرة الأرضية كلها، تميل إلى الانعتاق من جر القارة الأمريكية الشمالية مما يمكن معه تفسير صدع سانت أندرياس الشهير في غرب الولايات المتحدة الأمريكية.

هـ) أن حركة القارة الأمريكية الجنوبية شرقاً بفعل أمواج المحيط الهادي عليها تسبب في نشوء صدوع في جبهة الدفع الأمر الذي يفسر وجود أخاديد عميقة قرب ساحل تشيلي.

و) أن السواحل الغربية للأمريكتين مرتفعة التضاريس خلافاً للشرقية، وهذا يمكن تفسيره بأن حركة الموج السطحية الدافعة للحافة الغربية تميل إلى تدوير القارتين حول محور متعامد مع اتجاه الدفع، تماماً كما يدور صندوق ثقيل حين تدفعه من أحد أطرافه، عليه فإن القارتين تميلان تدريجياً إلى الارتفاع من جهة الغرب والانخفاض من جهة الشرق، وهذا يفسر ما وجده الجيولوجيون من أن جزيرة فانكوفر ترتفع ببطء كل عام.

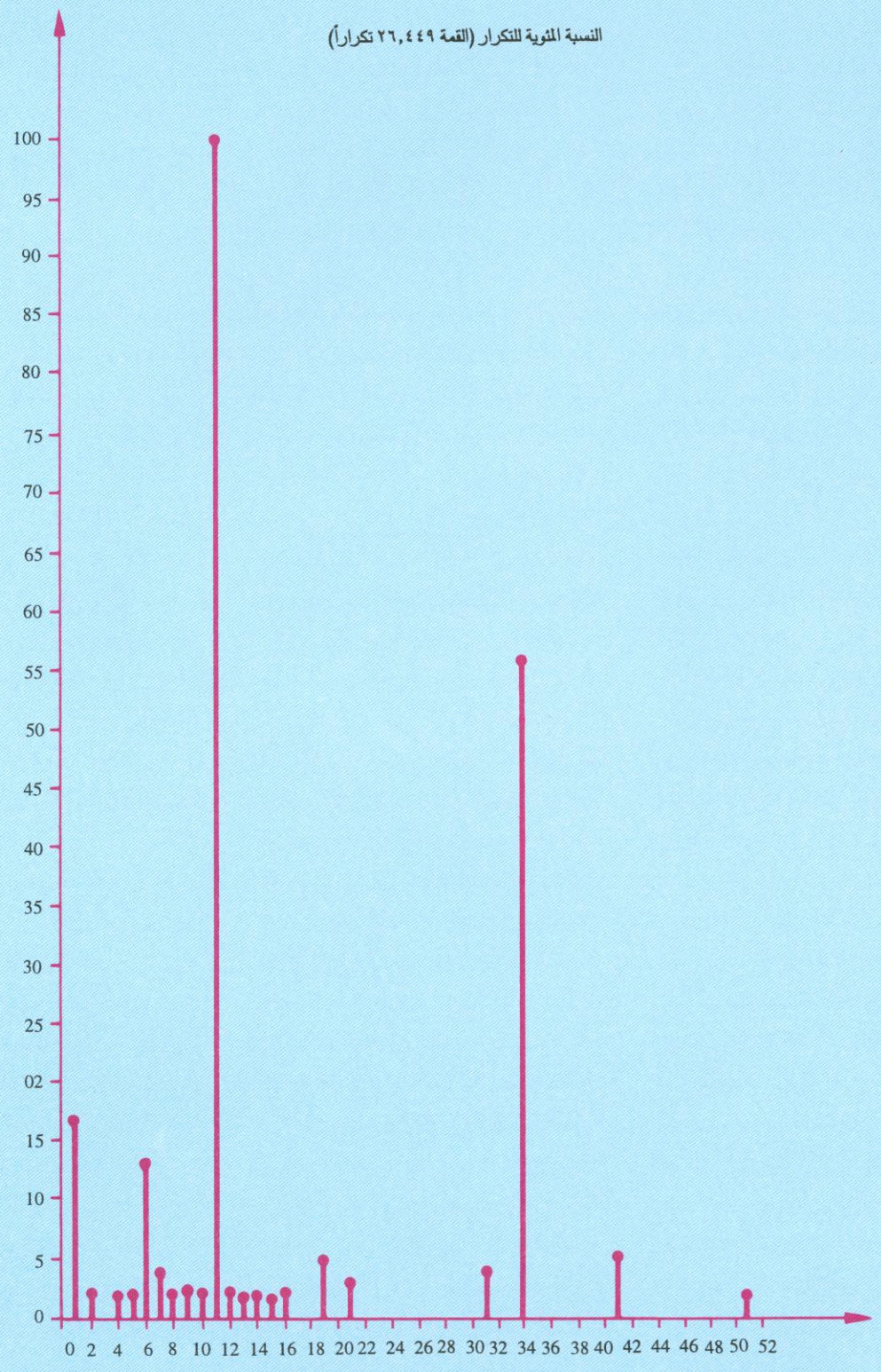
إن الأرض تتنفس بما يشبه حركة الشهيق والزفير عند الإنسان ولكن بتردد يومي يمكن ملاحظته على أي جزء من أجزاء الكرة الأرضية يابسة وماءً. ويستدل على ذلك من حركة المد والجزر اليومية في البحار والمحيطات، والتي تنشأ عن دوران الأرض وجذب القمر، وما تسببه من اضطرابات يومية في ضغط الباطن. وفسر بذلك مقالاً نشر تحت عنوان «العلماء: الأرض غير مستقرة»(١) يشير إلى أن الأرض غير مستقرة وأن مدينة تولوز بفرنسا لوحظت من القمر الصناعي «توبكس - بوسيدون» التابع لمركز الدراسات الفضائية الفرنسي بأنها ترتفع وتنخفض يومياً بمقدار ٤٠ سنتيمتراً.

يفسر البحث ما يحدث بجوف الأرض وكيف ترتفع القارات نتيجة الذوبان القطبي حيث يؤدي الذوبان إلى زيادة منسوب مياه المحيطات وبالتالي زيادة الضغط داخل السرادق، مما يؤدي إلى ارتفاع اليابسة، تماماً مثل ما أن زيادة الضغط داخل كرة القدم يجعلها أكثر انتفاخاً. لا سيما وأن بعض الأحمال فوق السرادق قد زال كونه جليداً ذاب مما يضاعف ارتفاع اليابسة بسبب زيادة ضغط الجوف ونقص كتلة الأحمال، وهذا يفسر بنداً آخر أوردته المقالة المذكورة بعاليه من أن معظم القارات ترتفع بمعدل سنتيمتر واحد كل سنة بسبب ذوبان جليد القطبين نتيجة ارتفاع حرارة الأرض، وأن المحيطات يزداد منسوبها وسطياً بمقدار ثلاثة ملليمترات سنوياً.

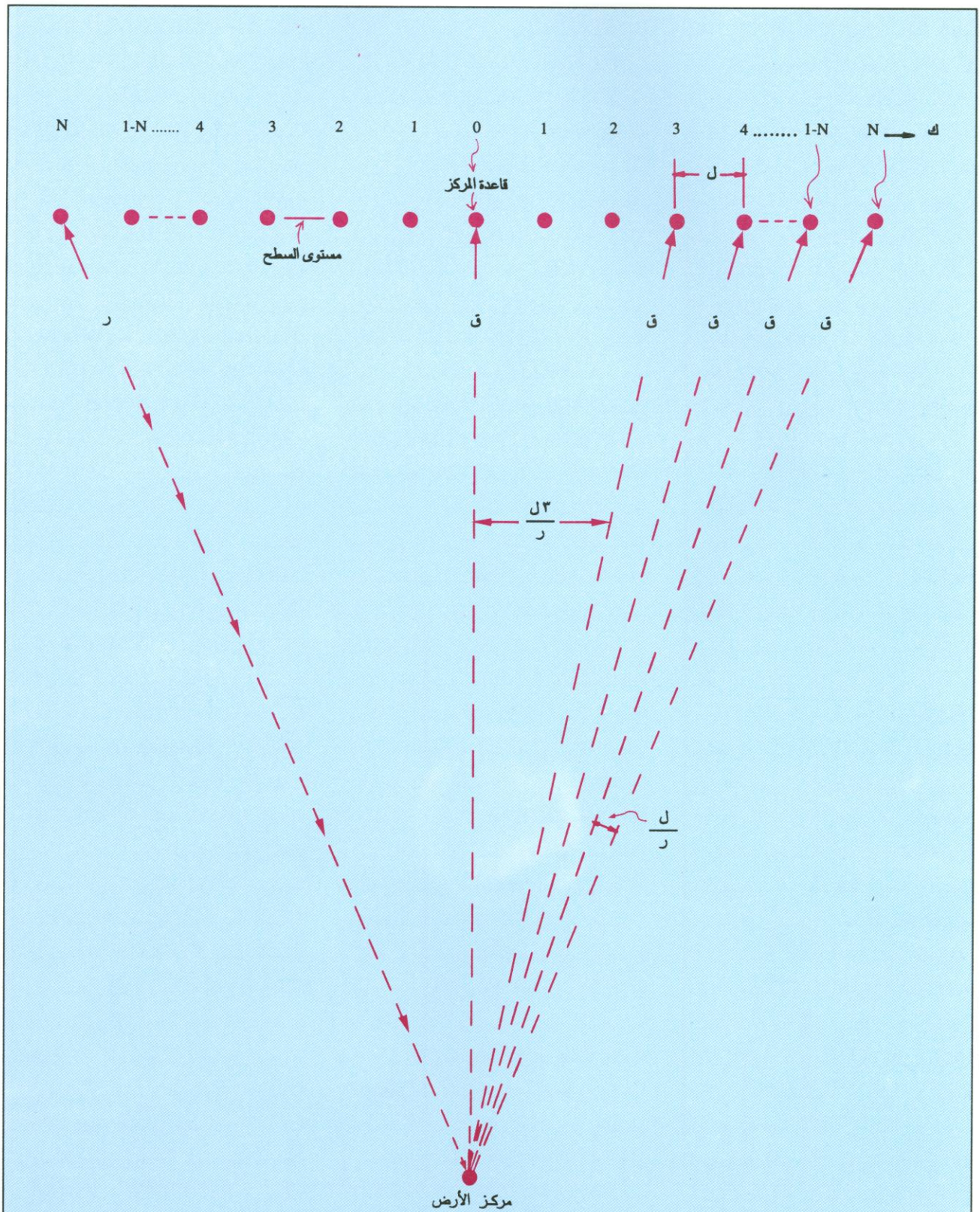
كما يفسر البحث ظواهر أخرى تشمل تجدد نشاط البراكين الخامدة وولادة أخرى وسبب ازدياد معدل الزلازل وغيرها من الكوارث مع ارتفاع حرارة الغلاف الجوي، والاضطرابات الجوية الحادة، ولغز مثلث برمودا، والاضطرابات في المجال المغناطيسي الأرضي. وسبب نشأة الأعاصير على البحار دون اليابسة، والنفث الباطني وإحساس الحيوانات بالكوارث قبل وقوعها وألقى ظلالاً حول الفترة الزمنية بين هطول المطر وحصول الضرر. وتوقع البحث جملة من التوقعات منها:

١) أن الحقول الكهربية والمغناطيسية والحرارية وحقول الجاذبية الأرضية والمواقع والارتفاعات والمسافات على الكرة الأرضية كل ذلك يقوم بحركة تنفس يومية متأثراً بحركة المد والجذر، ويمكن رصد حركة التنفس هذه في أي نقطة على الأرض، هذه الحركة التنفسية اليومية ناشئة عن حركة البلع والطرد التي تسبب في البلاعات الدائرية دوامات مائية تنتج مغناطيسات مؤقتة تغير الحقول الكهرومغناطيسية في أي نقطة على الأرض. أما حركة كتل الماء السطحي البارد والجوفي الساخن فإنها تغير كلا من حقول الجاذبية والحقول الحرارية، كما أنها تغير ضغط الباطن، مما يجعل الكرة الأرضية تكبر وتصغر مؤثرة في أبعاد كل شيء على سطحها. ويمكن بواسطة رصد كل حقل على حدة ورسم تخطيط تنفسه معرفة أي تغير طاريء على النمط اليومي للتنفس وبالتالي معرفة هطول الأمطار المسببة للكوارث لاحقاً، وبالتالي توقع هذه الكوارث قبل حصولها بساعات إن لم يكن بأيام، ويلزم لهذا الغرض إجراء الأبحاث المكثفة لمعرفة علاقات التحويل بين قياسات اضطرابات التنفس في موقع ما وشدة ونوع وزمن وموقع الكارثة المتوقعة، ولعل هذا يفسر كيف استطاع ذلك العالم اليوناني بناءً على قياسات محلية للمغناطيسية الأرضية توقع حصول زلزال محلي قبل وقوعه بدقة عجيبة.

ب) إن الأعاصير والعواصف تولد في مناطق البلاعات تحت ظروف محددة، ثم تنتشر بعد ولادتها بحسب عوامل كثيرة منها موقع وقت ولادتها من اليوم ومن الشهر القمري ومن السنة الشمسية، وحالة المحيط لحظة الولادة، كما أن بعض هذه الأعاصير والعواصف تصحبها حين ولادتها نافورات من الماء الثقيل والغازات منطلقة من باطن السرادق وذلك بحسب ظروف الولادة، هذه النافورات تحمل معها بعض حيوانات المحيطات ومواد القيعان حيث تمطرها محلياً بعد ذلك، هذه النافورات ساخنة جداً ومشعة ولا تلبث سوى برهة يسيرة قبل أن تدفنها مياه المحيطات ثانية. تماماً كما تنكشف بلاعة الحوض حين بلع الماء في حوض ملئ ساكن ثم تنطمر بالماء حين تحريكه، إن هذا التوقع لا يمكن إثباته إلا



الشكل (٤): الرسم الإحصائي لعمق الزلازل



الشكل (٥): الاضطراب الواقع على صف من القواعد

بملاحظات الأقمار الصناعية، التي بينت بعض الصور الحرارية لها بالأشعة تحت الحمراء والمأخوذة جواً لإعصار حديث الولادة أن عينه حارة بدرجة كبيرة.

ج) إن للمحيط الهادي دور كبير في كل الكوارث، بسبب اتساع رقعته على خطوط الطول والعرض حيث يغطي حوالي ١٢٠ درجة عرض و١٥٠ درجة طول تقريباً.

د) إن السواحل الشرقية لأي قارة أهدأ موجاً من سواحلها الغربية، حيث إن الموج يضرب باتجاه الشرق، وهذا يؤدي إلى أن جيولوجية الشواطئ الشرقية أقل تآكلاً من الغربية لا سيما في الطبقات المغمورة بالمياه.

هـ) إن شق ممر مائي مواز لخطوط العرض في أمريكا الجنوبية حيث جبهة الدفع، سيؤثر على سرعة دوران الكرة الأرضية بتقليل الدفع وبالتالي إبطائها.

و) إن الأمريكتين ستنفسخان عن بعضهما لا محالة، حيث الشمالية منهما تشكل عبئاً على الجنوبية، وإذا حصل ذلك سيتغير محور وسرعة دوران الأرض.

ز) إن زلزال كاليفورنيا المئوي يمكن تلافيه بفتح خليج كاليفورنيا على المحيط الهادي لتصبح باجا كاليفورنيا جزيرة، حيث إنها في الوضع الحالي تعمل كذراع في وجه الموج العاتي مما يركز الاجهادات حول الإبط فينشرخ.

٤) تصحيح عمق طرفي السرادق

إن فكرة السرادق المذكورة أعلاه تبدو مذهلة ويترتب عليها، إن صحت، أمور كثيرة ليس بأقلها أثرها على المنشآت ولكنها بحاجة إلى حجج تدعمها، فإذا صحت، فينبغي أن يظهر ذلك جلياً على الإحصاء العمقي لبؤر الزلازل، من أجل ذلك تتم تحليل البيانات المسجلة (٣) عن أي زلازل من ٨٥٢٣٣ زلزالاً حصلت في العالم خلال النصف الثاني من العقد المنصرم، لقد ظهر إحصاء العمق كما هو مبين بالشكل (٤)، حيث تم إهمال تلك الزلازل على أعماق دون ٥١ كيلاً لأنها دون ١.٣ بالمئة بالنسبة للقيمة العظمى.

إن هذا الرسم يبين حقاً، وبجلاء، طرفي السرادق، ولكنه يمتد من عمق ١١ إلى ٣٤ كيلاً تحت سطح الأرض، مما يجعل سماكته الوسطية ٢٣ كيلا، إن الرسم يبين أن الزلازل التي حصلت على عمق الأطراف هي نصف المجموع تقريباً مع كون زلازل الحافة القريبة (١١ كيلا) ضعف تلك للحافة العميقة (٣٤ كيلاً). إنه من السهل الآن تصديق دعوى الانشراخ في السرادق من الظاهر أو الباطن نتيجة الاضطرابات في ضغط الجوف بل إنه من الممكن القول أن ضغط الباطن يضطرب بالزيادة عن المعتاد أكثر مما يضطرب بالنقص عنه لكي ينشرخ ظاهر السرادق أكثر من باطنه.

إنه من الممكن الآن بعد تصحيح عمق طرفي السرادق التسليم بأنه يتلاشى في بعض المناطق تحت أخاديد المحيطات، كما وأن تصحيح سماكته من ٥ إلى ٢٣ كيلاً وهو الكثيف جداً، يجعل من الممكن التسليم بوجود طبقة خفيفة جداً كالغازات لتعادل الكتلة المعروفة للأرض. إن هذه الطبقة، إذا وجدت لجديرة أن تكون في اللب حقاً حيث يسمح ضعف الجاذبية هنالك بذلك، أما الطبقات المائية المختلفة والمبينة بالشكل (٣) فإنها متوازنة تحت تأثير ثلاث قوى: الجذابية الأرضية للداخل من جهة وقوتي الطرد المركزي وضغط الباطن للخارج من جهة أخرى.

٥) دور السرادق في الاضطرابات اليومية للمنشآت

إن موجات المد والجزر اليومية في مياه المحيطات، والتي يسببها دوران الأرض في حقل جذب القمر، تقوم دورياً بتغيير ارتفاع منسوب الماء الضاغط على اللب الغازي للأرض في المناطق التي يتلاشى فيها سمك السرادق في قيعان المحيطات.

هذا الضغط المائي على اللب الغازي، والمضطرب يومياً، يميل إلى تغيير حجم السرادق زيادة ونقصاً تماماً كتغير حجم كرة القدم عند زيادة أو إنقاص الضغط داخلها بنفخ أو تنفيس.

إن هذه الحركة اليومية تجعل السرادق، وبالتالي التربة تحت المنشآت «تتنفس» إذا صح التعبير، هذا التنفس يمكن ملاحظته في أي مكان على اليابسة بشكل أسهل منه على الماء.

ويعتمد حجم التنفس لأي بقعة باليابسة على عوامل عدة منها:

أ) السمك المحلي للسرادق، حيث كلما زاد قل تنفس تلك البقعة والعكس صحيح.

ب) نوع ووزن وخواص الطبقات الجيولوجية المختلفة بين المنشأة والسرادق، فالطبقات القوية مثلاً تقاوم التنفس.

ج) الخصائص البينية بين الطبقات الجيولوجية فالانزلاق مثلاً يساعد على التنفس.

د) ارتفاع البقعة فوق سطح البحر، مما يدل على حجم الأوزان فوق السرادق، حيث إن زيادته تقاوم التنفس.

هـ) بعد البقعة عن المسطحات المائية كالبحار والمحيطات، حيث يزيد حجم التنفس مع القرب وذلك لافتقاد اليابسة المساندة عند طرف الماء.

و) خصائص الطبقة السطحية للتربة، فالبقعة الرملية على السطح مثلاً تساعد على التنفس خلافاً للصخرية.

ز) مستوى المياه الجوفية وغيرها من المواد المساعدة على الانزلاق، فالانزلاق يساعد على التنفس.

ح) خواص المنشأة المقامة على البقعة مثل: أبعادها وشكلها الهندسي ووزنها وقوتها الخ، فالبقع المقام عليها منشآت ثقيلة قصيرة الأبعاد أقل تنفساً من ذوات

المنشآت الخفيفة طويلة الأبعاد.

إن التنفس يسبب اضطراب المنشآت نتيجة القوى المؤثرة على قواعد الأعمدة، والتي تتجه مع مركز الأرض، ومع أن المسافة بين قاعدتين مهما استطالت لا تشغل سوى زاوية مركزية صغيرة جداً إلا أن مقدار القوة المحركة للتنفس هائل جداً بحيث لا يمكن إهمال أثر هذه الزاوية الصغيرة على المنشأة وعمرها وبتحليل هذه القوة إلى مركبتين أفقية ورأسية يتضح منشأ التمددات والهبوطات في المباني علي الترتيب.

٦) أثر تنفس السرادق على تمدد المنشآت

في الشكل (٥) يبدو صف من (٢ن+١) قاعدة من قواعد الأعمدة لمنشأة ما، وبافتراض أن (ر) ترمز لنصف قطر الأرض، وأن المسافة بين قاعدتين هي (ل)، وأن القوة المحركة للتنفس هي (ق) دورية مع الزمن، عليه، فإن القوة الأفقية (ف) التي تؤثر على القاعدة (ك) من المركز تكون:

ف = ك ل ق/ ر.

هذه القوة لا تؤثر في العمود الذي يقع في مركز الصف، وتزيد طردياً مع البعد عن المركز بالنسبة للأعمدة الأخرى ذات اليمين وذات الشمال. إن هذه القوة تحرك القاعدة بعيداً عن المركز وبالتالي تقصر الطول الفعال للعمود مما يعيد توزيع أحمال الأعمدة عليها بشكل دوري بحيث ترتاح الأعمدة البعيدة بقدر يطرد مع بعدها عن المركز على حساب تلك القريبة منه.

٧) أثر تنفس السرادق على هبوط المنشآت

أما القوة الرأسية (س) المؤثرة على القاعدة (ك) من المركز فإنها تكون:

س= ق (١-(ك ل/ر ٢/٢).

هذه العلاقة تدل على أن (ق) تؤثر على المنشأة كلها رفعاً وخفضاً بشكل دوري، ولكن على النقيض من (ف) فإنها تؤثر في العمود الذي يقع في مركز الصف أكبر تأثير ويتناقص ذلك التأثير بقدر ضئيل جداً تربيعياً مع البعد عن المركز بالنسبة للأعمدة الأخرى ذات اليمين وذات الشمال.

إن خصائص الطبقة السطحية لتربة الموقع تفعل ها هنا فعلها، فإن كانت التربة متجانسة تحركت القواعد للأعلى وللأسفل معاً تقريباً بفوارق ضئيلة مهملة. وإلا، فإن التربة تتراخى بغير انتظام تحت كل عمود، هذا هو السبب الرئيس لهبوط المنشآت في هذه الحالة، أما الفوارق الضئيلة في القوة الرأسية فإنها هنا ثانوية.

أما السبب الفاعل في هبوط المنشآت عند تجانس التربة فهو تعاضد مفعول الفوارق الضئيلة في القوة الرأسية مع مفعول تحرك القواعد بعيداً عن المركز وتقصير الطول الفعال للعمود، تعاضدهما في إعادة توزيع أحمال الأعمدة عليها بشكل دوري بحيث ترتاح الأعمدة البعيدة بقدر مزدوج يطرد مع بعدها عن المركز على حساب تلك القريبة من المركز، فتشعر التربة بعدم تجانس حمل الأعمدة عليها فيختلف تبعاً لذلك هبوطاً.

ومع هذا، فإن وطأة الفوارق في تنفس هبوطات القواعد على المنشآت هنا تبقى دون وطأتها في تنفس أن أزاحاتها..

٨) اختيار موقع المنشأة وطريقة تصميمها

لقد أصبح واضحاً أثر تنفس السرادق على المنشآت، وبالتالي فينبغي بحث طرق مقاومة هذا الأثر قدر المستطاع. والواقع أن تلك تتم على وجهين: اختيار الموقع وطريقة التصميم، فإن أحسن اختيار هذين الوجهين أمكن بدرجة كبيرة إطالة عمر المنشأة وتوفير كلفة صيانتها بعد الإنشاء.

أما الموقع فينبغي أن يكون ذا تربة متجانسة بكل المقاييس على كامل المساحة المطلوبة للإنشاء، إنه ليس من الحكمة في شئ إقامة المنشأة بعضها على سفح جبل وبعضها الآخر على أرض رملية، فتنفس أحدهما مختلف جداً عن الآخر، وعليه فالهبوطات والإزاحات للقواعد المقامة عليهما تتفاوت جدا بحيث إنه لو لم يتم أخذ ذلك في الاعتبار عند التصميم، فمن الممكن انهيار البناء قبل أوانه، ويمكن فحص التجانس بحفر عدد من الحفر عبر مساحة البناء ولعمق كاف، ثم أخذ عينات الحفر وفحصها معملياً من جهة المحتوى التركيبي والخصائص المختلفة، فإن كانت النتائج متقاربة، فإن الطبقة السطحية للتربة تكون متجانسة إلى حد ما، وإلا فلا، أما الطبقات العميقة فبالإمكان فحصها بتقنية الموجات فوق الصوتية، إن عدم تجانس بقعة الموقع يحتم أخذ القياسات المختلفة للتربة البكر مثل فوارق الهبوط ومقادير الإزاحات والقدرة التحميلية.. الخ، واعتماد تلك النتائج عند تصميم مفردات المنشأة.

وأما التصميم فإن تنفس المنشأة بالإزاحة المتزايدة بالبعد عن المركز يجعل مقادير القوى الدورية المزيحة للقواعد تبعاً للمسار الذي تقع عليه القواعد، وبالتالي فإن أريد للبناء أن تتجانس فيه مقادير هذه القوى فينبغي حتماً جعل ذلك المسار دائرياً وذلك لتجنب التركيز الإجهادي العالي. إن ذلك يستلزم توزيعاً دائرياً للأعمدة والقواعد والدعائم مما يعني أن تكون البلاطات على شكل قطاعات دائرية مركزها مركز المنشأة ولتعويض الحركة الدورية الجانبية للقواعد لابد من أن تكون الروابط بين الأعمدة والدعائم مرنة على الاتجاهين الرأسي والأفقي. أما المرونة الأفقية فينبغي تزايدها ببعد الروابط عن المركز حيث الحركة في ازدياد ولكنه من الممكن تناقصها مع العلو حيث الحركة كذلك تتناقص مع الارتفاع. وعلى النقيض، فإن المرونة الأفقية ينبغي تزايدها بقرب الروابط من المركز حيث الحركة في

إزدياد ولكنه من الممكن هنا أيضاً إنقاصها مع العلو حيث الحركة الرأسية كذلك تتناقص مع الارتفاع، هذا في حالة التربة المتجانسة، أما إذا لم تتجانس التربة، فإنه ينبغي إضافة إلى ما سبق، زيادة الاحتياطات التصميمية لقوة مفردات المنشأة، وكذا تدعيم الأعمدة عند ملتقاها مع القواعد بروابط مرنة رأسيا بدرجة مناسبة وكذلك اعتماد تصميم تقطيعي للمنشأة بحيث إنها تبدو ظاهرياً منشأة واحدة ولكنها من الناحية الفعلية عدة منشآت اسطوانية بعضها داخل بعض.

٩) الخلاصة

تم في هذا المقال استعراض نتائج بحثين احصائيين أجريا على سجلات الزلازل:

الأول: استنبط وجود «سرادق» سمكه حوالي خمسة أكيال بعمق ٤١ - ٦٤ كيلا تحت سطح الأرض وأنه متلاشي السماكة في بعض المناطق، التي سميت عندما تكون تحت المحيطات بالبلاعات، وتحت اليابسة بالصمامات، هذا السرادق متناهي الكثافة والقوة، والزلازل هي انشراخات أطية وارتدادية فيه، تصل سرعة انتقالها إلى ٣٣ كيلاً في الثانية.

الثاني: استنبط أن الزلازل المدمرة تقع على الشطآن أو قرب أخاديد المحيطات أو جوار المرتفعات الجبلية، وفسر ذلك على ضوء نظرة جديدة للأرض تقضي بأنها جوفاء لا مصمتة، تديرها أمواج المحيطات سيما المحيط الهادي، وتزلزلها الأمطار الغزيرة، وتتبعها الكوارث الطبيعية من فيضانات وأعاصير وزلازل وبراكين ورياح عاتية وأمواج عالية وتغيرات حادة في الطقس، هذه النظرة تقول بتنفس الأرض وتستشرف وقوع الكوارث فيها بقيد الاضطرابات في تنفسات جميع مجالات الأرض الكهرومغناطيسية منها والحرارية والإزاحية والجاذبية، كما أنها تفسر ظواهر كانت قبل غامضة، وتتوقع أخرى لم تثبت بعد.

صحح البحث أبعاد السرادق من سماكة خمسة أكيال بعمق يتراوح بين ٤١ - ٤٦ كيلاً تحت سطح الأرض مبنية على حساب حدود التذبذب لمتوسط عمق بؤر الزلازل التي حصلت خلال ستة أشهر في النصف الأول من العام ١٩٩٠ الميلادي وبلغت ٨٠٨٢ زلزالاً، إلى سماكة ٢٣ كيلا بعمق يتراوح بين ١١ - ٣٤ كيلا تحت سطح الأرض بناءً على إحصاء تكرار العمق لبؤر الزلازل التي حصلت خلال خمس سنوات في النصف الثاني من العقد الميلادي المنصرم وبلغت ٨٥٢٣٣ على تذبذب متوسط العمق واهياً، خلافاً لإحصاء عدد الزلازل عند كل كيل من العمق والذي أظهر نبضتين حادتين «تشكلان معاً نصف المجموع» عند عمق طرفي السرادق، لقد أكد البحث مفهوم السرادق وجوفية الأرض وما يتبع ذلك من تنفسات، ناتجة عن مد المحيطات وجزرها، تضطرب لها المنشآت بشكل يومي.

ثم ناقش البحث كيفية تأثر المنشآت بتنفس السرادق وأنها عبر قوى الإزاحة والهبوط والتي تعتمد مقاديرها في كل بقعة من الأرض على عوامل عدة منها السمك المحلي للسرادق، ونوع ووزن وخواص الطبقات الجيولوجية المختلفة بين المنشأة والسرادق، والخصائص البينية بين الطبقات الجيولوجية، وارتفاع البقعة فوق سطح البحر الذي يشير إلى حجم الأوزان فوق السرادق، وبعد البقعة عن المسطحات المائية كالبحار والمحيطات، وخصائص الطبقة السطحية للتربة، ومستوى المياه الجوفية وغيرها من المواد المساعدة على الانزلاق، وخواص المنشأة المقامة على البقعة كأبعادها وشكلها الهندسي ووزنها وقوتها.. الخ، ثم بين البحث بعضاً من الطرق الوقائية لاختيار الموقع وتصميم المنشأة مما يساعد بشكل كبير في إطالة عمرها وتوفير صيانتها، فأما الموقع فينبغي أن يكون متجانساً على كافة مساحته وبكل المقاييس، كما ينبغي حفر عينات فيه وتحليل مكونات التربة وخصائصها المختلفة لاستخدامها عند التصميم، وأما التصميم فإن الحكمة تقضي أن يكون دائرياً في توزيع الأعمدة والدعائم والمساحات حول مركز المنشأة مع الربط المرن في الاتجاهين الأفقي ووالرأسي بشكل يتناقص مع العلو ويتزايد أفقياً مع البعد ورأسياً مع القرب من المركز.

شكر وعرفان

أتوجه بالشكر إلى جميع الأساتذة الأفاضل وجميع الزملاء الذين يضيق المجال عن ذكر أسمائهم الكريمة وكل من قدم لي مشورة أو رأياً لكي يخرج هذا البحث.

المصادر

(١) سلمان محمد القاسمي ومحمد عرفان محمد القاسمي، نظرة جديدة إلى الزلازل، أبحاث المؤتمر الدولي الرابع لهندسة الأزهر، كانون أول ١٩٩٥ للميلاد، القاهرة، جمهورية مصر العربية، المجلد الثالث، الصفحات ١٦٦ - ١٧٨

(٢) سلمان محمد عبدالغني القاسمي، أثر التضاريس على بؤر الزلازل المدمرة، أبحاث المؤتمر الدولي الرابعة لهندسة الأزهر، كانون أول ١٩٩٥ للميلاد، القاهرة، جمهورية مصر العربية، المجلد الثالث، الصفحات ١٧٩ - ١٩٠.

(٣) القرص المدمج لقاعدة المعلومات الزلزالية العالمية، المساحة الأمريكية الجيولوجية، المركز الوطني لمعلومات الزلازل، إصدار سنة ١٩٩١ للميلاد، الولايات المتحدة الأمريكية.