عدد خاص

ARCHAEOLOGICAL REVIEW

عالم الآثار

يحررها خبراء هيئة الآثار المصريه – بالتعاون مع مركز الدراسات التخطيطية والمعمارية .

Edited by Experts From the Egyptian Antiquities Organization in collaboration with CPAS

Issue No. 34 1987

العدد الرابع والثلاثين ــ ديسمبر ١٩٨٦

أبحاث البعثة المصرية الفرنسية في هرم خوفو الأكبر

هيئة التحرير

● د . أحمد قدرى

● أ . محمود الحديدى
● د . محمود عبد الرازق
● د . أمال العمرى
● د . عليه شريف
● د . وفاء الصديق
● أ . عاطف غنيم
● د . محمود ماهر طه

● د . شوقى نخله
● أ . أحمد الزيات
● م . نبيل عبد المميع
● أ . عبد الله العطار
● م . حنان عبد النبى
● أ . ابراهيم النواوى
● أ . محمد محسن

● أ . د . عبد الباقى ابراهيم
● أ . د . حازم ابراهيم
● أ . د . أحمد كمال عبد الفتاح
● م . نورا الشناوى
● م . هناء نبهان
● م . هدى فوزى
● أ . إيناس جمال

الإفتتاحية

★ أهرامات الجيزة

ألهبت أهرامات مصر خيال الإنسان عبر العصور فاليونان أدرجوا هرم خوفو الأكبر فى قائمة معجزات العالم القديم السبع بينما ينقب المعاصرون عن أسراره الإنشائية والعلمية متجاوزين أحياناً معطيات العلوم الطبيعية إلى متاهات التفسيرات الميتافيزيقية وربما يعود ذلك إلى عدم تطور البحوث العلمية عن هرم خوفو خاصة والأهرامات المصرية عامة رغم التقدم العام الذى أحرزه علم المصريات منذ العقود المبكرة للقرن الماضى . ومازلنا حتى الآن ننزع فى معارفنا الأثرية والهندسية عن المعجزة الوحيدة الباقية على الأرض من معجزات العالم القديم عن معلوماتنا التى تجمدت بالكاد عند جهود بعض الباحثين والرواد الأول فى القرن التاسع عشر .

والحق أن أعمال الاستقصاء التى قامت بها البعثة المصرية الفرنسية خلال عام ١٩٨٦ م داخل الهرم الأكبر قد قوبلت بموجة عالمية من الإهتمام تناولتها مئات المقالات والتحقيقات والأخبار بجميع وسائل الإعلام والصحافة العالمية السمعية والبصرية على حد سواء بمعظم لغات العالم بما فى ذلك اليابانية والصينية وتابعت بالتفصيل خطواط العمل وطبيعة الأجهزة العلمية الحديثة المستخدمة والنتائج الأولية للقراءات واعمال البيروسكوبى « الثقوب » التى تمت فى المرحلة الأولى . ونحن نضع الآن أمام المثقف المصرى والعربى العام والمتخصص على حد سواء تقريراً علمياً إشترك فى إعداده عشرات من أساتذة الجامعات المصرية فى التخصصات المختلفة المرتبطة بعلم الآثار وبدراسة الأهرامات المصرية فى علوم ميكانيكا الصخور والتربة والانشاءات والجيولوجيا والجيوفيزيقيا والطبيعة والاستشعار عن بعد والترميم والكيمياء والمصريات .

وسوف يكشف هذا التقرير العام طبيعة القضايا والأسئلة والإستنتاجات التى أثارتها وطرحتها أمام هؤلاء المتخصصين الآن ، والآفاق العلمية الرحبة التى فتحتها أمامهم هذه البحوث مما يؤكد اننا أمام مرحلة جديدة فى دراسة هذا الهرم واسراره العلمية التى لم يفصح عنها بعد – والفائدة التى نستهدفها من هذا التقرير المنشور اليوم فى عالم البناء هو التوجه نحو الضمير الثقافى والعلمى لمواطنينا لكى يسهموا مع اعضاء اللجان العلمية المتخصصة فى تأكيد الحقيقة الموضوعية وتعميق مفاهيم النقاء والروح العلمية ازاء بعض الظواهر الذاتية المخزنة التى تتبدى وبجرأة مذهلة أحياناً فى حياتنا المعاصرة .

« واما الزبد فيذهب جفاء واما ماينفع الناس فيمكث فى الأرض »

صدق الله العظيم

وعلى الله قصد السبيل .

رئيس هيئة الآثار المصرية

« د . أحمد قـدرى »

شارك فى إعداد هذا العدد طبقًا للترتيب الأبجدى

أبحاث البعثة المصرية الفرنسية فى هرم خوفو الأكبر

١ – أ.د أحمد قدرى — رئيس هيئة الآثار المصرية

٢ – أ.د جاب الله على جاب الله — وكيل كلية الآثار – جامعة القاهرة

٣ – أ.د جمال الدين مختار — رئيس هيئة الآثار المصرية سابقاً

٤ – أ. جاك مونيلسون — رئيس إدارة الأبحاث العلمية لهيئة كهرباء فرنسا

٥ – أ.د حافظ شمس الدين — قسم الجيولوجيا – علوم عين شمس

٦ – أ.د حامد رشدى — رئيس المركز القومى لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع – هيئة الطاقة الذرية

٧ – أ.د حسن فهمى امام — أستاذ ميكانيكا الصخور والمنشآت الجوفية كلية الهندسة – جامعة القاهرة

٨ – أ.د زينب المليجى — استاذ الطبيعة النووية – قسم الطبيعة – علوم عين شمس

٩ – أ.د شوقى نخلة — مدير عام ترميم الآثار الثابتة والمعمل الكيماوى – هيئة الآثار

١٠ – أ.د صالح أحمد صالح — رئيس قسم الترميم – كلية الآثار – جامعة القاهرة

١١ – أ.د صالح لمعى — عميد كلية الهندسة – جامعة بيروت سابقاً

١٢ – أ.د عبد الحميد زايد — أستاذ سابق للآثار المصرية بجامعة القاهرة

١٣ – د. عبد الفتاح الصباحى — مدير البحوث العلمية للآثار المصرية

١٤ – د. عبد العزيز صادق — مدير عام البحوث بمركز تسجيل الآثار

١٥ – أ.د عمر العرينى — المؤسسة القومية للعلوم

١٦ – أ.د على رضوان — رئيس قسم الآثار المصرية – كلية الآثار جامعة القاهرة

١٧ – أ.د فاروق الباز — رئيس مركز الاستشعار عن بعُد – جامعة بوستن

١٨ – أ.د فاروق القاضى — أستاذ ميكانيكا الأساسات – كلية الهندسة ـــ جامعة عين شمس

١٩ – أ.د فاطمة محمد حلمى — قسم الترميم كلية الآثار – جامعة القاهرة

٢٠ – أ.د فيصل عبد الحليم — مستشار علمى لهيئة الآثار

٢١ – د. كمال بركات — مدير عام مركز البحوث والصيانة – هيئة الآثار

٢٢ – أ.د ماهر محمد شعبان — قسم الجيولوجيا – كلية العلوم – جامعة عين شمس

٢٣ – أ.د محمد حلمى الحداد — قسم الهندسة الإنشائية – كلية الهندسة جامعة القاهرة

٢٤ – أ.د محمد عادل يحيى — مركز الاستشعار عن بعد – كلية العلوم جامعة عين شمس

٢٥ – أ.د محمد على الشرقاوى — أستاذ الألكترونيات – قسم الطبيعة جامعة عين شمس

٢٦ – د. محمود ماهر — مدير عام مركز المعلومات – مركز تسجيل الآثار

٢٧ – أ.د ناصر أبو عاشور — أستاذ الجيوفيزياء – كلية العلوم جامعة عين شمس

٢٨ – أ.د نبيل عبد الحميد عيسى — رئيس قسم الطبيعة – كلية العلوم – جامعة الأزهر

٢٩ – م. نبيل عبد السميع — مدير الإدارة الهندسية بهيئة الآثار

٣٠ – د. هانى محفوظ هلال — هندسة القاهرة – قسم المناجم

٣١ – د. وفاء الصديق — مديرة الأمانة الفنية للآثار المصرية

أهرامات الجيزة

أبحاث البعثة المصرية الفرنسية فى هرم خوفو الأكبر

نبذه تاريخية : —

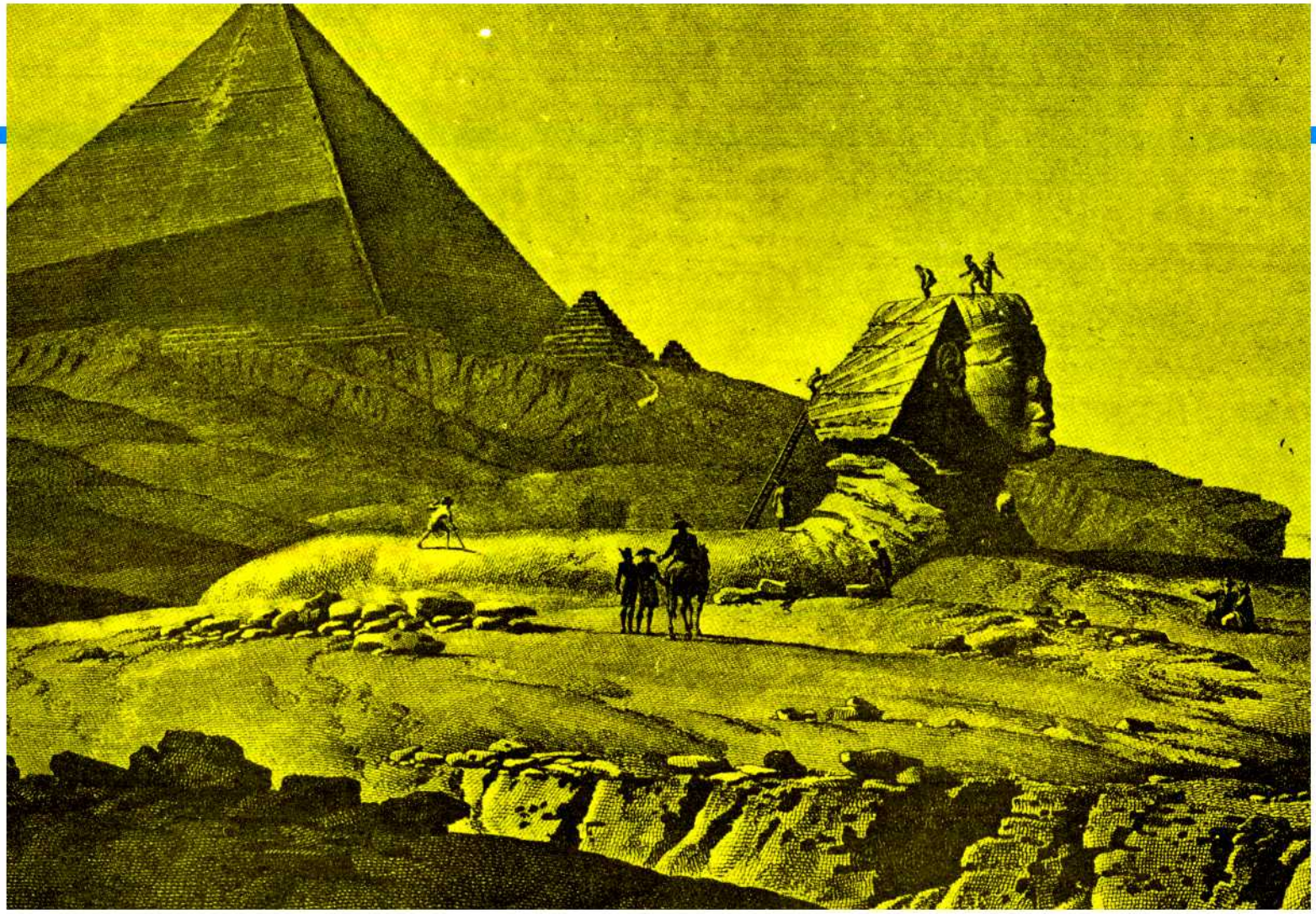
يعُدّ الهرم الأكبر بالجيزة وهو الذي عرف قديماً باسم أفق خوفو أكبر وأعقد الأهرامات المصرية من الناحية التكنيكية والمعمارية وهو أحد عجائب الدنيا السبع للإتقان المعجز فى هندسته ودقة تخطيطه ونسبه .

وليس عجيباً أن يظل الهرم الأكبر هدفاً للدراسة ومحاولة فهم أكبر لهذا الإنجاز البشري .

بنى الهرم الأكبر خلال فترة حكم الملك خوفو (٢٥٥١ – ٢٥٢٨ ق.م.) وهو ثانى ملوك الأسرة الرابعة من الدولة القديمة وقد إختار أن يبنى على الهضبة الغربية شمال مدينة منف عاصمة مصر فى ذلك الوقت مشرفاً بذلك على الوادي وبالقرب من النيل ليسهل نقل الأحجار إلى الهضبة وليتسنى للملك الإشراف على بناء مقره الأخير .

وقد بُنى الهرم على مساحة ١٣ فدان ويبلغ طول كل جانب من جوانبه ٢٣٠م تقريباً وتكاد تكون أضلاعه الأربعة فى مواجهة الجهات الأصلية ويبلغ إرتفاعه الأصلى حوالى ١٤٦,٥٠ م أما الآن فإرتفاعه ١٣٧ م ويرجح العلماء أن الكتل الحجرية التى استخدمت فى بنائه يصل عددها إلى حوالى مليونين وثلاثمائة ألف حجر يصل وزن الكتلة الواحدة منها إلى حوالى طنان ونصف وقد بنى الهرم حول نواه بارزة من الصخر واتخذت أحجاره الداخلية من الهضبة نفسها بينما كان كساؤه الخارجى

● البهو الأعظم بهرم خوفو الذى يُعد أحد العجائب المعمارية فى العالم أجمع



أبحاث علماء الحملة الفرنسية فى منطقة الجيزة ويظهر فيها أخذهم لمقاسات أبو الهول

من الحجر الجيري الجيد المصقول الذي يطلق عليه حجر طره الجيرى (وإن كان هذا الكساء قد انتزع فى عصور لاحقة) وقد تعرض هذا الهرم للسرقة عدة مرات على مر العصور ربما كان أولها فى فترة انهيار حكم الدولة القديمة إلى أن جاء الخليفة المأمون (القرن التاسع الميلادى) وأمر باحداث فتحه من واجهته الشمالية عُرفت فيما بعد بفتحة المأمون وهى المدخل الحالى للهرم وتقع على ارتفاع ١٧ م تقريباً من سطح الأرض وأسفل ولكن إلى الغرب قليلاً من المدخل الأصلى ، ويصل طولها إلى ٣٦ م تقريباً ويقع المدخل الأصلى على ارتفاع ٢٠ م من الهضبة وهو غير مستخدم فى الوقت الحاضر وله عتب جمالونى مثلث مبنى بكتل من الحجر الجيرى . ويؤدى المدخل الحالى إلى ممر طولـــه حوالى ١٠٠ م وارتفاعه ١,١٥ م يصل فى نهايته إلى حجره تقع تحت سطح الأرض لم يكتمل العمل بها وتبلغ مساحتها ١٥,٣٣ م طول × ٩ م عرض . ومما يدل على تغير أسلوب البناء أنه قد تم عمل ممر صاعد متفرع من الممر الأول ولمسافة ٣٦ م فى بناء الهرم ، هذا الممر يؤدى إلى ممر مستقيم يبلغ طوله حوالى ٣٥ م وارتفاعه ١,١٥ م ويصل إلى ما يسمى (حجرة الملكة) ذات السقف الجمالونى وتقع على محور الهرم على إرتفاع ٢٠ م تقريباً من سطح الارض وتبلغ مساحتها ٥,٧٠ م طول × ٥,٢٠ عرض × ٥ م ارتفاع وقد تركت بدورها قبل أن يتم العمل بها مما يشير إلى حدوث تغير جديد فى مخطط البناء وفى نقطة تقاطع الممر الصاعد بالممر الأفقى توجد فوهة بئر تنزل عمودية فى بعض الاماكن وفى زاوية منحدرة جداً فى أماكن أخرى وعلى عمق ٦٠ م إلى أن تصل إلى القسم السفلى من الممر الهابط . وقد اقتضى تغير البناء تشييد الدهليز الصاعد الذى يبلغ طوله ٤٧,٥٠ × ٨,٥٠ ارتفاع × ٢ م عرض ويتوسط هذا الدهليز ممر ضيق على كل من جانبيه منحدر بينما سقفه على شكل قبو مدرج بحيث نجد ان كل مدماك يبرز إلى الخارج عن سابقه وبذلك أمكن سد الفراغ فى النهاية بكتلة واحدة وقد كسى هذا الدهليز بالحجر الجيرى الجيد المصقول ، ونصل من هذا الدهليز الصاعد إلى آخر مستقيم ضيق وقصير يؤدى إلى ردهة بسقف مرتفع وجدران من حجر الجرانيت والتى تؤدى بدورها إلى حجرة الملك وهى ليست مبنية – كما هو متوقع – فى وسط البناء أسفل قمة الهرم ولكنها على العكس تبعد ١٦ قدماً تقريباً إلى الجنوب من المركز وتقع هذه الحجرة على ارتفاع ٤٢,٥٠ م تقريباً من سطح الأرض وتبلغ مساحتها ١٠,٣٦ م طول × ٥,١٨ م عرض × ٥,٧٩ م ارتفاع وقد بنيت جدرانها وسقفها من حجر الجرانيت الوردى ولايزال تابوت الملك بجانب الجدار الغربى وهو منحوت من قطعة واحدة من حجر الجرانيت ويخلو من أى زخرف وقد لوحظ أن عرض التابوت يزيد بوصة واحدة عن عرض الممر الصاعد فى بدايته مما يرجح أنه قد وضع فى مكانه أثناء عمليات البناء ويعلو حجرة الملك أربعة حجرات صغيرة يبلغ ارتفاع كل منها حوالى متر وتعلو إحداها الأخرى ويعلوها جميعاً غرفة خامسة ذات سقف جمالونى بنيت من أحجار ضخمة من الحجر الجيرى ، وقد ساعدت هذه الحجرات الخمس فى تخفيف الضغط على حجرة الدفن نفسها .

تاريخ التطبيقات التكنولوجية فى بحوث الاهرامات والآثار

ممر التهوية داخل الهرم الأكبر .

مقدمة : —

آثار الهرم الأكبر – والذى يمثل أقصى ماوصلت إليه مجهودات وتجارب بناة الأهرام – إهتمام الناس منذ أقدم العصور ومن المؤكد أنه كان مفتوحاً فى أيام العصر الرومانى للزائرين ولكن لم يلبث الردم أن غطى المدخل الرئيسى واخفاه عن الأعين حتى جاء رجال الخليفة المأمون فى القرن التاسع الميلادى وقاموا بمحاولتهم لدخول الهرم كما ذكرنا من قبل .

وفى العصور الحديثة وخاصة القرن الماضى قام الرحالة الأوروبيون بمحاولات عديدة لأخذ مقاييس ونسب الهرم ورسم الرسوم التخطيطية له . بدأت هذه المحاولات بما قام به الرحالة الإيطالى « كافيليا » والذى لم يكن عالماً أثرياً ولكنه كان يقوم بالحفر فى المناطق الأثرية لحساب بعض الاوروبيين . وقد نجح فى دخول الهرم الأكبر وأخذ بعض القياسات داخلة وكان ذلك فى عام ١٨١١ م .

وفى عام ١٨٣٧ قام « برنج وفيز » بدخول الهرم وأخذ مقاييس صحيحة له وإن كانوا قد قاموا بإجراء بعض التفجيرات داخل الهرم خاصة فى الجزء العلوى المؤدى إلى حجرات تخفيف الضغط ليتمكنوا من فحص الهرم فحصاً شاملاً وقاما بنشر ذلك فى المجلد المعروف باسم

«Operations carried on at the pyramids of Giza in 1837.»

وفى عام ١٨٨١ م قام « بترى » بأخذ مقاييس الهرم ووصفه مرة أخرى وهى المقاييس والوصف الذى نسير عليه حتى الآن ونشره فى كتابه

«The pyramids and Temples of Giza» (London 1883) .

أما عن التطبيقات التكنولوجية الحديثة فى بحوث الأهرامات: فمنذ الستينيات جرت عدة محاولات لتطبيق بعض معطيات التكنولوجيا الحديثة على الأنشطة الأثرية خاصة الحفائر والتنقيب فى باطن الأرض وعلى اكتشاف أية فراغات أو حجرات داخل الأهرامات وتعد أهم محاولتين تمتا فى هذا الاتجاه هى محاولتى جامعة « بيركلى كاليفورنيا » سنة ١٩٦٧ م وجامعة « ستانفورد » خلال أعوام ١٩٧٥ – ١٩٧٧ م .

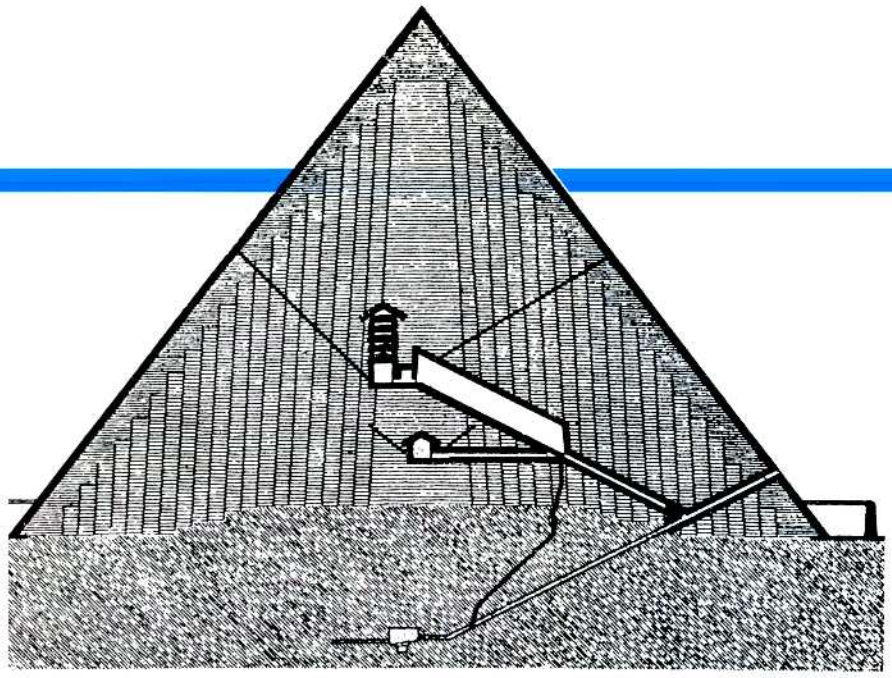
١ – مشروع جامعة « بيركلى كاليفورنيا » بهرم خفرع سنة ١٩٦٧ م :

قام المشروع بالتعاون بين معهد لورنس للإشعاع وبين هيئة الآثار المصرية بالاشتراك مع قسم الطبيعة النووية كلية العلوم جامعة عين شمس وقد مثل هيئة الآثار وجامعة عين شمس بعض الأساتذة منهم أ . د جمال مختار رئيس هيئة الآثار الأسبق وعضو اللجنة العلمية الدائمة للآثار المصرية ، والمرحوم د . زكى اسكندر مدير عام الشئون الفنية بالهيئة فى ذلك الوقت ، والأستاذ الدكتور فتحى البديوى ، والأستاذ الدكتور محمد الشرقاوى ، والأستاذ الدكتور . سيد عبد الوهاب من جامعة عين شمس . واستهدف المشروع محاولة الكشف عن أية فراغات أو ممرات لم تعرف من قبل داخل الأهرامات تقديراً بأن الإجابة على ذلك التساؤل هو فى حد ذاته قضية علمية بالغة الأهمية . وكما عبر عن ذلك أ . د . البديوى فى تقريره المنشور تحت عنوان « تطوير الأهرامات المصرية » ، المجمع المصرى للثقافة العلمية ، القاهرة ١٩٦٧ م (ص ٣٦ – ٦٠)

وكذلك مقال العالم الأمريكى « لويس الفاريز » البحث عن حجرات خفية داخل الأهرامات فى عام ١٩٧٠ م ، عن النتائج التى قد تؤدى إلى وجود غرف عليا أو ممرات أخرى مع تحديد أماكنها وتعيين أشكالها وأحجامها وذلك بقياس الأشعة الكونية ومدى امتصاصها عند عبورها الكتل الحجرية ، وكان من المقدر البدء بالعمل داخل هرم خوفو الأكبر أولاً ، ولكن لتعذر إدخال الأجهزة العلمية الكبيرة الحجم وقتئذ فقد رؤى الاقتصار على العمل داخل هرم خفرع الثانى كما تم التنازل عن فكرة العمل داخل هرم سنفرو بدهشور والذى كان أيضاً فى نطاق برنامج ذلك المشروع – وقد طبقت البحوث فى حيز لايزيد عن ١٩٪ فقط من حجم هرم خفرع وكانت النتيجة سلبية بعد عمل العديد من الشهور والمواسم لعدة سنوات متتالية والتى تكلفت مئات الألوف من الدولارات (تزيد عن ربع مليون دولار فى ذلك الوقت) والتى دفعتها جامعة كاليفورنيا .

التقييم العام لهذا المشروع :

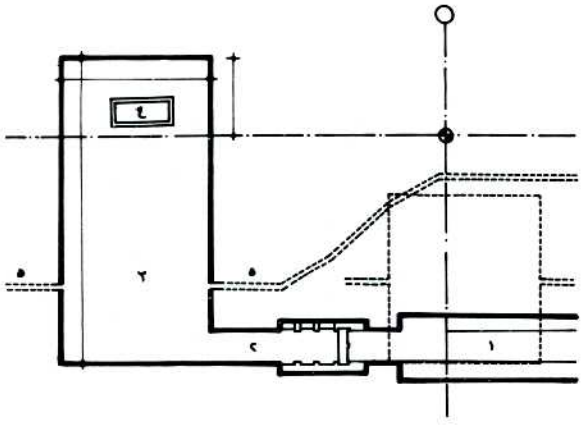
١ – إن مجرد تأكيد أو نفى وجود فراغات داخل الهرم أو جزء فقط من حجم هرم من أهرامات مصر هو مطلب علمى عام بالغ الأهمية وعلى أرفع مستوى عالمى من تقدير قيمة مثل هذا التأكيد أو النفى مما دعى جامعة كاليفورنيا ذات العراقة العلمية المعروفة تنفق مئات الألوف من الدولارات وتجند علماء ومتخصصين على رأسهم الأستاذ/ لويس الفاريز الحاصل على جائزة نوبل فى الطبيعة – وهذا يوضح المنطلق العلمى الرصين والضمير العلمى الذى



قطاع يوضح العمارة الداخلية للهرم الأكبر .

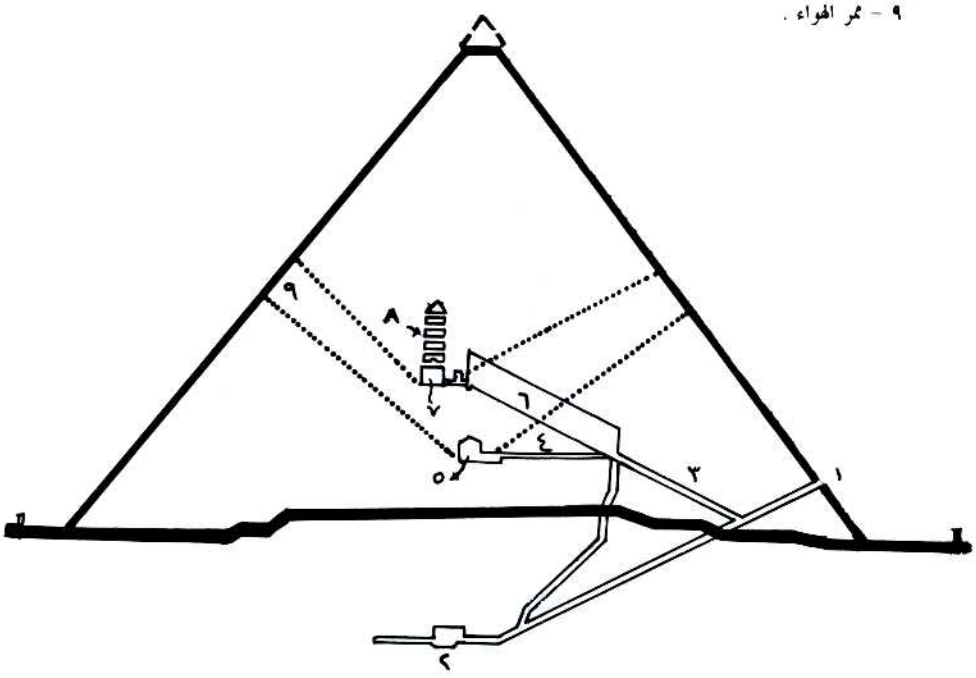
١ – الممر المؤدى إلى غرفة الدفن تحت الأرض .
٢ – حجرة الدفن الأولى .
٣ – الممر المؤدى إلى حجرة الدفن الثانية المسماة حجرة الملكة .
٤ – الممر المؤدى إلى حجرة الملكة .
٥ – غرفة الدفن الثانية .
٦ – البهو الكبير .
٧ – حجرة دفن الملك .
٨ – خمس حجرات لتخفيف الضغط .
٩ – ممر الهواء .

★ الهرم الأكبر



● رسم توضيحى لغرفة الملك .

١ – نهاية البهو الكبير .
٢ – الممر المؤدى لغرفة الملك .
٣ – غرفة الملك .
٤ – التابوت .
٥ – ممرات التهوية .



دعا اللجنة الدائمة العلمية للآثار المصرية بهيئة الآثار إلى اعتماد بحوث البعثة المصرية – الفرنسية المشتركة للإجابة على ذلك السؤال عن وجود أو عدم وجود فراغات داخل هرم خوفو الأكبر وأن القول بعدم أهمية التعرف على وجود فراغات كما ردد أحدهم فى بعض الصحف هو قول مفرغ من أى قيمة أو مسئولية علمية فى هذا الصدد .

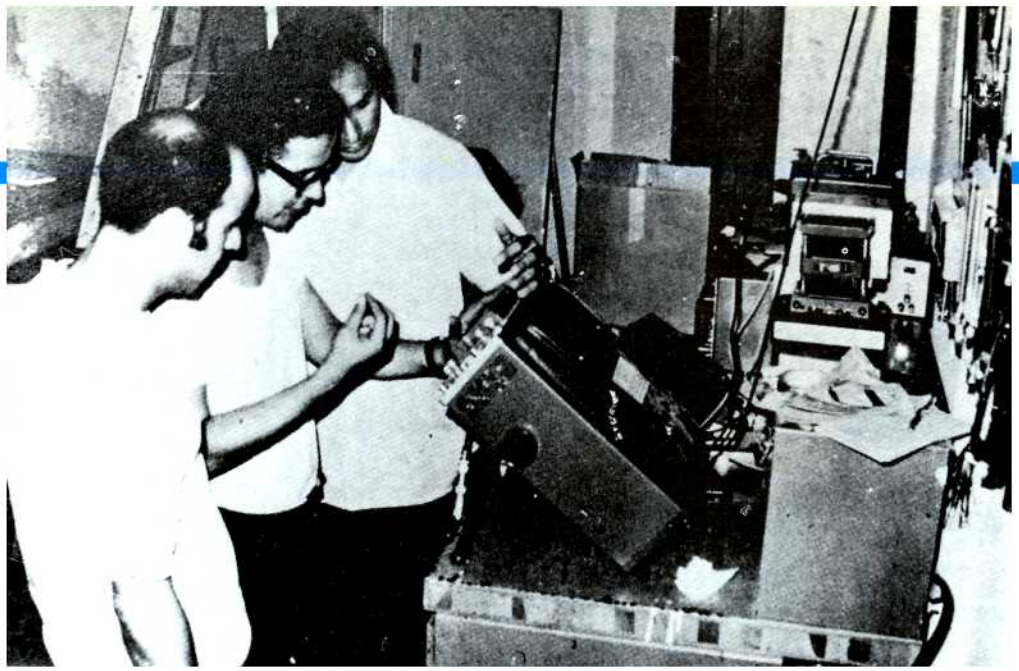
٢ – إن أبحاث جامعة كاليفورنيا رغم قيمتها العلمية الرفيعة فإن نتائجها سلبية وجزئية فقط وشملت حيزاً لايعدو ٢٠٪ من حجم هرم خفرع الثانى مما دفع الأستاذ « الفاريز » رئيس البعثة على الإشارة بذلك فى تقريره العلمى وتأكيده بأن هذا الأسلوب التكنولوجى غير كاف ومطلوب تطويره إذا امتدت الابحاث فى المستقبل لبقية الهرم .

وفى تقرير للأستاذة الدكتورة زينب مليجى محمد والأستاذ الدكتور محمد على الشرقاوى أساتذة قسم الطبيعة – كلية العلوم – جامعة عين شمس ، والاعضاء فى مشروع التصوير الكونى للأهرامات عن امكانية إحداث ثقوب بالأهرامات والتى وردت فى المشروعات السابقة جاء مايلى :

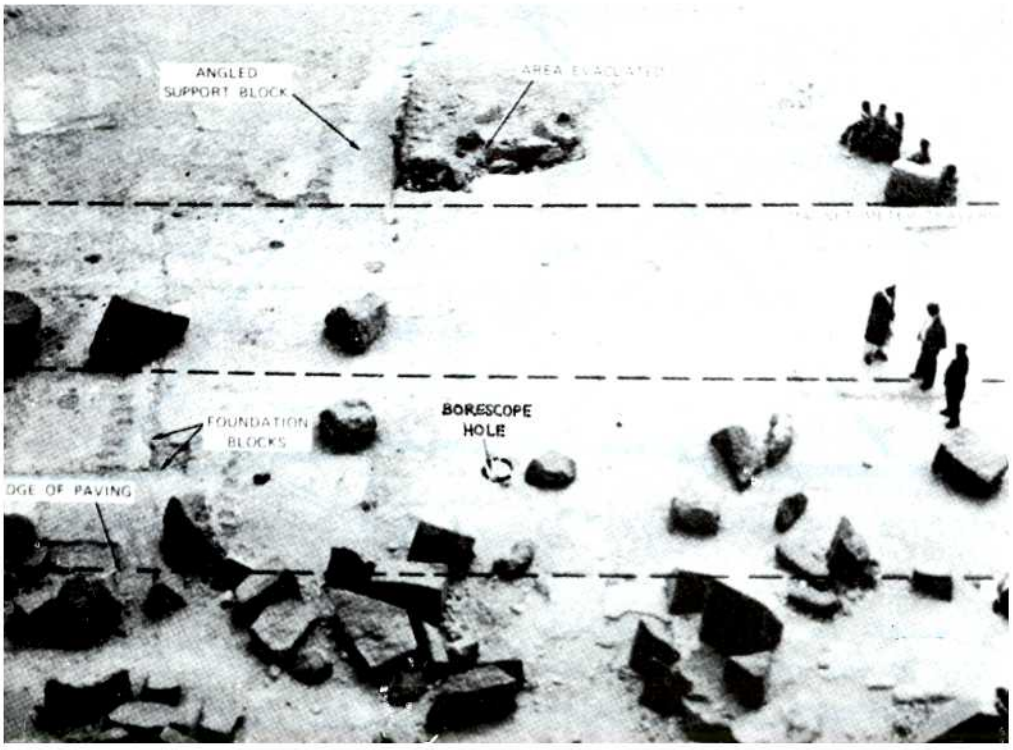
« استخدمت الأشعة الكونية للكشف عن وجود فراغات أو حجرات فى الهرم الثانى فى المدة من سنة ١٩٦٦ – ١٩٧٢ م وذلك بتعاون جامعة « بيركلى » بكاليفورنيا وجامعة عين شمس وقد تم وضع أجهزة الاستقبال فى الحجرة التى تحت الهرم والتى تقع فى منتصفه تقريباً . وعلى ذلك فإن حجم كبير من الهرم قد تم مسحة بالأشعة الكونية .

وقد كان من المقرر فى حالة النتائج الإيجابية للمشروع بوجود فراغات أو حجرات أن يثقب جدار الهرم بالمسافة اللآزمة للوصول إلى الحجرة المكتشفة كما أن الثقب سوف يكون من السعة التى تسمح بإدخال كاميرا تلفزيونية وذلك قبل البدء فى عمل أى ممرات للوصول إلى هذه الحجرة ، وحيث أن نتائج هذا المشروع كانت سلبية من هذه الناحية فلم يتم ثقب جدار الهرم كما كان مخططاً لذلك فى حالة النتائج الإيجابية . »

مشروع جامعة ستانفورد لدراسة الفراغات فى الأهرامات والمناطق الأثرية



● معدات الإستكشاف الكهرومغناطيسى داخل غرفة بلزونى بهرم خفرع .



● المنطقة جنوب هرم خفرع حيث أعطت أجهزة الإستكشاف دلالات عن وجود معالم خفية ، ويُقترح التثقيب .

● الإستكشاف التثقيبى فى أساسات هرم خفرع .

وذلك باستخدام بعض وسائل التكنولوجيا الحديثة عام ١٩٧٥ م هذا المشروع الذى مولته ونظمته جامعة ستانفورد بالولايات المتحدة بالاشتراك مع هيئة الآثار المصرية وقسم الطبيعة بجامعة عين شمس وأسهم فيه العديد من الأساتذة المصريين .

وتعتمد هذه البحوث على استخدام تكنولوجيا دراسة انتشار الموجات الكهرومغناطيسية فى الاحجار والصخور ومدى امتصاص هذه الصخور والأحجار لهذه الموجات للكشف عن أية فراغات داخل الأهرامات أو تحت الأرض فى المناطق الأثرية وكذلك استخدام أسلوب التصوير الجوى وقياس مجالات المغناطيسية والمقاومة الكهربائية والموجات الصوتية فى محاولة للتعرف أيضاً على هذه الفراغات واستمرت هذه البحوث لعدة سنوات متتالية بدءاً بعام ١٩٧٥ وحتى عام ١٩٧٨ م . ولم تسفر جميع هذه الأساليب التكنولوجية عن أية نتائج إيجابية محددة كما أكدت التقارير ايضاً ضرورة اللجوء إلى اساليب أكثر تطورا من الناحية التكنولوجية فى هذا الصدد وفهم جهاز

● وسائل الإستكشاف بالموجات الصوتية داخل غرفة بلزونى بهرم خفرع .

مشروع دراسة الفراغات خلف الممر المؤدى إلى الغرفة المسماة بغرفة الملكة

بدأت فكرة دراسة الفراغات خلف الممر المؤدى إلى الغرفة المسماة بغرفة الملكة داخل هرم خوفو بما لاحظه المهندسان المعماريان الفرنسيان « دورميون وجودان » من وجود اختلافات فى طريقة البناء على الجانبين فى منتصف الممر حيث الاحجار متراصة بطريقة بسيطة بينما فى بقية الأجزاء فان الأحجار متراصة بطريقة (الثلاثات) وهى طريقة البناء التقليدية فى مصر القديمة .

بناء على ذلك تقدمت ادارة الأبحاث العلمية بهيئة كهرباء فرنسا عن طريق وزارة الخارجية الفرنسية بطلب إلى اللجنة الدائمة للآثار المصرية لدراسة هذه الظاهرة مستخدمة ماتملكه من امكانيات علمية وفنية كبيرة وقد وافقت اللجنة الدائمة للآثار وهى اللجنة التى تضم العديد من علماء الآثار والمتخصصين من أساتذة الجامعات المختلفة على طلب هيئة كهرباء فرنسا لثلاثة أسباب : -

١ - إن هذه الهيئة ذات سمعة عالمية كبيرة فى مجال الابحاث خاصة فى مجال الطاقة النووية .

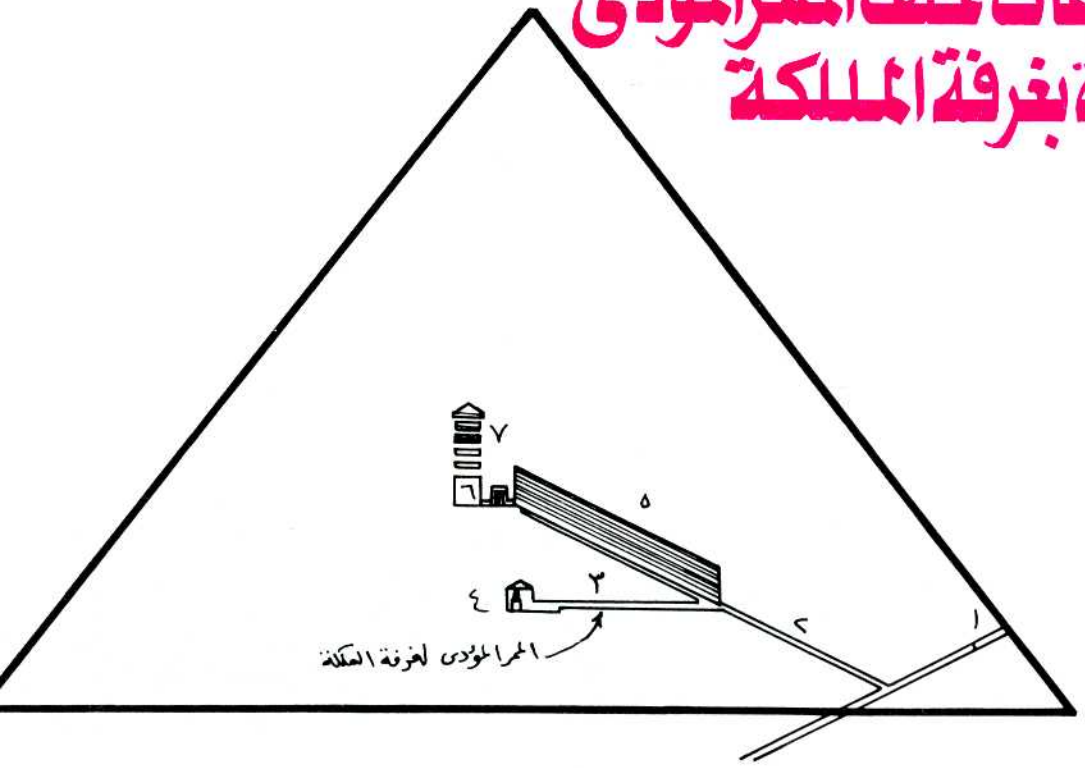
٢ - أن هناك عقداً مبرماً بين هيئة الأثار المصرية وهيئة كهرباء فرنسا تم بمقتضاه انشاء معملا على اعلى مستوى لصيانة وترميم الآثار المعدنية فى مدينة الاسكندرية وهو معمل يعمل بكفاءة عالية منذ عدة أشهر لترميم ماتم انتشاله من أسطول نابليون الغارق فى خليج أبى قير وخليج العجمى .

٣ - إن اسلوب العمل المقدم وكذلك الأجهزة المستخدمة ذات مستوى رفيع - فهناك جهاز الميكروجرا فيمترى ذو الحساسية العالية والذى لايوجد منه سوى عدداً محدوداً على مستوى الدول المتقدمة ولايمثل استخدامه أية أضرار على الأحجار حيث لاتصدر منه أية موجات أو أشعة وإنما تعتمد نظرية استخدامه على قياس مجال الجاذبية فالاختلاف فى شدة هذا المجال من مكان إلى آخر يعكس كثافة الكتلة الحجرية خلفها (فراغات محتملة) ، علماً بأن هذا الجهاز يستخدم منذ عدة سنوات بكفاءة عالية لدراسة الشروخ والفجوات فى المناطق التى تنشأ عليها المراكز النووية ، وقد استخدم فى أعمال صيانة المقابر الاوتروسكية بإيطاليا من قبل .

الميكروجرا فومترى الحديث .

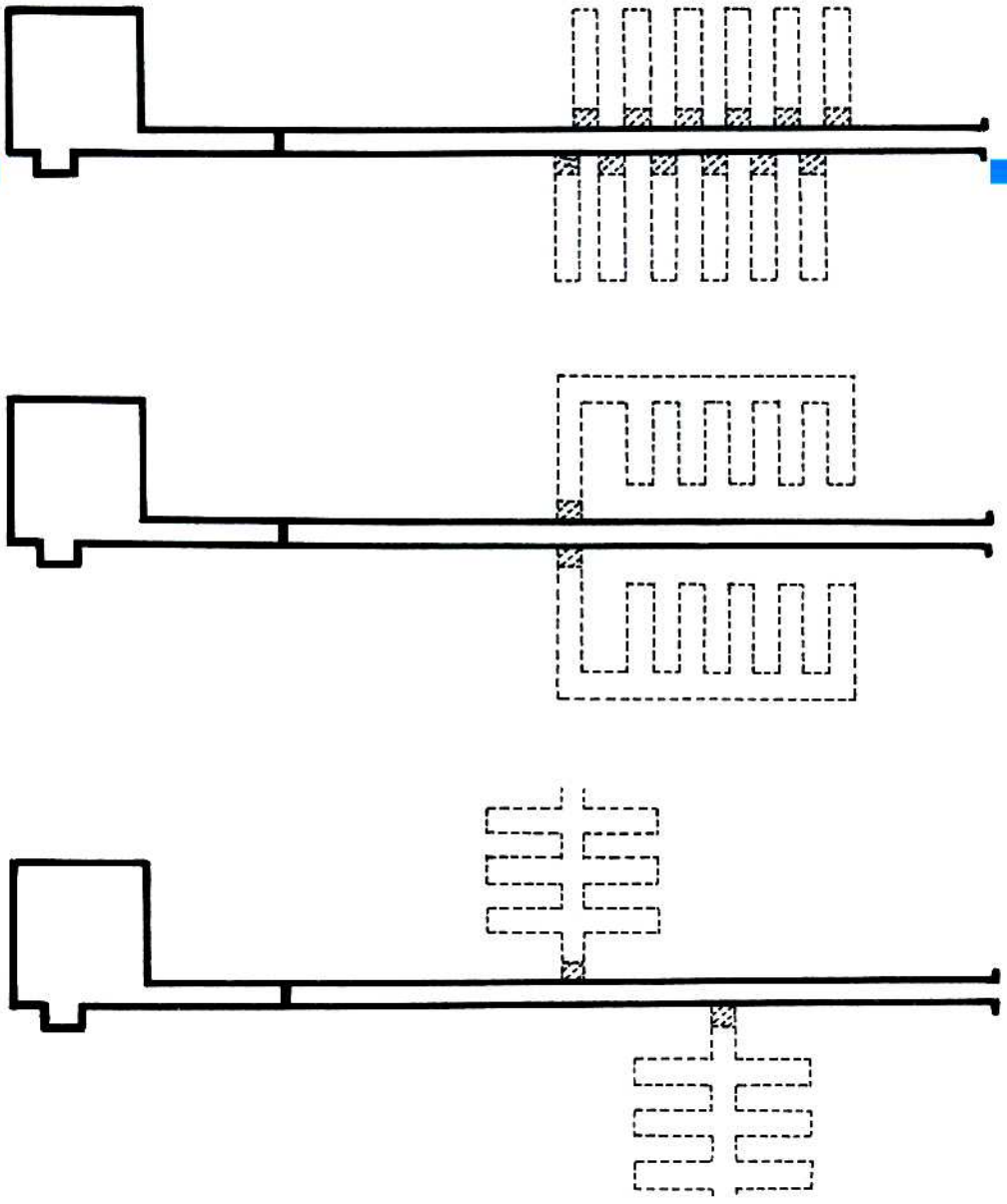
التقيم العام لهذا المشروع :

أنه على الرغم من تعدد الأساليب التكنولوجية المستخدمة فى هذا المشروع وأهميتها إلا أنها لم تصل إلى نتائج محددة ولم تتمكن من تحقيق ما سعت إليه من تقديم الأدلة المادية المدعمة للدراسات النظرية التى بدأت بها كما ذكرت تقارير المشروع المنشورة وان كانت هذه الأبحاث ساعدت فى حد ذاتها على التعرف على القدرات العلمية لهذه الأجهزة والوسائل وقد لزم الانتظار حين توفر الامكانات والمعدات التى تقترب أكثر إلى الهدف وهذا ما عبرت عنه الدراسات المشار إليها بأقتراح وسائل أخرى منها القياس التثاقلى (الجرافيمترى) وكذلك استخدام الاستكشاف التثقيبى (البوردسكوبى)



رسم تخطيطى للتصميم الداخلى لبناء الهرم

١ - الممر الأول الهابط (١٠٠ م تقريباً) .
٢ - الممر الصاعد .
٣ - الممر الأفقى .
٤ - الغرفة المسماة بغرفة الملكة .
٥ - البهو .
٦ - حجرة الملك .
٧ - حجرات تخفيف الضغط .



● الممر المؤدى إلى ما يسمى بغرفة الملكة وعلى جانبيه بعض المخازن التى يتوقع الفريق المصرى الفرنسى العثور عليها .

٤ – إن الحفار الذى اقترح استخدامه ليس من النوع التقليدى الذى يفتت الكتل الحجرية عند اختراقه لها ولكنه من النوع المستخدم فى الأبحاث الجيولوجية ذات الرأس الاسطوانية المجوفة (تنجستين وبودرة ماس) والتى تؤدي حركتها الدائرية إلى الحصول على عينات أسطوانية صحيحة دون إحداث أية أضرار بالحجر علاوة على ضعف الإهتزازات والضوضاء .

٥ – ان الثقوب المقترح عملها (قطر ٣ سم) هى وسيلة فقط لإدخال المناظير الضوئية عالية المستوي والمستخدمة منذ سنوات عديدة فى مجال الطب لإمكانية إلتقاط صور المناطق الداخلية ومشاهداتها على شاشة الدائرة المغلقة . ولم يكن المطلوب تكسير جدار للوصول إلى الفراغات المحتملة .

وقد كان الهدف الرئيسى لهيئة الآثار عند موافقتها على هذا المشروع هو التطبيق العملى لأخذ صور التقدم العلمى المتمثل فى جهاز الميكروجرا فميتري ذو التكنولوجيا المتطوره ولم يجول بخاطر أحد عند العمل فى هذا المشروع فكرة الكشف عن آثار أو كنوز وإنما كان الدافع للعمل هو الإقتناع التام بأن هذه

● المثقاب الذى تم تصميمه خصيصا لاجراء الثقوب داخل الممر ،ويظهر هنا فى منتصف الممر المؤدى إلى ما يسمى (غرفة الملكة)

● بعض أعضاء البعثة أثناء عملية التثقيب .

الاستقصاءات العلمية تعُد ضرورة ملحة فى حقل علم المصريات المرتبط بدراسة الأهرامات المصرية ، خاصة إذا وضعنا فى تقديرنا أن الأسرار العلمية التى تنطوي عليها الأهرامات خاصة هرم خوفو لازالت فى طى المجهول ولم تتقدم منذ القرن الماضى ، وأن واجب هيئة الآثار المصرية العلمى والثقافى والقومى وواجبها أيضاً إزاء التقدم العلمى ومراكز الأبحاث الا تتجمد عند مفاهيم القرن الماضى وأن تفتح آفاقاً جديدة للبحث العلمى خاصة وأن مثل هذه الاستقصاءات قد تمت من قبل فى مشروعات سابقة أهمها مشروع جامعة كاليفورنيا فى محاولة للتعرف على أية فراغات بهرم خفرع إستمر لمدة أربع سنوات مما يؤكد أن مجرد محاولة التعرف على وجود فراغات أو

● أعضاء البعثة المصرية الفرنسية أثناء إجراء تجربة التثقيب خارج الهرم .

● أعضاء البعثة المصرية الفرنسية أثناء العمل داخل الممر

جهاز الميكروجرا فيمترى أثناء التشغيل لأخذ بعض القياسات

● جهاز الميكروجرافيمترى

● المثقاب المستخدم فى عمل الثقوب .

★ عملية استخراج (شفط) لبعض عينات الرمال التى عُثر عليها أثناء التثقيب .

عدم وجودها داخل أي هرم هى قضية علمية تشغل بال أعظم الجامعات العلمية بل وقد أوصت جامعة عين شمس مع معهد أبحاث ستانفورد الأمريكى بضرورة اللجوء إلى جهاز الميكروجرا فميتري فى التعرف على مثل هذه الفراغات .

عندما حضرت البعثة فى شهر أبريل تطابقت قراءات الجهاز مع الدراسات المعمارية التى قام بها المهندسان المعماريان وكانت النتيجة إيجابية وداله على وجود فراغات فى الجانب الغربى للممر المؤدي إلى حجرة الملكة .

عندما حضرت البعثة للمرة الثانية فى أغسطس ١٩٨٦ م تم مايلى : -

(أ) تم تشكيل لجنه لمعاينة الأجهزة ودراسة كفائتها وهى لجنة مكونة من خبراء هيئة الآثار المصرية فى مجال الآثار وصيانتها برئاسة د. شوقى نخلة مدير عام المعمل الكيماوى ، وعضوية م. نبيل عبد السميع مدير عام الإدارة الهندسية ، ود. كمال بركات مدير مركز البحوث والصيانة ، ود. أحمد موسى - مدير آثار الجيزة وسقارة ود. عبد الفتاح الصباحى - مدير البحوث العلمية بهيئة الآثار ، ود. وفاء الصديق - مدير الأمانة الفنية و أ. سامية الملاخ كبيرة مفتشى الهرم ، (أ) عبد الرحمن السيد - مدير عام إدارة الأمن .

(ب) تم عمل أكثر من ٥٠ قراءة تأكيدية بجهاز الميكروجرا فيمترى على جانبى الممر حيث تأكد وجود الإختلاف على الجانب الأيمن (الغربى) للممر .

(جـ) تم عمل تجربة حية أمام الهرم وفى كتلة حجرية مماثلة للكتل المستخدمة على جانبى الممر وبنفس الطريقة وتحت نفس الظروف التى ستستخدم داخل الهرم وذلك أمام جميع ممثلى الصحافة العالمية وكانت النتيجة أكثر أطمئنانا ، مما دعى المسئولون من الجانب المصرى الممثل فى خبرات أثرية وعلمية لإتخاذ القرار بالبدء فوراً فى عمل الثقوب فى الجدار الأيمن للممر .

خطوات العمل داخل الهرم الأكبر .

- تم عمل الثقب الأول على إرتفاع ٣٠ سم تقريباً من الأرض وبزاوية ميل ٣٠ درجة وقد تلاحظ ما يلى : -

المرور فى كتلة حجرية لمسافة ١٢٨ سم (٢ ذراع مصرى) – سمك حقيقى ثم فى كتلة حجرية لمسافة ٥٧ سم (١ ذراع) ثم فى كتلة هشة من المونة وكسر الحجر ٢٥ سم – ثم فى منطقة رمال بسمك ٢٥ سم– ثم فى كتلة حجرية ٣٥ سم (أى مسافة ٢٦٥ سم) – سمك حقيقى .

– تم عمل ثقب آخر على بعد ٢,٥ متر من الأول وبزاوية ميل ٤٠ درجة لمسافة ١٩٨ سم ثم طبقة رمل ١٦ سم ثم حجر جيرى سمك ٢١ سم (المسافة الكلية ٢,٣٥ م) وأعطى نفس النتائج ثم تم عمل ثقب ثالث فى منتصف المسافة بين الإثنين وبزاوية ٣٥ درجة وفى هذه الحالة وبعد اختراق الكتلة الحجرية الأولى لمسافة ١٤٤ سم تقريباً ثم الكتلة الثانية ٦٨ سم ظهرت منطقة من الرمال بمسافة أكثر من ٤١ سم ، أى أن المسافة الكلية التى تم إختراقها هى ٢,٥٣ سم ، لم يتمكن الفنى عندها من الاستمرار فى الحفر للسمك الكبير للطبقة الرملية ولم يتمكن من قياس سمك هذه الطبقة .

– ان النتيجة الأولية لهذه الدراسة هو أن هناك شيئاً ماخلف الجدار الأيمن للممر مما ينطبق تماماً مع قراءات الجهاز والملاحظات المعمارية .

هذا وقد تم عقد اجتماعين للجنة العلمية لبحوث هرم خوفو الأكبر والدراسات التطبيقية الطبيعية فى حقل الآثار يومى ٢٢ أكتوبر ، ٩ نوفمبر سنة ١٩٨٦ م والمشكلة من أساتذة الجامعات المصرية ومراكز البحوث وخبراء هيئة الآثار .

إستعرضت اللجنة نتائج التحاليل الأولية للرمال والحجر الجيري فى معامل مركز البحوث والصيانة بهيئة الآثار وقسم الجيولوجيا بكلية العلوم جامعة عين شمس وكذلك نتائج المرحلة الأولى لبحوث البعثة المصرية الفرنسية المشتركة فى هرم خوفو الأكبر والتى أجريت فى المدة من ١٩٨٦/٨/٢٨ م إلى ١٩٨٦/٩/٧ م .

كما إطلعت على تقارير المواصفات العلمية للأجهزة التى إستخدمت فى هذه البحوث والمقدمة من الإدارة العلمية للهيئة القومية للطاقة الكهربائية النووية لفرنسا ، والأسلوب العلمى الذي إتبعُ فى أجراء الثقوب فى الجدار الغربى للممر المؤدي إلى غرفة الملكة داخل الهرم كما إطلعت اللجنة على التقارير العلمية التى نشرت عام ١٩٧٥ – ١٩٧٧ م عن نتائج التحريات التى أجرتها جامعتى كاليفورنيا وستانفورد بالتعاون مع قسم الطبيعة بعلوم عين شمس وهيئة الآثار المصرية فى هرم خفرع .

وأكدت اللجنة أن عدم وجود أية أضرار جانبية للثقوب الثلاث التى أجريت بالفعل فى جدار الممر الغربى لغرفة الملكة بالهرم الأكبر بواسطة البعثة المصرية الفرنسية المشتركة هى بدية هندسية ورياضية بناء على أسس وقوانين علم ميكانيكا الصخور وأن إحداث ثقب بقطر ٣ سم وبطول مترين بزاويا ميل ٤٠,٣٠ فى حجر واحد أبعاده ٢ م × ١ م × ١ م من أحجار الهرم ، والتى تبلغ أكثر من مليونى حجر يخلق مجال إجهاد حول ذلك الثقب يمتد تأثيره لمسافة ٩ سم . وبما أن قوة تحمل الحجر الجيري لاتقل عن سبعين كيلو جرام لكل ١ سم فإن منطقة التأثير الحرج لذلك الإجهاد لاتعدو ٢ سم حول ذلك الثقب إذا وضعنا فى تقديرنا الفترة الزمنية لآلاف قادمة من السنين وهو تأثير غير منظور ولاقيمة له على الاطلاق وتأثيره النهائى لايعدو أن يكون صفراً .

ومن الملاحظ أن عمل ثقوب أثناء أعمال الترميم للمبانى الأثرية هى عملية تقليدية تستخدم خاصة فى أعمال الربط بين العناصر المعمارية وهى متبعة ومأمونة هندسياً بل وضرورية خاصة لقياس نسب الرطوبة ومعالجتها داخل الجدران والمبانى الأثرية .

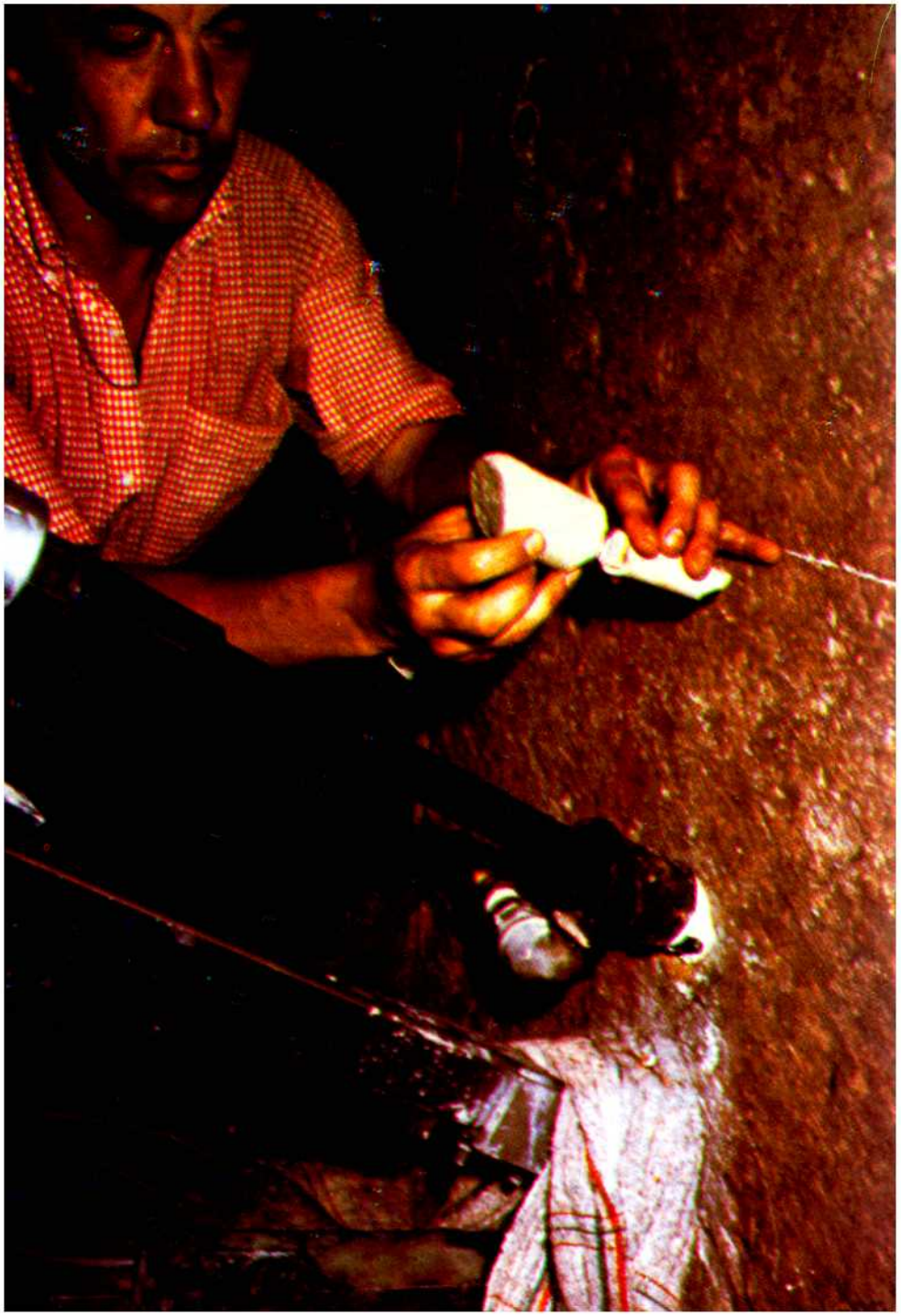
إن الأسلوب الذى اتبع والأجهزة المستخدمة ذات مستوى رفيع والمقدمة من الإدارة العلمية للهيئة القومية للطاقة الكهربائية والنووية لفرنسا وهى ذات سمعة عالية رفيعة فى مجال الأبحاث خاصة ابحاث الطاقة النووية والبحوث الالكترونية كما أن جهاز الميكروجرامتري الذي إستخدم للكشف عن وجود فراغات داخل الهرم لايوجد منه سوي عدد محدود على مستوي الدول المتقدمة ولايمثل استخدامه أية أضرار .

وأننا أمام وسيلة حديثة عالية الكفاءة تتمثل فى

أحد الثقوب الثلاثة التى تمت بالفعل وقطره ٣ سم .

● عملية التثقيب داخل ممر الهرم .

● أحد أعضاء الجانب الفرنسى ممسكاً بيده قطعة من الحجر الجيرى الأسطوانية الشكل المحورية والمستخرجة من الثقب .



هذا الجهاز ذو التكنولوجيا المتطورة للاستفسار عن الفراغات خلف الجدران الصخرية وفى باطن الأرض وهى مشكلة تؤرق الأثريون فى حقل الحفائر العلمية وقد أكد الجانب الفرنسى أن الإختلاف فى قراءات هذا الجهاز داخل الهرم الأكبر ناجم عن اختلاف بين أحجار وهواء فضلاً عن أن خبرتهم فى تجارب سابقة فى إستخدام الجهاز فى دراسات مشابهة فى فرنسا تؤكد ذلك كما أكدته أيضاً تجربة عملية تمت على الحفرة الثانية الواقعة جنوب الهرم الأكبر .

– كما أن الجهاز حدد قيمة متوسط كثافة مادة الهرم بمقدار ٢طن لكل متر مكعب مما يمكننا من الوصول إلى وزن الهرم ويدل كذلك على أن بناء الهرم يحتوى على نسبة عالية الحجوم غير الجيرية (فراغات ، رمال ، كسر حجر ... أخ) .

– أما الجهاز نفسه فإن حساسيته هى جزء من مائة من « المليجال » فى حين أن الأجهزة المماثلة والسابق إستخدامها والتى لاتزال تستخدم بقسم الجيوفيزيقا بجامعة عين شمس هى بدقة مليجال أى بحساسية تعادل واحد بالمائة من حساسية الجهاز المستخدم فى أبحاث الهرم الأخيرة .

– كما أكدت نتائج التحاليل الميكانيكى والمعدنى التى أجريت فى معامل قسم الجيولوجيا بجامعة عين شمس ومركز البحوث والصيانة بهيئة الآثار لعينات الرمال التى وجدت أنها قد جلبت من محاجر من عصر الاليجوسين وتتراوح حبيباتها بين ٢ مم ، $\frac{١}{١٦}$ مم

وتحتوى على نسبة كبيرة من المعادن الثقيلة بعضها مشع تصل من $\frac{١}{٢}$٥٪ إلى ٧٪ وهذا يعطى دلالة على أن هذه الرمال قد تناولتها عمليات فصل خاصة قبل استعمالها مما يشير أن المصرى القديم قد تعمد إعدادها إعداداً خاصاً لاستخدامها فى وظيفة معينة لانعرف عنها شيئاً حتى الآن ، مما يضفى على اكتشاف هذه النوعية من الرمال داخل الهرم أهمية بالغة فى حد ذاتها ومن المرجح أنها قد جُلبت من محجر تحدد موقعه على خريطة مفصلة على الطريق المؤدى من الجيزة إلى الفيوم على مسافة تبدأ على بعد ٦ كم من هضبة الأهرامات . واستخدام هذه الرمال يفصح عن عديد من الاحتمالات العلمية ربما منها العزل الحرارى أو تحقيق توازن إنشائى ، الأمر الذى لن يحسمه إلا المزيد من البحوث والتى تتفق اللجنة على ضرورة استمرارها من موقع ضميرها العلمى القومى ، حيث أن هذه النتائج الأولية تثير العديد من

التساؤلات عن طرق البناء التى استخدمها المصريون القدامى والاساليب الهندسية والانشائية فى العمارة الهرمية والمواد المستخدمة ودرجة التقدم الذى حققها المصرى القديم فى العلوم الإنشائية والرياضة والطبيعة فضلاً عن أية حقائق علمية أو اثرية أو عقائدية مازالت . كما أكدت النتائج الأولية لهذه البحوث أنها تحتاج إلى فتح آفاق جديدة فى التحريات العلمية واستخدام التكنولوجيا المتطورة لإمكان اماطة اللثام عنها ، فضلاً عن إنها ستضعنا على الطريق العلمى الصحيح فيما يتعلق باية أعمال تستهدف فى المستقبل الحفاظ على وصيانة هذا الأثر الكبير .

وقد أعربت اللجنة عن أهمية ارتباط البحوث الأثرية خاصة فى أعمال الحفائر والترميم المعمارى والدقيق التى تجرى حالياً بوتيرة متقدمة بحقول العلوم الطبيعية المختلفة ارتباطا عضوياً ، كما يستحيل الآن فى اطار الحقائق المرتبطة بعلم الآثار الحديث وتطبيقات التكنولوجيا المتقدمة للغاية فى هذا العصر أن نعمل بمعزل عن هذه العلوم ، الأمر الذى يتعين معه الترحيب بقرار اللجنة الدائمة للآثار المصرية باعتبار اللجنة العلمية المشكلة من الجامعات المصرية فى التخصصات الهندسية والجيولوجية والفيزيائية والكيميائية لجنة مستمرة الإرتباط بقضايا الآثار فى مصر من خلال التنسيق المتكامل والدائم مع هيئة الآثار المصرية ولجانها العلمية الدائمة .

وقد أكد الاستاذ الدكتور/ حامد رشدى رئيس المركز القومى لبحوث وتكنولوجيا الإشعاع بهيئة الطاقة الذرية على اهتمام المركز بقيام دراسة وفحص عينات الرمال كنوع من التعاون المشترك بين المركز وهيئة الآثار لما لذلك من دلالة علمية هامة لتحقيق معرفتنا بالتاريخ والحضارة المصرية القديمة ، وذلك عن طريق استخدام أحدث الأجهزة العلمية المتوفرة بالمركز لمعرفة عمر المواد المشعة داخل عينات الرمال وكذلك مكونات المونة والحجر ، ودراسة ميكروبيولوجية بحيث يمكننا فى المستقبل معرفة أفضل الوسائل لحماية مايمكن العثور عليه من آثار ترجع إلى نفس العصر .

هذا وقد أشاد رؤساء المعاهد الأثرية الأجنبية بداخل مصر وخارجها بالأسلوب العلمى المستخدم فى أبحاث الهرم الأكبر وأكدوا على سلامة الاجراءات المتبعة فعلى سبيل المثال أرسل عالم الآثار الفرنسى « جان فركوتيه » – الذي كان يعمل مديراً لمعهد الآثار الفرنسى بالقاهرة وهو عضو الأكاديمية الفرنسية ورئيس جمعية دراسة الآثار المصرية – تقريراً عن أهمية الأعمال التى تمت داخل الهرم الأكبر وعن ضرورة استخدام جهاز الميكروجرافميتري بطريقة مكثفة فى مجال الآثار وذلك حفاظاً على المواقع الآثرية وشاركه فى ذلك أساتذة أجلاء من جامعات ومعاهد مختلفة . كما أكد كل من أستاذ المصريات الألمانى د/ فرنر كايزر مدير معهد الآثار الالمانى بالقاهرة ومدير معهد الآثار والعمارة السويسري د/ هينى ، على أنه لايمكن بأي حال من الأحوال أن تؤثر أعمال التنقيب التى تمت على بناء الهرم وأيدهم فى ذلك أستاذ المصريات الأمريكى/ لانى بيل مدير معهد شيكاغو للآثار المصرية ، والعالم الأثرى التشيكى د/ مرسلاف فرنز وكذلك مديرة معهد الآثار الفرنسى بالقاهرة السيدة الدكتورة/ بول بوذنير .

تقرير عن نتيجة فحص الرمال للعينات الثلاثة المستخرجة من داخل الهرم الأكبر

أ . د . حافظ شمس الدين د . كمال بركات

يدل الفحص الظاهري للعينات الثلاثة ١ ، ٢ ، ٣ على أنها تمثل رمالاً متجانسة فى مظهرها ولونها إلى حد ما ، غير أن العينة رقم ٢ تختلف فى كونها مائلة إلى اللون الأصفر المائل إلى اللون البنى .

ولقد أجريت للعينات الثلاثة تحاليل ميكانيكية باستخدام هزاز كهربائى وذلك لمعرفة التركيب الحجمى لهذه الرمال واستعمل لهذا الغرض مناخل ذات أقطار ٢ مم و١ مم و ٥ ، . مم ٢٥, . مم ، ١٢٥, مم و ٠٧, ٠ مم وإستمرت عملية الهز نصف ساعة لكل عينة وأدخلت نتائج التحاليل الميكانيكية فى معادلات خاصة لحساب التحليل الحجمى لهذه العينات وقد إتضح من هذه النتائج أن العينات الثلاثة عبارة عن رمال متوسطة فى درجة خشونتها (حيث أن القيمة التى تدل على متوسط حجم الحبيبات هى ١,٦٦ و ١,٦٥ و ١,٩٠ للعينات الثلاثة) كما أن هذه العينات الثلاثة ذات درجة فرز متوسطة ، وتوضح هذه النتائج أيضاً أن العينات الثلاثة تمثل رمالا تحت ناضجة ، أما قيم الحيود المعياري فتدل على أن العينات الثلاثة لها قيم موجبة مما يوضح أن نسبة الحبيبات الدقيقة أكبر من نسبة الحبيبات الخشنة فى العينات الثلاثة .

التحليل المعدنى

تم إجراء فصل للمعادن الخفيفة عن المعادن الثقيلة المكونة لهذه الرمال باستخدام طريقة البروموفورم ، وأمكن عمل ١٥ قطاعاً لهذه العينات الثلاثة بواقع ٥ قطاعات لكل عينة وتدل نتيجة الفحص الميكروسكوبى باستخدام الميكروسكوب المستقطب على أن الجزء الخفيف يتكون من معادن : –

كوارتز – ماسكوفـــايت – كالسايت – دولومايت

أما المعادن الثقيلة فهى تمثل : –

زيركون – روتيل – أناتاس – تورمالين – هورنبلند – هورنبلد بازلتى – بيوتايت – جارنت – ستورولیت .

وتدل نتائج الدراسة المعدنية أن هذه العينات الثلاثة تمثل رمالاً مفككة وليست صخوراً رملية مفتتة فى نفس المكان وأن هذه الرمال نقلت إلى داخل الهرم كرمال (ربما كعازل حراري أو لأي غرض آخر مشابه) .

كما أن التحليل الحجمى لهذه الرمال يدل على أن علمية فرز قد أجريت على هذه الرمال لتنقيتها من الحجوم الكبيرة أو الفتات الصخري إن وجد (حيث أن هذه الرمال لاتحتوي على فتات صخري) .

ووجود معدن البازلت الهورنبلندي يوضح أن هناك علاقة بين عينات الرمال الثلاثة وبين تواجدات بأحجار رملية متأثرة ببعض البراكين (أوليجوسين) مما يدل على أن هذه الرمال قد إستُخرجت من الصخور الرملية لعصر الاوليجوسين وفرزت ثم نقلت إلى داخل الهرم . وبالنظر إلى منطقة الهرم فسوف نجد أن أقرب مصدر للرمال والمماثل لتركيب العينات الثلاثة هو الاحجار الرملية التابعة لعصر الاوليجوسين والموجود فى أول طريق القاهرة الفيوم الصحراوي .

● حبيبات الرمال تحت المجهر والتى إتضح احتوائها على عناصر معدنية ثقيلة .

الاستكشاف الثقيلى "بورسكوبى" بواعثه وضوابطه

د . فيصل عبد الحليم

لعل من العسير جداً تحاشى تكرار حقيقة فعل الإبهار الذي خلقته وتخلقه دائماً المظاهر والظواهر الكبري لحضارات المصري القديم فى نفس الناظر إليها فلا تقف علاقته بها أبداً عند حدود المشاهدة والتعمق فى غموض سحرها ...

ولعلنا نشهد فى هذه الأيام إكتمال نمو علوم الصيانة وبلوغها بعلوم الآثار مرحلة راقية من النضج الفكري ، لكى تسمو بها الأهداف فنراها تجتهد فى السعى إلى كنوز المعرفة التى هى أقيم وأبقى . ومن أجل هذا غدت كل قرينة مهما بدا شأنها هيناً ، ركيزة أساسية فى كل نشاط بحثى يرتبط بحضارات الماضى فلا تهمل ، أو تضيع . ولأن مصر تحضن أقدم وأعرق وأقدر وأرق حضارات ماضى الإنسانية ، فإن مسئولياتها مضاعفة فى السبق بأسباب الرعاية المثلى لمعالم حضارتها .. ما ظهر منها ومابطن وبهذا أصبح أى نشاط إستكشافى مشفوعاً بأكبر قدر من الحيطة والحذر والتأنى البالغ فى التحرك .

وإذا أخذنا أبرز معالم حضارتنا ، والرمز الخالد والمعجز لها .. الهرم الأكبر ، مثالاً لتنوع التناول وتدرجه نحو الأفضل ، ثم وثبته تجاه الأمثل ، فإن بداية الاستكشاف التقليدي فيه . كان بإجراء غريزى – شبه نبشى – دفع رجال الخليفة العباسى المأمون إلى داخله من خلال نفق صنعوه – لم يكن به ، قادهم إلى ردهته الكبرى . وكان ذلك إقتحاماً ، فى شكل استكشاف ، أو لعله كان إستكشافاً فى شكل إقتحام ، لم يتكرر فى هرم خوفو ولكنه تكرر فى غيره من الأهرامات والمقابر .. وكان نمطاً .

لقد تعاقبت حملات الدراسة والاستكشاف فى نطاق مشاريع مشتركة بين الجانب المصرى ممثلاً فى مصلحة الآثار المصرية وجامعة عين شمس ، والجانب الأمريكى ممثلاً فى جامعة كاليفورنيا تارة ومعهد ستانفورد للبحوث تارة أخرى .. بين عامى ١٩٦٦ ، ١٩٧٧ م . وجميعها كانت دراسات تستثمر عطاء التقنية الحديثة فى التعرف على أوجه الحضارة المصرية القديمة ومعالمها الخفية – دون المساس بها أو تغيير طبيعتها .

ووقفت تلك التقنية عند حدود التنبوء بالإحتمالات المرجحة ومشارف التوقع القوى . ولم يكن لليقين أن يتحقق أو يتأكد بغير المضى نحو الرؤية بالعين .. تحكمها الضوابط المعلنة والتى تؤكد على ضمان السلامة التامة للأثر . ولزم لذلك ، ان تتم الرؤية فى أضيق الحدود المتاحة والمسموحة بما يتيسر معه ترك الأثر على حالته التى كان عليها . ومن هنا اتجهت أنظار الباحثين إلى إستخدام التثقيب التحسسى كوسيلة تحقق ووثوق .

وبينما قدمت اقتراحات لتطبيق هذا الأسلوب فى عدة مواقع ، منها نحو عشرة فى جبانة الجيزة حول وداخل الأهرامات ، فإن أكثر من تسع سنوات قد مضت على اقتراحها ، ولم تزل جميعاً تحت الدراسة انتظاراً لضمانات أكبر بتنفيذ أمن تماماً . هذا ولقد استخدم الاستكشاف التثقيبى بمدلوله الحاضر لأول مرة فى بحوث المصريات عام ١٩٧٧ م حيث أحُدثت عدة ثقوب بحثاً عن معالم دفينة تحت أساسات هرم خفرع – الجانب الجنوبى (انظر الصورتين ١ ، ٢) . ولكنها لم تخترق تلك الأساسات التى يزيد سمكها على الثلاثة أمتار .

ولعل فى مشروع هيئة الآثار المصرية المشترك مع الجمعية الجغرافية القومية الأمريكية لاستكشاف الحفرة الغربية المغلقة جنوب الهرم الأكبر ، مثالاً واضحاً لاكتمال مقومات التفهم الحقيقى لكافة جوانب نتاج واحد لحضارة قديمة .. باعتبارة وثيقة علمية وتاريخية بأهم التفاصيل والدقائق ، فيجرى الإعداد الطويل لتناوله بهدف التعرف على محتوياته كاملة دون المساس بأيها (حتى مكونات هوائها ومتغيراته) أو الإخلال بظروف الحفظ بها .

وهكذا نجد أنفسنا أمام وثبة أكيدة ونمط جديد للاستكشاف يعامل الأثر المنتظر فيه بنفس التحسب والحرص والإهتمام والإستعداد الكامل المسبق الذى يلقاه المولود المنتظر قبل خروجه إلى الدنيا بأشهر طويلة ، فتتوفر له بذلك الرعاية القصوى .. حتى قبل أن يتأكد وجوده .

of September: 1. Further microgravimetry measurements in the Queen's Corridor and a limited number of holes to be bored by non-destructive methods; 2. Further microgravimetry measurements near the king's Chamber and in the Ascending Corridor; 3. Making observations in the relieving chambers, where cracks had been noted.

As a further test of the method, a very quick preliminary series of readings were made in the area of the second boat pit, south of the pyramid. The readings gave an immediate indication of a large cavity beneath the ground, proving that the method would reveal the probable existence of spaces within masses of solid rock or masonry. The further measurements carried out quickly confirmed the presence of a sizeable anomaly to the west of the Queen's Corridor, as indicated by the architects' examination, and it was agreed that this area should be tested by boring with micro-drills.

After testing the boring machinery on blocks of stone outside the pyramid, to be sure that no damage would be caused to the structure itself, micro - drilling was carried out in the centre of the western wall of the Queen's Corridor, inclined downwards at between 30 and 40 degrees and using investigation tools similar to those safely applied in normal restoration of stonework. The diameter of each of the three holes drilled is only 3cm, and no HARMFUL side effects have resulted; the methods used are the most advanced in this field

The three holes resulted in the discovery of what appears to be mortar as well as fine yellow sand behind the stone wall of the corridor, as follows:

1. drilled through 128cm of very compact limestone; then 57cm of limestone debris; 20cm of limestone debris mixed with mortar; 25cm of crystalline sand; 35cm of limestone: a total of2.65m.

2. 198cm of compact limestone; 16cm of sand; 21cm of limestone: a total of 2.35m.

3. (placed between 1 and 2). 144cm of limestone; 68cm of limestone, perhaps with mortar mixture; 41cm of sand: a total of 2.53m.

It is interesting to note that the limit of the sand was not discovered in the third hole. Analysis of fine materials recovered from the holes reveals that the internal limestone is of the type quarried at Turah, south-east of Cairo, and that the sand - uniform for all three holes - appeared to have been sieved to remove larger particles before it was placed inside the pyramid. The sand, which is particularly strong in heavy-metal minerals and contains slight amounts of the radioactive monazite, has a composition completely consistent with that of quarry of sand of the Oligocene period some 6 kilometres from the Pyramids Plateau on the way to Fayoum.

Both the inclusion of Turah limestone in the internal structure and the presence of clean sand specifically placed there lead to the renewal of the possibility of some undefined internal architectural structure. The National Centre for Radiation Research and Technology has offered its services to make further analysis in an effort to further define the age of the materials and the technology used, and it intends to use such sophisticated scientific techniques as X-ray fluorescence, mass spectometry, atomic absorption spectrophotometry and neutron activation. It is expected that further tests of all types will be carried out.

Other successful results of the microgravimetric readings include the confirmation of the efficency of the method for defining archaeological anomalies, and detailed analysis of the measurements has allowed an evaluation of the mean density of the pyramid itself this indicates that, as was expected, the interior core is alomst totally of locally-quarried limestone, but this original method of "weighing" the pyramid is expected to prove a most useful tool in furture comparisons with other architectural features.

The application of modern technology to archaeological research and exploration, which is an indispensable step forward in the service of Egypt's cultural heritage, has shown by this series of preliminary results that much further research work can be expected before the pyramid's mysteries are solved.

A scientific committee consisting of 26 experts in the fields of engineering, geology, physics, remote sensing and archaeology, has confirmed that this improtant research work is totally non - destructive, and has recommended that further studies should be made in combining science and archaeology in an area of benefit to both complementary disciplines.

Synopsis

The Great Pyramid of Cheops

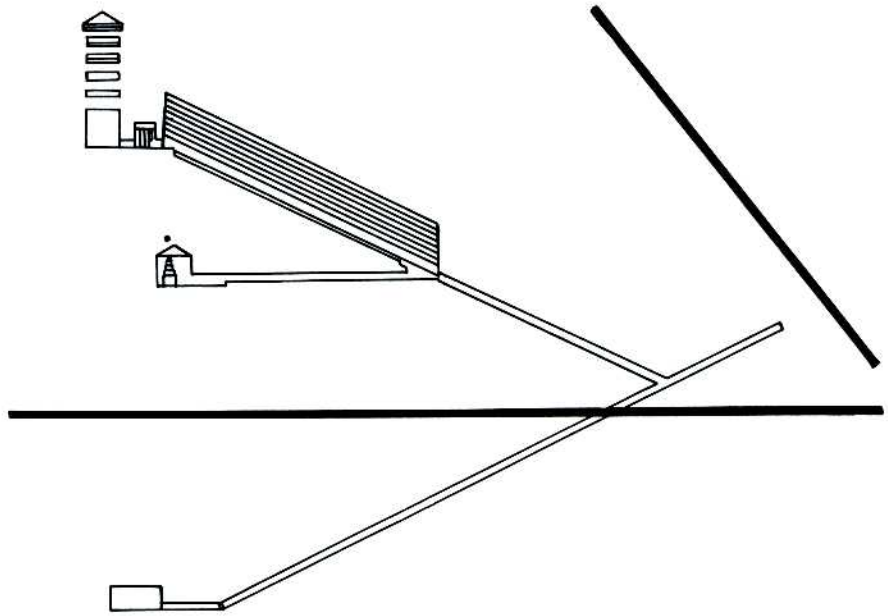
The Great Pyramid of Cheops at Giza, largest and technically most complex of all Egyptian pyramids and renowned in the ancient world as one of the "Seven Wonders", has long been a symbol of the level of human capability and knowledge reached at the dawn of history, some 4,600 years ago. It is doubtful in the extreme whether any monument in Egypt - or in the ancient world as a whole - has been subject to so much painstaking examination; little wonder that it remains today a challenge to the better understanding of the history of mankind.

Recent investigations carried out under the auspices of the Egyptian Antiquities Organisation to pursue a better understanding of its technology - and with a view to taking all possible precautions in the excavation and preservation of what is hoped will become a second Cheops Boat - have been going on since as long ago as 1966. The main efforts were a joint interpretation of cosmic radiation by Ein Shams University, of Cairo, and SRI of California; and, more recently, Stanford University experts who experimented with sound waves in an effort to probe the possibilities of unknown cavities within the pyramids. These series of tests were carried out on the Second Pyramid and the Sphinx.

Unfortunately, none of these exhaustive scientific soundings gave any solid results, and the scientists recorded their opinions that boring was the only realistic possibility of investigating the interior of the monuments. But in May of this year two French architects, Gilles Dormion and Jean - Baptiste Goidin, carried out a thorough and detailed architectural examination of the internal passages of the Great Pyramid and found what they considered to be anomalies worthy of further research.

At that time also, preliminary measurements were made by the system of microgravimetry, in which infinitely tiny changes in the gravity of the immediate area, caused by changes in the density of the surrounding material - whether granite, sand or air -in the King's Chamber, the Ascending Corridor, the corridor leading to the so called Queen's Chamber, and the relieving chambers over the king's chamber. Although these readings were no more than preliminary, they gave indications to the experts of the French Electricity Authority, under the supervision of M. Jacques Montlecon, of the possibility of the presence of cavities of unknown size or purpose - within the body of the pryamid. Further investigation was recommended.

With the permission of the Permanent Scientific Committee of Egyptology, the E.A.O allowed to carry out further series of tests at the end of August and beginning



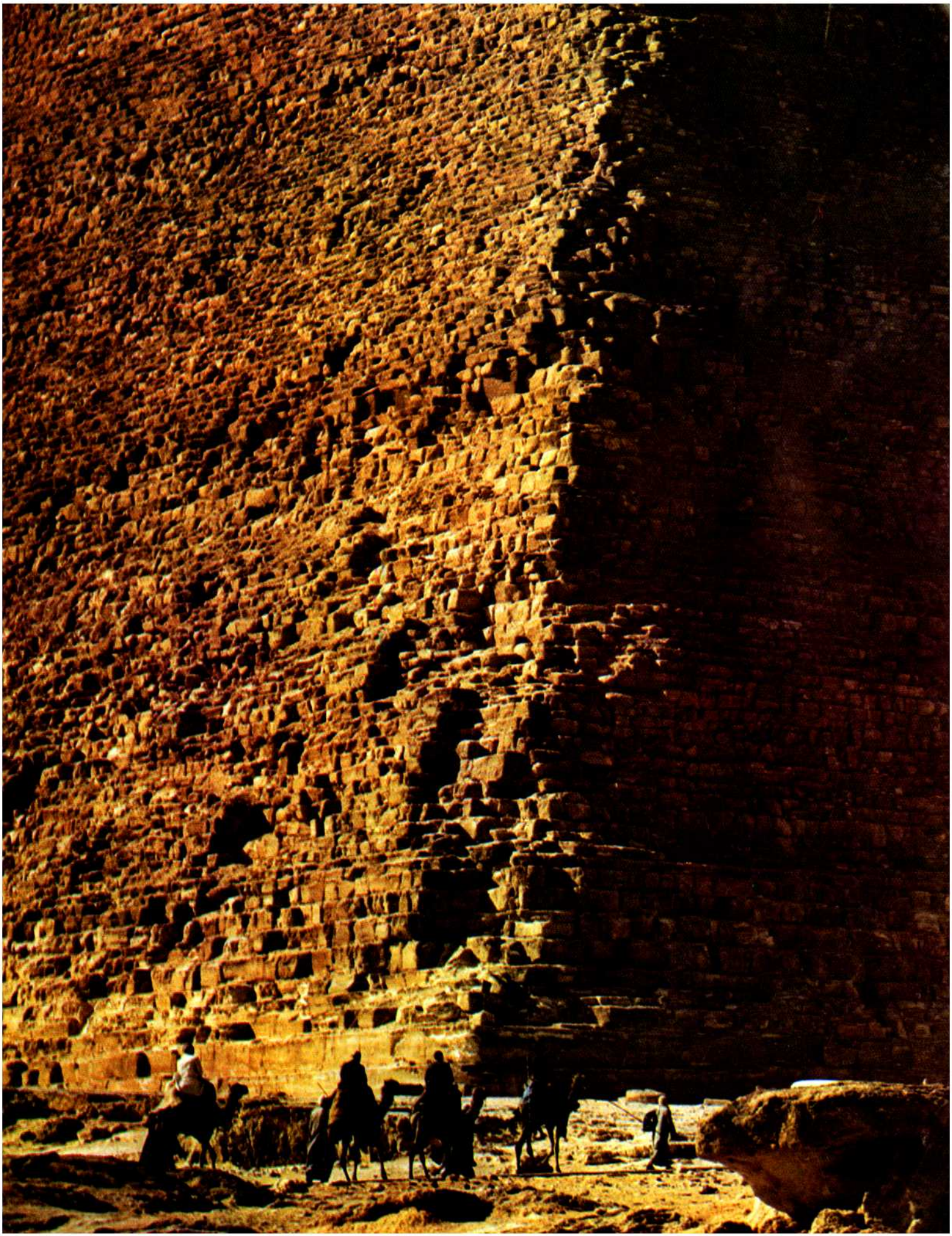
The internal design of the Great Pyramid

Dr Ahmad Kadry

Mr. Mahmoud el-Hadidy
Dr Mahmoud Abderrazeq
Dr Amal el-'imary
Dr 'Aliya Sheriff
Dr Wafa' Assiddieq
Mr. Atef Ghonem.
Dr Mahmoud Maher Taha

Dr Shawqi Nakhlah
Mr. Ahmad El-Zaiât
engr. Nabil Abdessamie'
Mr. 'Abdullah Al-'Attar
engr. Hassan Abdelnaby
Mr. Ibrahim Al-Nawawy
Mr. Mohamed Mohsen

Prof. Abdelbaki Ibrahim
Prof. Hazem Ibrahim
Prof. Ahmad Kamal Abdul Fattah
arch. Nora Al-Shinnawy
arch. Hanaa Nabhan
arch. Huda Fawzy
Miss: Inas Jamal



كتل الحجر الجيرى الضخم التى بنى بها الهرم الأكبر .