مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر

# العلوم والمعارف الهندسية
## في الحضارة الإسلامية




للأستاذ الدكتور جلال شوقي

سلسلة التراث العلمي العربي
الطبعة الأولى ١٩٩٥

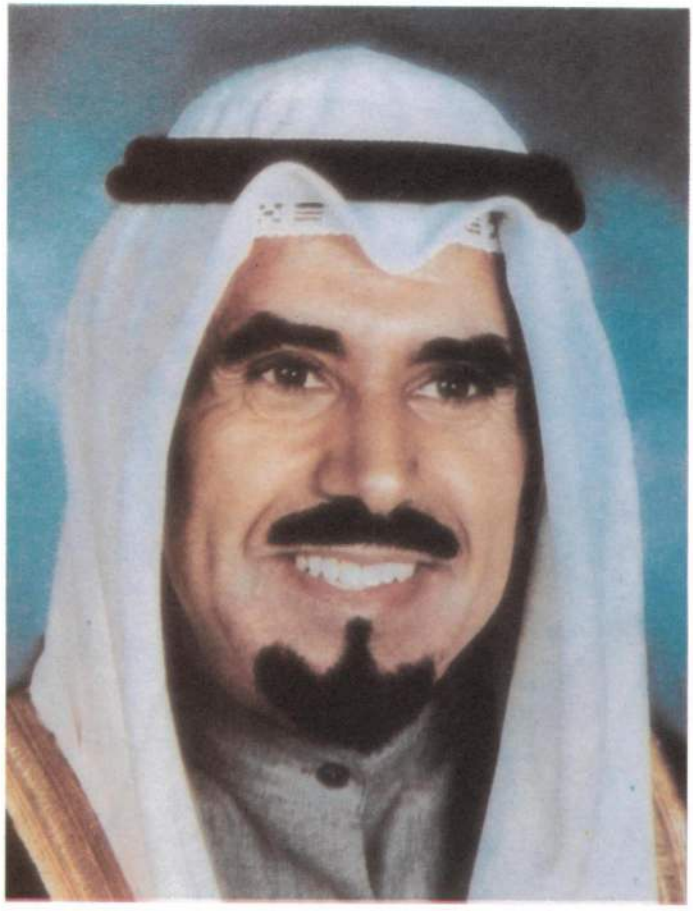
مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر

# العلوم والمعارف الهندسية
## في الحضارة الإسلامية

للأستاذ الدكتور جلال شوقي

سلسلة التراث العلمي العربي
الطبعة الأولى ١٩٩٥


بسم الله الرحمن الرحيم



صاحب السمو الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ سعد العبد الله السالم الصباح

ولي العهد رئيس مجلس الوزراء

# المحتويـــات

رقم الصفحة


**الباب الأول: هندسة الأشكال وتشمل العمارة الإسلامية** ..... ١٧

**مقدمة في التعريف بالهندسة** ..... ١٩

**مقدمة في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم** ..... ٢١

**(١) ـ أهمية تاريخ العلم** ..... ٢٣

ـ مدخل. ..... ٢٣

ـ دواعي دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا. ..... ٢٤

ـ مظاهر الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلوم. ..... ٢٦

ـ دوريات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا. ..... ٢٧

ـ إدخال تاريخ العلم والتكنولوجيا في المقررات الدراسية. ..... ٢٨

ـ مسئولية كتابة تاريخ العلوم. ..... ٢٩

ـ مسئولية تدريس تاريخ العلم والتكنولوجيا. ..... ٣٠

**(٢) ـ التراث العربي وحضارة العصر** ..... ٣٢

ـ مولد الحضارة العربية الإسلامية. ..... ٣٢

ـ حركة الترجمة والنقل. ..... ٣٢

ـ ظهور العبقريات العربية الإسلامية. ..... ٣٢

ـ أسماء أعلام المسلمين في اللغات الغربية. ..... ٣٣

ـ أسماء عربية تدخل المصنَّفات اللاتينية. ..... ٣٣

ـ الترجمات اللاتينية للكتب العربية. ..... ٣٥

ـ الألفاظ العربية تغزو اللغات الغربية. ..... ٣٩

ـ كلمة «الجبر». ..... ٤٠

ـ كلمة «صِفْر». ..... ٤٠

ـ كلمة «الكيمياء». ..... ٤٠

ـ ألفاظ علم الفلك. ..... ٤٢

ـ مصادر التراث العربي. ..... ٤٣

ـ قومية التراث العربي. ..... ٤٤

ـ العناية بالتراث العلمي العربي. ..... ٤٦

**(٣) ـ تقسيم العلوم عند الأوائل** ..... ٤٨

ـ تقسيم العلوم عند الفارابي ..... ٤٨

ـ هندسة الأشكال. ..... ٥١

ـ تقسيم الهندسة. ..... ٥٢

**الهندسة العقلية أو الهندسة النظرية** ..... ٥٨

**ـ مدخل : تعريف وتقسيم** ..... ٥٨

**١ , ١ ـ الأصول الهندسية** ..... ٥٨

١ , ١ , ١ ـ كتاب الأصول أو الأركان . ..... ٥٨

١ , ١ , ٢ ـ من أعمال العرب والمسلمين في الهندسة . ..... ٦٠

١ , ١ , ٣ ـ بعض فضل العرب والمسلمين في الأصول الهندسية . ..... ٦٢

١ , ١ , ٤ ـ انتقال علم الهندسة إلى الغرب . ..... ٦٣

**١ , ٢ ـ علم الأكر** ..... ٦٣

١ , ٢ , ١ ـ من كتب الإغريق في الأكر. ..... ٦٤

١ , ٢ , ٢ ـ من كتب المسلمين في الأكر. ..... ٦٤

**١ , ٣ ـ علم المخروطات (قطوع المخروط)** ..... ٦٧

**١ , ٤ ـ علم المساحة** ..... ٧٤

١ , ٤ , ١ ـ مساحات الأشكال المستوية . ..... ٧٥

١ , ٤ , ٢ ـ مساحات السطوح للأجسام المنتظمة . ..... ٧٥

١ , ٤ , ٣ ـ حجوم الأجسام المنتظمة . ..... ٧٥

١ , ٤ , ٤ ـ مساحات وحجوم الأشكال المعمارية . ..... ٨٢

١ , ٤ , ٥ ـ القياسات الكوْنية : ـ قياسات الأرض ..... ٨٢

ـ طول السنة الشمسية (المدارية) ..... ٨٧

**١ , ٥ ـ علم المناظر** ..... ٨٨

١ , ٥ , ١ ـ مدخل . ..... ٨٨

١ , ٥ , ٢ ـ بعض إنجازات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر. ..... ٨٨

**١ , ٦ ـ تطبيقات في هندسة الأشكال** ..... ٩٠

عناصر العمارة الإسلامية ..... ٩٠

١ , ٦ , ١ ـ عناصر البناء ..... ٩٣

١ , ٦ , ١ , ١ ـ العقود ..... ٩٣

ـ تطور العقود . ..... ٩٣

ـ العقود المُفردة . ..... ٩٤

ـ أشكال العقود في الحضارة الإسلامية . ..... ٩٦

ـ العقود المجمَّعة ..... ٩٨

١ , ٦ , ١ , ٢ ـ النوافذ . ..... ١٠٢

١ , ٦ , ١ , ٣ ـ القباب . ..... ١٠٢

١ , ٦ , ١ , ٤ ـ المآذن ـ المنارات ..... ١٠٢

- مدخل ..... ١٠٢
- منارة الاسكندرية بوصف ابن جُبير . ..... ١٠٦
- أُولى المآذن . ..... ١١١
- المنارات الملويّة . ..... ١١١
- المآذن المربَّعة . ..... ١١١
- منارة مسجد إشبيلية ..... ١١٢
- المنارات التركية . ..... ١١٢
- منارات العصر المملوكي . ..... ١١٢
- منارات متعددة الرؤوس . ..... ١١٢
١,٦,١,٥ - المحاريب . ..... ١١٦
١,٦,١,٦ - نماذج من البدايات الأولى للعمارة الإسلامية . ..... ١١٦
١,٦,١,٧ - نماذج من إنجازات العمارة الإسلامية : ..... ١١٦
(أ) - من القصور. ..... ١١٦
(ب) - من الجوامع والمساجد . ..... ١١٧
١,٦,١,٨ - بعض السِّمات البارزة في العمارة الإسلامية . ..... ١١٧
١,٦,٢ - العناصر الجمالية ..... ١٢٥
١,٦,٢,١ - المُقَرْنَصات - الدلايات . ..... ١٢٥
١,٦,٢,٢ - الرقش العربي : ..... ١٢٥
- الزخارف الهندسية . ..... ١٢٥
- الزخارف النباتية . ..... ١٢٥
١,٦,٢,٣ - الخط العربي واستخدامه في الزخرفة ..... ١٦١
- الخط الكوفي ..... ١٦١
- خطوط النسخ ..... ١٦١
١,٦,٢,٤ - القناديل والثريَّات . ..... ١٩٣
أهمية توثيق سِمَات العمارة الإسلامية . ..... ١٩٣
تحديث معايير العمارة الإسلامية . ..... ١٩٣
- خلاصة . ..... ١٩٤

**الباب الثاني هندسة الحركات** ..... ١٩٥
**مقدمة : تعريف بالهندسة** ..... ١٩٧
**٢,١ ـ الهندسة الحسية أو العملية (التطبيقية)** ..... ١٩٨
**٢,١٠ ـ الأصول النظرية (في العلم الطبيعي)** ..... ١٩٨
**٢,١١ ـ علم السكون (الاستاتيكا)** ..... ١٩٩
ـ القوة الطبيعية (قوة التثاقل) ..... ١٩٩
ـ الميزان العادي وميزان القبّان ..... ١٩٩
ـ قياسات الثقل النوعي ..... ٢٠٣
ـ موازين الثقل النوعي ..... ٢٠٣
ـ الميزان الطبيعي ..... ٢٠٣
ـ الآلة المخروطة ..... ٢٠٣
ـ القسطاس المستقيم ..... ٢٠٨
ـ موازين الخازني ..... ٢١٠
**٢,١٢ ـ علم الحركة (الديناميكا)** ..... ٢١٥
**٢,٢ التطبيقات هندسية آلات وأدوات** ..... ٢١٧
٢,٢,١ ـ رُوَّاد هندسة الحركات من الاغريق ..... ٢١٧
٢,٢,٢ ـ رُوَّاد هندسة الحركات من المسلمين ..... ٢٤٦
٢,٢,٣ ـ مصادر هندسة الحركات في الحضارة الاسلامية ..... ٢٥٤
**٢,٢,٤ ـ المخطوطات والأعمال العربية** ..... ٢٥٧
١ ـ مخطوطات وأعمال بني موسى بن شاكر ..... ٢٥٨
٢ ـ اصطلاحات ومُواضعات هندسة الحركات كما ورد في كتاب (مفاتيح العلوم) ..... ٢٦٣
٣ ـ مخطوطات وأعمال الجزَريّ ..... ٢٦٤
٤ ـ مخطوطات وأعمال رضوان بن محمد الساعاتي ..... ٢٦٧
٥ ـ مخطوطات وأعمال ابن معروف ..... ٢٦٨
**أمثلة من صنعة الآلات عند العرب والمسلمين** ..... ٢٧٣
**٢,٢١ ـ آلات معالجة الأثقال** ..... ٢٧٣
ـ تعداد البكر وتمشية الخيط ..... ٢٧٣
ـ الدّواليب ذات متداخلة الأسنان ..... ٢٧٣
ـ اللّوالب ..... ٢٧٣

**٢,٢٢ ـ آلات تعمل بالهواء أو بالبخار** ٢٧٤
**٢,٢٣ ـ آلات وأواني تعمل بالماء** ٢٨٦
ـ الساعات ٢٨٦
ـ تصنيف الساعات ٢٨٧
ـ الساعات او البناكيم في أعمال الجزري ٢٩٥
ـ مخطوطات عربية في الساعات والعمل بها ٣٠٧
ـ صنعة الأواني العجيبة والفوّارات : ٣٠٨
ـ صنعة الأواني العجيبة ٣٠٨
ـ الأواني العجيبة في أعمال بني موسى ٣١٢
ـ الأباريق والطِّساس في أعمال الجزري ٣٢٠
ـ أواني مجالس الشراب في أعمال الجزري ٣٢٣
ـ صنعة الفوّارات : ٣٢٣
ـ فوّارات الماء في أعمال بني موسى ٣٢٣
ـ الفوّارات في أعمال الجزري ٣٢٤
ـ الفوّارات في أعمال ابن معروف ٣٢٧
**٢,٢٤ ـ آلات رفع الماء لجهة العُلوّ** ٣٢٧
ـ التعاقب الزمني لدواليب رفع المياه ٣٢٧
ـ بعض انجازات العرب والمسلمين في صنعة آلات رفع الماء لجهة العلو ٣٣٠
**ـ آلات رفع الماء في أعمال الجزري** ٣٣٠
١ ـ آلة ترفع ماء من غمرة إلى مكان مرتفع ٣٣١
٢ ـ آلة ترفع الماء من غمرة أو بير بدابة تديرها ٣٣١
٣ ـ آلة رفع الماء باستعمال زنجير ودلاء ٣٣١
٤ ـ آلة اخراج الماء بالمغرفة المتأرجحة ٣٣١
٥ ـ آلة سحب وضخ الماء في اسطوانتين متعاكستين ٣٣٥
الوقاية من فِعْل الماء ٣٣٥
**ـ آلات رفع الماء عند ابن معروف** ٣٤٧
١ ـ المضخة ذات الأسطوانتين المتقابلتين ٣٤٧
٢ ـ المضخة الحلزونية ٣٤٧

٣ ـ مضخة الحبل ذي أكر القماش ٣٤٧
٤ ـ المضخة ذات الأسطوانات الست ٣٤٧
**٢,٢٥ ـ صنعة الآلات المحركة** ٣٤٨
ـ دواليب الماء الدفعيَّة ٣٤٨
ـ دواليب الماء ردّ الفعلية ٣٤٨
ـ الدولاب المُدارَ بالغاز الساخن (في أعمال ابن معروف) ٣٦٥
ـ طواحين الهواء ٣٦٦
**٢,٢٦ ـ آلات متنوعة** ٣٦٩
١ ـ آلات تعمل من تلقاء نفسها ٣٧٤
٢ ـ آلات لإحداث الحركة الدائمة ٣٧٥
مخطوطات عربية في حيل آلات متنوعة ٣٨٨
**٢,٢٧ ـ الآلات الرصْدية** ٣٨٨
مراجع اجنبية في الأسطرلابات ٣٩٥
**٢,٢٨ ـ الآلات الحربية** ٣٩٥
ـ علم الآلات الحربية ٣٩٥
ـ مصادر مخطوطة ومطبوعة في الأدوات الحربية وفنون القتال عموما ٣٩٦
ـ المرايا المحرقة ٣٩٩
ـ المنجنيقات ٤٠١
ـ المدافع ٤٠٩
ـ البارود ٤١٣
معجم صنعة الآلات عند الأوائل ٤١٧
خلاصة ٤٣٨
**المراجع والمصادر** ٤٤١
ـ الباب الأول ٤٤٣
ـ الباب الثاني ٤٤٧

**فهرس الأشكال** ..... ٤٦١
- الباب الأول ..... ٤٦٣
- الباب الثاني ..... ٤٦٨
**فهرس الجداول** ..... ٤٧٥
- الباب الأول ..... ٤٧٧
- الباب الثاني ..... ٤٧٧

# الباب الأول
# هندسة الأشكال (وتشمل العمارة الإسلامية)

# مقدمـــة في التعريف بالهندسة

يُمكن تقسيم العلوم والمعارف الهندسية ـ كما وردت في التراث العربي الإسلامي [1] ـ إلى قسمين رئيسين هما :

**أولا : هندسة الأشكال**

وهي في الواقع «هندسة ساكنة»، وقد أسماها الأوائل جومطريا Geometry نقلا عن اللفظ الإغريقي [2]، ويشتمل هذا القسم ـ فضلاً عن الأصول الهندسية ـ على التطبيقات الخاصة بمجال العمارة.

**ثانيا : هندسة الحركات**

الهنـدسة الحركية، أَسْماها الأوائل «صنعة الآلات»، أو «الهندسة الحيّة» أو «الهندسة التطبيقية» أو «الهندسة العملية»، هي ما نعرفُها اليوم بالهندسة عموما (Engineering) ، وينحدر لفظ «هندسة» من أصل فارسي هو إندازه بمعنى القياس.

ولقد أفردنا لكل قسم من هذين القسمين كتابا قائما بذاته، وعلى ذلك فإننا سنعرض في كتابنا للباب الأول هندسة الأشكال والباب الثاني هندسة الحركات.

**هندسة الأشكال**

وفيها أدرج علماء العرب والمسلمين خمسة فروعٍ هي :

١ ـ الأصول الهندسية (أو هندسة إقليدس).

٢ ـ علم الأكر أو الكرات.

٣ ـ علم المخروطات.

٤ ـ علم المساحة.

٥ ـ علم المناظر، أو علم البصريات، أو علم الضوء.

وتشتمل «هندسة الأشكال» كذلك على التطبيقات الهندسية في مجال العمارة، حيث نعرض لجانبين أساسيين فيها هما :

١ ـ **العناصر الإنشائية** أو عناصر البناء، وتشمل العقود والنوافذ والقباب والمآذن أو المنارات، ونسوق لها أمثلة عديدة من عمائر العالم الإسلامي لاسيما من قرطبة وغرناطة.

---

(١) راجع الشكل (١).

(٢) كذا «الهندسة العقلية» أو «الهندسة النظرية».

٢ ـ **العناصر الجمالية** وتضم المقرنصات والدلايات، والزخارف الهندسية والخطوط بأنواعها، وفن الرَّقْش العربي (الأرابيسك) عموماً.

ثمة مثال تطبيقي آخر جدير بالإشارة، ألا وهو «قياسات الارض»، فتشير الدراسة إلى جهد فلكيي الخليفة المأمون، وقياسات سند بن علي، وأبي الريحان البيروني، وقاضي زاده ابن الرومي، وتخلص الدراسة إلى أن القيم التي توصل إليها البيروني تنقص عن القيم المعاصرة بمقدار ٠,٩٤٪ فحسب، وهي دقة عالية جديرة بالتقدير والإعجاب.

# مقدمـــة
# في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم

# مقدمـــة
# في مكانة التراث العربي في تاريخ العلم
## ١ ـ أهمية تاريخ العلم

### مدخل

إننا ونحن نقترب من مطلع القرن الحادي والعشرين لننظر إلى كثير من الإنجازات العلمية التي توصل إليها الإنسان عَبْر مسيرة آلاف السنين نظرة بعيدة كل البعد عن الإنصاف. إن كثيراً من المفاهيم والنظريات والقـوانين التي تقوم عليها علومنا الحديثة لتبدو لنا ـ بالنظر إلى بساطتها ومنطقيتها ـ وكأنها أمور بدهية لا تستوجب كل هذه الهالات من التقدير والإجلال التي نحيط بها هامات علمائنا الأجِلاَّء على مدى العصور.

كم بسيطة وطبيعية هي نظرة الإنسـان المعـاصر الى كروية الأرض وإلى دورانها حول نفسها وحول الشمس مرة كل حَوْل، لقد استغرق التوصل إلى هذه الحقائق آلاف السنين، ظهرت فيها نظريات متعددة، وأجريت فيها أرصاد متعاقبة، وقامت فيها خلافات وصراعات قبل أن ترسخ هذه الحقائق وتتحول بالإلف والتعود إلى أمور مسلم بها، متفق عليها لا تثير جدلا ولا دهشة ولا تدعو إلى انبهار أو عجب.

وكم بسيطة وطبيعية هي نظرة الإنسان المعاصر إلى إجراء العمليات الحسابية الأساسية من جمع وطرح وضرب وقسمة، وقد لا يخطر على البال أن مجرد الاهتداء إلى الصفر وفكرة المنزلة الخالية قد استغرق بضعة آلاف من السنين، إن فكرة منازل العدد وما يتبعها من خانات الآحاد والعشرات والمئات وما فوقها ـ وهي الفكرة التي كان للعرب فضل التوصل إليها ـ قد أحدثت تحوُّلا هائلا في طرائق الحساب، الأمر الذي دفع بالرياضيات دفعة عظيمة إلى الأمام، فإذا ما عرفنا أن ذلك لم يتم إلا في صدر الحضارة العربية، وأن الإنسان قد عاش آلاف السنين يتبع طرقا عقيمة ومطولة في حساباته، لأدركنا مدى أهمية التوصل إلى مفهوم الصفر ومنازل العدد، بل إن الإنسان ليستطيع اليوم أن يُجرى حسابات طويلة جداً ومعقدة للغاية في فترة زمنية تقاس بالثواني وبأجزائها ودون أن يبذل جهداً فكريا كبيرا، وما عليه إلاّ أن يضغط على الأزرار الصحيحة في حاسبة آلية، وحتى هذه الآلة الصغيرة قد صارت اليوم مألوفة إلى الحد الذي لا يخطر معه على بال الإنسان المعاصر ما تطلبه التوصل إليها من فكر وجهد، ولا يقع في مقدوره تصور الحجم الحقيقي لهذا الإنجاز العظيم.

إن التجارب التي قام بها بعض العلماء تتميز بقدر كبير من البساطة إلى الحد الذي يُراود الفكر فيه الاعتقاد بأنه كان في وسع المرء أن يتوصل إليها لولم يسبقه هؤلاء العلماء إلى إجرائها.

كم من مرة سقطت فيها تفاحة أمام أعين البشر قبل أن تنتبه ـ كما انتبه اسحاق نيوتن ـ إلى ظاهرة الجاذبية الأرضية، وتسعى إلى صياغة تأثيرها في قالب رياضي يُشكل ما نعرفه اليوم بالقانون الثاني للحركة؟

كم من مرة أدركت العينُ القوة الدافعة للبخار قبل أن يتوصل جيمس وات إلى السيطرة عليها وتطويعها لتوليد القدرة، مؤذنا بذلك ببدء عصر القدرة وما جلب من تكنولوجيات ونبائط ومعدات وآفاق علمية وتكنولوجية رحبة؟

إن المرء لينظر اليوم إلى رحلات الفضاء الخارجي نظرة عادية لا يشوبها تساؤل ولا تفكر، وكأن الأمر لا يعدو مجرد انتقال من مكان إلى مكان. إن الدراسات والأبحاث والإنجازات العلمية والتكنولوجية في مجال غزو الفضاء فحسب هي من الضخامة بحيث لا تتسع لوثائقها أكبر المكتبات، ناهيك عن التجهيزات والمعدات التي أُنشئت وطُورت لبناء وتسيير مركبات
الفضاء والاتصال بها والتحكم فيها، كل ذلك يبدو لإنسان القرن العشرين وكأنه أمر عادي يقرأ عنه في جريدته أو يسمع عنه أو يراه بوسائل الإعلام المختلفة، وبالقطع تخفي عليه الجهود الجبارة التي تكبدتها البشرية لكي تحقق هذا الحلم الذي راود الإنسان منذ بداوته، وملاء عليه فكره.

إن التقدير السليم والتقويم المنصف، والتفهم الصحيح، والإدراك الواعي للجهود الخلاَّقة المتواصلة التي بذلها الإنسان عَبْر تاريخه الحضاري الطويل وسعيه الدَّؤب إلى اكتساب العلم والحكمة والمعرفة لا يتسنى الوصول إليه دون الدراسة المتعمقة والتحليل الدقيق للظروف والأحوال والملاُبسات التي اقترنت بتلك الجهود والمحاولات والإنجازات، ومن هنا كانت أهمية دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا، وهي دراسة أضحت على جانب كبير من الأهمية في عصر تتلاحق فيه الاكتشافات والاختراعات، وتتوالى فيه النظريات والانجازات في عصر سريع النبض متلاحق الخطى، يكاد يتضاعف فيه حجم المعرفة كل سبع أو ثماني سنوات تقريبا وفي بعض المجالات الهندسية كالإلكترونيات كل ٤ سنوات، فلابد إذن لدراسات تاريخ العلم والتكنولوجيا من أن تُواكب هذا النمو الهائل في المعرفة والذي يؤثر بلاشك تأثيراً متزايدا على الإنسان من حيث مُقومات حياته وفكره وفلسفته ومعتقداته، ومن ثم فإن الفهم الصحيح الواعي للعلم ـ وهو الخلية الحية الدائبة النمو والتطور والاكتمال ـ يقتضي منا دراسة عميقة متصلة ومتواصلة لنموه وتطوره عبر كافة العصور والأزمان.

إن اقتفاء الاتجاهات التي أثر ويؤثر فيها العلم على حياة البشر وسعادتهم يُمكننا ـ مع دراسة واعية لامتداد هذه الاتجاهات ـ من الوقوف على الأثر المحتمل للعلم على مستقبل البشر.

## دواعي دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا

لم يكن الطريق إلى تحقيق الانجازات العلمية والتكنولوجية التي توصل اليها الإنسان في مسيرته منذ مطلع التاريخ طريقا ميسورا معبدا، بل ان الإنسان ما برح يكدح ويدأب لتعبيد الطريق سعيا إلى العلم والمعرفة، وهو طريق تكتنفه المصاعب والعقبات، ولقد تضافرت جهود الأجيال والأحقاب والقرون المتلاحقة حتى حقق الإنسان الإنجازات المذهلة التي يشهدها القرن الحالي. إن من حق الأجيال والحضارات السابقة

علينا ـ وهي التي ندين لها بالفضل ـ أن نعرف معالم الطريق الذي سلكته تلك الأجيال والحضارات، وأن نعي ما بذلته من جهد وما مرت به من تجارب لإسعاد البشرية.

ثمة أسباب أخرى تدفعنا إلى الاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا نذكر منها ما يلي:

١ ـ إن نقف على تطور الفكر العلمي واتجاهاته عبر مختلف العصور والحضارات، وان نلقي الضوء على ما وصلت إليه مدارك الإنسانية حتى العصر الذي نعيش فيه، كذا على كيفية الوصول إلى هذه المدارك.

٢ ـ أن نوسع أفق المشتغلين بالعلم والتكنولوجيا من وجهة نظر تطور وتسلسل الأفكار والمفاهيم والإنجازات، وأن نؤهلهم للتفوق والامتياز والاصالة والابتكار، وذلك بالوقوف على الظروف والصعاب التي واجهت العلماء والرواد الأوائل، ودراسة ما وقعوا فيه من أخطاء او قصور، وذلك بهدف الافادة من هذه الخبرة المتجمعة والمكتسبة من هذه المحاولات والتجارب الرائدة، ومن ثم يمكن لدارسي تاريخ العلم والتكنولوجيا ان يكتسبوا قدرات عالية في معالجة المشاكل، واستنباط طرائق ومناهج جديدة في البحث والتجريب والتحليل والاستقراء، وما أصدق الحكمة القائلة: «إن الاحاطة بعلم لا تكتمل دون الالمام بتاريخه»

ولقد ثبت لدى خبراء التعليم العالي ان دراسة تاريخ العلوم هي ولاشك دراسة لازمة وضرورية، حيث ان التمكن في العلم يقتضي الوقوف على تطور الافكار والمنجزات العلمية عبر الحضارات الانسانية المتعاقبة.

٣ ـ تعتبر دراسة تاريخ العلم في حد ذاتها دراسة شيقة وطريفة، وهي تشكل عنصراً قويا وعاملا مساعدا على تنمية الميل الى البحث العلمي والاقبال على الاستزادة من ألوان المعرفة، كما أنها تضيف كثيرا الى الرصيد العلمي للدارس.

٤ ـ ان عملية متابعة التطور العلمي والتكنولوجي، واقتفاء المسارات والاتجاهات التي أثر ويؤثر فيها العلم والتكنولوجيا على حياة الناس وعلى أفكارهم ومعتقداتهم وراحتهم وسعادتهم يمكن لها ان تؤدي ـ بدراسات واعية ومتعمقة ـ الى التنبؤ بالاتجاهات المستقبلية للتطور العلمي والتكنولوجي واعداد العدة لها، ووضع التصورات والتخطيطات الملائمة لها.

٥ ـ انه بدون الدراسة الدقيقة الوثائقية لتاريخ العلم والتكنولوجيا يكون من غير الممكن أن ننسب الفضل الى صاحبه، أو أن نرده إليه، ولا أدل على ذلك من عدم الانصاف الذي تُعاني منه الانجازات العلمية والتكنولوجية العربية والاسلامية، والتي لم تلق الدراسة اللائقة بها، مما نشأ عنه اهمال او قصور أو تجن او تجاهل ـ بقصد أو بغير قصد ـ على دور العلم العربي والاسلامي في إثراء الحضارة الانسانية، ولعلنا نكون على صواب ان نحن ألقينا بالتَّبِعة واللوم في هذا الشأن على أصحاب التراث أنفسهم، فهم ولا شك على دراسته أقدر، وبإبرازه أَوْلى وأحقّ.

## مظاهر الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلوم

لقد شهد القرن الحالي اهتماما أصيلا بدراسة تاريخ العلوم، وهذا أمر لا يدعو الى الغرابة، إذ أن هذا النوع من الدراسة يُعدّ بلاشك أساسا هاما يقوم عليه صرح التقدم العلمي، ومن ثمّ فإننا نشهد منذ بداية القرن العشرين تزايدا متواصلا في إنشاء الأكاديميات ومراكز البحث والمعاهد المتخصصة في تاريخ العلوم، كما وأن كثيرا من الكليات الجامعية قد أنشأت أقساما مختصة بهذه الدراسات، كذلك فقد أفردت بعض الاقسام كراسي للاستاذية في هذا المجال.

فمن المؤسسات التي أنشئت للقيام بأبحاث ودراسات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

- الأكاديمية الدولية لتاريخ العلوم بباريس (١).
- الأكاديمية البولندية للعلوم وتاريخ العلوم والتكنولوجيا ببولندا (٢).
- معهد تاريخ العلم بجامعة ويسكونسن بالولايات المتحدة الامريكية (٣).
- معهد ابحاث تاريخ التكنولوجيا بفينا بالنمسا (٤)
- مركز بحوث الشرق الأوسط بمدينة سولت ليك بولاية يوتاه بأمريكا (٥).
- معهد تاريخ العلوم التابع للمركز القومي للبحوث العلمية بباريس (٦).
- معهد سميثسونيان بواشنطن (٧).
- معهد تاريخ وفلسفة العلم بمؤسسة همدرد القومية بكراتشي بباكستان (٨).

ومن المؤسسات التي أنشئت خصيصا للاضطلاع بمهام دراسة تاريخ العلوم العربية والاسلامية نودُّ الاشارة الى بعضها فيما يلي:

- دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد الدكن بالهند.
- المجمع العلمي المصري في القاهرة.
- المجمع العلمي العراقي في بغداد.
- معهد المخطوطات العربية التابع لجامعة الدول العربية، وقد تم افتتاحه في ١٩٤٦/٤/٤ في القاهرة.
- معهد التراث العلمي العربي التابع لجامعة حلب، وقد افتتح في عام ١٩٧٤.
- المجمع الملكي لبحوث الحضارة الاسلامية (مؤسسة آل البيت) بعمان بالمملكة الأردنية الهاشمية.
- مركز الملك فهد للبحوث الطبية بجامعة الملك عبدالعزيز بجدة.
- مركز الابحاث للتاريخ والفنون والثقافة الاسلامية في استانبول بتركيا.
- معهد تاريخ العلوم العربية والاسلامية في فرانكفورت بألمانيا الغربية، وقد تم افتتاحه في ١٨ مايو ١٩٨٢.

وفضلا عن هذه المؤسسات العلمية فقد أقيمت متاحف لعرض المنجزات العلمية والتكنولوجية نذكر بعضا منها فيما يلي:

- متحف العلوم بلندن (٩).
- متحف تاريخ العلم بأكسفورد (١٠).
- المتحف الفني للصناعات والحرف بفينا بالنمسا (١١).
- متحف شتوتجارت بألمانيا الغربية (١٢).
- متحف الطيران بمدينة دالتون بالولايات المتحدة الأمريكية.
- المتحف الأمريكي الوطني - قسم تاريخ العلوم والتكنولوجيا (صناعة الحِيَل) بواشنطن بأمريكا.

هذا ولقد قامت هيئات وجمعيات علمية متعددة بالاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا نذكر منها من قبيل التدليل:

- «الجمعية البريطانية لتاريخ العلوم» في انجلترا.
- «جمعية نيوكومن» في انجلترا.
- «الجمعية الأمريكية لتاريخ العلوم» في الولايات المتحدة الأمريكية.
- «الجمعية المصرية لتاريخ العلوم»، وقد تأسست في القاهرة عام ١٩٤٩م.
- «الجمعية العربية لتاريخ الصيدلة».

## دوريات متخصصة في تاريخ العلم والتكنولوجيا

إن الاهتمام المعاصر بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا قد أدى الى صدور العديد من المؤلفات القيمة، وظهور الدوريات المتخصصة في دراسات وبحوث تاريخ العلم والتكنولوجيا نشير الى بعض منها فيما يلي من باب التمثيل فحسب:

- مجلة «إيزيس» (١٣)، وتصدر في مدينة بلتيمور بأمريكا منذ عام ١٩١٣.
- مجلة «أبحاث في تاريخ التكنولوجيا» (١٤)، وتصدر في فينا بالنمسا منذ عام ١٩٣٠.
- مجلة «حَوْلِيَّات العلم» (١٥)، وتصدر في لندن منذ عام ١٩٣٦.
- مجلة «تاريخ العلم الطبيعي والطب» (١٦)، وتصدر في كوبنهاجن بالدنمارك منذ عام ١٩٤٢م.
- «مجلة السِّجلات الدولية لتاريخ العلوم» (١٧)، وتصدر في باريس منذ عام ١٩٤٧.
- مجلة «سنتورس» (١٨)، وتصدر في كوبنهاجن منذ عام ١٩٥٠.
- مجلة «سجلات تاريخ العلوم» (١٩)، وتصدر في هايدلبرج بألمانيا الغربية منذ عام ١٩٦٠م.

أماً فيما يخص دوريات تاريخ العلوم العربية والاسلامية، فنذكر منها على سبيل المثال:

- «مجلة رسالة العلم»، وتصدر في القاهرة منذ عام ١٩٣٣.

- «مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلوم، وتصدر بالقاهرة منذ عام ١٩٥٢.
- «مجلة معهد المخطوطات العربية»، وتصدر عن جامعة الدول العربية، وقد بدأ ظهورها سنة ١٩٥٥.
- «مجلة المورد»، وتصدر في بغداد.
- مجلة «تاريخ العلوم العربية»، وتصدر عن معهد التراث العلمي العربي في حلب.
- «مجلة التراث العربي»، ويصدرها اتحاد الكتاب العرب في دمشق.

هذا قليل من كثير، سقناه لندلل على الاهمية المتزايدة للدراسات والبحوث المتعلقة بتاريخ العلم والتكنولوجيا، وهو اهتمام له مايبرره كما تقدم بيانه.

## إدخال تاريخ العلم والتكنولوجيافي المقررات الدراسية

لقد تعدَّى الاهتمام بدراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا حدود الدراسات المتخصصة والأبحاث، وشق طريقه إلى قلب المقررات الدراسية في كثير من دور العلم المتقدمة، حيث أصبحت دراسة تاريخ العلم والتكنولوجيا جزءاً أساسيا من الدراسة المؤدية الى الدرجة الجامعية الاولى.

ومع بروز أهمية هذا النوع من الدراسات، والحاجة الى تضمينها للمقرارات الدراسية الجامعية، استلزم الامر انشاء اقسام استاذية متخصصة في تاريخ العلم، نسوق بعض نماذج منها فيما يلي:

- قسم تاريخ العلوم في جامعتي اكسفورد وكامبردج بانجلترا.
- قسم تاريخ العلم والتكنولوجيا بجامعة لندن.
- قسما تاريخ العلوم بجامعتي امستردام وليدن بهولندا.
- قسم تاريخ العلوم بجامعة باريس.
- قسم تاريخ العلوم بجامعة ويسكونسن بأمريكا.
- قسم تاريخ الرياضيات بجامعة براون بأمريكا.
- كرسي تاريخ العلوم العربية بجامعة هارفارد بأمريكا.

إنَّه في الوقت الذي نَلْقَى فيه كلَّ هذا الاهتمام بتاريخ العلم والتكنولوجيا في العالم الغربي، لا نكاد نجد لهذا النوع من الدراسة ذِكْراً ولا خبراً في عالمنا العربي والاسلامي، واذا كانت الدول تعني في اقل القليل بتاريخ العلوم فيها وبابراز اسهامات ابنائها في الانجازات العلمية، فإننا لا نجد حولنا حتى هذا الحد الأدنى من الاهتمام بتاريخ علومنا العربية والاسلامية.

وليس من قبيل الصدفة ولا من منطلق ترديد الشعارات التقليدية ان تصدر التوصية رقم (ثالث عشر/١) من توصيات مجلس التعليم العالي المتخذة في دورته العادية الثامنة (المنعقدة في دولة البحرين في الفترة من ٢٦ الى ٢٨ محرم سنة ١٤٠٢ هـ الموافق ٢٢ ـ ٢٤ نوفمبر سنة ١٩٨١م) التي تنص على ما يلي:

«دعوة جامعات أقطار الخليج العربي التي لا تقوم بتدريس مادة (التراث العربي الاسلامي بقسميه العلمي والانساني) الى ادخالها في مناهجها».

وتنبع هذه التوصية من أهمية الدور الكبير الذي يمكن ان تؤديه دراسة التراث العربي الاسلامي في إزاحة الستار عن الثراء العلمي والانساني للأمة العربية الاسلامية، وفي أثر ذلك على ربط حاضر الامة بماضيها، واكساب شباب هذه الامة ثقة وعزة وعزما على مواصلة مسيرة الاجداد الذين حملوا مشاعل النور والهداية ونشروها من المحيط الاطلسي غربا الى حدود الصين شرقا.

## مسؤولية كتابة تاريخ العلوم

مما لاشك فيه أنَّ أوْلى الناس وأقدرهم على التصدي لقضية التأريخ الصحيح للعلوم هم المشتغلون بالعلوم أنفسهم، إذ أنه يتعين على مؤرخ العلوم ان يكون على بينة تامة من دقائق العلم الذي يكتب تاريخه، وهذا أمر يتسنى تحقيقه بشكل طيب في العلماء، بينما قد لا تتوافر هذه الصفة- بوجه عام - في المؤرخين السياسيين الذين تتوفر لديهم عادة خلفية ممتازة في التاريخ العام بينما يعوزهم الالمام الكافي بالجوانب العلمية والفنية للموضوع الجاري تاريخه. ومن هنا تقع على كاهل رجال العلم مسؤولية كتابة تاريخ العلوم والتكنولوجيا، كما يقع على عاتقهم ايضا بيان الآثار الناجمة عن تطورها وتأثيرها على المجتمع، وذلك حتى يفيد منها عامة المؤرخين.

لم تغب هذه المسؤولية عن بال رجال العلم، الذين أولوا دراسة تاريخ علومهم اهتماما كبيرا، فصدرت لهم دراسات وبحوث ومؤلفات كثيرة تبين وتوثق المراحل التي مرت بها علومهم، ونسوق فيها يلي نماذج قليلة لبعض هذه المؤلفات:

١ - كتاب «تطور الرياضيات»، للاستاذ أ. بل استاذ الرياضيات بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا بأمريكا.

٢ - كتاب «تاريخ الكيمياء» للاستاذ جيمس ريديك بارتنجتون استاذ الكيمياء في جامعة لندن.

٣ - كتاب «ليوناردو والعلوم» للاستاذ فريتزشتيسي الاستاذ بكلية الهندسة في زيوريخ بسويسرا.

٤ - كتاب «تاريخ مقاومة المواد» للاستاذ س. تيموشنكو الاستاذ الشهير بجامعة ستانفورد بأمريكا.

٥ - كتاب « قصة الهندسة» للاستاذ جيمس فينش العميد السابق لكلية الهندسة بجامعة كولومبيا بأمريكا.

٦ - كتاب « تاريخ للهندسة الميكانيكية» للاستاذ بيرستول استاذ الهندسة الميكانيكية بجامعة درهام بانجلترا.

٧ - كتاب «تاريخ للعلم والتكنولوجيا» للاستاذ ر. فوربس والاستاذ ديجكستر هويس استاذي تارخ العلم بجامعتي امستردام وليدن بهولندا، وهما متخرجان اصلا من كليات علمية، حيث تخصص الاول في الهندسة الكيميائية، بينما تخصص الثاني في الفيزياء والرياضيات، ولهما مؤلفات وبحوث قيمة في تاريخ العلوم.

ومن أمثلة الكتب العربية المؤلفة في تاريخ العلم والتكنولوجيا، والتي كتبها رجال علم من العرب ما يلي:

ـ كتاب «علم الطبيعة: نشوءه ورقيه وتقدمه الحديث».
للاستاذ مصطفى نظيف استاذ الطبيعة السابق بكلية الهندسة جامعة القاهرة، وقد صدر الكتاب في القاهر
عام ١٩٢٧.

ـ كتاب «الحسن بن الهيثم: بحوثه وكشوفه البصرية».
للاستاذ مصطفى نظيف ايضا، وقد صدر الكتاب في القاهرة: الجزء الاول عام ١٩٤٢م، والجزء الثاني عا
١٩٤٣م.

ـ كتاب «تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك» للاستاذ قدري حافظ طوقان العالم الاردني.

هذه نماذج يسيرة مما كتبه العلماء في تاريخ العلم، ولعلنا نكتفي بهذا القدر في التدليل على مسؤولية
رجال العلم نحو كتابة تاريخ العلوم، وهي مسؤولية يضطلعون بها فعلا.

## مسؤولية تدريس تاريخ العلم والتكنولوجيا

قد يكون من المناسب ونحن نعرض لقضية مسؤولية القيام باعداد وتدريس المقررات الخاصة بتاريخ
العلم والتكنولوجيا أن نشير الى الاراء والاشتراطات التي وضعها الاستاذ جورج سارطون (٢٠) رائد تاريخ
العلم فيمن يعتبره مؤهلا للقيام بأداء هذه المهمة.

يقول سارطون إنه بمقارنة مجال «تاريخ العلم» بمجالين آخرين موازيين له هما «تاريخ الفن» و«تاريخ
الاديان» او «الدراسة المقارنة للأديان»، فإننا نجد أنه بينما يجري تدريس المجالين الاخيرين في كل جامعة
بواسطة مدرسين واساتذة كفاة، فإن الامر يختلف تماما بالنسبة لمجال «تاريخ العلم» الذي يشكو من نقص
في هيئة التدريس المؤهلة تأهيلا جيدا للقيام بمسؤولياته، ويحدد سارطون عدة أمور هامة نذكرها بايجاز فيما
يلي:

١) تدريس تاريخ العلم يحتاج الى تفرغ تام، وفي هذا الصدد يقول سارطون إنه أمضى ٣٥ عاما من عمره
في دارسة موضوع تأريخ العلم ويعتقد انه بعد هذه المدة بدأ لتوه يعرف عنه.

٢) يتحتم على مدرس تاريخ العلم أن تكون لديه معرفة عميقة وخبرة طويلة في احد فروع العلم تُعززها
معلومات عامة في الفروع المختلفة الأخرى.

٣) يتعيَّن على مدرس تاريخ العلم أن يكون ذا خلفية وتوجه تاريخي، وأن يكون ملما بمناهج دراسة التاريخ،
كما يجب عليه أيضا ان تكون لديه خلفية واهتمامات فلسفية.

٤) يكون تقويم استاذ تاريخ العلم ـ شأنه في ذلك شأن غيره من الاساتذة ـ على أساس امكانياته الذاتية في
اجراء البحوث، وفي تدريب غيره على القيام بها، وفي نشاطه في نشر البحوث الاصيلة.

٥) يجب ان تكون المحاضرة نابعة من فيض دافق من العلم والمعرفة والخبرة التي اكتسبها الاستاذ، وألا تكون
ترديدا لمعلومات تقليدية معروفة غير موثقة.

٦) إنَّ مجال تاريخ العلم هو مجال جِدُّ متَّسِع، تتباين فيه طرائق التدريس من حيث نواحي الاهتمام والتركيز والابراز، ومن ثم كانت حتمية التباين في مقررات الاساتذة المختصين بهذا المجال، ولا غرو فتاريخ العلم يجمع بين كل التاريخ وكل العلم.

٧) لما كان من المتعذَّر بل ومن المحال تغطية تاريخ العلم من كافة ناحيه وجوانبه نظرا لاتساع مجاله كما سبق وأن أشرنا، فإن الأمر يستدعي اختيارا من جملة الموضوعات والجوانب، وهذا الاختيار سيختلف من استاذ الى آخر، كما سيتباين من فصل دراسي الى آخر، وإن كانت هناك بعض موضوعات أساسية تفرض طبيعتها واهميتها الابقاء عليها في المقرر خارج نطاق الاختيار.

٨) يتعيَّن على استاذ تاريخ العلم ان يدأب على تطعيم مقرراته بموضوعات جديدة، ودراسات محدثة، وتحقيقات أصيلة، وتحليلات دقيقة.

٩) لا يتأتى لاستاذ ان يقوم بتدريس تاريخ العلم بأكمله حتى لو امتدت دورة محاضراته لعشر سنوات، ومن ثم كانت أهمية التنويع والاختيار للموضوعات المختلفة في مجال تاريخ العلم حتى يعطى الدارس صورة متكاملة متوازنة لطبيعة تاريخ العلم وحدوده وفلسفته وطرائق البحث فيه.

١٠) نظرا لترامى مدى تاريخ العلم واتساع نطاقه وتنوُّعه وتعقُّده، فإنَّ معالجته تجري على محاور ثلاثة هي: الزمان، والمكان، والموضوع، أو بعبارة أخرى: التسلسل التاريخي، والموقع الجغرافي، والمعرفة العلمية.

١١) لا يمكن إحداث إضافة حقيقية ذات بال إلا بواسطة علماء متخصصين في هذا النوع من الدراسات، فالأبحاث في تطوُّر الرياضيات مثلا لا تتسنى إلا للمشتغلين بالرياضيات، ومن هنا كانت الاضافات في تاريخ العلم خاضعة لحدود وقيود، بينما يجب ألا يسري ذلك على تدريس تاريخ العلم.

١٢) يتعين على استاذ تاريخ العلم أن يثبت تمكنه ليس في العلم البحت فحسب بل وفي التاريخ ايضا، كما يجب ان يثبت قدرته على تعليل نمو وتطور العلم، كما يقتضي الامر ان يكون ملما إلماما طيبا بمناهج البحث التاريخي، وأنواع المصادر والوثائق وكيفية استخلاص الحقائق منها.

هذه نظرة سريعة لموضوع على جانب كبير من التشعُّب، قصدنا بها بيان أهمية «تاريخ العلم والتكنولوجيا»، والأسباب التي تدعونا الى دراسته والاهتمام به، وقد أشرنا الى بعض مظاهر الاهتمام المعاصر بهذه الدراسة، وما قامت به الدول المتقدمة في هذا الشأن، وقد ختمنا هذه العجالة بالحديث عن مسؤولية كتابة تاريخ العلم، وعن ضرورة إدخاله في المقررات الجامعية، كما ألمحنا إلى الصفات والمؤهلات التي يجب أن تتوافر في القائمين على تدريسه، ولعلنا بهذه الداسة المقتضبة نكون قد وفقنا في توجيه العناية الى مجال على جانب كبير من الأهمية، ولعلَّ الله يمنح الأمة العربية الاسلامية القدرة والعزيمة على أن تتخطى كَبْوَتَهَا، وتُعيد تاريخ مُنْجَزاتها العلمية، في عصر يتّسم بتسخير الذَّرة وغزو الفضاء.

## ٢ ـ التراث العربي وحضارة العصر(*)

### مولد الحضارة العربية الإسلامية

إنه مع تدهور الامبراطورية الرومانية، مرت على أوروبا عشرة قرون من الزمان تعرف القرون الخمسة الأولى منها (حوالي ٥٠٠ الى ١٠٠٠م) بالعصور المظلمة، حين شهدت أسوأ فتراتها في القرنين التاسع والعاشر للميلاد، وفيها أخذت كل من حضارة الاغريق وحضارة الرومان في الاندثار، وذلك في وقت كانت فيه الحضارة العربية ـ التي ولدت في القرن السابع الميلادي ـ تسعى بخطوات حثيثة نحو عصرها الذهبي.

إن الحضارة الأوروبية الحديثة التي شهدت مولدها الفترة الممتدة من حوالي القرن الثاني عشر الى القرن الخامس عشرة الميلاديين قد قامت ـ دون منازع ـ على أكتاف الحضارة العربية، وإن التاريخ المنصف لتطور العلوم لابد وأن يتوقف طويلا عند منجزات الحضارة العربية وأثرها البالغ على الحضارة المعاصرة، إذ لو لم تقم تلك الحضارة العربية لضاع تماما تراث الاغريق، ولضاع معه كثير من تراث الفرس والسريان وأهل الهند، ولتأخر بلاشك مولد الحضارة المعاصرة عدة مئين من السنين.

سادت الحضارة العربية الاسلامية العالم المتحضر زهاء ثمانية قرون (٧٠٠ ـ ١٥٠٠م)، وقد امتدت رقعتها من بلاد الهند شرقا الى بلاد المغرب واسبانيا غربا، وكان لهذه الحضارة الأثر البالغ في حفظ ونقل تراث الاغريق، ولو أن فضل الحضارة العربية اقتصر على ذلك لكان فضلا عظيما في حد ذاته، فما بال فضل العرب والمسلمين فيما استحدثوا وطوروا وأضافوا وقدموا في فروع المعرفة ومجالات العلم وألوان الفن، فعن الحضارة الاسلامية أخذت أوروبا علوم الحساب والجبر والفلك والطب والصيدلة والفيزياء والكيمياء والنبات وغيرها من العلوم الحديثة، وقد تألق نجم الحضارة العربية في عصرها الذهبي الذي شهده القرنان العاشر والحادي عشر للميلاد، في وقت كانت فيه أوروبا ترزح في حُلل الجهل وغياهب الظلام.

### حركة الترجمة والنقل

إن حركة ترجمة أمهات الكتب الاغريقية الى اللسان العربي، تلك الحركة التي أولاها الخليفة المأمون (٨١٣ ـ ٨٣٣م) اهتماما بالغا، كانت عاملا رئيسا في حفظ تراث الاغريق ودراسته واستيعابه، ولا غرو فالخليفة المأمون هو الذي أسس «بيت الحكمة» في بغداد، وجمع فيه علماء أفاضل للقيام بهذه المهمة، وهي بداية منطقية تماما تنبه لها الخليفة المأمون، فالحكيم هو الذي يبدأ بدراسة متعمقة واعية لأعمال من تقدمه قبل أن يشرع في الاضافة اليها من فكرة وفنه وجهده.

---

(*) راجع «تراثنا العربي وتاريخ العلم» للدكتور جلال شوقي، مقال منشور بمجلة الثقافة العربية، طرابلس ـ ليبيا ـ سنة ١٩٧٥م.

## ظهور العبقريات العربية الإسلامية

لقد كانت حركة الترجمة ونقل علوم الأولين حافزا عظيما على إقبال العرب والمسلمين على الاشتغال بالعلوم الاسلامية والاهتمام بها والاضافة اليها، فلا عجب إذن أن تظهر ـ على مسرح الحضارة العربية الاسلامية الممتد من الهند شرقا الى المحيط الأطلسي غربا ـ عبقريات عربية كثيرة، نذكر منها على سبيل الاشارة والتمثيل: محمد بن موسى الخوارزمي (ت: ٨٥٠م)، ومؤلفاته في الحساب والجبر والمقابلة غنية عن التعريف، وأبا بكر محمد بن زكريا الرازي (٨٦٤ ـ ٩٣٢م)، وقد برع في الكيمياء والطب، وأبا الريحان البيروني (٩٧٣ ـ ١٠٥١م) ذلك العالم الموسوعي الذي كاد أن يضيف الى كافة فروع المعرفة على عصره، والحسن بن الهيثم (٩٦٥ ـ ١٠٣٩م) رائد علم البصريات، والشيخ الرئيس ابن سينا (٩٨٠ ـ ١٠٣٧م) الذي اشتهر في الشرق والغرب بنبوغه في الطب والفلسفة.

هذا ويبين شكل (١/أ) مخططا لتعاقب الحضارات والأعلام، وذلك من حوالي - ٥٠٠ (٥٠٠ ق.م) الى حوالي ١٥٠٠م، حين كان نجم الحضارة العربية الاسلامية آخذا في الأفول ليبزغ مكانه نجم الحضارة الغربية التي قامت على أكتاف الحضارات السابقة عليها، وفي مقدمتها الحضارة الإسلامية.

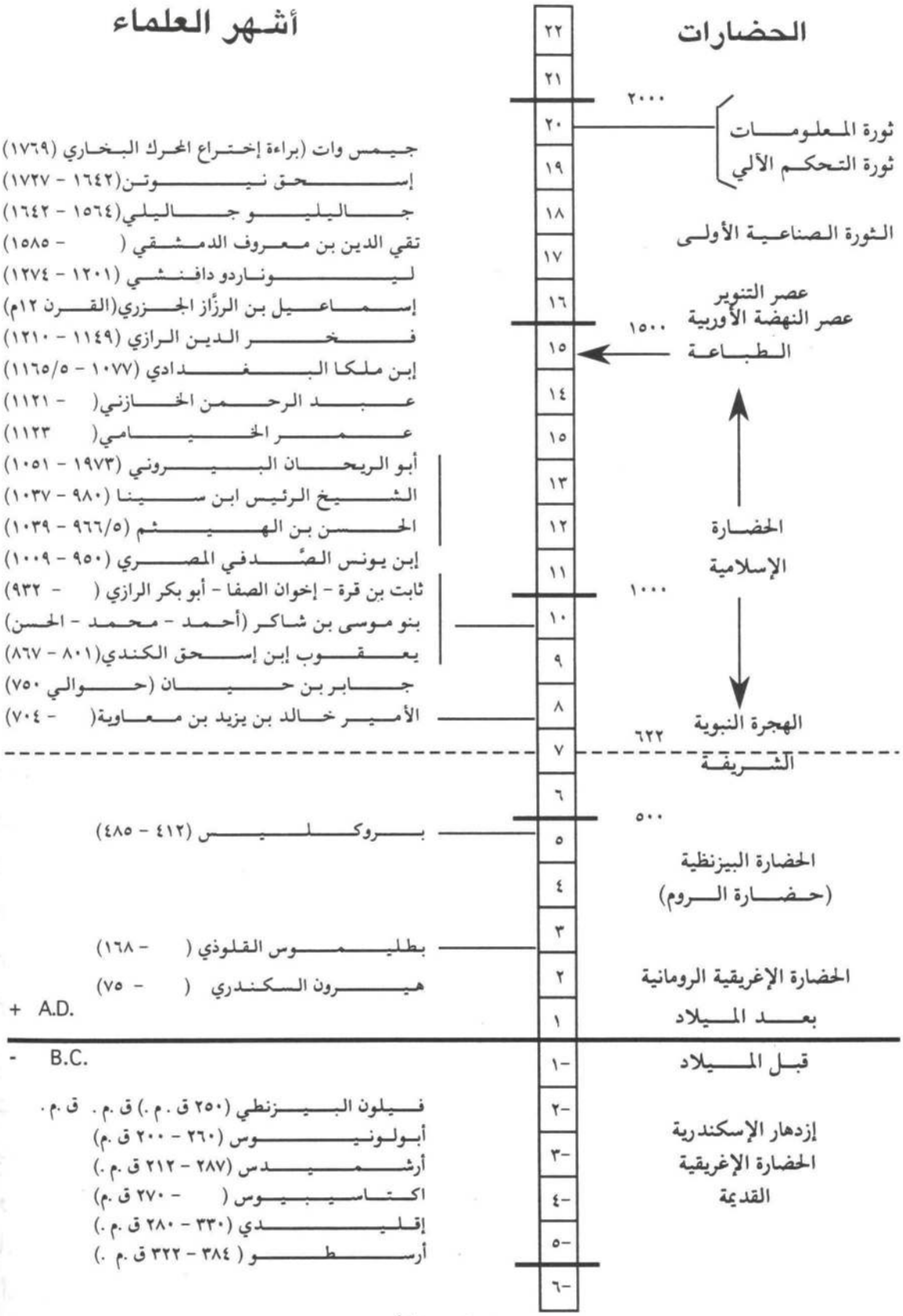
## أسماء أعلام المسلمين في اللغات الغربية

إنه مع سيادة العلم العربي دخلت أسماء بعض أعلام علماء العرب والمسلمين في اللغات الغربية، فنجد أن اسم «الخوارزمي» قد ظهر بصور متعددة منها:

| | |
|---|---|
| Algorismus<br>Algorismi<br>Algoritmi | في اللغة اللاتينية، وتعني الأعداد |
| Algorithm | في اللغة الانجليزية |
| Algorithmus | في اللغة الألمانية |
| Guarismo | في اللغة الاسبانية |

كل هذه الألفاظ هي بلاشك مشتقة من اسم «الخوارزمي» العلاّمة العربي في الجبر والحساب، ولقد تعلمت أوروبا طريقة الترقيم العربية (نظام المنازل من آحاد وعشرات ومئين وآلاف الخ) وما أدخلته على العمليات الحسابية المعقدة آنذاك من تبسيط وتيسير ووضوح ودقة، وذلك عن طريق الكتاب الذي صنفه ليوناردو بيزانو[1] أو أوفيبوناتشي ونشره في إيطاليا سنة ١٢٠٢م، فأدخل به الحساب العربي والأرقام العربية الى أوروبا، ودخل معها اسم الخوارزمي في معاجم كثيرة في الغرب، ويطلق هذا الاسم في عصرنا الحالي على منهج أو نظام أو أسلوب متسلسل علمي لحل مشكلة.

(١) Leonardo Pizano or Fibonacci




شكل (١ / أ) .

مخطط لتعاقب الحضارات والأعلام من حوالي (٥٠٠ ق . م الى ١٥٠٠م)

## أسماء عربية تدخل المصنفات اللاتينية

ثمة أسماء عربية كثيرة اتخذت صورا لاتينية، وذلك عند نقل الأعمال العربية الى اللاتينية، لغة علوم الغرب حتى عصر التنوير، ونسوق فيما يلي أمثلة من الصور اللاتينية للأسماء العربية :

Geber
ـ جابر بن حيان الكوفي الصوفي
Jaber
(ت: حوالي ٢٠٠هـ = ٨١٥م)

Algorismus
Algorismi
Algoritmi
ـ الخوارزمي[1]
أبو موسى محمد بن أحمد الخوارزمي
ازدهر في الفترة: ٨١٣ ـ ٨٣٣م (فترة حكم المأمون)
(ت: حوالي ٢٣٦هـ = ٨٥٠م).

Alfraganus
ـ الفرغاني (ابن كثير الفرغاني)
(كان حيا سنة ٢٤٧هـ = ٨٦١م).

Johannitius
ـ حنين بن اسحق[2]
العبادي، أبوزيد
أشهر مترجمي عصر الترجمة
(١٩٤ ـ ٢٦٠هـ) = (٨٠٩ ـ ٨٧٣م)

Alkindus
Alquindus
ـ الكندي، فيلسوف العرب
يعقوب بن اسحق الكندي
(١٨٥ ـ ٢٦١هـ) = (~ ٨٠١ ـ ~ ٨٧٤م)

Albumasar
ـ أبومعشر البلخي[3]
(ت: ٢٧٢هـ = ٨٨٦م)

Albubacer
ـ أبوبكر الحسن بن الخريب
من علماء التنجيم بفارس، ازدهر في القرن الثالث الهجري = القرن التاسع الميلادي.

---

(١) بروكلمان: جـ ٤، ص ١٦٢.
(٢) بروكلمان: جـ ٤، ص ١٠٣.
(٣) بروكلمان: جـ ٤، ص ٢٠٥.

Albatenius
Albategnius

ـ البتاني[1]
أبوعبدالله محمد بن جابر بن سنان البتاني
(حوالي ٢٤٤ ـ ٣١٧هـ) = (حوالي ٨٥٨ ـ ٩٢٩م)

Raghensis,
Raphensis, Razes (كذا)
(Fili Zachariae)

ـ الرازي
أبوبكر محمد بن زكريا الرازي
(٢٤٠ ـ ٣٢٠هـ) = (٨٥٤ ـ ٩٣٢م)

Alpharabius

ـ الفارابي، المعلم الثاني
أبونصر، محمد بن طرخان
صاحب «تصنيف العلوم»

Alfharabius
Alpharabium
Alpharabii

(٢٦٠ ـ ٣٣٩هـ) = (٨٧٤ ـ ٩٥٠/٩٥١م)

Alcabitius

ـ القبيصي[2]
أبو الصقر القبيصي
(ت: ٣٥٦هـ = ٩٦٧م)

Hally Abbas

ـ علي بن عباس الأهوازي المعروف بالمجوسي
(ت: ٣٨٤هـ = ٩٩٤م)

Abulcasis
Albucasis

ـ أبوالقاسم الزهراوي[3]
(ت: حوالي ٤٠٤هـ = ١٠١٣م)
أعظم جراحي الحضارة الاسلامية، ألّف موسوعة طبية، وقد ازدهر في قرطبة على عهد عبدالرحمن الثالث.

Avicenna

ـ الشيخ الرئيس ابن سينا
العالِم الرياضي الطبيب الفيلسوف
(٣٧٠ ـ ٤٢٨هـ) = (٩٨٠ ـ ١٠٣٧م)

Alhazen

ـ الحسن بن الهيثم، أبوعلي
عالم البصريات المعروف
(٣٥٤ ـ ٤٣٠هـ) = (٩٦٥ ـ حوالي ١٠٣٩م)

---

(١) بروكلمان: جـ ٤، ص ٢١٣.
(٢) بروكلمان: جـ ٤، ص ٢١٩.
(٣) بروكلمان: جـ ٤، ص ٣٠٠.

Abenragel

ـ ابن أبي الرجال[1]

أبوالحسن علي بن أبي الرجال الشيباني الكاتب

المغربي القيرواني.

(ت: بعد ٤٣٢هـ = بعد ١٠٤٠م).

Biruni

ـ البيروني

أبوالريحان محمد بن أحمد البيروني

العالم الموسوعي.

(٣٦٢ ـ ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ ـ ١٠٥١م)

Avencebrol – Avicebron

ـ ابن جبرول

فيلسوف يهودي عاش في سرقسطة

(حوالي: ٤١٢ ـ ٤٥٠هـ) = (حوالي ١٠٢١ ـ ١٠٥٨م)

Ben Hazm

ـ ابن حزم

علي بن أحمد بن سعيد بن حزم الظاهري، أحد أئمة الاسلام، عاش في قرطبة،

وهو صاحب كتاب «الفصل في الملل والأهواء والنِّحل».

(حوالي: ٣٨٤ ـ ٤٥٧هـ) = (حوالي ٩٩٤ ـ ١٠٦٤م)

Arzachel

ـ ابن الزرقاله القرطبي عالم فلك عاش في قرطبة

(كذا الزرقال والزرقالي وابن الزرقيال Arzacel, Arcahelio, Azarchel, Azarquie, Arzachalens

(حوالي ٤٢٠ ـ ٤٩٣هـ) = (حوالي ١٠٢٩ ـ ١١٠٠م)

Algazel

ـ الغزالي، الامام حجة الاسلام

أبوحامد محمد بن محمد بن محمد الغزالي

(٤٥٠ ـ ٥٠٥هـ) = (١٠٥٨ ـ ١١١١م)

Al-Khayyam

(Omar Khayyam)

ـ الخيام أو الخيامي

أبوالفتح عمر بن ابراهيم الخيامي

النيسابوري

(٤٣٦ ـ ٥١٧هـ) = (١٠٤٤ ـ ١١٢٣م)

Avempace

ـ ابن باجه الأندلسي

كان بارعا في الرياضيات والفلك،

---

(١) بروكلمان: جـ ٤، ص ٢٢٥.

عاش في غرناطة وسرقسطة وفاس.

(حوالي ٥٠٠ ـ ٥٣٤/٣هـ) = (حوالي ١١٠٦ ـ ١١٣٩/٨م)

Avenzoar

ـ ابن زُهر، أبومروان

من عائلة بني زهر الشهيرة، نبغ في الطب.

ولد في اشبيلية

(٤٨٧/٤ ـ ٥٥٨/٧هـ) = (١٠٩٤/٩١ ـ ١١٦٢/١م)

Alcoatim

ـ طبيب مسيحي من أصل مسلم

ازدهر حوالي سنة ٥٩/١١٦٠م في طليطلة.

Alpetragius

ـ البَطْروجي (البِتْروغي)

نورالدين أبواسحق

تلميذ ابن طفيل ـ كتب في الهيئة

(ت: حوالي ٥٨١هـ = ١١٨٥م)

Averroës

Averroès

ـ ابن رشد

أبوالوليد محمد بن أحمد بن محمد المالكي

ولد في قرطبة، ونبغ في الفلسفة والطب

(٥٢٠ ـ ٥٩٥هـ) = (١١٢٦ـ ١١٩٨م)

Geber (The Astronomer)

ـ جابر بن أفلح الأندلسي

عالم في الرياضيات والفلك، عاش في اشبيلية

في القرن السادس الهجري.

(ت: ٥٤٠هـ = ١١٤٥م)

Maimonides

ـ ابن ميمون

أبوعمران موسى بن ميمون بن عبدالله الإسرائيلي

الأندلسي القرطبي، اشتغل بالطب

(٥٢٩ ـ ٦٠٥هـ) = (١١٣٥ ـ ١٢٠٨م)

صاحب «دلالة الحائرين»، وكتاب «الشرائع»

و«شرح أسماء العقار».

## الترجمات اللاتينية للكتب العربية

إن البحوث الأصيلة التي قدمها علماء العرب والمسلمين الى العالم هي في الواقع من أهم أسس الحضارة المعاصرة، ولقد ترجمت علوم العرب والمسلمين أول ما ترجمت الى اللغة اللاتينية، وعن هذه الترجمات انتقل العلم العربي الى أوروبا، ومن الكتب الشهيرة التي ظهرت لها ترجمات لاتينية نذكر على سبيل المثال لا الحصر الكتب الآتية:

- «كتاب الحاوي في الطب» لأبي بكر الرازي.
- «كتاب الزيج» - ويحتوي على كتب فلكية - لمحمد بن موسى الخوارزمي، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١١٢٦م.
- «كتاب الجبر والمقابلة» للخوارزمي أيضا، وقد نشرت ترجمته اللاتينية سنة ١١٤٥م.
- «القانون في الطب» للشيخ الرئيس ابن سينا، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١٤٧٣م، وظلت هذه الترجمة المرجع الأول في الطب في جامعات أوروبا حتى منتصف القرن السابع عشر.
- «كتاب المناظر» للحسن بن الهثيم، وقد ظهرت ترجمته اللاتينية سنة ١٥٧٣م بعنوان: «الذخيرة في علم الأوبطيقي للهازن»، ولفظ الهازن هو الاسم المحرف للحسن بن الهيثم، وعن طريق هذه الترجمة تعلمت أوروبا علم الضوء.

ولقد ساعدت على وصول علوم العرب والمسلمين الى أوروبا عوامل كثيرة منها حركة التجارة بين الشرق والغرب، والحروب الصليبية (القرن الثاني عشر للميلاد)، ورحلات المثقفين من أوروبا الى بلاد الأمة الاسلامية للوقوف على علوم العرب وثقافتهم، كما ساعد على ذلك أيضا تبادل الحدود بين العرب والأوروبيين لاسيما في اسبانيا.

إن مذكرات كثير من علماء الغرب تتضمن إشارات واضحة الى المؤلفات والمصنفات العربية التي اطلعوا عليها أو كانوا يقتنون نسخا منها في مكتباتهم الخاصة، فإن ليوناردو دافينشي (١٤٥٢ - ١٥١٩م) مثلا قد ذكر في أحد المجلدات[1] التي خلّفها وراءه قائمة بأسماء الكتب التي كان يقتنيها قبل مغادرته لميلانو، وقد جاء فيها اسم كتاب في الصحة للعالِم العربي المسلم أبي بكر بن زكريا الرازي مترجما الى اللاتينية.

كذلك وصلت الى ليوناردو دافينشي بحوث الحسن بن الهيثم في الضوء منقولة في كتاب العالِم البولوني فيتلو الذي وضعه حوالي سنة ١٢٦٠م، وقد اطلع ليوناردو على هذا الكتاب في مكتبة بافيا سنة ١٤٩٠م.

---

(١) Codex Atlanticus, 210 r., 225 V. 225 r.b.

وهذا المجلد محفوظ بمكتبة الامبروزيانا بميلانو.

راجع كتاب «عبقرية ليوناردو دافينشي في الهندسة» للدكتور جلال شوقي، نشر مكتبة الانجلو المصرية بالقاهرة، سنة ١٩٦٤م.

وتدل مذكرات ليوناردو دافينشي مرة أخرى على اطلاعه على بعض مؤلفات الشيخ الرئيس الحسين بن عبدالله بن سينا، ورسائل فيلسوف العرب يعقوب بن اسحاق الكندي (ت: ٨٧٣م).

ثمة مثال آخر هو ما قرره الباحث أنطونيو فافرو من وجود نسخة من ترجمة ريزنر اللاتينية لكتاب «المناظر» لابن الهيثم في المكتبة الخاصة بالعالم الايطالي جاليليو جاليلي (١٥٦٤ - ١٦٤٢م)، وبالتالي فإن جاليليو كان على بيِّنة من أعمال الحسن ابن الهيثم في الضوء وفي الميكانيكا[1].

إن تأثير علماء العرب والمسلمين على الغرب كان جد عظيم، وإن هذا التأثير البالغ للعلم العربي على الحضارة المعاصرة لن تتحدد معالمه قبل أن تدرس آلاف المخطوطات العربية التي تزخر بها خزانات الكتب العامة والخاصة في كافة أنحاء العالم، تلك الدراسة التي تستلزم منا تضافر الجهود على مستوى الدول ومراكز البحث والمجامع والجامعات والهيئات والأفراد.

## الألفاظ العربية تغزو اللغات الغربية

لاشك أن الحضارة العربية الاسلامية قد تركت آثارا وبصمات واضحة ومؤثرة على الحضارة المعاصرة، بل إن كثيرا من الألفاظ العربية قد غزت اللغات الغربية، حيث نجد مئات بل آلاف الألفاظ العربية قد شقت طريقها الى اللغات الأوروبية، ونشير فيما يأتي الى بعض أمثلة من مظاهر ذلك العطاء الحضاري.

### كلمة «الجبر»

وقد استعملها علماء العرب والمسلمين بمعنى جبر الكميات السالبة الى كميات موجبة، وقد شقت هذه الكلمة طريقها الى معاجم العالم للدلالة على هذا العلم الذي أرسى قواعده العلامة العربي «الخوارزمي»، وتتخذ هذه الكلمة الصور الآتية:

Algebra : في اللغة الانجليزية،

Algèbre : في اللغة الفرنسية،

Algebra : في اللغة الالمانية.

### كلمة «صفر»

هذه الكلمة العربية تعني الخلاء أو الخلو، وتعبير صفر اليدين غني عن المقال، وهي في المفهوم الرياضي نقطة التحول من الموجب الى السالب، وكذا بالعكس، وقد تحورت هذه الكلمة فأخذت عدة صور في اللغات المختلفة نبين أشهرها فيما يأتي:

---

(١) راجع كتاب «تراث العرب في الميكانيكا» للدكتور جلال شوقي، نشر عالم الكتب بالقاهرة، سنة ١٩٧٣م، صفحة ٥٤.

Zephirum

في اللغة اللاتينية

Cifra

Zero
Cyphre
Cyfre
Cipher

في اللغة الانجليزية

Zéro
Chiffre
Cifre

في اللغة الفرنسية

Zepiro
Cifra

في اللغة الايطالية

ولما أدخل جوردانس نيموراريوس[1] الحساب العربي الى ألمانيا حوالي سنة ١٢٢٥م، ظهرت كلمة الصفر في اللغة الألمانية في لفظ « Cifra »، ثم ما برحت تتحور حتى وصلت الى اللفظ المعاصر « Ziffer ».

## كلمة «الكيمياء»

يقول محمد بن احمد بن يوسف الخوارزمي الكاتب (ت: ٣٨٧ هـ = ٩٩٧م) في كتابه «مفاتيح العلوم»: «اسم هذه الصناعة «الكيمياء»، وهو عربي، واشتقاقه من كمي يَكْمِي، اذا ستر واخفى، ويقال كمي الشهادة اذا كتمها».

وهناك من يُرجع اصل هذه الكلمة الى الاصل المصري القديم Kmt, Chem بمعنى التربة السوداء، كذا للأصل الاغريقي Chyma .

وقد ظهرت كلمة «الكيمياء» في اللغات الغربية على النحو الآتي:

Alchemy, Chemistry : في اللغة الانجليزية.

Chemie : في اللغة الفرنسية.

Chemie : في اللغة الايطالية.

Chemie : في اللغة الالمانية.

ومن الكلمات العربية ـ في مجال الكيمياء ـ التي شقت طريقها الى الغرب، نذكر على سبيل المثال:

---

(١) Jordanus Nemorarius

الانبيق «جهاز للتقطير» : Limbick, Alembic

الكحول ـ الغول : Alcohol

القلي (قلوي) خواص قاعدية : Alkali

الجماعة (ملغم : زئبق + معدن) : Amalgam/ Amalgama

نيل ـ نيلة : Aniline

قندي = سكري : Candy

## ألفاظ علم الفلك

إنّ المشتغلين بعلم الفلك يعلمـون تمام العلم أن الفـاظـا عديدة من مسميات النجوم والكواكب والأجهزة الرصدية والمواصفات الفنية وغيرها مما يندرج تحت لواء الفلك تنحدر من أصول عربية، ونقدم فيما يأتي بعض أمثلة لذلك[1] :

ـ العضادة : في اللغة الانجليزية Alidade

## وفي اللغة الالمانية : Alhidade

ـ المُقَنْطَراتَ : Almuqantarat

ـ النظير : Nadir

(الجهة المقابلة للسمت).

ـ السَّمْت والجمع سموت Azymuth

(نقطة في الفلك ينتهي إليها الخط الخارج من مركز الأرض على استقامة قامة الشخص).

ـ الاكليل : Ichlil

ـ القائد : Alkaid

ـ الكاس : Alkes

ـ الفرق : Alphirk

ـ الشماريخ : Alshamarish

ليس هذا مجال الافاضة في التدليل عل عظم فضل علماء العرب والمسلمين على الحضارة الحديثة، ولا في تفصيل غزو العلم العربي للغات الغرب، اذ أن مثل هذا العمل يستغرق ولا شك سنوات عديدة من الدرس والبحث، وتنتج عنه مجلدات ضخمة لتسجيل انجازات الحضارة العربية الاسلامية، وانما قصدنا هنا

(١) راجع كتاب «بسائط علم الفلك» للدكتور صروف، سنة ١٩٢٣م.

الى مجرد الاشارة الى ان علوم العرب تُشكِّل أهمَّ الدعائم التي قامت عليها الحضارة المعاصرة، وأن تاريخ العلم لابد له وان يتوقف طويلا عند الحضارة العربية الاسلامية لكي يقوِّم منجزاتها تقويما منصفا ويرد اليها مكانتها المرموقة بين الحضارات ذات التأثير البالغ في مسيرة الحضارة الانسانية.

## مصادر التراث العربي

ضمت خزائن الكتب ـ ابان الحضارة العربية الاسلامية ـ درر المخطوطات التي حوت أعلى ما وصل إليه الفكر في ذلك الوقت، وانتشرت خزانات الكتب العامة على رقعة العالم الاسلامي، نذكر منها على سبيل المثال:

- مكتبة «بيت الحكمة» ببغداد.
- مكتبات النجف الأشرف.
- مكتبات الشام: مكتبة سيف الدولة بحلب، وأبي الفدا بحماه، والظاهرية بدمشق.
- مكتبة دار الحكمة بالقاهرة.
- مكتبة الجامع الأزهر الشريف بالقاهرة.
- مكتبات بني عمار بطرابلس.
- مكتبة الجامع الاعظم بالقيروان.
- مكتبة الجامع الكبير بمكناس.
- مكتبة الزهراء بقرطبة.

ولقد تعرضت الأمة الإسلامية لمحن وتقلبات وغزوات وغارات بلغت ذروتها على أيدي التتار بقيادة هولاكو الذي أمر باحراق كنز الكتب العربية في بغداد. انه من المؤسف حقا ان يضيع او يتلف جانب كبير من التراث العربي، وما نجا منه وجد طريقه الى خارج الوطن العربي، حيث نقلت ـ في عصر العثمانيين ـ اثمن المخطوطات إلى تركيا لتزدان بها مكتباتها، كما أن جانباً كبيراً من المخطوطات العربية وصل الى بلاد الغرب في وقت انحدرت فيه الحضارة العربية، وازدهرت فيه الحضارة الاوروبية، فنقل الباحثون والمهتمون بكنوز الشرق الشيء الكثير من المخطوطات العربية الى مكتبات الغرب في غفلة من ورثة الحضارة العربية الاسلامية.

وبازدخار مكتبات أوروبا بأمهات الكتب العربية، وتزايد الاهتمام بها، بدأت حركة الاستشراق في القرن التاسع عشر، وتوالي ظهور دراسات المستشرقين في العلم العربي من أمثال سوتر H. Suter ، وسخاو E. Sachau ، وبروكلمان Brockelmann ، وفيدمان E. Wiedemann ، ومتز Metz ، وكرلو نللينو Carlo Nallino ، وبول كراوس Paul Kraus ، وليتمان Lithmann ، وألدو ميلي Aldo Mieli ، وفؤاد سزكين F.

Sezgin ، وديتريش Dietrich ، وسيجريد هونكه Huncke ، وغيرهم. فلا عجب ـ والحال كذلك من تواجد المخطوطات وتوافر المهتمين بدراستها ـ أن نقرأ عن تراثنا العربي أول ما نقرأ في كتب المستشرقين ودورياتهم المختصة بتاريخ العلوم.

هذا ويقدر عدد المخطوطات العربية المنتشرة في كافة أنحاء العالم بحوالي مليون مخطوطة عدا النسخ المكررة منها، وفي الوقت الذي صدرت فيه عن بعض خزائن الكتب العامة فهارس تضم بيانات كاملة ودقيقة عما تحويه من مخطوطات، فإن الكثير من خزائن الكتب مازالت تفتقر الى مثل هذه الفهارس، وما من شك في أن النقاب لم يكشف بعد عن آلاف المخطوطات العربية القيمة، كما وأن تحقيق ودراسة ما نعرف عن وجوده من المخطوطات ما برح في أول الطريق.

ولقد صدرت خلال العقدين الأخيرين كتب تبين معالم الطريق الى مصادر التراث العربي في مكتبات العالم شرقه وغربه، كما صدرت ولاتزال تصدر فهارس للمخطوطات العربية.

إن خريطة انتشار المخطوطات العربية في العالم تأخذ رويدا رويدا في الاتضاح، من ذلك ما نشر منذ بضع سنين عن المخطوطات العربية الموجودة في الاتحاد السوفييتي (جدول ١)، بيد أننا لا نتوقع أن تكون هذه الاحصائية هي الكلمة الاخيرة في حصر كنوز المعارف العربية الموجودة في الاتحاد السوفييتي، ولسوف ينكشف وجود مخطوطات عربية في أماكن متفرقة من العالم، ولعل الصورة تتكامل بشكل أسرع في عصر الثورة المعرفية والمعلوماتية.

## قومية التراث العربي

إن تراث الأمة يقع منها موقع القلب من الجسد، فبدون القلب لا تكون حياة، وحياة الأمة في نشاطها الحضاري، وتراثها جزء من هذا النشاط المستمر والجهد المتواصل عبر تاريخ الأمة الطويل.

إن من حق الأجداد علينا أن نعرف ونعي الدور المجيد الذي قامت به الحضارة العربية الاسلامية في إرساء دعائم الحضارة الحديثة، وإنه لمن الضروري حقا أن نقدم للأجيال الصاعدة صورة واضحة القسمات محددة المعالم للانجازات العربية الاسلامية، ولا غرو فهي نسب الأمة وحسبها.

ليست القومية العربية قضية سياسية فحسب، وإنما هي قضية تاريخ مشترك، ومصير مشترك، وتراث مشترك، ولغة مشتركة، وقيم مشتركة.

ليست القومية العربية مجرد تحرك سياسي لجمع الشمل وتوحيد الصف وتحقيق الهدف، وإنما القومية العربية أعمق من هذا المفهوم وأشمل.

إن القومية العربية تعبير عن أمة واحدة وإن تعددت أمصارها، وتباينت نظمها الاجتماعية والاقتصادية، هي تعبير عن تكوين واحد وإن اختلفت بعض مظاهره، وإن صورة هذا التكوين يجب أن

## جدول (١)

### بيان تقديري بالمخطوطات الموجودة في الاتحاد السوفييتي(*)

| الموقع | العدد التقريبي للمخطوطات العربية | ملاحظـات |
|---|---|---|
| معهد المخطوطات الأرمينية (القسم العربي) في مدينة أرمينيا | ٤٠,٠٠٠ | فُهرس منها حوالي الربع |
| معهد الدراسات الشرقية بمدينة طشقند (بجنوب الاتحاد السوفييتي) | ١٦,١٦٩ | فُهرس بعضها فقط |
| كلية اللغات الشرقية بمدينة لينينجراد | ١٠,٨٠٠ | |
| معهد باكو بولاية أذربيجان | ١٠٠٠٠ | مخطوطات ووثائق فُهرس بعضها |
| معهد داغستان | ٣,٠٠٠ | كلها مفهرسة |
| المكتبة العامة بمدينة لينينجراد | ١,٥٠٠ | |
| معهد جيورجيا | ١,٥٠٠ | |
| مكتبة لينين بمدينة موسكو | ٢٠٠ | كلها مفهرسة |
| الكلية الشرقية بجامعة لينينجراد | ٢٠٠ | |
| **المجموع** | **٨٣٣٦٩ مخطوطا** | |

(*) عن الدكتور ميخائيل بتروفسكي (معهد الدراسات الشرقية التابع لأكاديمية العلوم السوفييتية ـ فرع لينينجراد). راجع «أخبار التراث العربي» ـ الكويت ـ ابريل ١٩٨٣م.

تكون واضحة كل الوضوح، يرسمها تراث الأمة عبر تاريخ طويل وجهد شاق.

لا يكفي أن نرفع شعار القومية العربية من فوق المنابر، وإنما يجب أن ننفذ الى جذور القومية العربية، وأن نكشف عن أعماقها وأغوارها.

إن الكشف عن الأسس الحضارية للقومية العربية لا يقل أهمية عن النشاط السياسي للتجمع العربي، وإن إحياء التراث العربي يثبت دعائم القومية العربية، ويجلو مفهومها، ويبعث على الاعتزاز بماضيها، والثقة في حاضرها، والتفاؤل في مستقبلها.

## العناية بالتراث العلمي العربي

قد يكون التراث العلمي العربي من أروع جوانب تراثنا الحضاري، ومع ذلك فإن نصيبه من الاهتمام كان ولايزال يسيرا. صحيح أن بعض المستشرقين الفضلاء قد قدموا دراسات قيمة ومنصفة في تراثنا العلمي، إلا أنه لابد من الاعتراف بأن مسؤولية إحياء التراث العربي تقع في المقام الأول على عاتق أصحاب التراث أنفسهم، ومازلنا بعد في بداية الطريق.

وجدير بنا أن نشير هنا الى بعض ما أنجزه علماء العرب والمسلمين في مجال تحقيق ودراسة المخطوطات العلمية العربية، فنذكر بكل تقدير واعتزاز فضل كل من الأستاذ مصطفى نظيف والأستاذ عبدالحميد صبره في أبحاثهما عن الحسن بن الهيثم وتحقيقهما وشرحهما لكتابه «المناظر»، كذلك نذكر جهد الأستاذ علي مصطفى مشرفه والأستاذ محمد مرسي أحمد في تحقيق كتاب «الجبر والمقابلة» للخوارزمي من المخطوطة الوحيدة المحفوظة في مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد، كما نشيد بالكتاب الذي وضعه الأستاذ قدري حافظ طوقان بعنوان «تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك»، ويضم بين دفتيه سجلا لعلماء العرب في هذا المجال، وبيانا بأهم منجزاتهم فيه، كما نذكر تحقيقات الأستاذ أحمد سعيد الدمرداش في بعض أعمال أبي الريحان البيروني، ومسعود بن جمشيد الكاشي، ومحمود الفلكي.

ونشيد أيضا بجهود مجموعة من علماء العرب والمسلمين ممن قاموا بدراسات قيمة في التراث العلمي العربي منهم ـ على سبيل المثال لا الحصر ـ الأساتذة عمر فروخ، وسيد حسين نصر، وأحمد سعيدان، ومحمد السويسي، وحكيم سعيد، ورشدي راشد، وخليل جاويش.

كل هذه ولاشك جهود صادقة وعميقة ومخلصة، بيد أنها محاولات فردية نابعة من علماء أفاضل يؤمنون بالتراث العلمي العربي، ويقدرون تمام التقدير الأهمية البالغة لاحيائه حتى تتضح معالم الانجازات العلمية العربية، ويتخذ التراث العربي وضعه الصحيح في تاريخ العلوم.

لقد تعالت ومازالت تتعالى أصوات مؤمنة بتراثنا العلمي، تدعو وتلح في الدعوة الى مزيد من الاهتمام به. أما آن الأوان بعد أن ننظر الى هذا التراث على أنه من أهم دعائم القومية العربية، فنقيم معاهد أو مراكز متخصصة في تحقيقه ودراسته على المستوى القومي.

أما حان وقت العمل المثمر الجاد في دعم أسس القومية العربية، وهل تصح قومية دون تراث؟

دعوة نقدمها لكل الشعوب والدول العربية المؤمنة بتراثها، الساعية حقا الى الذود عن قوميتها، المتطلعة الى مستقبل مشرق يعيد الأمجاد الرائعة الى أصحاب التراث العربي العظيم.

إن تاريخ العلوم لن يستقيم أو يكمل دون التقويم المنصف لمنجزات الحضارة العربية الاسلامية، حقيقة أوضح من أن يلزمها برهان، أو يقام عليها دليل، حقيقة يقدرها كل من يؤمن بحضارة الانسان، ذلك المخلوق الذي شرفه الله، فخلقه على صورته، ونفخ فيه من روحه، وعلمه ما لم يعلم.

## ٣ ـ تقسيم العلوم عند الأوائل

اهتم علماء العرب والمسلمين منذ بداية حضارتهم بضبط مفاهيم العلوم، وتوصيفها توصيفا مفصلا، وتقسيمها تقسيما دقيقا، ولعل الفارابي[1] كان من أوائل السباقين في هذا المضمار، إذ ينسب اليه كتاب في إحصاء العلوم نال تقدير أهل العلم في الشرق والغرب على السواء، بما حوى من تعريف وتصنيف وتبويب لكافة العلوم المعروفة عند الأوائل.

### تقسيم العلوم عند الفارابي

يقسم الفارابي مصنفه الموسوم «مقالة في إحصاء العلوم» الى خمسة فصول هي:

**الفصل الأول: في علم اللسان** وأجزائه من اللغة والنحو والصرف وغيرها،

**الفصل الثاني: في علم المنطق** وأجزائه، وعن هذا العلم يقول المصنف الفاضل هو «الصناعة التي نستفيد منها قوة نقف بها على ما هو حق بيقين، وما هو باطل بيقين».

**الفصل الثالث: في علم التعاليم**، ويقصد به العلم الرياضي، وينقسم عند الفارابي الى سبعة أجزاء عظمى هي:

١ ـ علم الأرثماطيقي، أو علم العدد.

٢ ـ علم الجومطريا، أو علم الهندسة (بحسب كتاب «الأصول» لأقليدس).

٣ ـ علم المناظر، أي علم البصريات، أو علم دراسة الضوء.

٤ ـ علم النجوم، ويعرف بهذا الاسم علمان: أحدهما علم أحكام النجوم أو علم التنجيم، والثاني علم النجوم التعليمي، أو الأسطرنوميا، أو علم الهيئة (هيئة السماء)، أو علم الفلك، وهو الذي يدخل في عداد علم التعاليم.

٥ ـ علم الموسيقى النظري بأجزائه العظمى الخمسة.

٦ ـ علم الأثقال من حيث النظر في تقديرها بالموازين، والنظر في الآلات والوسائل المستخدمة في معالجتها من رفع وتحريك ونقل.

٧ ـ علوم الحيل، وتشمل الحيل العددية، والحيل الهندسية وهي كثيرة، وهي عموما صنعة الآلات التي تنشأ لتحقيق أغراض معينة.

---

(١) هو فيلسوف العرب والمعلم الثاني (بعد أرسطو) أبونصر محمد بن محمد بن طرخان، وينتمي الى ولاية «فاراب» مسقط رأسه في بلاد الترك فيما وراء النهر، ومن ثم سمي بالفارابي، عاش في الفترة: (٢٥٩ ـ ٣٣٩هـ) = (٨٧٢ ـ ٩٥٠م).

**الفصل الرابع : في العلم الالهي والعلم الطبيعي**

أما العلم الالهي فيراد به ما وراء الطبيعة، أو الميتافيزيقا، وهو كله في كتاب أرسطو «فيما بعد الطبيعة».

وأما العلم الطبيعي أو الفيزيقي، فإنه ذلك العلم الذي يبحث في الأجسام الطبيعية والصناعية، من حيث موادها وأشكالها وسلوكها وأعراضها ومراتبها وكيفياتها الخ.

يعرض الفارابي في هذا الفصل لكتب أرسطو المعروفة في هذا المجال، وتضم الكتب الآتية في العلم الطبيعي:

١ ـ السماع الطبيعي.
٢ ـ السماء والعالم.
٣ ـ الكون والفساد.
٤ ـ الآثار العلوية.
٥ ـ كتاب المعادن.
٦ ـ كتاب النبات.
٧ ـ كتاب الحيوان.
٨ ـ كتاب النفس.

**الفصل الخامس**: ويشتمل على ثلاثة علوم هي:

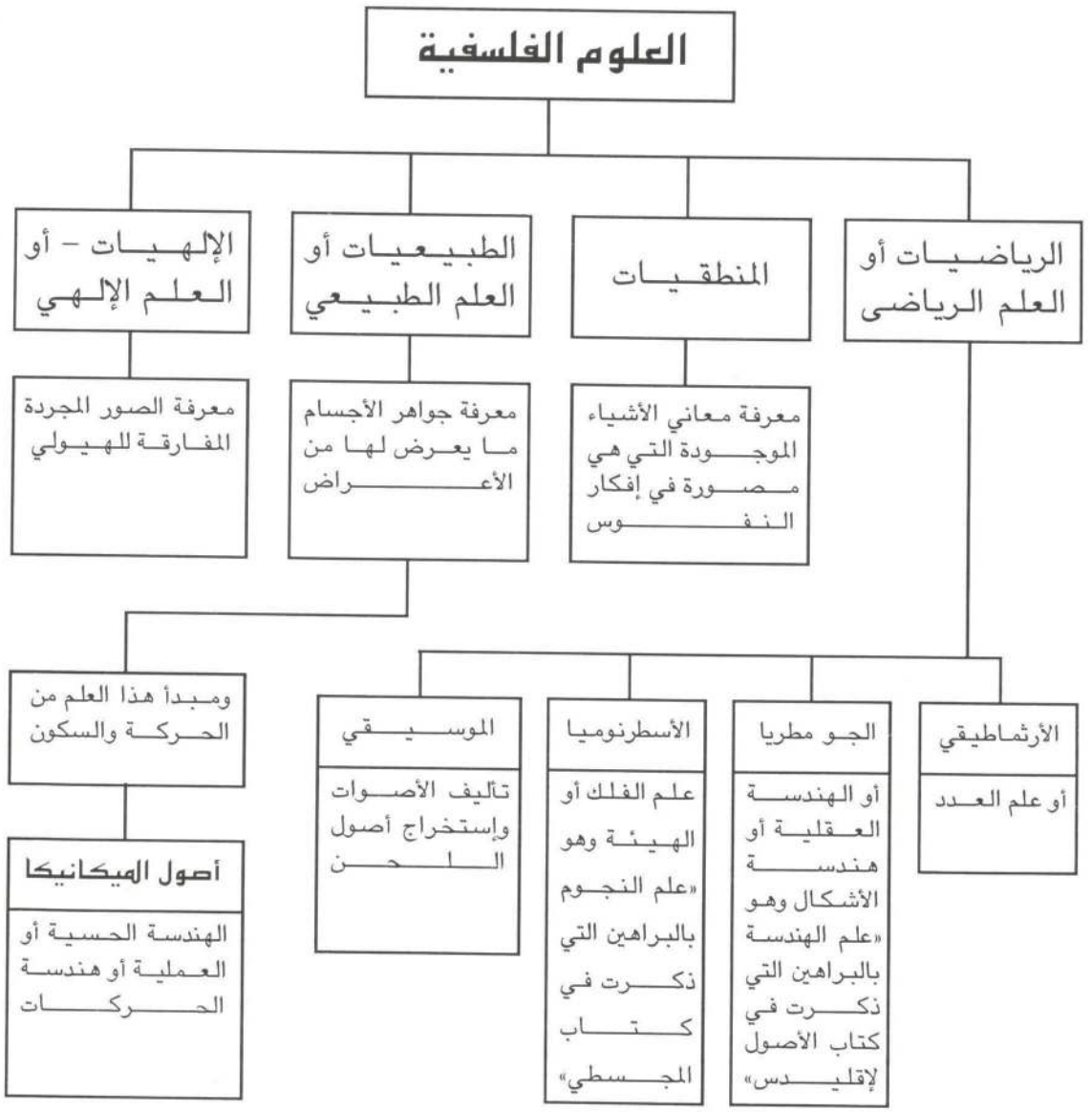
١ ـ **العلم المدني**، ويقصد به علم الأخلاق وعلم السياسة، ويشير الفارابي هنا الى كتاب «الجمهورية» لأفلاطون، وكتاب «السياسة» لأرسطو.

٢ ـ **علم الفقه**، وهو العلم الذي يمكن من استنباط الأمور من الأصول، أي تقدير شيء لم يسبق تحديده استنادا الى الأشياء التي جاءت عند واضع الشريعة مقدرة محددة.

٣ ـ **علم الكلام**، وهو العلم الذي تصير به نصرة الآراء التي يستعملها الفقيه أصولا دون أن يهدف ذلك الى استنباط أشياء أخرى، ويشتمل علم الكلام على استخدام الحجج والبراهين لابطال الأقاويل المخالفة.

هذا بيان الفصول الخمسة التي أشار اليها الفارابي في مؤلفه القيم «مقالة في إحصاء العلوم»، وعن هذا الكتاب يقول الفارابي في صدر تعريفه: «وبهذا الكتاب يقدر الانسان على أن يقايس بين العلوم، فيعلم أيها أفضل، وأيها أنفع، وأيها أتقن وأوثق وأقوى، وأيها أوهن وأوهى وأضعف..».

ولقد ظل هذا التقسيم للعلوم سائدا لعدة قرون، فنجده مثلا يكاد يحافظ على طابعه تماما عند إخوان الصفا في القرن ٤هـ = القرن ١٠م، كما يبين ذلك من شكل (١/ب).




شكل (١/ب)
تقسيم العلوم عند الأوائل (عند إخوان الصَّفا مثلاً)

## الحيل الهندسية عند الفارابي

يعرض أبونصر الفارابي في مقالته في إحصاء العلوم للحيل الهندسية، وهو موضوع عظيم الأهمية في دراستنا الحالية، فيسوق أمثلة من هذه الحيل على النحو الآتي:

«ومنها الحيل الهندسية، وهي كثيرة:

منها: صناعة رياسة البناء،

ومنها: الحيل في مساحة أصناف الأجسام،

ومنها: حيل في صنعة آلات نجومية، وآلات موسيقية، وإعداد آلات لصنائع كثيرة عملية، مثل القسي، وأصناف الأسلحة،

ومنها: الحيل المناظرية في صنعة آلات تسدد الابصار نحو إدراك حقيقة الأشياء المنظور اليها، البعيدة منها، وفي صنعة المرايا، وفي الوقوف من المرايا على الأمكنة التي ترد الشعاعات بأن تعطفها أو تعكسها أو تكسرها. . ومن ها هنا أيضا يوقف على الأمكنة التي ترد شعاعات الشمس الى أجرام آخر، فتحدث من ذلك صنعة المرايا المحرقة والحيل فيها.

ومنها: حيل في صنعة أوان عجيبة، وآلات لصنائع كثيرة.

فهذه وأشباهها هي علوم الحيل، وهي مبادىء الصناعات المدنية العملية التي تستعمل في الأجسام والأشكال والأوضاع والترتيب والتقدير، مثل الصنائع في الأبنية والنجارة وغيرها.

فهذه هي التعاليم وأصنافها».

## هندسة الأشكال

### مدخل: تعريف وتقسيم

لعلنا ـ ونحن في بدء حديثنا عن الهندسة ـ أن نرد هذا اللفظ الى كلمة «هنداز» أو «إنداز» بمعنى معيار ومقياس، ومنها كلمة «المهندز»، وهو الذي يقدر مجاري القنى والأبنية، وتنحدر هذه الألفاظ من أصل فارسي. ولما كان كلام العرب لا يقبل زايا تتقدمها دال، صيروا الزاي سينا، فقالوا «مهندس»، والاسم «هندسة»، فالكلمة إذن معربة وترتبط بالقياس.

وتطلق كلمة هندسة على تكوين الأشكال والأسطح والمجسمات، وهو المجال الذي يطلق عليه في الغرب « Geometrie »، « Geometry » ويرجع في أصله الى كلمة «جومطريا» أو «جيومطريا»، وهي الكلمة الاغريقية التي كان يستعملها الاغريق للدلالة على هذا النوع من النشاط الفكري ضمن إطار الرياضيات، وقد أخذها العرب كما هي في بداية حضارتهم قبل أن يبدلوا بها كلمة «هندسة».

ثمة مجال آخر تطلق عليه «هندسة»، ويقصد به ما يعرف في الغرب بكلمة « Engineering » وهو مجال التأصيل والتطبيق في بناء الأشياء وتشغيلها واستغلالها والتحكم فيها وتسخيرها لتحقيق أغراض مادية، ويتضمن ذلك الافادة من المصادر الطبيعية وتطويعها لخدمة الانسان والمجتمع، وينقسم هذا المجال الى تخصصات عديدة منها الهندسة العسكرية، والهندسة المدنية، والهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية، والهندسة الكيميائية وغير ذلك.

وسوف نعرض في هذه الدراسة لكلا المجالين، أقصد هندسة العلم الرياضي ( Geometry )، وهندسة الصنائع أو صنعة الهندسة ( Engineering )، وذلك في الحضارة الاسلامية.

ولعله من المناسب أن نشير هنا الى أن كلمة ( Engineering ) مأخوذة من كلمة ( Engine )، وكان يقصد بها ( an ingenious Device ) أي وسيلة مبتكرة أو ذكية أو عبقرية، إذ أن كلمة « ingenious » تأتي من :




أي أن الأفكار الذكية أو النابهة تتولد في ذهن الرجل العبقري، وبالتالي فكلمة Engineering قصد بها مجال الفكر المبدع.

### تقسيم الهندسة

قسم علماء العرب والمسلمين مجال «الهندسة» الى قسمين ظلا يتداولان على هذا النحو طيلة الحضارة الاسلامية، وهما :

**١ ـ الهندسة العقلية**

وهي التي تعرف وتفهم، أو هي التي تسمى «الهندسة النظرية»، وتدخل في نطاق العلم الرياضي.

**٢ ـ الهندسة الحسية أو المادية أو العملية**

وهي التي ترى بالعين، وتدرك باللمس، ويفاد منها عمليا، أي الهندسة التطبيقية.

فبينما تقع أصولها في علم الميكانيكا (الميخانيقا) أو «علم السكون والحركة»، ويرد ذكره في جملة العلم الطبيعي، تدخل تطبيقاتها العملية فيما أسماه العرب «بعلم الحيل»، مثل كيفية الاحتيال لجر أو لرفع الأجسام الثقيلة، أو لرفع الماء الى جهة العلو، أو لتوليد الحركة (القدرة)، أو لمعرفة ساعات الليل والنهار، وما الى ذلك من آلات وأدوات تبنى للفائدة أو للتسلية.

وتضم الهندسة الحسية أيضا الصناعات المختلفة كصناعة البناء، وعمارة المساكن والمساجد والمرافق، وشق القنوات، وما الى ذلك من أعمال التعمير.

ويقول إخوان الصفا (من القرن ٤هـ = القرن ١٠م) في الرسالة الثانية من القسم الرياضي (الموسومة بجومطريا في الهندسة وبيان ماهيتها)[١] :

«فاعلم يا أخي، أيدك الله وإيانا بروح منه،

أن النظر في الهندسة الحسية يؤدي الى الحذق في الصنائع العملية كلها،

والنظر في الهندسة العقلية يؤدي الى الحذق في الصنائع العلمية. .»

ولعله من المناسب ـ في هذه الدراسة ـ أن نطلق على النوع الأول من الهندسة ـ نظرا لطبيعته ـ «هندسة الأشكال»، وهي هندسة ـ في مجملها ـ ساكنة، وتقابل كلمة ( Geometry ) في الغرب.

أما النوع الثاني والمقابل لكلمة ( Engineering ) فربما كان من الأوفق أن نسميه «هندسة الحركات»، أو «هندسة الأفعال» أو «هندسة العمليات»، وهي هندسة تقوم أساسا على الحركة والتغيير.

وبينما يحدد شكل (١) موقع العلوم والمعارف الهندسية على خريطة «العلوم الفلسفية»، يعرض شكل (٢) لفروع الهندسة بشقيها، أعني :

هندسة الأشكال، (الهندسة الساكنة).

هندسة الحركات، (الهندسة الحركية).

**الهندسة عند المتأخرين**

لعله من المناسب هنا أن نعرض بالاشارة الى مفهوم الهندسة عند علمائنا المتأخرين، فنسوق هنا بعض أقوال محمد علي الفاروقي التهانوني (من القرن ١٢هـ = ١٨م) في الهندسة، وذلك في كتابه الموسوم : «كشاف اصطلاحات الفنون»[٢] :

**علم الهندسة**

هو من أصول الرياضي، وهو: علم يبحث فيه عن أحوال المقادير من حيث التقدير، على ما في شرح أشكال التأسيس.

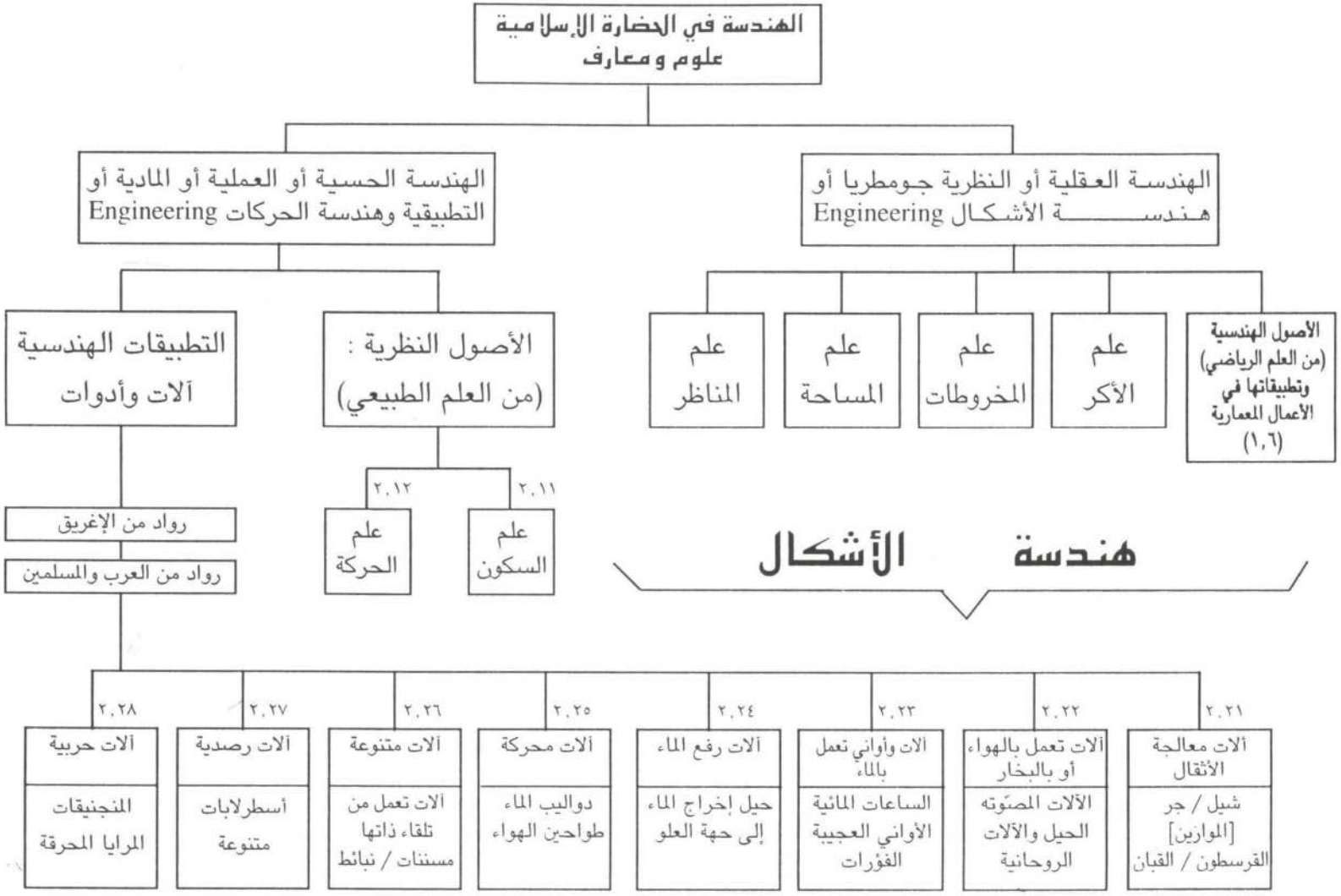
فقوله: من حيث التقدير، أي لا من حيث كون المقدار موجودا أو معدوما، عرضا أو جوهرا ونحو ذلك.

والهندسة معرب إندازه، فأبدلت الألف الأولى بالهاء والزاي بالسين، وحذفت الألف الثانية فصارت هندسة، ووجه التسمية ظاهر.

---

(١) كتاب «رسائل إخوان الصفا وخلان الوفا»، طبعة دار صادر ودار بيروت، سنة ١٣٧٦هـ = ١٩٥٧م، المجلد الأول، صفحة ١٠١.

(٢) الجزء الأول، سنة ١٣٨٢هـ = ١٩٦٣م، الصفحات: ٦٤ ـ ٦٦.




شكل (٢)

تقسيم العلوم والمعارف الهندسية الى هندسة عقلية ونظرية (جومطريا)، وهندسة حسية أو عملية أو تطبيقية.

وموضوعه: «المقدار الذي هو الكم المتصل من حيث التقدير».

وفي إرشاد القاصد للشيخ شمس الدين:

«الهندسة هو علم تعرف به أحوال المقادير ولواحقها، وأوضاع بعضها عند بعض، ونسبها وخواص أشكالها، والطرق الى عمل ما سبيله أن يعمل بها، واستخراج ما يحتاج الى استخراجه بالبراهين اليقينية.

وموضوعه: المقادير المطلقة، أعني الجسم التعليمي، والسطح، والخط، ولواحقها من الزاوية والنقطة والشكل.

وأما العلوم المتفرعة عليه فهي عشرة:

(علم عقود الأبنية) و(علم المناظر) و(علم المرايا المحرقة) و(علم مراكز الأثقال) و(علم المساحة) و(علم إنباط المياه) و(علم جر الأثقال) و(علم البنكامات) و(علم الآلات الحربية) و(علم الآلات الروحانية).

وذلك لأنه إما يبحث عن إيجاد ما يتبرهن عليه في الأصول الكلية بالفعل أولا، والثاني: إما يبحث عما ينظر اليه أو لا، الثاني علم عقود الأبنية، والباحث عن المنظور اليه إن اختص بانعكاس الأشعة فهو علم المرايا المحرقة، وإلا فهو علم المناظر، وأما الأول، وهو ما يبحث عن إيجاد المطلوب من الأصول الكلية بالفعل، فإما من جهة تقديرها أو لا، والأول منهما إن اختص بالثقل، فهو علم مراكز الأثقال، وإلا فهو علم المساحة، والثاني منهما: فإما إيجاد الآلات أولا، الثاني علم استنباط المياه، والآلات إما تقديرية أو لا، والتقديرية إما ثقيلة وهو جر الأثقال، أو زمانية، وهو علم البنكامات، والتي ليست تقديرية، فإما حربية أو لا، الثاني علم الآلات الروحانية، والأول علم الآلات الحربية، فنرسم هذه العلوم على الرسم المتقدم.

## علم عقود الأبنية

وهو علم تتعرف منه أحوال أوضاع الأبنية، وكيفية شق الأنهار وتنقية القنى، وسد البثوق، وتنضيد المساكن، ومنفعته عظيمة في عمارة المدن والقلاع والمنازل، وفي الفلاحة.

## علم المناظر

وهو علم تتعرف منه أحوال المبصرات في كميتها وكيفيتها، باعتبار قربها وبعدها عن الناظر، واختلاف أشكالها وأوضاعها، وما يتوسط بين الناظر والمبصرات، وعلل ذلك.

ومنفعته: معرفة ما يغلط فيه البصر عن أحوال المبصرات، ويستعان به على مساحة الأجرام البعيدة، والمرايا المحرقة أيضا.

## علم المرايا المحرقة

وهو علم تتعرف منه أحوال الخطوط الشعاعية المنعطفة والمنعكسة والمنكسرة ومواقعها وزواياها ومراجعها، وكيفية عمل المرايا المحرقة بانعكاس أشعة الشمس عنها، ونصبها ومحاذاتها، ومنفعته بليغة في

محاصرات المدن والقلاع.

## علم مراكز الأثقال

وهو علم تتعرف منه كيفية استخراج مركز ثقل الجسم المحمول، والمراد بمركز الثقل حد في الجسم عنده يتعادل بالنسبة الى الحامل، ومنفعته كيفية معادلة الأجسام العظيمة بما هو دونها لتوسط المسافة.

## علم المساحة

وهـو علم تتعرف منه مقادير الخطوط والسطوح والأجسام، وما يقدرها من الخط والمربع والمكعب، ومنفعته جليلة في أمر الخراج، وقسمة الأرضين، وتقدير المساكن وغيرها.

## علم استنباط المياه

وهو علم تتعرف منه كيفية استخراج المياه الكامنة في الأرض واظهارها، ومنفعته إحياء الأرضين الميتة وافلاحها.

## علم جرِّ الأثقال

وهو علم تُتبيَّن منه كيفية جر الآلات الثقيلة، ومنفعته نقل الثقل العظيم بالقوة اليسيرة.

## علم البنكامات

وهو علم تتبيَّن منه كيفية ايجاد الآلات المقدِّرة للزمان، ومنفعته معرفة اوقات العبادات، واستخراج الطوالع من الكواكب، وأجزاء فلك البروج.

## علم الآلات الحربية

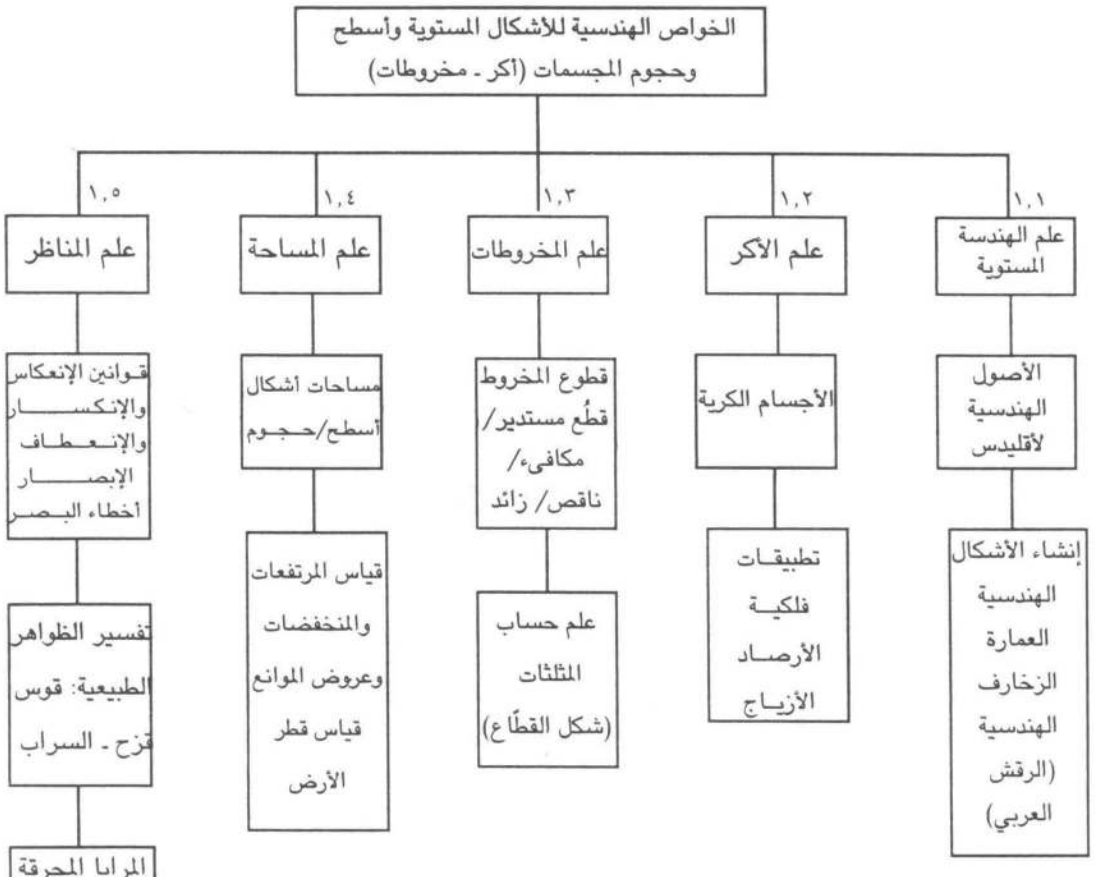
وهو علم تُتبيَّن منه كيفية ايجاد الآلات الحربية كالمجانيق وغيرها، ومنفعته شديدة الغناء في دفع الأعداء وحماية المدن.

## علم الآلات الروحانية

وهـو علم تُتبيَّن منه كيفية ايجاد الآلات المرتبة على ضرورة عدم الخلاء ونحوها، من آلات الشراب وغيرها. ومنفعته ارتياض النفس بغرائب هذه الآلات.

انتهى.»

من هذه النصوص يتبين أن «الهندسة» كانت تُطلق بالفعل على كل من «هندسة الأشكال» (الجومطريا) بفروعها المختلفة: الأصول والأكر والمخروطات والمساحة والمناظر، كما كانت تُطلق ايضا على «هندسة الحركات» (Engineering) بجوانبها النظرية والتطبيقية من آلات ومعدات. وبينما تتبع هندسة الأشكال العلم الرياضي، تنتمي هندسة الحركات للعلم الطبيعي كما هو مبين بشكل (٢).




شكل (٣)
علم الهندسة وفروعه وتطبيقاته في الحضارة الإسلامية

## الهندسة العقلية أو الهندسة النظرية

### ـ مدخل : تعريف وتقسيم

يُبيِّن شكل (٣) فروع الهندسة المختصة بالأشكال، والتي أطلق عليها العرب تسمية : جومطريا، أو الهندسة العقلية، أو الهندسة النظرية.

ونفضل أن نطلق عليها تسمية «هندسة الأشكال» حيث إنها تختص بالمجال الذي يبحث في الخواص الهندسية للأشكال المستوية ولأسطح وحجوم المجسمات كالكرة والأسطوانة والمخروط والمكعب وما إليها، وذلك من ناحيتي الأسس والتطبيقات في الحياة العامة، ويضم هذا الجانب من «الهندسة» خمسة فروع هي :

١ , ١ ـ علم الهندسة المستوية وتطبيقاته في إنشاء الأشكال الهندسية، كذا في مجال العمارة، والزخارف الهندسية، والخطوط.

١ , ٢ ـ علم الأكر، وتطبيقاته في مجال الفلك.

١ , ٣ ـ علم المخروطات، وتطبيقاته في حساب المثلثات، وفي حل المعادلات الرياضية.

١ , ٤ ـ علم المساحة وتطبيقاته في تحديد الملكيات، وقياسات الارتفاعات والعروض، والقياسات الكونية.

١ , ٥ ـ علم المناظر وتطبيقاته في تفسير الظواهر المرئية، وعمل المرايا المحرقة وما الى ذلك.

### ١ , ١ ـ الأصول الهندسية

يُعرِّف ابن خلدون[١] «العلوم الهندسية» [٢]، فيقول في مقدمته[٣] : «هذا العلم هو النظر في المقادير:

ـ إما المتصلة كالخط والسطح والجسم.

ـ وإما المنفصلة كالاعداد، وما يعرض لها من العوارض الذاتية مثل أن كل مثلث فزواياه مثل قائمتين، ومثل ان كل خطين متوازيين لا يلتقيان في وجه، ولو خرجا الى غير نهاية . . »

#### ١ , ١ , ١ ـ كتاب «الأصول» أو «الأركان»

والكتاب المشهور في هذا العلم هو كتاب أقليدس (٣٣٠ ـ ٢٧٥ ق . م)، ويسمى : «كتاب الأصول» أو «كتاب الأركان».

ولعله أول ما ترجم من كتب الاغريق، أيام أبي جفعر المنصور[٤]، وقد اختلفت ترجماته مع اختلاف المترجمين، ومنهم :

---

(١) عاش في الفترة من ٧٣٢ الى ٨٠٨هـ = (١٣٣٢ ـ ١٤٠٦م)

(٢) يقصد بها الجومطريا : Geometry

(٣) طبعة دار الفكر، صفحة : ٤٨٥ .

(٤) أبو جعفر المنصور العباسي، تولى الخلافة من سنة ١٣٦ الى سنة ١٥٧هـ = (٧٥٤ ـ ٧٧٥م)

١ ـ الحجاج بن يوسف بن مطر (١٧٠ ـ ٢٢٠ هـ) = (٧٨٦ ـ ٨٣٥ م).

٢ ـ ثابت بن قرَّة الحراني الصابي (٢٢١ ـ ٢٨٨ هـ) = (٨٣٥ ـ ٩٠٠م).

٣ ـ حنين بن اسحق العِبَادِيّ (١٩٤ ـ ٢٥٩ هـ) = (٨٠٩ ـ ٨٧٣م).

وقد قام الحجاج بن يوسف بن مطر بالترجمة والتعليق على «كتاب الأصول» لاقليدس مرتين على النحو الآتي:

ـ الترجمة الاولى وسميت «بالنقل الهاروني»

ـ الترجمة الثانية وعرفت «بالنقل المأموني».

اذ تمت الترجمة الأولى في عهد هارون الرشيد بينما تمت الثانية في عهد الخليفة المأمون (١٩٨ ـ ٢١٨ هـ) = (٨١٣ ـ ٨٣٣م).

كذلك قام نصير الدين الطوسي (٥٩٧ ـ ٦٧٢ هـ) = (١٢٠١ ـ ١٢٧٤م) بتحرير كتاب أقليدس.

**محتويات كتاب اقليدس** [١]

يشتمل كتاب الأصول لأقليدس على خمس عشرة مقالة بيانها كما يأتي:

ـ أربع مقالات في السّطوح.

ـ مقالة واحدة في الأقدار المتناسبة.

ـ مقالة واحدة في نسب السطوح بعضها الى بعض.

ـ ثلاثة مقالات في العدد.

ـ مقالة واحدة في المُنطقات والقوى على المنطقات، ومعناه الجذور.

ـ خمس مقالات في المجسمات.

هذا ويحتوي كتاب الأصول على قرابة ٤٦٥ نظرية، فضلا عن مُسلَّمات خمس عامة، ومُسلَّمات خمس خاصة[١].

ومن الكتب المنسوبة لإقليدس:

**«كتاب المعطيات في الهندسة»**[٢]

عرَّبه اسحق بن حنين[٣]، وأصلحه ثابت بن قرة، وحرره نصير الدين الطوسي، ويشتمل على ٩٥ شكلا.

---

(١) كتاب «العلوم الرياضية في الحضارة الاسلامية» للدكتور جلال شوقي والدكتور علي الدفَّاع، نشر جون وايلي بأمريكا، سنتي ١٩٨٤، ١٩٨٦م، الجزء الثاني، صفحة ٥٦.

(٢) راجع «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٦٠.

(٣) توفي حوالي سنة ٢٩٨ هـ = ٩١٠م.

ومن كتب الاغريق في الهندسة :

**«كتاب المأخوذات»**[1]

في أصول الهندسة، لأرشميدس المصري المهندس، ترجمه ثابت بن قرة، وتفسيره للأستاذ أبي الحسن علي بن أحمد النسوي «كان حيّا سنة ٤٢١ هـ = ١٠٣٠م».

ويشتمل هذا الكتاب على ١٥ شكلا، حرره نصير الدين الطوسي، وقد أضافها المحدثون الى جملة المتوسطات.

وعمل أبو سهل القوهي أو الكوهي [2] «وكان حيا سنة ٣٨٠ هـ = ٩٩٠م» مقالة سماها : «تزيين كتاب أرشميدس في المأخوذات».

ومن أعمال أرشميدس المصري أيضا[3] :

١ ـ «كتاب مساحة الدائرة وتكسيرها».

٢ ـ «كتاب المثلثات».

٣ ـ «كتاب المسبَّع في الدائرة».

٤ ـ «مقالة في المفروضات».

**١,١,٢ من أعمال العرب والمسلمين في الهندسة**

**١ ـ «كتاب المفروضات»**[4]

لثابت بن قرة الحراني الصابي (٢٢١ ـ ٢٨٨هـ) = (٨٣٥ ـ ٩٠٠م).

ويضم الكتاب ٣٦ شكلا، وفي بعض النسخ ٣٤ شكلا، وقد قام بتحريره نصير الدين الطوسي.

**٢ ـ كتاب «ما يحتاج إليه الصانع من علم الهندسة»**[5]

لأبي الوفاء محمد بن محمد البوزجاني (٣٢٨ ـ ٣٨٨هـ) = (٩٤٠ ـ ٩٩٨م)، وهو كتاب يتناول الانشاءات او العمليات الهندسية، وقد عُرفت في الغرب باسم : Geometric Constructions ، ويدل هذا الكتاب على اهتمام علماء العرب والمسلمين بالجوانب التطبيقية للأصول الهندسية.

ويضم الكتاب ثلاثة عشر بابا، تبدأ باستخدام أدوات رسم هندسي ثلاث هي :

---

(١) راجع «كشف الظنون»، صفحة : ١٤٥٥.

(٢) هو أبو سهل ويجن بن رستم

(٣) راجع «كشف الظنون»، صفحتا: ١٤٥٦، ١٤٥٨.

(٤) راجع «كشف الظنون» صفحة ١٤٦١.

(٥) صدر بتحقيق وتقديم الدكتور صالح احمد العلي سنة ١٩٧٩م، عن مركز إحياء التراث العلمي العربي بجامعة بغداد، في ١٧٨ صفحة.

١ ـ المسطرة: «وتستعمل فيما قصر من الرسوم والخطوط» (أي لرسم الخطوط المستقيمة، باعتبار أن الخط المستقيم أقرب مسافة بين نقطتين).

٢ ـ البركار: «لرسم المُدوَّرات، وقسمة الأعمال، وأخذ المقادير المتساوية».

٣ ـ الكونيا: «فهي زاوية قائمة ويحتاج اليها في تربيع المواضع، واصلاح الزوايا للأبنية، واستخراج التقويس بضرب الخيوط، وغيرها من الأعمال التي لا تتم إلا بها».

ويمثل هذا الكتاب حال المعارف الهندسية حتى القرن الرابع الهجري «القرن العاشر الميلادي»، ويعرض لما نسميه اليوم بالعمليات الهندسية، أو إن شئت لمبادىء الرسم الهندسي، حيث تبدأ بالعمليات الأساسية (٣٤ عملية)، ثم يتوقف عند عمل المرآة المحرقة، قبل أن يمضي الى بيان عمل الأشكال متساوية الأضلاع بدءا بالمثلث وانتهاء بالمعشر المنتظم.

يعـرج الكتاب بعد ذلك الى بيان عمل الاشكال في الدوائر «أي في داخلها»، وعمل الدائرة على الأشكال (أي من خارجها)، وعمل الأشكال بعضها في بعض، وقسمة المثلثات، وقسمة المربعات وتأليفها، وقسمة الكرة، وقسمة الأشكال مختلفة الأضلاع، وكيفية رسم الدوائر المتماسة.

هذا ويضم الكتاب ١٧٦ شكلا هندسيا، ولا شك أن مثل هذه الانشاءات الهندسية كانت ركيزة أساسية في العمارة الاسلامية، وفي الزخارف العربية المعروفة بفن الرَّقش العربي Arabesque في شِقهِّ الذي يقوم على الأشكال والخلفيات والجانبيات الهندسية.

**٣ ـ كتاب الهندسة**[1]

وهو كتاب كبير لأبي القاسم إصبع بن محمد الغرناطي المهندس «المتوفي سنة ٤٢٦ هـ = ١٠٣٤م».

**٤ ـ «كتاب استخراج الأوتار في الدائرة بخواص الخط المنحني فيها»**

لأبي الريحان محمد بن احمد البيروني «٣٦٢ ـ ٤٤٣هـ» = «٩٧٣ ـ ١٠٥١م».
ويعرض فيه لحلِّ مشاكل هندسية.

**٥ ـ كتاب الهندسة** [2]

لأبي الصلت أمية بن عبدالعزيز الأندلسي «المتوفى سنة ٥٢٩ هـ = ١١٣٤م».

---

(١) «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٧٢.

(٢) نفس المرجع السابق.

### ١,١,٣ ـ بعض فضل العرب والمسلمين في الأصول الهندسية

إن الاغريق قد برعوا تماما في القضايا الهندسية الى حد لم تبق معه زيادة لمستزيد، وقد كان للعرب فضل نقل هذا العلم وفروعه الى اللسان العربي، ودراسته دراسة مستفيضة تمثلت فيما كتب عليه من شروح مبسوطة ومتوسطة وموجزة، والاتيان ببراهين اضافية للنظريات الهندسية، وبالتالي يرجع الى علماء العرب والمسلمين فضل حفظ هذا التراث من الضياع، وقد نقلت هذه المعارف الى اللغة اللاتينية، وظل الغرب يتدارسها ـ عن هذه الترجمات ـ حتى عثر عام ١٥٨٣ م على نسخة اغريقية من كتاب اقليدس.

لقد اهتم علماء العرب والمسلمين اهتماما بالغا بالأصول الهندسية التي نقلوها عن الاغريق، وتم لهم استيعابها استيعابا تاما، وقاموا بتطبيقها في مجال البناء والعمارة والرقش، كذا في دراساتهم الفلكية.

إنه فضلا عن حفظ تراث الاغريق في الهندسة، فقد قدم علماء العرب والمسلمين اضافات ذات بال في هذا المجال نذكر منها ـ على سبيل المثال لا الحصر ـ ما يأتي [١] :

١ ـ تأسيس ما نعرفه اليوم «بالهندسة التحليلية»[٢]، حيث قدم قسطا بن لوقا البعلبكي (٢٠٥ ـ ٣٠٠هـ) = (٨٢٠ ـ ٩١٢م) حلا هندسيا [٣] لطريقة استخراج المجهولات بطريق حساب الخطأين، ويتضمن تمثيل المتغيرات بطريق احداثيين متعامدين، وهذه هي اللبنة الأولى في علم الهندسة التحليلية، وذلك قبل رينيه ديكارت René Descartes (١٥٩٦ ـ ١٦٥٠م) بأكثر من سبعة قرون.

٢ ـ تعميم نظرية فيثاغورس (٥٨٤ ـ ٤٩٥ ق.م) لثابت بن قُرَّة الحرَّاني الصابي (٢٢١ ـ ٢٨٨هـ) = (٨٣٥ ـ ٩٠٠م).

٣ ـ طريقا محمد بن موسى الخوارزمي (ت: ٢٣٦هـ = ٨٥٠م) وأبي الريحان محمد بن احمد البيروني (٣٦٢ـ ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ ـ ١٠٥١م) لحساب مساحة المثلث بمعرفة أطوال أضلاعه.

٤ ـ قانون الكَرْخِيّ (ت: ٤٠٧ هـ = ١٠١٦م) لايجاد مساحة الشكل الرباعي.

٥ ـ المصادرة الخامسة من مصادرات أقليدس (فرضية التوازي) للحسن بن الهيثم (٣٥٤ ـ ٤٣٠هـ) = (٩٦٦/٥ ـ ١٠٣٩/٨م)، وعمر الخيامي (ت: ٥١٧ هـ = ١١٢٣م) ونصير الدين الطوسي (٥٩٧ـ ٦٧٢هـ) = (١٢٠١ ـ ١٢٧٤م).

٦ ـ خواص التناسب للحسن بن الهيثم.

---

(١) كتاب «العلوم الرياضية في الحضارة الاسلامية» للدكتور جلال شوقي والدكتور علي الدفّاع، نشر دار جون وايلي بأمريكا، سنتي ١٩٨٤، ١٩٨٦م، الجزء الثاني، الباب السادس.

(٢) المرجع السابق، الجزء الأول، صفحة: ٢٨٥.

(٣) مخطوط مكتبة جامعة استانبول (آيا صوفيا سابقا) رقم: ٢١١٨.

٧ ـ قياسات محيط الكرة الارضية لبني موسى بن شاكر، وسند بن علي، وقاضي زاده الرومي (ت: ٧٤٥ هـ = ١٣٤٥/٤م) وغيرهم.

٨ ـ اضافات في حساب المساحات والحجوم.

٩ ـ استخدام القطوع في الحلول الهندسية لمعادلات الدرجة الثالثة لعمر الخيامي.

١٠ ـ حساب النسبة التقريبية، أي نسبة محيط الدائرة الى قطرها، ويرمز لها بالحرف ط أو $\pi$ وذلك بدقة فائقة لغياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي (ت: ٨٣٩ هـ = ١٤٣٦م) كما وردت في مؤلفه «الرسالة المحيطية»[١].

١١ ـ إنشاء أو تأسيس علم «حساب المثلثات» على يد العالم المحقق نصير الدين الطوسي في كتابه «شكل القطاع»، ومن ثم يرجع الفضل لعلماء العرب والمسلمين في ارساء قواعد:

أ ـ حساب المثلثات المستوية أو المسطحة.

ب ـ حساب المثلثات الكروية، وهو الحساب الذي لا غنى عنه في دراسات علم الهيئة أو الفلك.

ويعتبر علم «حساب المثلثات» علما عربيا خالصا بدأ بالوقوف على الحساب البسيط للأقواس عند الاغريق، والحساب المحدود للجيب عند الهنود.

### ١,١,٤ ـ انتقال علم الهندسة الى الغرب

لم تكن الاصول الهندسية معروفة لدى الغرب إلا من خلال الترجمات العربية لها، ولقد استمر هذا الوضع قائما حتى القرن ٤ هـ = القرن ١٠م، حين كتب سلفستر الثاني «الذي تم تنصيبه بابا سنة ٩٧٩م» مقالة باللاتينية في الهندسة، كذلك قام أديلارد المنتمي الى باث (Adelard of Bath) بكتابة مقالة باللاتينية في الهندسة، وذلك في أوائل القرن ١٢م، وكان أديلارد هذا متقنا للغة العربية، متمكنا فيها، وكان قد تلقى دروسا فيها بمدارس قرطبة واشبيلية وغرناطة، وقد بقيت هاتان المقالتان اللاتينيتان تدرسان في مدارس الغرب حتى سنة ١٥٨٣م، حين اكتشف الاصل الاغريقي لكتاب الأصول أو الاركان لاقليدس.

## ١,٢ ـ علم الأُكَر

والأكرة ـ في القاموس ـ لغة في الكرة، ويهتم هذا الفرع من فروع الهندسة بسطوح الأكر وقطوعها، ويعرفه حاجي خليفة [٢] في كتابه الموسوم «كشف الظنون عن أسامي الكتب والفنون» بقوله [٣]:

---

(١) القيمة التي توصل اليها الكاشي هي: ٨٧٣٢ ٦٥٣٥٨٩ ٩٢ ١٥ ١٤ ,٣، وهي صحيحة حتى الرقم العشري الثاني عشر.

(٢) هو مصطفى بن عبدالله القسطنطيني المعروف بكاتب جلبي «١٠١٧ ـ ١٠٦٧هـ»

(٣) صفحة: ١٤٢

«وهو علم يبحث فيه عن الاحوال العارضة للكرة من حيث انها كرة، من غير نظر الى كونها بسيطة أو مركبة، عنصرية او فلكية، فموضوعه الكرة بما هو كرة، وهي جسم يحيط به سطح واحد مستدير في داخله نقطة يكون جميع الخطوط المستقيمة الخارجة منها اليه متساوية، وتلك النقطة مركز حجمها، سواء كانت مركز ثقلها او لا.

وقد يبحث فيه عن أحوال الأكر المتحركة، فاندرج فيه. ولا حاجة الى جعله علما مستقلا كما جعله صاحب «مفتاح السعادة» [1]، وعدهما من فروع علم الهيئة، وقال يتوقف براهين علم الهيئة على هذين أشد توقف، وفيه كتب للأوائل والاواخر. .».

ويقول حاجي خليفة عن «تسطيح الكرة».

«. . هو علم يتعرف منه كيفية نقل الكرة الى السطح مع حفظ الخطوط والدوائر المرسومة على الكرة، وكيفية نقل تلك الدوائر على الدائرة الى الخط، وتصوُّر هذا العلم عسير جدا، يكاد يقرب من خرق العادة، لكنها عملها باليد كثيرا ما يتولاه الناس، ولا عسر فيه مثل عسر التصور.

وجعله البعض من فروع الهيئة، وهو من فروع علم الهندسة، ودعوى عسر التصور ليست على اطلاقه، بل هو بالنسبة الى من لم يمارس علم الهندسة».

### ١,٢,١ ـ من كتب الاغريق في الأكر

١ ـ **كتاب «أكرثاوزوسيوس»** اليوناني المهندس، أو ثاؤدوسيوس ( Theodosius ) الذي ألف في حوالي ١٠٠م، ويقول عنه حاجي خليفة[2]:

«وهو من أجل الكتب المتوسطات بين إقليدس والمجسطي، وهو ثلاث مقالات مشتملة على ٥٩ شكلا، وفي بعض النسخ بنقصان شكل واحد.

وقد أمر بنقله من اليونانية الى العربية المستعين بالله أبوالعباس أحمد بن المعتصم في خلافته، فتولى نقله قسطا بن لوقا البعلبكي الى الشكل الخامس من [المقالة] الثانية في حدود سنة ٢٥٠ [هـ = ٨٦٤م].

ثم تولى نقل باقيه غيره، وأصلحه ثابت بن قرة، ثم حرره العلامة نصير الدين محمد بن محمد الطوسي المتوفى سنة ٦٧٢ [هـ = ١٢٧٣م]، والفاضل تقي الدين محمد بن معروف الراصد المتوفى سنة ٦٩٣ [هـ = ١٢٩٣م]».

---

(١) يعتبره ابن خلدون فرعا من فروع الهندسة «المقدمة، طبعة دار الفكر، صفحة: ٤٨٦».

(٢) كشف الظنون، صفحة ١٤٢.

## ٢ ـ كتاب أكر مانالاوس [١]

اليوناني الرياضي من أهل الاسكندرية ( Menelaus ) الذي كان حيا سنة ١٠٠م.

«كان قبل زمن بطلميوس، وكتابه من المشهورات المسلمات أيضا، يخاطب فيه يا سيليذس اللاذي، وقال أيها الملك إني وجدت ضربا برهانيا فاضلا الخ.

وهو نسخ كثيرة مختلفة لها إصلاحات كإصلاح الماهاني[٢]، وأبي الفضل أحمد بن أبي سعيد الهروي[٣]، بعضها غير تام، وأتمها إصلاح الأمير أبي نصر منصور بن عراق[٤].

وهو مشتمل على ثلاث مقالات في البعض، وعلى مقالتين في الآخر، أما الثلاث فعند الأكثرين مشتمل أولاها على ٣٩ شكلا، والمختار ٢٥ شكلا، ووسطاها في كثير من النسخ على ٢٤ شكلا، وفي نسخة ابن عراق على ٢١ شكلا، وعند البعض يشتمل أولاها على ٦١ شكلا، والثانية على ١٨ شكلا، والأخيرة على ١٢ شكلا.

وأما المقالتان فتشتمل الأولى على ٦١ شكلا، والأخيرة على ٣٠ شكلا، وفي بعض الأشكال اختلاف، وجميع أشكال الكتاب فيما بين ٨٥ شكلا و٩١ شكلا. ذكر ذلك كله العلامة نصير الدين الطوسي في تحريره لهذا الكتاب، وأنه لما وصل اليه وجد نسخا كثيرة مختلفة، كذلك واصلاحات، فبقى متحيرا الى أن عثر على إصلاح ابن عراق، فاتضح له ما كان متوقفا فيه، فحرر وفرغ من تحريره في شعبان سنة ٦٦٣ [هـ = ١٢٦٤م]».

## ٣ ـ كتاب الكرة والاسطوانة[٥]

لأرشميدس المصري، أصلحه ثابت بن قرة [٦]، وسقط عنه بعض المصادرات لقصور فهم ناقله الى العربية عن ادراكه وعجزه.

وشرح اوطوقيوس العسقلاني مشكلات هذا الكتاب الذي نقله اسحق بن حنين[٧] الى العربية، فحرره نصير الدين[٨] على الترتيب.

فإنه في نسخة ثابت ٤٨ شكلا، وفي نسخة اسحق ٤٣ شكلا، والحق في آخرها مقالة أرشميدس في تكسير الدائرة، فإنها كانت مبنية على بعض المصادرات المذكورة.

---

(١) كشف الظنون، صفحة ١٤٣.

(٢) هو محمد بن عيسى الماهاني (ت: ٢٧٠/٦٠هـ = ٨٨٤/٧٤م).

(٣) توفي بعد سنة ٣٧١هـ = ٩٨٢م.

(٤) توفي قبل ٤٢٧هـ = ١٠٣٦م.

(٥) كشف الظنون، صفحة: ١٤٥٢.

(٦) (٢٢١ ـ ٢٨٨هـ) = (٨٣٦ ـ ٩٠١م).

(٧) توفى حوالي سنة ٢٩٨هـ = ٩١٠م.

(٨) يقصد العلامة المحقق نصير الدين الطوسي.

**٤ ـ كتاب تربيع الدائرة**

مقالة لارشميدس المصري.

**٥ ـ كتاب تسطيح الكرة**

لبطلميوس القلوذي صاحب «المجسطي»، نقله ثابت بن قرة الى العربية، وفسره بتس الرومي الاسكندري المهندس[١].

**٦ ـ كتاب الكرة المتحركة [٢]**

لأوطولوقس، اصلحه ثابت بن قرة، وحرره نصير الدين الطوسي، وهو مقالة واحدة واثنا عشر شكلا.

أما مساهمة علماء العرب فتشمل ـ الى جانب الاصلاحات الاساسية للمتون الاغريقية ـ الكتب الاتية:

**١,٢,٢ ـ من كتب المسلمين في الأكر**

**١ ـ كتاب تسطيح الكرة**

لابراهيم بن حبيب الفزاري المتوفى حوالي سنة ١٨٤هـ = ٨٠٠م.

**٢ ـ كتاب الكامل**

لابن كثير الفرغاني المتوفى حوالي سنة ٢٤٧ هـ = ٨٦١م.

**٣ ـ كتاب مساحة الأشكال البسيطة والكرية[٣]**

لبني موسى محمد والحسن (ت: ٢٦٠ هـ = ٨٧٤م) واحمد، ويشتمل على ١٨ شكلا، نقله قسطا بن لوقا البعلبكي، وحرّره نصير الدين الطوسي.

**٤ ـ كتاب الكرة**

لحسن بن الصباح.

---

(١) «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٠٤.

(٢) «كشف الظنون» صفحة: ١٤٥٢.

(٣) نفس المرجع السابق، صفحة: ١٤٥٨.

**ـ كتاب الاستيعاب**

لأبي الريحان محمد بن احمد البيروني (٣٦٢ ـ ٤٤٣ هـ) = (٩٧٣ ـ ١٠٥١م).

**ـ تحرير أكرثاوزوسيوس اليوناني المهندس**

ذكر حاجي خليفة[1] ان تقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي (٢٧/٩٣٢ ـ ٩٩٣هـ) = (٢٠/١٥٢٦ ـ ١٥٨٥م) حرر هذا الكتاب الذي يعتبر من «أجل الكتب المتوسطات بين اقليدس والمجسطي».

**٧ ـ «دستور الترجيح لقواعد التسطيح»**

لتقي الدين محمد بن معروف الراصد الدمشقي.

ألفه سنة ٩٨٤ هـ = ١٥٧٦ م نقلا عن حاجي خليفة[2] وهو عن تسطيح الكرة، كتبه برسم المولى الاعظم رئيس الدولة العثمانية سعد الدين افندي.

وقد رتب تقي الدين بن معروف هذاالكتاب على مقدمة ومقالتين، وتتمة على النحو الآتي:

المقدمة: في الحدود والاصطلاحات.

المقالة الأولى: في رسم فلك على بسيط مستو بالخطوط الهندسية. وفيه ثلاثة أبواب.

المقالة الثانية: في رسم ما تقدم رسمه بالحساب، وهي على مقدمة وستة أبواب.

## ١,٣ ـ علم المخروطات

وهو علم ينظر في مايقع في الاجسام المخروطة من الأشكال والقطوع، ولعل اشهر من اشتغل به من علماء الاغريق هو ابولونيوس (٢٦٠ ـ ٢٠٠ ق.م) النجار الحكيم الرياضي (Apollonius)، أو أبلنيوس او بلينوس، وهو صاحب «كتاب المخروطات» الذي يقع في ثمان مقالات.

وعن هذا الكتاب يقول حاجي خليفة[3]: «كتاب المخروطات ـ في احوال الخطوط المنحنية: سبع مقالات لابلنيوس النجار الحكيم الرياضي، اصلحه الحسن واحمد ابنا موسى بن شاكر.

---

(١) راجع كشف الظنون، صفحة: ١٤٢.

(٢) نفس المرجع السابق.

(٣) كشف الظنون، صفحتا: ١٤٥٦، ١٤٥٧.

ولما اخرجت الكتب من الروم الى المأمون، اخرج منه الجزء الاول لا غير [فوجده] يشتمل على سبع مقالات، ولما ترجم دلت مقدمته على أنه ثماني مقالات، وان الثامنة تشتمل على معاني المقالات السبع وزيادة، واشترط فيها شروطا مفيدة، فمن عصره الى يومنا هذا يبحث اهل الفن عن هذه المقالة، فلا يطلعون لها على خبر لأنها كانت في [من] ذخائر المأمون لعزتها عند ملوك يونان.

وقال بنو موسى بن شاكر: الموجود من هذا الكتاب سبع مقالات، وبعض الثامنة، وهو أربعة أشكال، وترجم الاربع الاول منه احمد بن موسى الحمصي، والثلاث الأواخر ثابت بن قرة الحراني، كذا في نوادر الاخبار.

أصلحه الحسن وأحمد ابنا موسى بن شاكر.

وهو [أي كتاب المخروطات] أقدم من اقليدس بزمان طويل، وهذا الكتاب ـ وآخر من تصنيفه في هذا النوع ـ كان السبب في تصنيف كتاب اقليدس بعد زمن على ما مر.

ذكروا ان هذا الكتاب فسد لأسباب منها استصعاب نسخه، وانه درس وانمحى ذكره، وحصل متفرقا في ايدي الناس الى ان ظهر رجل بعسقلان يُعرف باوطيقوس المهندس، فجمع ما قدر عليه، فأصلح منه أربع مقالات».

هذا وقد أوضح أبولونيوس في «كتاب المخروطات» أن جميع الخطوط المنحنية يمكن الحصول عليها من مخروط واحد وذلك بقطعه بمستو يميل بزوايا مختلفة «الأشكال ٤، ٥، ٦». وقد سميت المنحنيات الناتجة بالقطع المكافىء[1] (Parabola) والقطع الناقص أو الاهليلجي[2] (Ellipse)، والقطع الزائد[3] (Hyperbola)، وذلك فضلا عن الدائرة والمثلث.

وقد أفاد عمر بن ابراهيم الخيامي (ت: ٥١٧ هـ = ١١٢٣م) من هذه المنحنيات في حلوله للمعادلات التكعيبية او معادلات الدرجة الثالثة (الأشكال: ٧ ـ ٩).

ولعله من المناسب ان نشير هنا ـ من باب التوضيح ـ الى السِّمات الأساسية للمجسم المعروف بالمخروط، ففي هذا الصدد يقول التهانوي: [4]:

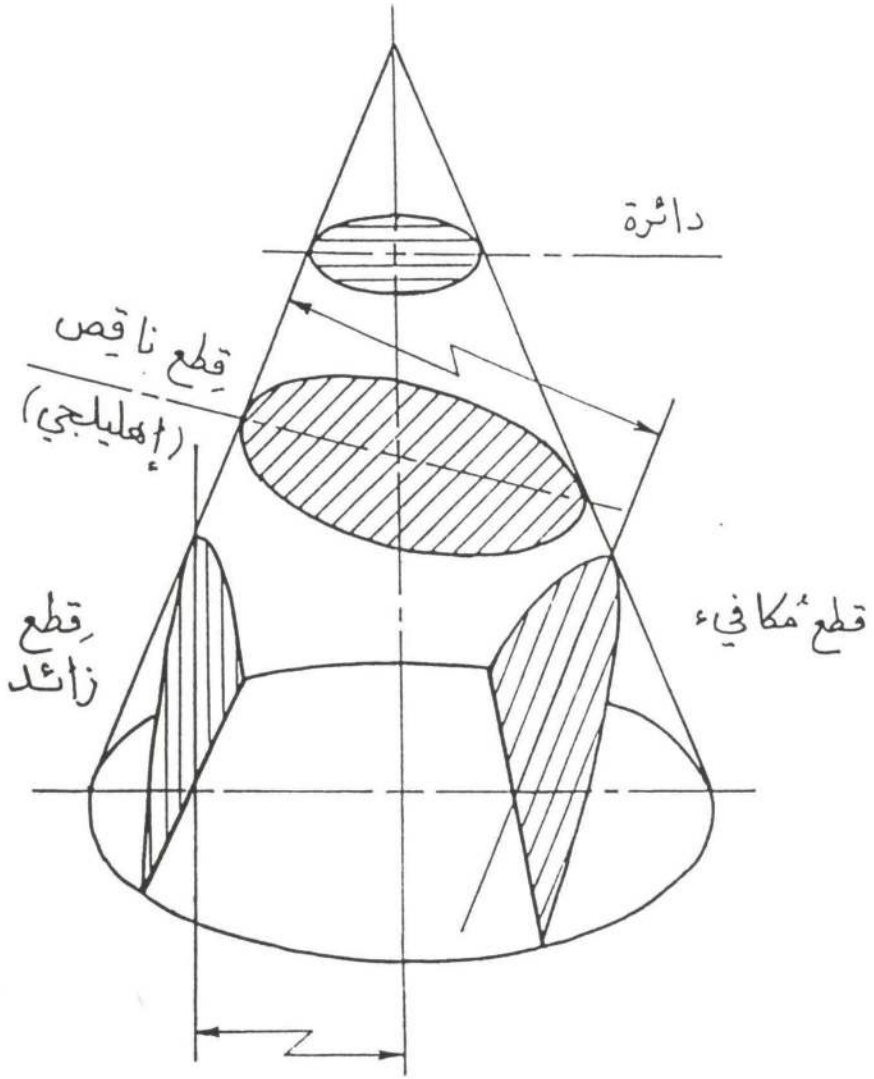
---

(١) يعرف أيضا بالشكل الهذنولي، ويشبه شكل اللحية المستطيلة.

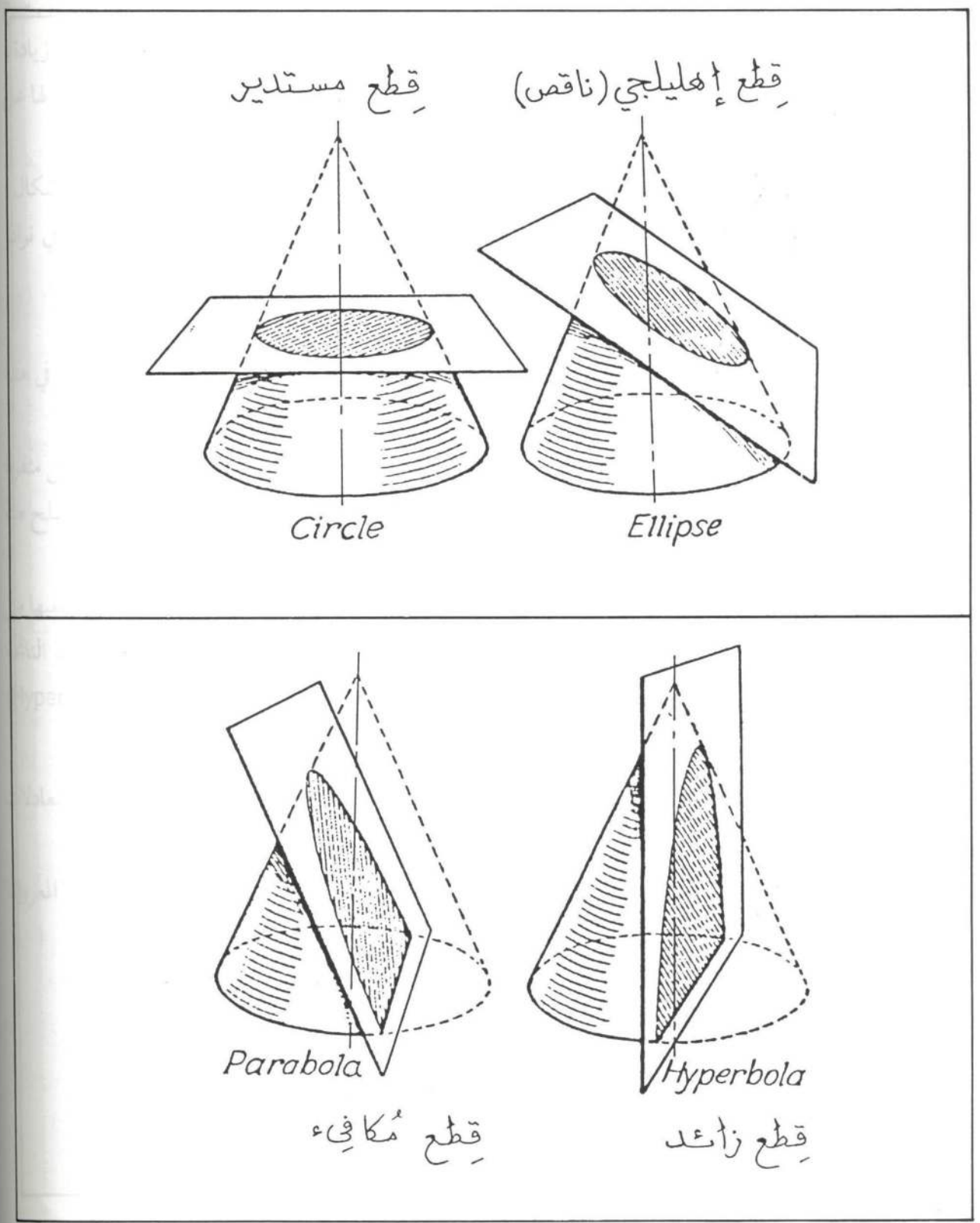
(٢) لأنه يشبه شكل ورقة الإهليج.

(٣) يطلق عليه أيضا الشكل الشلجمي لأنه يشبه حبة الشلجم «اللّفت».

(٤) راجع «كشاف اصطلاحات الفنون» لمحمد علي الفاروقي التهانوي، الجزء الأول: الصفحتين ١٧٩، ١٨٠ ـ الجزء الثاني: صفحة ٣٣٥ـ الجزء الرابع: الصفحات ٤٨، ٤٩، ١٦٨.

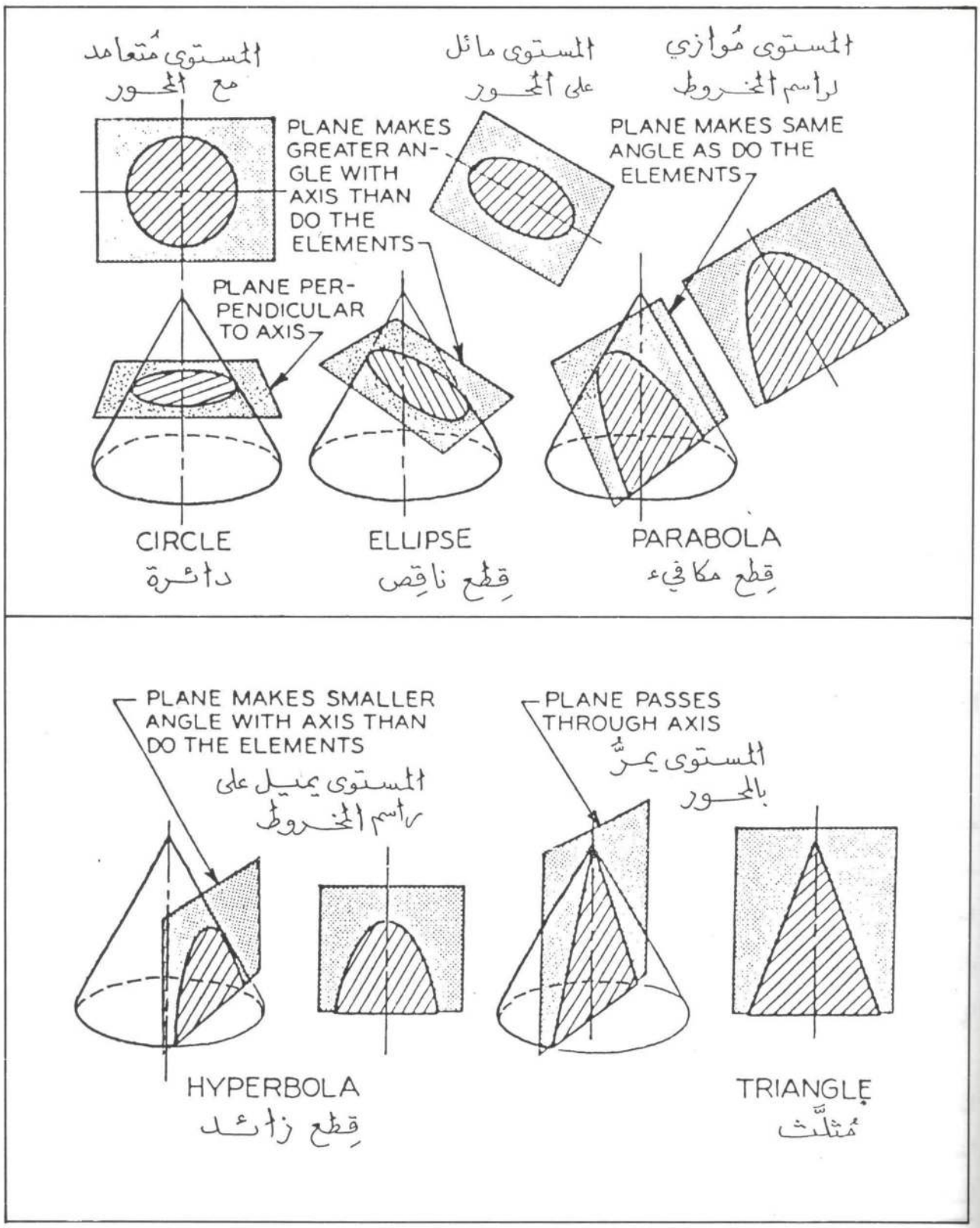



شكل (٤)
قطوع المخروط



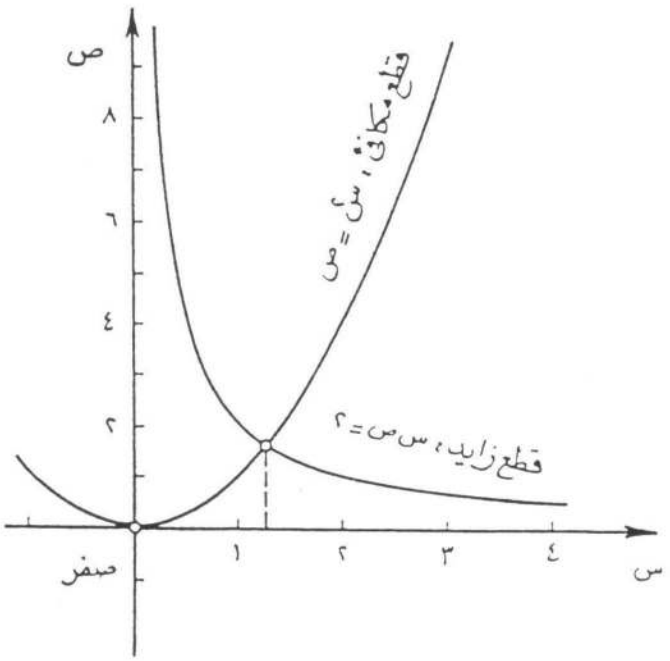

شكل (٥)

اعتماد شكل القطاع على وضع المستوى القاطع بالنسبة للمخروط.



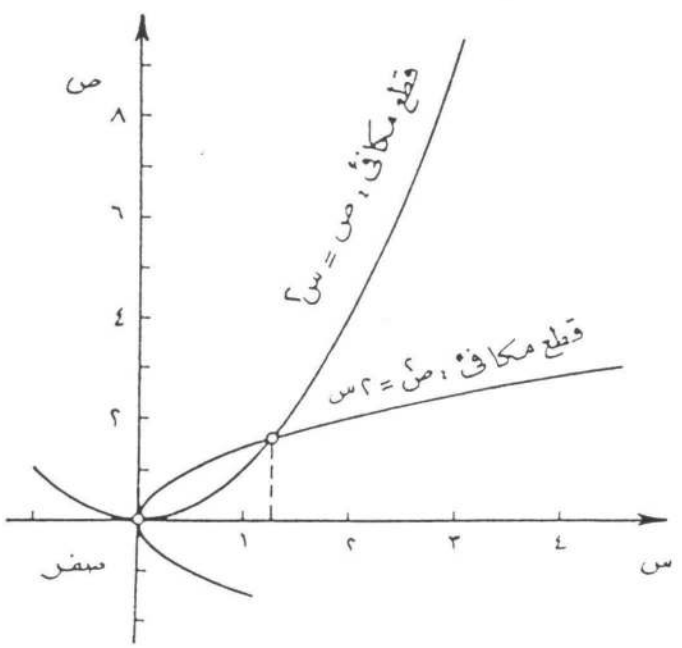

شكل (٦)

أوضاع المستوى القاطع بالنسبة للمحور ولراسم المخروط، والقطوع الناتجة عن ذلك.



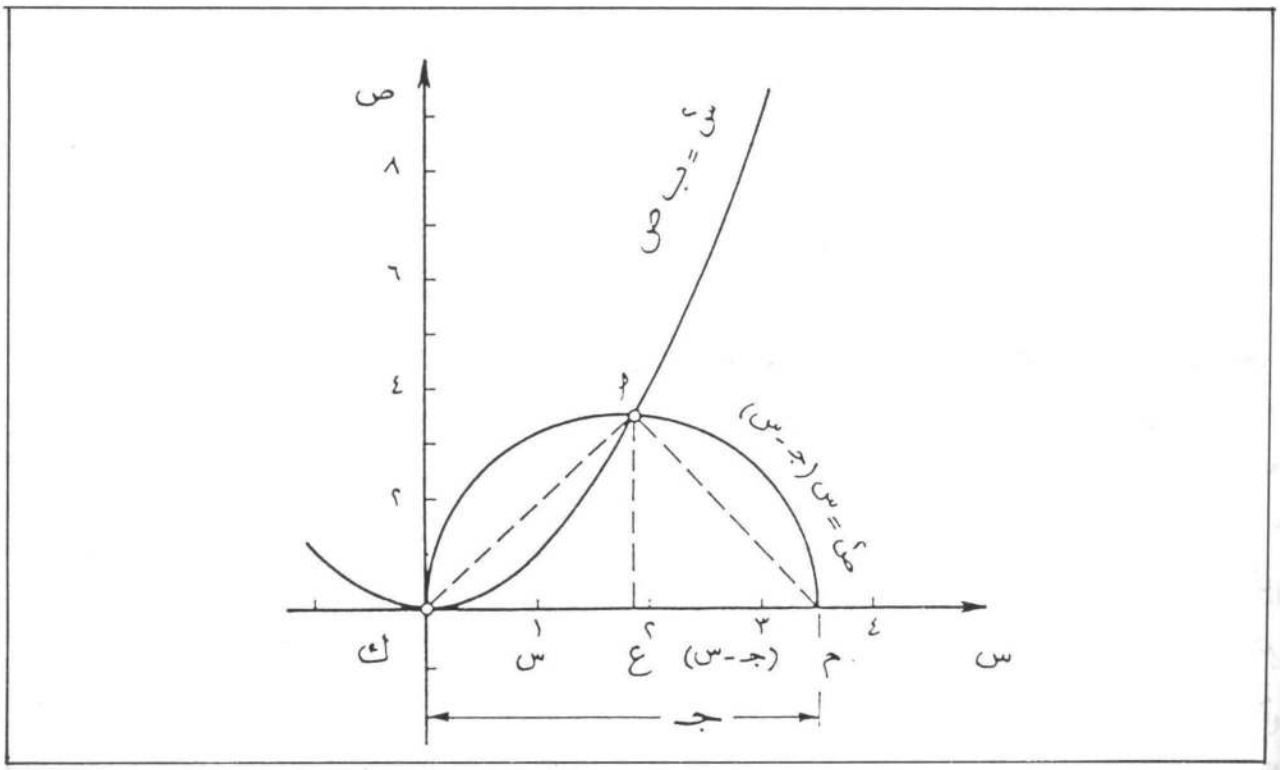

شكل (٧)

ايجاد $\sqrt[3]{٢}$ باستخدام قطع مكافىء وقطع زائد .




شكل (٨)

ايجاد $\sqrt[3]{٢}$ باستخدام قطعين مكافئين .




شكل (٩)

حل معادلة الدرجة الثالثة : س$^{٣}$ = ب$^{٢}$ س = ب$^{٢}$جـ بتقاطع دائرة مع قطع مكافىء .

## المخروط

عند المهندسين يطلق على معان : منها **المخروط المستدير التام**، وهو جسم تعليمي أحاط به سطح مستدير اي دائرة، وسطح صنوبري مرتفع من محيط ذلك السطح المستدير متضائقا الى نقطة، بحيث لو أدير خط مستقيم واصل بين محيط ذلك السطح المستدير وبين تلك النقطة ماسة في كل الدورة، اي ماسَّ ذلك الخط ذلك السطح، وقولنا مرتفع صفة كاشفة لقولنا صنوبري، وبعبارة اخرى هو جسم احد طرفيه دائرة، والآخر نقطة، ويحصل بينهما سطح تفرض عليه ـ أي على ذلك السطح ـ الخطوط المستقيمة الواصلة بينهما، اي بين محيط الدائرة وتلك النقطة .

وعرف ايضا بأنه جسم يحدث من ادارة مثلث قائم الزاوية على احد ضلعي القائمة المفروض ثابتا الى ان يعـود الى وضعـه الاول، وليس المراد بالحدوث الحدوث بالفعل كما هو المتبادر، بل الحدوث من حيث التوهم، اذ الخط عندهم عرض حال في السطح الحال في الجسم، فلا يمكن حصول السطح بحركة الخط المتـأخر عنه في الوجود، ولا حصول الجسم م حركة السطح المتأخر عنه، وعلى هذا يحمل كل ما وقع في عباراتهم مما يشعر بحدوث الخط من حركة النقطة، والسطح من حركة الخط، والجسم من حركة السطح .

ثم تلك الدائرة تسمى بقاعدة المخروط، وتلك النقطة برأس المخروط، وذلك السطح المستدير ـ أي الصنوبري ـ بالسطح المخروطي، والخط الواصل بين تلك النقطة ومركز القاعدة بسهم المخروط ومحوره، فإن كان ذلك الخط عمودا على القاعدة فالمخروط قائم والا فمائل.

وأما ما قيل في تعريف المخروط المذكور من أنه ما يحدث من ادارة خط موصول بين محيط دائرة ونقطة لا تكون على تلك الدائرة الى أن يعود على وضعه الأول، ففيه أن حركة الخط المذكور إنما تحدث سطحا مخروطيا لا جسما مخروطيا لما تقرر عندهم من أن حركة الخط تحدث شكلا مسطحا لا مجسما.

ومنها المخروط المستدير الناقص، وهو المخروط المستدير التام المقطوع عنه بعضه من طرف النقطة التي هي رأسها، وبالجملة فإذا قُطع المخروط المستدير التام بسطح مستوٍ يوازي القاعدة، كان القمم الذي يلي القاعدة مخروطا مستديرا ناقصا، وأما القسم الذي يلي الرأس فمخروط تام لصدق تعريفه عليه.

ومنها المخروط المضلع، وهو جسم تعليمي احاط به سطح مستو ذو أضلاع ثلاثة فصاعدا هو ـ أي ذلك السطح ـ قاعدة ذلك الجسم وأحاط به ايضا مثلثات عددها مساو لعدد أضلاع القاعدة ورؤوسها ـ أي رؤوس تلك المثلثات جميعا ـ عند نقطة هي رأسه، أي رأس ذلك الجسم، فإن كانت تلك المثلثات متساوية الساقات فالمخروط قائم، والا فمائل.

ومنها المخروط الذي يكون شبيها للمستدير أو المضلع، بأن يكون رأسه نقطة وقاعدته لا تكون دائرة، ولا شكلا مستقيم الاضلاع، بل سطحا يحيط به خط واحد ليس بدائرة كالسطح البيضي.

ومنه ما يكون رأسه نقطة وقاعدته سطحا تحيط به خطوط بعضها مستقيم، وبعضها مستدير، وهذه المعاني كلها مما يستفاد من ضابطة قواعد الحساب وغيره».

ومنها المخروط المستدير الناقص، وهو المخروط المستدير التام المقطوع عنه بعضه من طرف النقطة التي هي رأسها، وبالجملة فإذا قطع المخروط المستدير التام بسطح مستوٍ يوازي القاعدة، كان القسم الذي يلي القاعدة مخروطاً مستديراً ناقصاً، وأما القسم الذي يلي الرأس فمخروط تام لصدق تعريفه عليه.

## ١,٤ ـ علم المساحة

وهو علم يحتاج إليه في مسح أو قياس الأراضي، وشق القنوات، وتعيين ارتفاعات الجبال، وأعماق الوديان، وحساب مساحات الأسطح على اختلاف أشكالها، كذا إيجاد حجوم المجسمات.

وعن علم المساحة يقول إخوان الصفا في الرسالة الثانية من القسم الرياضي [1]:

«واعلم يا أخي ـ أيدك الله وإيانا بروح منه ـ أنَّ:

---

(١) طبعة دار صادر ودار بيروت، ببيروت، سنة ١٣٧٦هـ = ١٩٥٧م، صفحة: ٩٧.

علم الهندسة يدخل في الصنائع كلها، وخاصة في المساحة، وهي صناعة يحتاج إليها العمال والكتاب والدهاقون، وأصحاب الضياع والعقارات في معاملاتهم من جباية الخراج، وحفر الأنهار وعمل البريدات وما شاكلها».

ويبين شكل (١٠) مجالات علم المساحة، ونسوق فيما يلي أمثلة للمساحات والحجوم التي وقف عليها علماء العرب والمسلمين [1]:

**١,٤,١ ـ مساحات الأشكال المستوية**

١ ـ مساحات المثلثات، مع استعمال نسب حساب المثلثات في بعض هذه الحسابات.

٢ ـ مساحات الأشكال رباعية الأضلاع.

٣ ـ مساحات المضلعات المنتظمة حتى ١٦ ضلعا (راجع كتاب «مفتاح الحساب» للكاشي، على سبيل المثال).

٤ ـ مساحات الأشكال الدائرية والحلقات والقطاعات والأشكال المحدودة بأقواس دائرية، كالأشكال الهلالية والنعلية والاهليلجية والشلجمية (راجع الأشكال (١١)، (١٢)، (١٣) من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي.

٥ ـ مساحات الأشكال الهندسية المستوية المكوَّنة من تركيبات من الاشكال المتقدمة.

**١,٤,٢ ـ مساحات السطوح للأجسام المنتظمة كالأسطوانات والمخروطات والموشورات والكرات**

**١,٤,٣ ـ حجوم الاجسام المنتظمة، مثل:**

١ ـ الأسطوانات والمخروطات التامة والناقصة.

٢ ـ الكرات والقطع الكروية.

٣ ـ الأجسام المضلعة.

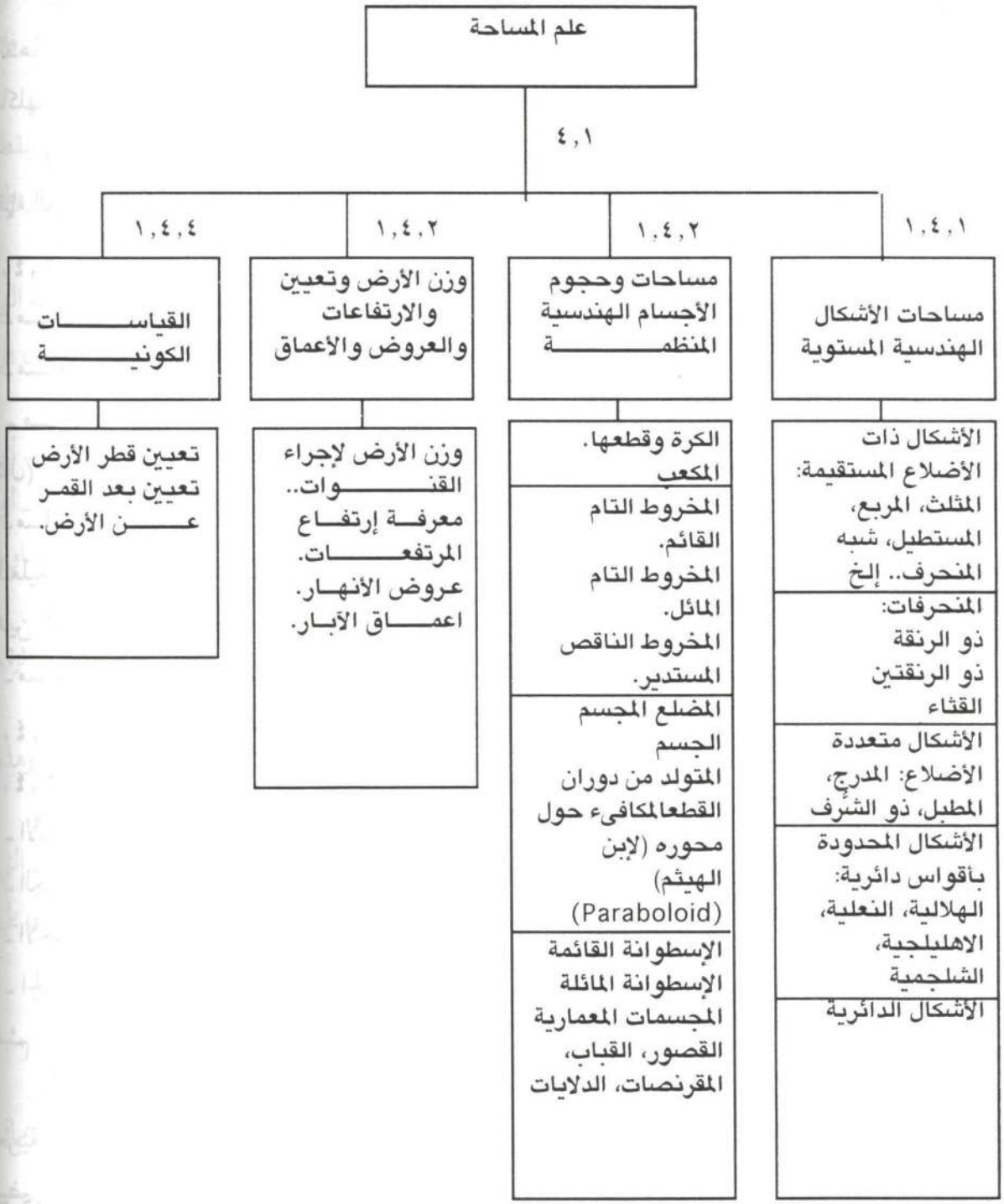
٤ ـ الجسم المتولد من دَوَران القطع المكافىء حول محوره Paraboloid ، وينسب هذا الانجاز للحسن بن الهيثم.

ولعله من المناسب أن نورد هنا تعريفا ببعض أشكال السطوح والمجسمات التي وردت في الكتابات العربية.

**البيضي**

عند المهندسين سطح مستو يحيط به قوسان متساويتان مختلفتان تحديبا وكل منهما أصغر من نصف دائرة، ويسمى **بالاهليلجي** أيضا والخط الواصل بين زاويتيه قطره الاطول، والخط الآخر المنصِّف للقوسين

(١) كتاب (العلوم الرياضية في الحضارة الاسلامية) للدكتور جلال شوقي، والدكتور علي الدفاع، نشر دار جون وايلي بأمريكا سنتي ١٩٨٤، ١٩٨٦، الجزء الثاني الصفحات: ١٠٨ ـ ١١٠.




شكل (١٠)
مضمون علم المساحة في الحضارة الإسلامية

قطره الاصغر والاقصر، ولابد أن يكون عموداً على الاطول، وإذا أدير السطح البيضي على قطره الاطول نصف دورة يحصل مجسم بيضي، هذا هو المشهور.

وذكر البعض أن السطح البيضي يشترط فيه كون احدى القوسين نصف دائرة، والأخرى أصغر، وهو الـذي يسمى في المشهور بالشبيه بالبيضي، والشبيه بالاهليلجي، ولم يشترط البعض تساوي القوسين ولا مشاحَّة في الاصطلاح.

وقيل: السطح البيضي سطح يحيط به خط واحد مستدير بحيث لا يكون دائرة، ويكون طول هذا السطح أكثر من عرضه وإذا أدير هذا السطح على قطره الأطول نصف دورة يحصل المجسم البيضي، ولا يخفى أن مشابهة المجسم البيضي بهذا المعنى للبيضة أكثر منه بالمعنى الأول، هذا خلاصة الحساب [1] وحاشية الجغميني للفاضل عبدالعلي البرجندي.

## الشلجمي

عند المهندسين هو شكل مسطح يحيط به قوسان متساويتان مختلفتا التحدب، كل منهما أعظم من نصف الدائرة، ويسمى **عدسيا** أيضا، سمى بذلك تشبيها له بالشلجم [2] وهو معرب شلغم، وتشبيها له بالعدس.

والشبيه بالشلجمي شكـل يحيط به قوسان غير متساويتين مختلفتا التحدب إحداهما نصف الدائرة والاخرى اعظم منه.

والجسم الشلجمي والعدسي جسم يحدث من إدارة المسطح العدسي على قطره الأصغر نصف دورة، فإن للشلجمي قطرين: أحـدهمـا الخط الواصل بين زاويتيه، وهو القطر الأطول، وثانيهما الخط المنصِّف للقوسين العمود على القطر الأطول، وهو القطر الأصغر، هكذا في ضابط قواعد الحساب، وعلى هذا فَقِسْ الجسم الشبيه بالشلجمي.

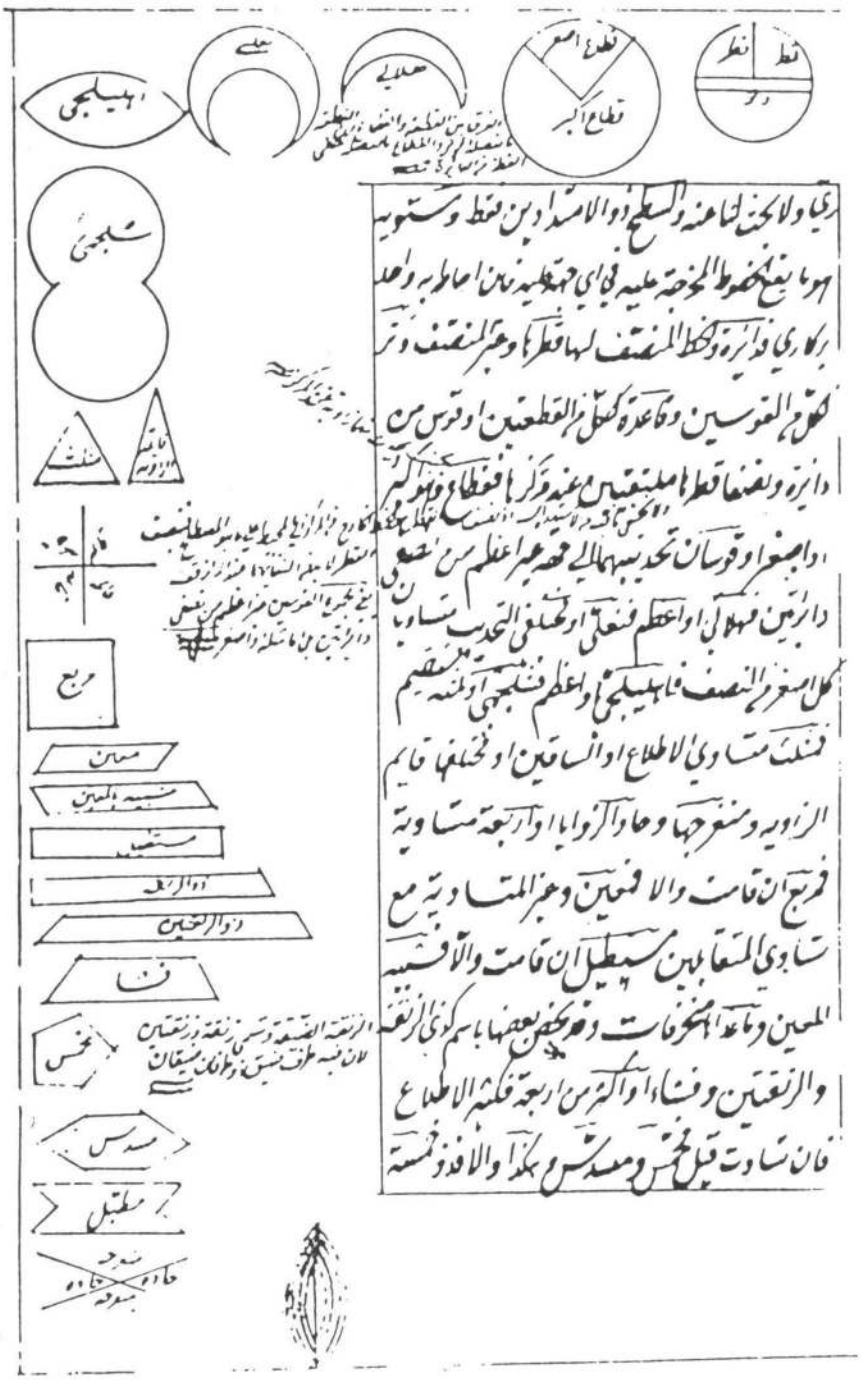
---

(١) يقصد كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي، وقد حققه وشرحه المؤلف، ونشرته دار الشروق ببيروت والقاهرة ولندن، سنة ١٤٠١ هـ = ١٩٨١م، ويقع في ٢٢٦ صفحة.

(٢) الشلجم والسلجم لفظ فارسي معرب، وهو نبت يُعرف باللِّفْت.



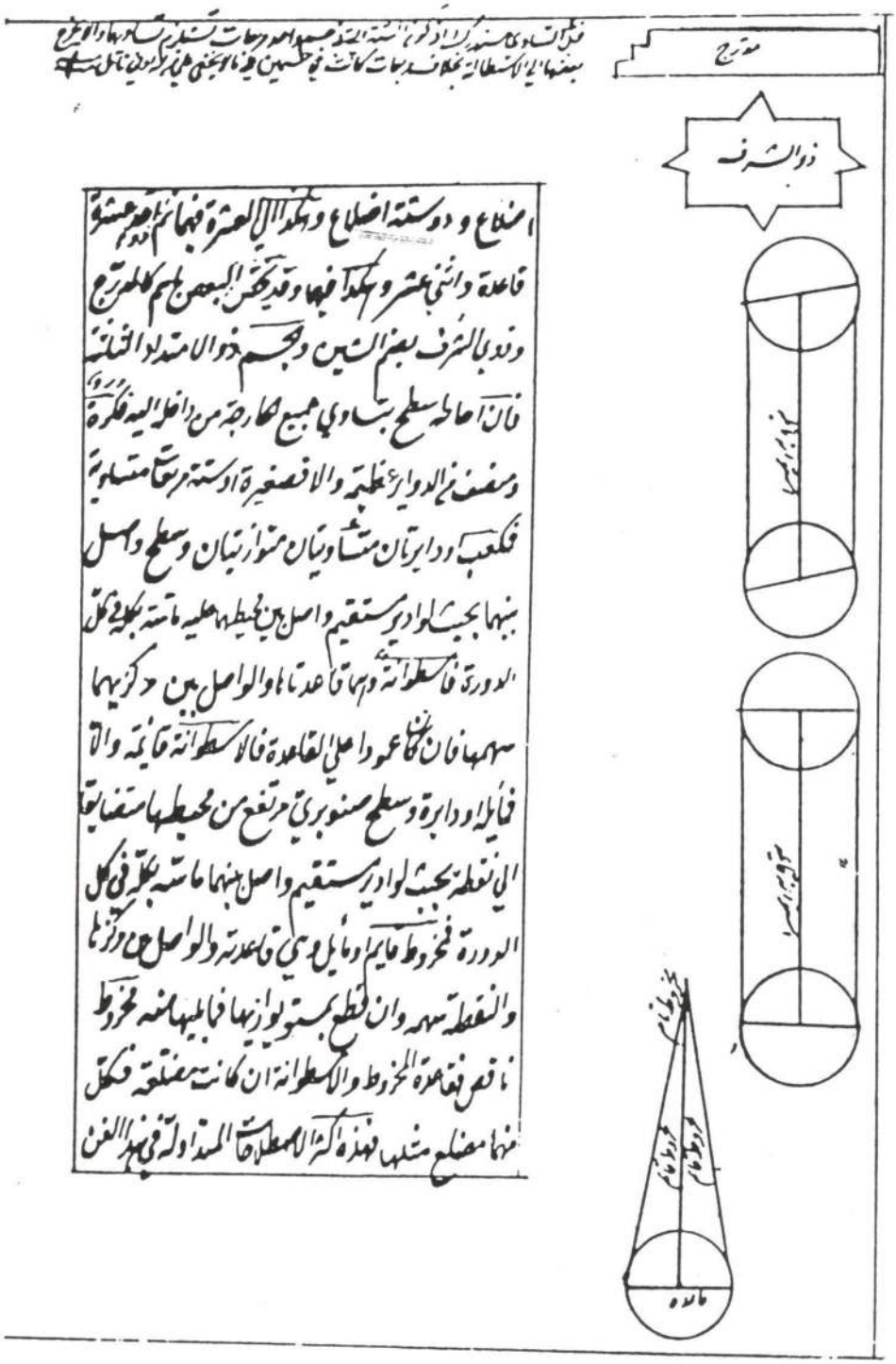
شكل (١١)
الصفحة (٢٦) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب رقم ١٧٧٣
من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي




شكل (١٢)

الصفحة (٢٧) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب ـ رقم ٧٧٣.

(من كتاب «خلاصة الحساب» لبهاء الدين العاملي)



شكل (١٣)

الصفحة (٢٨) من مخطوط مكتبة الأوقاف الإسلامية بحلب ـ رقم ١٧٧٣ .

من كتاب «خلاصة الحساب لبهاء الدين العاملي»

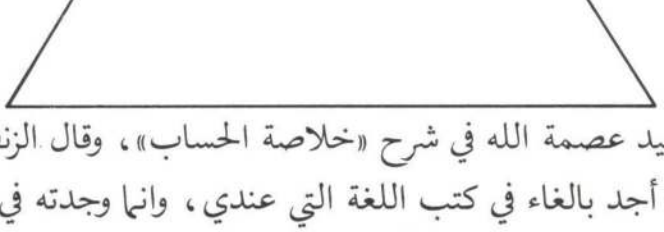
**نقة**

عنـد المهنـدسـين شكـل من الأشكـال المنحرفة، وهو ما يكون فيه ضلعان متوازيان، وآخران غير ين، يكون أحدهما عمودا على المتوازيين، هكذا:



**الزنقتين**

عندهم شكل منحرف، لا يكون أحد الضلعين غير المتوازيين عمودا على المتوازيين، هكذا:



كذا ذكر المولوي سيد عصمة الله في شرح «خلاصة الحساب»، وقال الزنقة الانحراف، ولم يبين أنه لغاء أو بالقاف، وإني لم أجد بالغاء في كتب اللغة التي عندي، وانما وجدته في الصَّراح بالقاف، لكنه لم ذكره بمعنى الانحراف، بل بمعنى الركن الضيّق، والله أعلم بحقيقة الحال، والظاهر أنه بالقاف.

**لاسطوانة**

عند المهندسين يطلق على معان: منها **الاسطوانة المستديرة**، وهي جسم تعليمي احاطت به دائرتان متوازيتان متساويتان، وسطح مستدير واصل بينهما، بحيث لو أدير خط مستقيم واصل بين محيطيهما من جهة واحدة على محيطيهما لماسَّة في كل الدَّوْرة.

وما قيل إن الأسطوانة المستديرة شكل يحدث من وصل خط من جهة بين محيطي دائرتين متوازيتين متساويتين كل منهما على سطح، وإدارة ذلك الخط عليهما أي على محيطيهما إلى أن يعود الى وضعه الأول، ففيه أنه يحدث من حركة الخط شكل مسطح لا مجسم.

ثم الأسطوانة المستديرة إن كانت مجوفة متساوية الثخن، وقطر قاعدة تجويفها الذي هو أيضا على شكل الاسطوانة المستديرة أكثر من نصف قطر قاعدة الاسطوانة بحيث يكون ثخنها اقل من سمكها اي من ثخن تجويفها **فتسمى بالـذوقية**، والـدائـرتان قاعدتان للاسطوانة، والخط الواصل بين مركزي الدائرتين سهم الاسطوانة ومحورها، فإن كان ذلك الخط عمودا على القاعدة فالاسطوانة قائمة، وهي جسم يتوهم حدوثه من

ادارة ذي أربعة أضلاع قائم الزوايا على أحد أضلاعه المفروض ثابتا حتى يعود الى وضعه الاول، وإلا فمائلة، وهي جسم يتوهم حدوثه من ادارة ذي اربعة اضلاع غير قائم الزوايا على أحد أضلاعه المفروض ثابتا إلى أن يعود الى وضعه الأول.

ومنها **الأسطوانة المضلعة**، وهي جسم تعليمي أحاط به سطحان مستويان متوازيان كثيرا الأضلاع، كل من السطحين موازية لأضلاع السطح الآخر، وأحاطت به ايضا سطوح ذوات اضلاع اربعة متوازية بأن يكون كل ضلعين منها متوازيين، عدَّة تلك السطوح عدَّة أضلاع احدى القاعدتين، وقاعدتها السطحان المتوازيان، فإن كانت تلك السطوح التي هي ذوات الاربعة الاضلاع قائمة الزوايا، فالأسطوانة قائمة وإلا فمائلة.

ومنها الاسطوانة التي تكون **مشابهة للمستديرة او المضلعة**بأن لا تكون قاعدتها شكلا مستقيم الأضلاع، ولا دائرة، بل سطحا يحيط به خط واحد ليس بدائرة كالسطح البيضي.

ومنها أسطوانة تكون سطحا تحيط به خطوط بعضها مستدير، وبعضها مستقيم، هكذا يستفاد من ضابطة قواعد الحساب وغيره، و الحكم في أن اطلاقها على تلك المعاني بالاشتراك اللفظي او المعنوي كالحكم في المخروط على ما مرّ».

## ١,٤,٤ ـ مساحات وحجوم الأشكال المعمارية

اهتم غياث الدين جمشيد بن مسعود الكاشي «ت: ٨٤٠ هـ = ١٤٣٦م» بحساب مساحات وحجوم أشكال معمارية متنوعة[1]، نسوق هنا بعض أمثلة منها:

١ ـ العقود نصف المستديرة.

٢ ـ العقود ذات القطوع.

٣ ـ العقود المدببة.

٤ ـ العقود المكونة من ثلاثة أقواس.

٥ ـ القباب الكروية، وأنصاف هذه القباب.

٦ ـ القباب المكوّنة من أهرام مضلعة.

٧ ـ الأنواع المختلفة من المحاريب.

## ١,٤,٥ ـ القياسات الكونية: قياسات الأرض

يُعتبرُ علماء العرب والمسلمين أول من استخرج ـ بطريقة علمية ـ طول درجة من خط نصف النهار، أي مقدار درجة من أعظم دائرة من دوائر سطح الكرة الأرضية، ونشير فيما يلي إلى أهم من قام بهذه القياسات (الجدول رقم ٣):

(١) كتاب «مفتاح الحساب»، الباب التاسع من المقالة الرابعة.

١ ـ **فلكيو الخليفة المأمون** (١٩٨ ـ ٢١٨هـ) = (٨١٣ ـ ٨٣٣م)، وقد أجروا قياسين لطول الدرجة أولهما بلغ ٥٦ ١/٤ ميلا عربيا، وثانيهما بلغ ٥٧ ميلا عربيا (الميل العربي = ١٩٧٣,٢ مترا).

٢ ـ **سند بن علي، أبو الطيب** (حوالي ٢٣٦ هـ = ٨٥٠م)، وعلي بن عيسى، وعلي بن البحتري، وقد ذكروا ان محيط الارض يعادل ٤١ ٢٤٨ كيلومترا.

٣ ـ **ابو الريحان محمد بن أحمد البيروني** (٣٦٢ ـ ٤٤٣ هـ) = (٩٧٣ هـ ـ ١٠٥١ م)، وقد أورد طريقة مبتكرة لقياس محيط الارض، ونبين فيما يأتي الى اي مدى كانت دقة قياساته (جدول ٢أ) والجدول ٢ب):

٤ ـ القياسات المَرْوِيَّة عن قاضي زاده ابن الرومي (ت: ٨١٥ هـ = ١٤١٢م) في شرحه على «الملخص في الهيئة» لمحمود بن محمد بن عمر الجغميني (ت: ٧٤٥ هـ = ٤/ ١٣٤٥م)، ومحمد بن مباركشاه الشهير بميرك البخاري (القرن ٨ هـ = ١٤م) في شرحه على «حكمة العين» لنجم الدين الكاتبي القزويني (٦٠٠ ـ ٦٧٥ هـ) = (١٢٠٣ ـ ١٢٧٧م)، وتقدِّر قطر الأرض بـ: ٢١٦٤ فرسخا (الفرسخ = ٥٩١٩,٦ مترا).

**جدول «٢»**

**دراسة مقارنة لقيم قياسات قطر الأرض**

| القطر المُقاس | القيم المعُاصِرة | قياس البيروني | الفرق | ٪ |
|---|---|---|---|---|
| قطر الأرض عند خط الاستواء: بالكيلومترات | كيلومتر ١٢٧٥٦ | كيلومتر - ١٢٦٨٣ | ٧٣- | ٠,٥٧٢- |
| قطر الأرض عند المدار: القطبي بالكيلومترات | ١٢٧١٤ | - | ٣١- | ٠,٢٤٤- |
| قطر الأرض عند خط الاستواء: بالكيلومترات | **كيلومتر ١٢٧٥٦** | **كيلومتر ١٢٨١٠** | ٥٤+ | ٠,٤٢٣+ |
| قطر الأرض عند المدار: القطبي بالكيلومترات | ١٢٧١٤ | | ٩٦+ | ٠,٧٥٥+ |

من هذه النتائج تبدو بوضوح دقة القياسات التي قام بها علماء العرب والمسلمين، ولعل أدقها هي قياسات أبي الريحان البيروني لقطر الكرة الارضية (جدول ٣).

وعن قياسات العرب يقول كَرْلُو نَلِّينو في كتابه «علم الفَلَكِ: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى»[١]

«أما قياس العرب فهو أوَّل قياس حقيقي أجري كله مباشرةً، مع كل ما اقتضته تلك المساحة من المدَّة الطويلة والصعوبة والمشقة، واشتراك جماعة من الفلكيين والمساحين في العمل.

فلا بد لنا من عداد ذلك القياس من أعمال العرب العلمية المجيدة المأثورة».

## جدول «٣»

### قياسات الأرض عبر الحضارات المتعاقبة
### القيم التقديرية في الحضارة الاغريقية

| المصدر | قطر الأرض | محيط دائرة<br>نصف النهار | درجة من درجات<br>خط نصف النهار |
|---|---|---|---|
| عن رواية أرسطو[١]<br>(٣٨٤ - ٣٣٢ ق.م) | كيلومترا<br>٢٣٥٥٤,٨٧٦ | كيلومترا<br>٧٤٠٠٠<br>(٤٠٠٠٠٠ استطاديون) | كيلومترا<br>٢٠٥,٥٥٥ |
| إغريقي مجهول الاسم[٢] | ١٧٦٦٦,١٥٧ | ٥٥٥٠٠ | ١٥٤,١٦٦٦٦ |
| إراتوستين[٣]<br>Eratosthenes<br>(٢٧٦/٥ - ١٩٤ ق.م) | ١٤٨٣٩,٥٧٢ | ٤٦٦٢٠ | ١٢٩,٥٠٠ |
| عن الكندي[٤]<br>(٨٠١ - ٨٧٣م) | ١٥٠٦٨,٠٩٥<br>(٧٦٣٦ $\frac{٣}{٨}$ ميل عربي) | ٤٧٣٣٧,٩٢٧ | ١٣١,٤٩٤٢٤ |
| القياس الاول<br>فلكيو المأمون[٥]<br>(٨١٣ - ٨٣٣م)<br>القياس الثاني | كيلو مترا<br>١٢٧١٨,٧٧٣<br><br>١٢٨٨٨,٣٥٧ | كيلومترا<br>٣٩٩٥٧,٣<br><br>٤٠٤٩٠,٠٦٤ | كيلومترا<br>١١٠,٩٩٢٥<br>( $\frac{١}{٤}$ ٥٦ ميلا عربيا)<br>١١٢,٤٧٢٤<br>(٥٧ ميلا عربيا) |

(١) كتاب «علم الفلك: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى» لكرلو نلينو، ص: ٢٦٨.

(٢) نفس المرجع السابق، ص: ٢٦٩.

(٣) نفس المرجع السابق، ص: ٢٧٤.

(٤) «رسائل الكندي الفلسفية»، الجزء الأول، ص: ٢٥٦.

(٥) نلينو، ص: ٢٨١ - ٢٨٧.

**تابع جدول «٣»**

| المصدر | قطر الأرض | محيط دائرة نصف النهار | درجة من درجات خط نصف النهار |
|---|---|---|---|
| | كيلومترا | كيلومترا | كيلومترا |
| عن سند بن علي، وعلي بن عيسى، وعلي بن البحتري[١] | ١٣١٢٩,٦١٥ | ٤١٢٤٨ | ١١٤,٥٧٧٧٧ |
| أبو الريحان البيروني[٢] (٩٧٣-١٠٥١م) | ١٢٦٨٢,٧١١ | ٣٩٨٤٤,٠٠٨ | ١١٠,٦٧٧٨ |
| عن قاضي زاده الرومي (ت: ١٤١٢م) في شرحه على «الملخص في الهيئة» لمحمود الجغميني (ت: ٧٤٥هـ = ٤/١٣٤٥م)[٣]، وميرك البخاري في شرحه على «حكمة العين» للقزويني. | ١٢٨١٠,٠١٤ (= ٢١٦٤ فرسخا) | ٤٠٢٤٣,٩٣٩ | ١١١,٧٨٨٧١ |
| عند خط الاستواء | ١٢٧٥٤,٧٩٤٣١ | ٤٠٠٧٠,٣٦٨١١ | ١١١,٦٧٩٧٨٢ |
| الفلكي الألماني[٤] Friedrich Wilhelm Bessel عند المدار القطبي عام ١٨٤٢م (١٧٨٤م-١٨٤٦م) | ١٢٧١٢,١٥٧٩٣ | ٤٠٠٠٣,٤٢٣٠٤ | ١١٠,٥٦٣٧٩٠ |
| القيم المعاصرة[٥] | | | |
| عند خط الاستواء | ١٢٧٥٦ | ٤٠٠٧٤,٢٤٩ | ١١١,٣١٧٣٥ |
| عند المدار القطبي | ١٢٧١٤ | ٣٩٩٤٢,٣٠٢ | ١١٠,٩٥٠٨٣ |

(١) نلينو، ص: ٢٨٩.

(٢) عن كتابه «غرة الزيجات»، وكتابه «الاسطرلاب».

(٣) نلينو، ص: ٢٦٥.

(٤) نلينو، ص: ٣٠٢، ٣٠٣.

(٥) "The Guinness Book of Answers", 1985, p. 31.

## تابع جدول «٣»

### تحويل وحدات القياس[1]

| | | |
|---|---|---|
| الذراع الشرعي | = ٤٩٣,٣ | ملييمترا |
| (= الذراع الأسود) | = ٠,٤٩٣٣ | من المتر |
| الميل العربي | = ٤٠٠٠ | ذراعا شرعيا |
| | = ٤٠٠٠ × ٠,٤٩٣٣ | مترا |
| | = ١٩٧٣,٢ | مترا |
| | = ١,٢٢٥٩٤٧ | ميلا انجليزيا |
| الفرسخ العربي | = ٣ | أميال عربية |
| | = ٣×١٩٧٣,٢ | مترا |
| | = ٥٩١٩,٦ | مترا |
| الاسطاديون اليوناني (الملقب بالأوليمبي) | = ١٨٥ | مترا |
| الميل الروماني | = ١٤٧٩,٥ | مترا |
| الميل الايطالي (في القرن ١٥م) | = ١٥٨٩ | مترا |
| الميل الانجليزي | | |
| | = ١٦٠٩,٣٤٤ | مترا |

(١) كتاب «علم الفلك: تاريخه عند العرب في القرون الوسطى» تأليف كرلو نلينو، ص: ٢٦٥، ٢٦٨، ٢٧٥، ٢٨٨، ٢٩٣.
«وحدات القياس في الحضارة العربية» للدكتور جلال شوقي، مجلة الجمعية المصرية لتاريخ العلوم، القاهرة، العدد الثامن، مارس عام ١٩٧٥م، الصفحات: ٢١ ـ ٤٤، كذا مجلة «رسالة العلم» بالقاهرة، المجلد ٤٢، العدد الأول، مارس ١٩٧٥م.

## طول السنة الشمسية (المدارية)

اهتم علماء العرب والمسلمين ـ في دراساتهم الفلكية ـ بتحديد طول السنة الشمسية، ويبين جدول (٤) أنهم توصلوا الى قيم على جانب كبير من الدقة بالمقارنة مع القيم العصرية.

**جدول «٤»**

**مقارنة بين قياسات طول السنة الشمسية**

| المصدر | طول السنة الشمسية | | | |
|---|---|---|---|---|
| | يوم | ساعة | دقيقة | ثانية |
| بطلميوس القلوذي (تألق حوالي ١٥٠م) (صاحب المجِسطي) | | ٥ | ٥٥ | صفر |
| أبوعبدالله محمد بن جابر ابن سنان البتاني (ت: ٣١٧هـ = ٩٢٩م) | ٣٦٥ | ٥ | ٤٦ | ٢٤ |
| أبوالفتح عمر بن ابراهيم الخيامي النيسابوري (٤٣٦ ـ ٥١٧هـ) = (١٠٤٤ ـ ١١٢٣م) | ٣٦٥ | | ٤٩ | صفر |
| ألوغ بك بن تيمور (٧٩٦ ـ ٨٥٣هـ) = (١٣٩٤ ـ ١٤٤٩م) | ٣٦٥ | | | ٨ |
| القيم المعاصرة ٣٦٥, ٢٤٢ ١٩٨٧٨ | ٣٦٥ | | ٤٨ | ٤٨,٧ |

من هذا الجدول يتضح أن قياسات الخيامي تحمل خطأ يقل عن ٠,٠٠١٪، ومن ثم كان «التقويم الجلالي» المنسوب لعمر الخيامي أدق من التقويم الجريجوري (أو الغريغوري)، فبينما يؤدي هذا التقويم الأخير الى خطأ يبلغ يوما واحدا في كل ٣٣٣٠ سنة، فإن الخطأ الناجم عن «التقويم الجلالي» لا يتعدى يوما واحدا في كل ٥٠٠٠ سنة.

## ١,٥ ـ علم المناظر

### ١,٥,١ ـ مدخل

يعرِّف ابن خلدون «علم المناظر» أو علم البصريَّات، فيقول عنه في مقدمته[١] «المناظر (٥) من فروع الهندسة: وهو علم يُتبيَّن به أسباب الغلط في الادراك البصري بمعرة كيفية وقوعها. . وكيفيَّاته بالبراهين الهندسية. .

وقد ألف في هذا الفن كثير من اليونانيين وأشهر من ألف فيه من الاسلاميين ابن الهيثم، ولغيره ايضا تآليف، وهو من هذه الرياضة [٢] وتفاريعها.

يتضح من هذا النص ان علم المناظر ـ باعتماده اعتمادا اساسيا على الاصول والبراهين الهندسية ـ قد عدَّه علماء العرب والمسلمين من فروع الهندسة جريا على عُرف علماء الإغريق الذين اعتبروا علم المناظر جزءا لا يتجزأ من علم الهندسة.

ومن أشهر مؤلفات الاغريق في هذا المجال «كتاب المناظر» لاقليدس (٣٣٠ ـ ٢٧٥ ق.م)، وقد حرره نصير الدين الطوسي، ويشتمل على ٦٤ شكلا [٣]، كما ألَّف في هذا العلم أبولونيوس Apollonius (٢٦٠ ـ ٢٠٠ ق.م.) صاحب «كتاب المخروطات».

### ١,٥,٢ ـ بعض انجازات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر

من علماء العرب والمسلمين الذين اشتغلوا بعلم المناظر، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

١ ـ **يعقوب بن اسحق الكندي** (١٨٥ ـ ٢٥٢هـ) = (٨٠١ ـ ٨٦٧م) الملقب بفيلسوف العرب، وقد ألف فيه كتابين هما:

أ ـ اختلاف المناظر.

ب ـ اختلاف مناظر المرآة.

٢ ـ **عطارد بن محمد الحاسب** (من القرن الثالث الهجري / التاسع الميلادي)، وقد كتب رسالة في «المرايا المحرقة».

٣ ـ **أبو علي الحسن بن الهيثم** (٣٥٤ ـ ٤٣٠ هـ) = (٩٦٦/٥ ـ ١٠٣٩/٨م)، ويعتبر بحق رائد علم المناظر، وقد ظهرت أعماله في البصريات في حوالي خمس ترجمات لاتينية وظلت بحوثه تدرس في جامعات اوروبا حتى القرن السابع عشر الميلادي، وفي سنة ١٥٧٢م نشر ريزنر Risner ترجمة لاتينية كاملة لكتاب المناظر بعنوان: Opticae Thesaurus Al-Hazeni اي «الذخيرة في البصريات للهازن»، وهو الاسم المحرف للحسن ابن

---

(١) طبعة دار الفكر، صفحة: ٤٨٧.

(٢) يقصد أن علم المناظر من الهندسة.

(٣) راجع «كشف الظنون»، صفحة: ١٤٦٣.

. هذا ويمكن ايجاز اهم النتائج التي توصل اليها ابن الهيثم على النحو الآتي :
صحيح كيفية الابصار بالقول بخروج الشعاع من الجسم المبصر الى بصر الرائي ، لا العكس كما جاء
ب الاغريق .
كوين العين وشرح وظائف جميع أجزائها .
يان طبيعة الضوء ووظائفه ، والقول بأن للضوء سرعة فائقة «تخفى عن الحس» .
ضع قوانين الانعكاس والانكسار والانعطاف .
بتداع الخزانة المظلمة ذات الثقب ، وهي الصورة الرائدة لآلة التصوير.
تقديم التعليل العلمي لظهور الأشياء كبيرة تحت الماء وخلف الاجسام المشفة .
تقديم تفسير علمي لبعض الظواهر الطبيعية كقوس قزح وهالة القمر، والبرهنة على صحته بطرق
سية .
اثبات أن الظلام لا يحل الا بعد انخفاض الشمس عن خط الأفق بزاوية قدرها ١٩ درجة ، وهي تقل
جة واحدة فقط عن القيمة المحسوبة بالحاسبات الالكترونية .
. اجراء بحوث مستفيضة في المرايا المسطحة والمرايا ذات القطع المكافىء «المرايا المحرقة» ، كذا المرايا
سطوانية والمخروطية والكروية المحدبة منها والمقعرة .
ـ تعليل ظواهر الظلال وكسوف الشمس وخسوف القمر.
ـ اغلاط البصر وعللها .
هذا وقد انتفع بهذه الاعمال من علماء الغرب كل من :
ـ فيتلو Witelo البولندي (١٢٢٠ ـ بعد ١٢٧٠ م) .
ـ روجر بيكن Roger Bacon (١٢١٤ ـ ١٢٩٤م) .
ـ ليوناردو دافينشي الايطالي ( Leonardo da Vinci ) (١٤٥٢ ـ ١٥١٩م) .
ـ يوهان كبلر ( Johann Kepler ) (١٥٧١ ـ ١٦٣٠م) .

**: ـ كمال الدين الفارسي**

صاحب كتاب «تنقيح المناظر لذوي الأبصار والبصائر» ، (المتوفى سنة ٧٢٠هـ = ١٣٢٠م)وقد جاء
ن بعد الحسن ابن الهيثم ليقدم إضافات قيمة الى إسهامات علماء العرب والمسلمين في علم المناظر، نذكر
نها على سبيل المثال ما يأتي :
١ ـ الاستفاضة في بحوث الانعطاف ، ودراسة أوضاع لم يعرض لها ابن الهيثم ، حيث جاوز الفارسي حدود
لانعطاف الصرف في الكرة المشفة الى الانعطاف المصحوب بالانعكاس الداخلي .
٢ ـ وضع نظرية جديدة لتفسير ظاهرة التقازيح (ألوان الطيف) .

٣ ـ السبق الى القول بأن الضوء يسري بحركة موجية شأنه في ذلك شأن الصوت، وفي هذا الصدد يقول كمال الدين الفارسي في كتابه بلفظه:
«والحركة التي مر تقريرها في الأضواء إنما هي على نحو حركة الأصوات، لا على نحو حركة الأجسام».

وجدير بالذكر أن نشير هنا الى أن الشيخ الرئيس ابن سينا (٣٧٠ ـ ٤٢٨هـ) = (٩٨٠ ـ ١٠٣٧م) كان له رأي صائب في أن سرعة البصر تفوق بكثير سرعة الصوت، وأن الانسان يحتاج في السمع الى تموج الهواء، وقد جاء ذلك في تقرير بهمنيار ابن المرزُبان (المتوفى سنة ٤٥٨هـ = ١٠٦٦م) تلميذ ابن سينا، وذلك في كتابه «التحصيل» حيث يقول ابن المرزبان:
«الصوت أمر يحدث من تموُّج الجسم السيَّال الرطب كالهواء والماء منضغطا بين جسمين متصاكين متقاومين».

**٥ ـ تقي الدين ابن معروف**

هو تقي الدين محمد بن معروف بن أحمد الأسدي الراصد الدمشقي (المتوفى سنة ٩٩٣هـ = ١٥٨٥م) وله كتاب في البصريات بعنوان:
كتاب «نور حديقة الإبصار، ونور حديقة الأنظار»
توجد نسخة مخطوطة منه في مكتبة بودليانا بجامعة أكسفورد ـ رقم: ٩٣٠.

## ١,٦ ـ تطبيقات في هندسة الأشكال

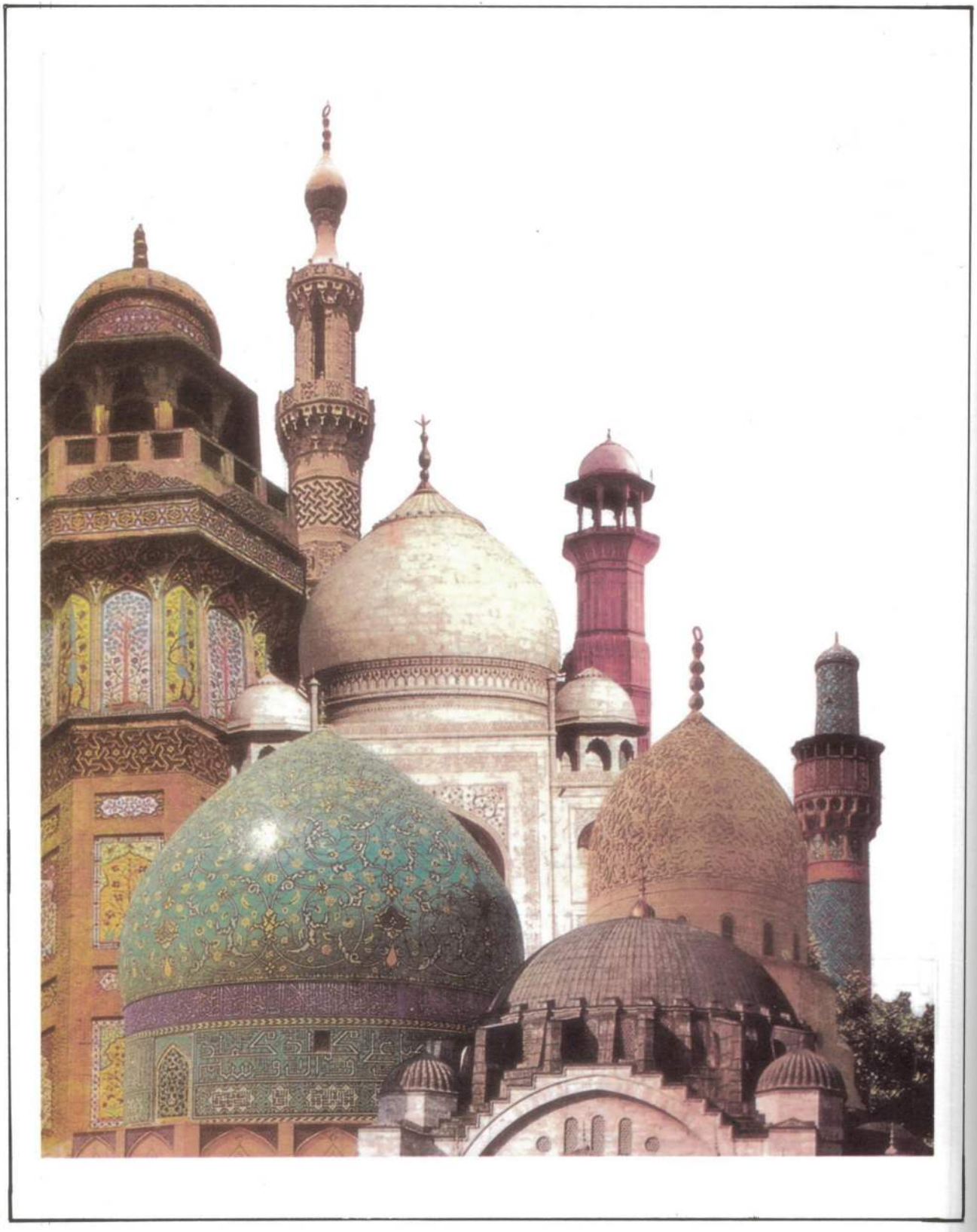
**ـ عناصر العمارة الإسلامية**

يمكن تصنيف عناصر العمارة الاسلامية الى قسمين أساسيين هما:
١ ـ عناصر بناء أو انشاء: وهي عناصر تُشكِّل جزءا من البناء في حدِّ ذاته.
٢ ـ عناصر جمال: وهي عناصر يقصد بها اضفاء صفات جمالية على المبنى.

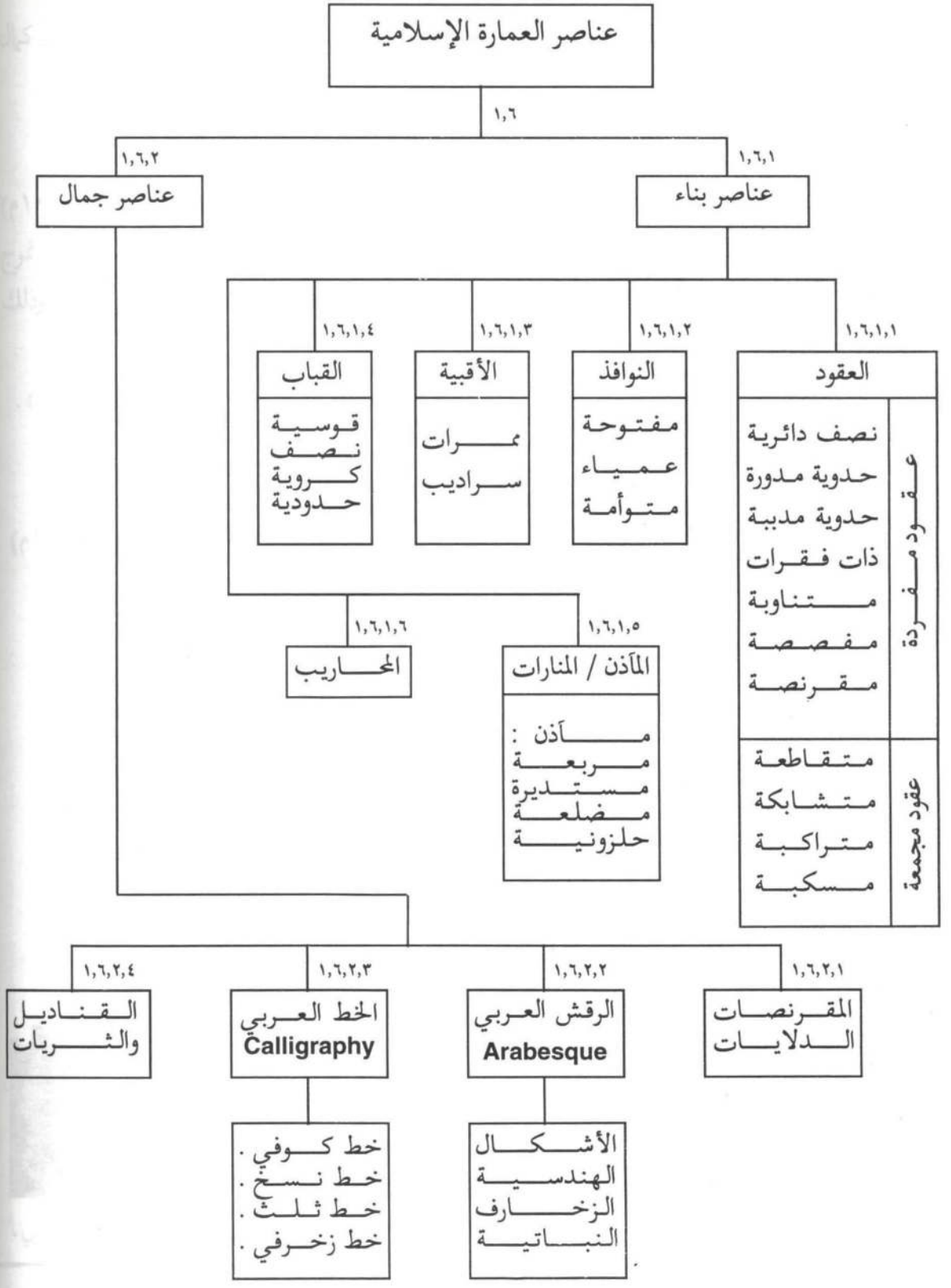
وبلا شك فإن هناك تداخلا وترابطا بين بعض العناصر وبعضها الاخر، فلا يوجد حد فاصل بينهما، وانما قصد بالتقسيم مراعاة الصفات المشتركة بينها.

وتشتمل عناصر البناء على العقود والنوافذ والأقبية والقباب والمآذن أو المناورات، والمحاريب، كما هو مبين بشكل (١٤)، بينما تضم عناصر الجمال المُقرنصات والدلاَّيات وأنواع الرقش العربي، والخط العربي، كذا القناديل.

ونعرض فيما يأتي للسمات الهامة التي تميز عناصر العمارة الاسلامية من منظور تطبيقات هندسة الأشكال.



نماذج من جماليات العمارة الاسلامية




شكل (١٤)
تقسيم عناصر العمارة الاسلامية الى عناصر بناء وعناصر جمال.

## ١,١ ـ عناصر البناء

### ١,٦,١ ـ العقود

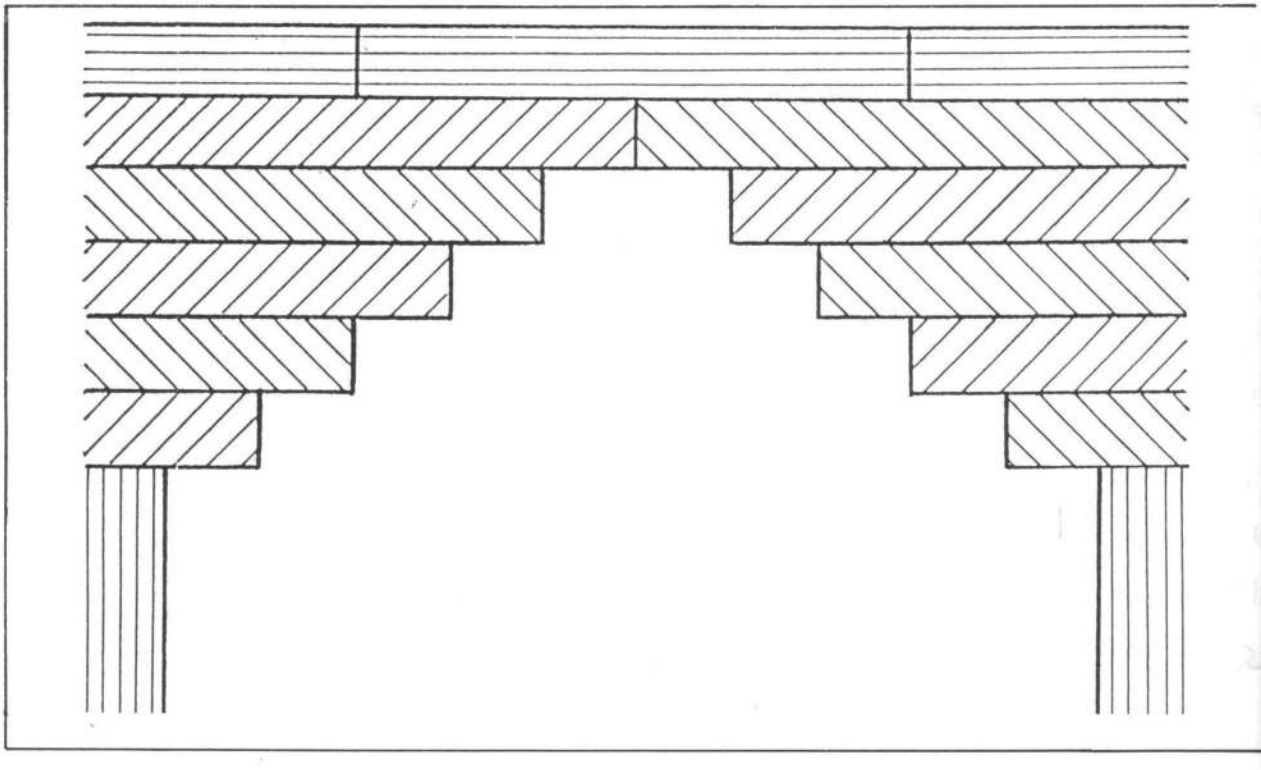
نظرا لاهتمام المسلمين بالعقود بوجه خاص واضافاتهم المبتكرة فيها، كان من المناسب أن نعرض لتطوُّر
د قبل ان نلج في أشكاله.

**ر العقود**

إن الدارس لتطور العقود يجد ان اجتياز الفتحة المطلوب تغطيتها قد بدأ باستخدام طبقات من أعتاب
ية متدرجة في البروز من طرفي الفتحة بحيث يتزايد بروزها الى الداخل طبقة تلو طبقة حتى تكتمل تغطية
نحة (شكل ١٥)، ويعزى هذا النوع من التغطية إلى أهل الصين.

ومن الواضح ان هذا الشكل الانشائي المماثل للعقد ليس إلا عقدا مزيفا حيث انه يتركب في الواقع
، مجموعة من الأعتاب الكابولية Cantilever Beams اوالطنفية Corbeled ترتكز على بعضها البعض،
ن ثم فإن حالة التحميل فيها تختلف تماما عن تلك التي نجدها في العقد الحقيقي الذي يتركب من كتل
جرية يُشكلَّ كل منها على هيئة وحدة اسفينية «مسلوبة الجانبين»، بحيث إنها تُكوِّن بعد رصها نصف حلقة
ئرية (شكل ١٦).

ويعتبر التوصل الى فكرة العقد الحقيقي نقطة تحول هامة في تطور الانشاءات الحجرية.



شكل (١٥)

العقد المزيف **False Arch** المكون من أعتاب كابولية أو طنفية **Cantilever or Corbeled Beams**.

**العقود المفردة**

وتشمل هذه العقود الأشكال الآتية على سبيل المثال لا الحصر: (الاشكال ١٦ الى ١٨)

١ ـ العقد نصف الدائري 1- Semi-Circular Arch

٢ ـ القوس المكسورة او العقد الحدوي المدبب

2- Two-Centred Arch or Pointed Horse-Shoe Arch

٣ ـ العقد الحدوي 3- Horse-Shoe Arch

مُدوَّر Rounded

ـ ذو فقرات متناوبة With alternative Vousoirs

٤ ـ العقد المفصص : 4- Lobed Arch or Multi-foil Arch

٥ ـ العقد المقرنص (شكل ١٧) : 5- Honeycomb Arch or Arch with Squinches

٦ ـ العقد ذو الدلايات : 6- Arch with Stalactites

هذا وتتصدر العقود العربية مجموعة أشكال العقود (شكل ١٨) [١] ، وتوصف العقود العربية إما بكلمة : Moorish أو بكلمة : Saracenic نسبة الى المسلمين أثناء تواجدهم بالاندلس .

هذا وقد ظهر العقد الحقيقي أول ما ظهر في بلاد ما بين النهرين خلال الحضارة البابلية منذ حوالي ثلاثة آلاف سنة، وجدير بالذكر ان التغطية بعقد حقيقي تتفوق بلا شك على التغطية بالأعتاب الأفقية البسيطة وذلك لسببين :

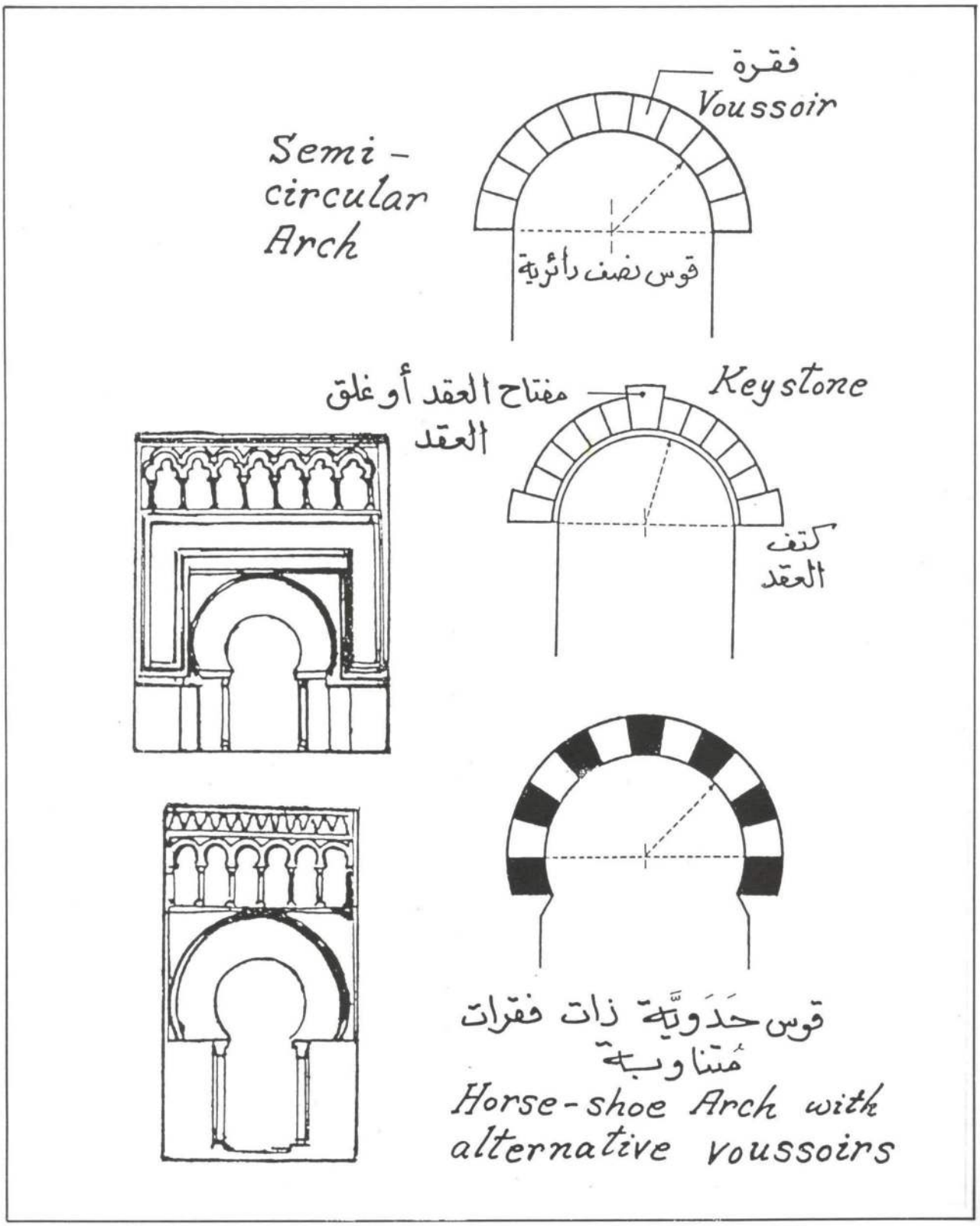
أولهما : أن العقد يمكنه تغطية فتحات أوسع .

وثانيهما : انه يمكن للعقد ان يتحمل قوى اكبر من تلك التي يطيقها العتب الافقي، ويرجع ذلك الى ان الضغط السفلي على المحيط الخارجي للعقد يؤدي الى تضاغط فقرات العقد مع بعضها البعض، ومن ثم الى زيادة تماسكها .

هذا وتجدر الاشارة هنا أيضا الى أن تاج العقد هو أضعف موضع فيه، لذا كان لزاما عل المصمم ان يراعى ان الحمل على التاج يجب ان يقل عن الحمل الذي تطيقه اي من الفقرات، ويمكن القول عموما أن العوامل ذات التأثير الاساسي على العقد تشمل زاوية التاج «مدى السلبية»، كذا عمق أسطح الارتكاز للفقرات .

---

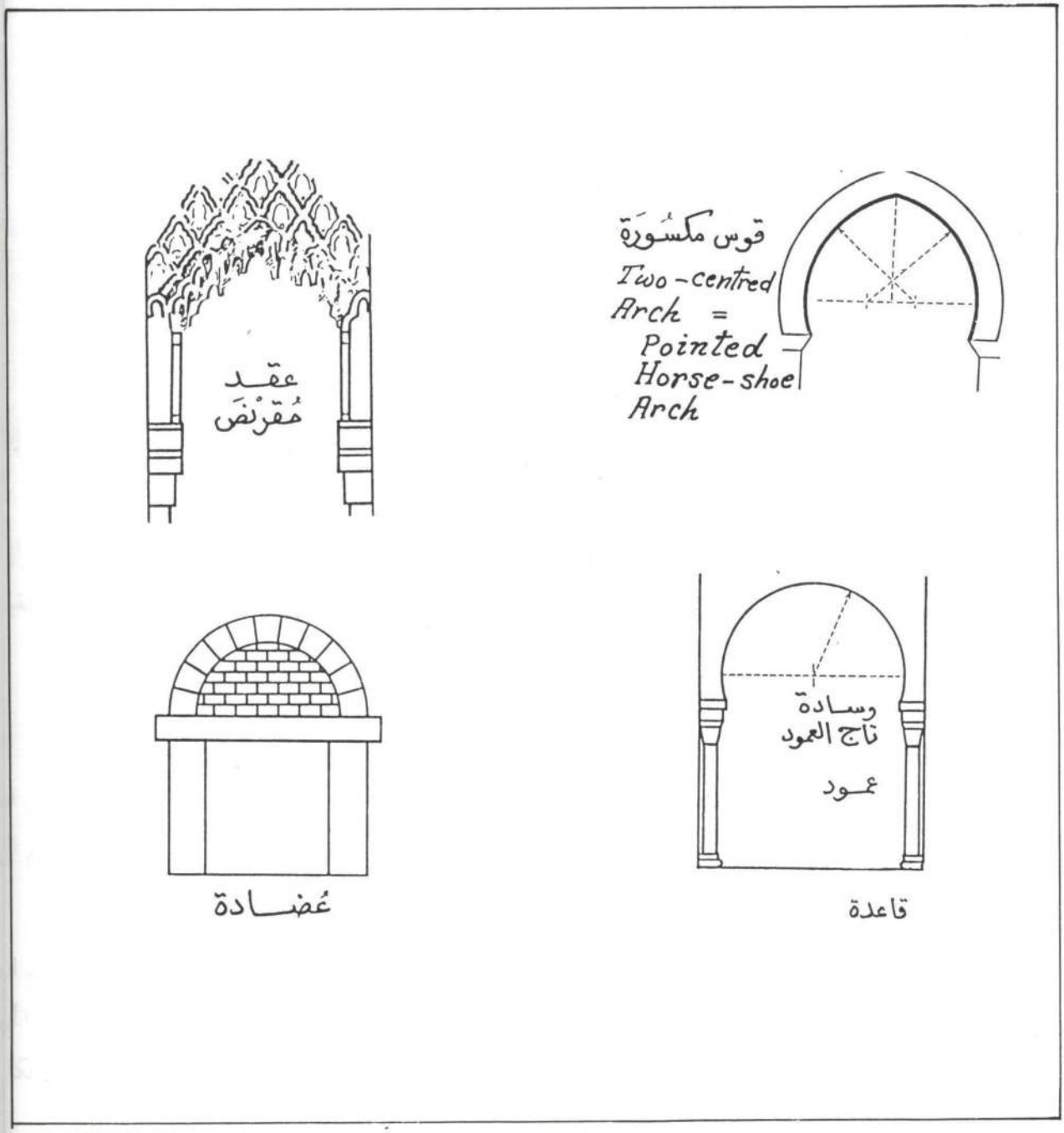
(١) عن كتاب : Sir Banister Fletcher's " A History of Architecture ", University of London, 1975, p. 1310.




شكل (١٦)
أمثلة للعقد نصف المستدير والعقد الحدوي.

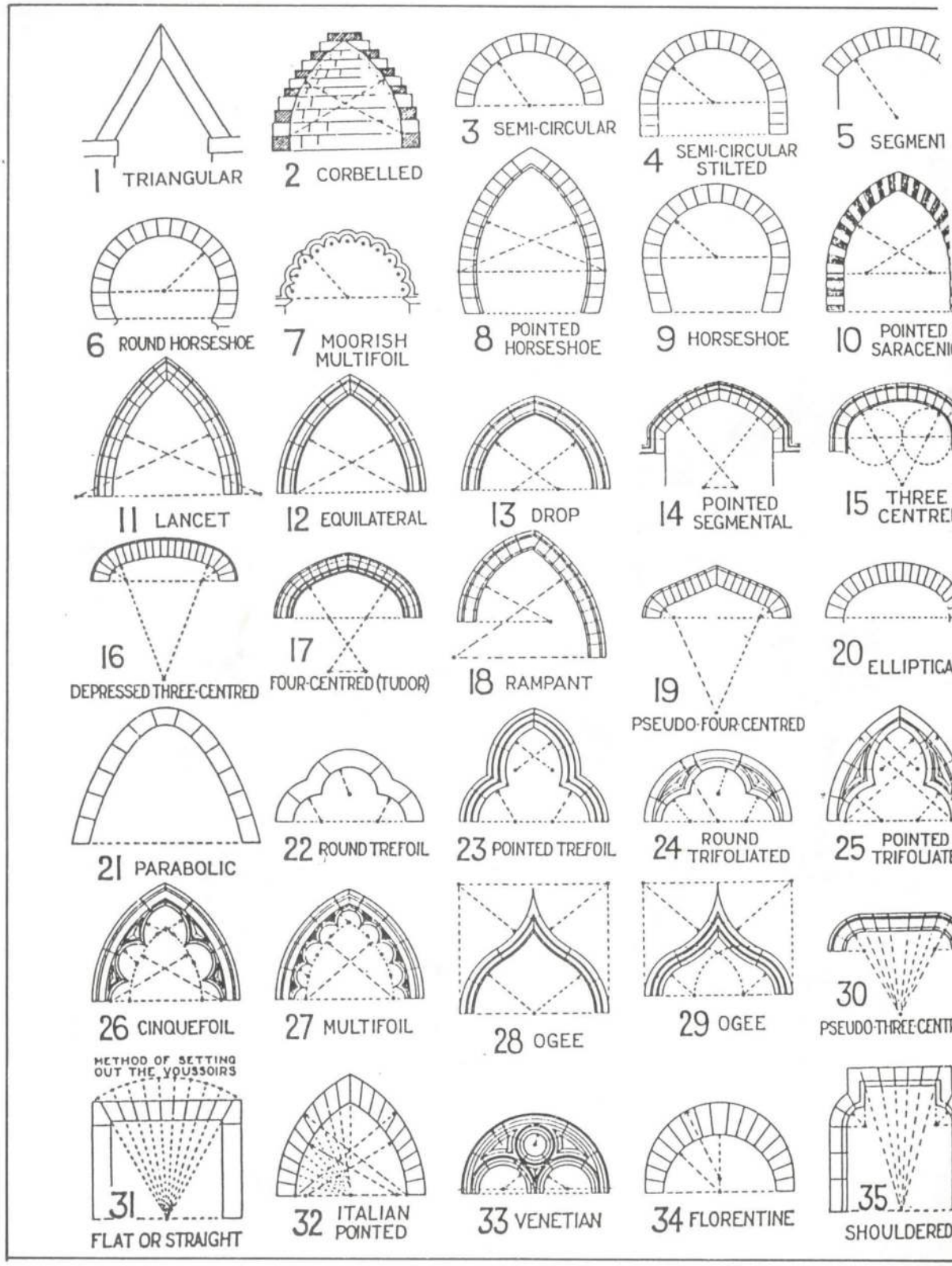
## أشكال العقود في العمارة الإسلامية

أولى المسلمون عناية كبيرة للعقود، سواء المفردة منها أو المجمعة، وأبدعوا في تشكيلها وزخرفتها أيما ابداع، . ونعرض فيما يلي لبعض نماذج من العقود التي ظهرت في العمائر الاسلامية (الأشكال ١٦ حتى ٢٢).




شكل (١٧)

أمثلة للعقد الحدوي المدبب والمستدير، كذا للعقد المُقرنص وللعضادة.




شكل (١٨)

دراسة مقارنة لأشكال العقود (لاحظ العقود العربية من ٦ إلى ١٠) (أندلسي إسلامي = **Moorish & Soracenic** )

**أ ـ العقود المفردة**

الأشكال ١٦ إلى ١٨ كما سبق بيانها.

**ب ـ العقود المجمعة**

(الأشكال ١٩ حتى ٢٢)

تتخذ العقود المجمعة ـ وهي سمة من سمات العقود العربية عدة أشكال منها:

١ ـ العقود المتقاطعة 1- Intersecting Arches

٢ ـ العقود المتشابكة 2- Joined Arches

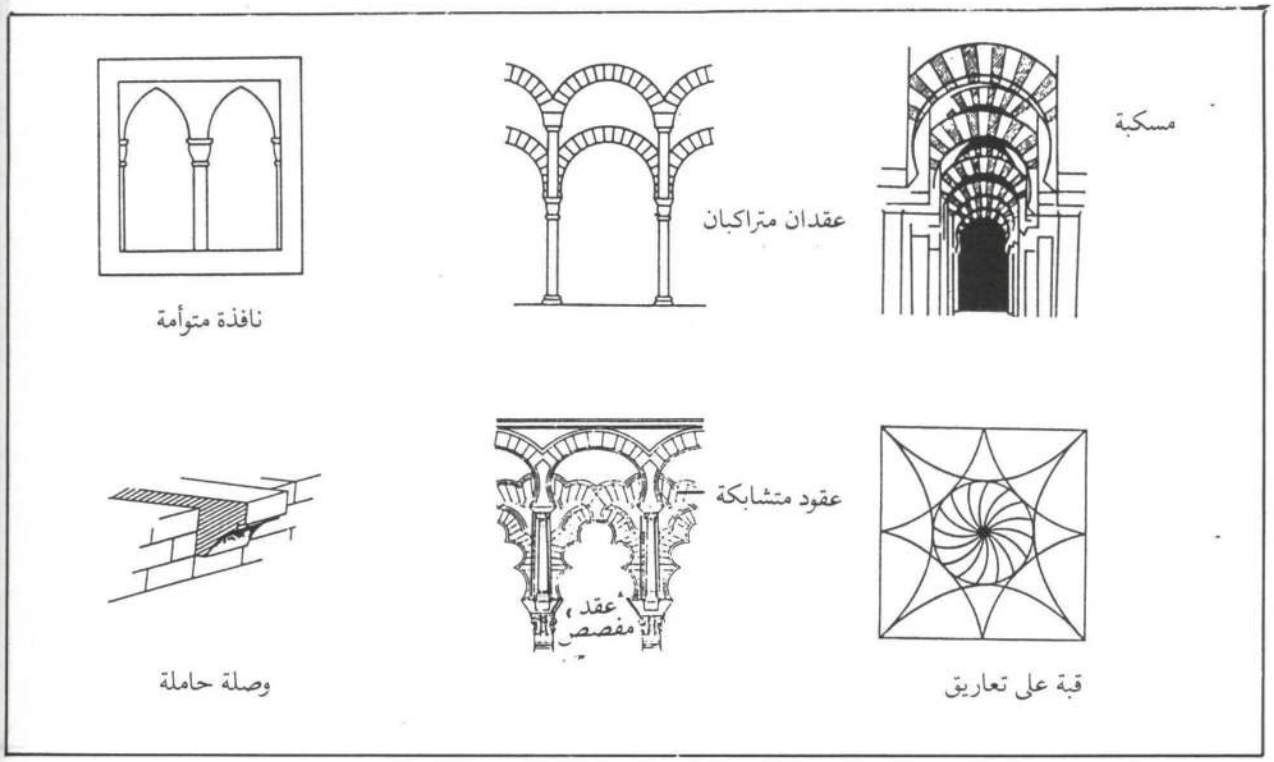
(الأشكال ١٩ ـ ٢١)

٣ ـ العقود المتراكبة 3- Lapping Arches

(شكلا ١٩، ٢٢)

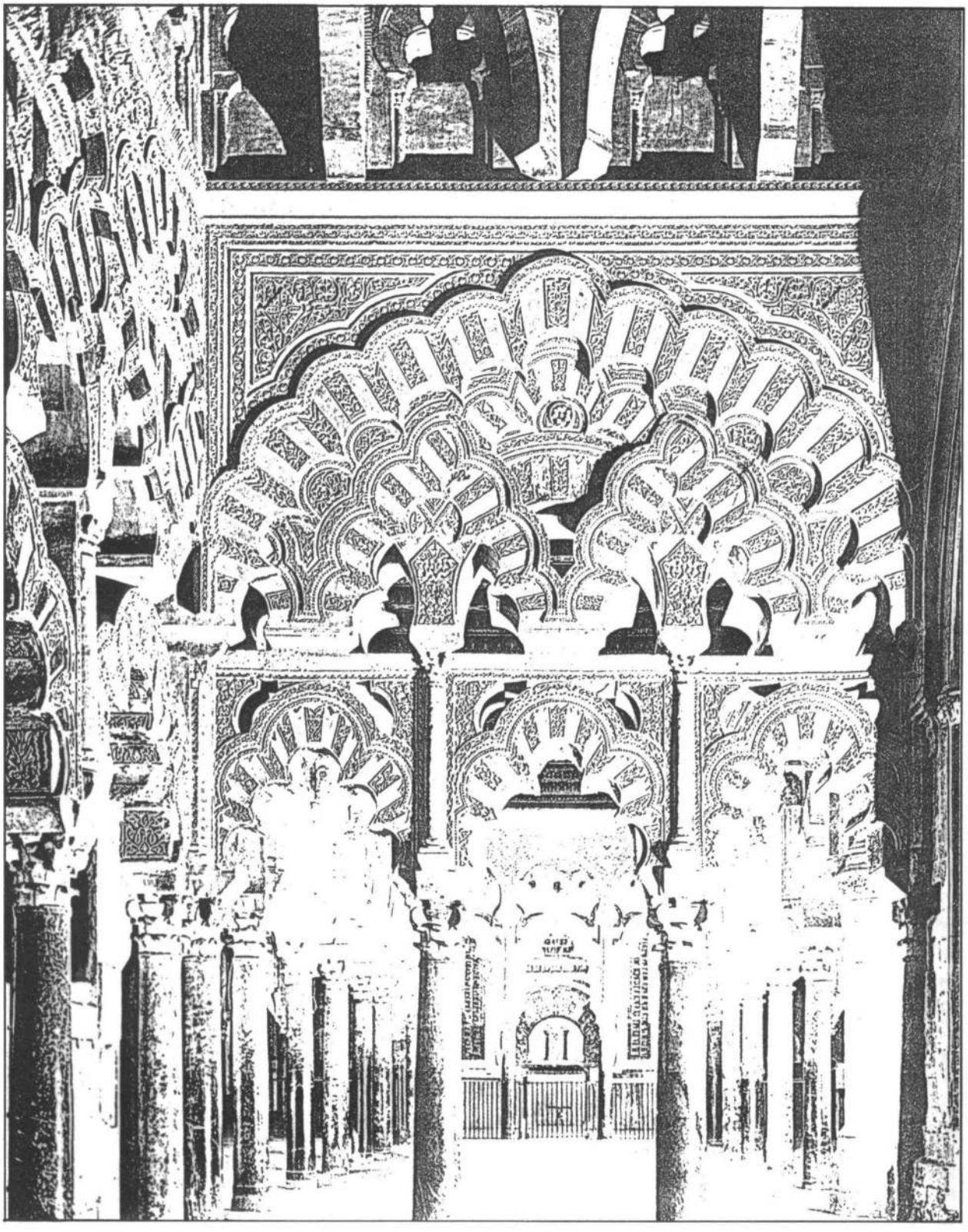
٤ ـ المسكبة (شكلا ١٩، ٢٢)

هذا وقد اقتبس الغرب كثيرا من أشكال العقود التي ظهرت في الحضارة الاسلامية، كالعقد الحدوي وتنويعاته (الأشكال ١٦ ـ ١٨)، والعقد المدبب (شكلا ١٧، ١٨)، والعقد المفصص (الأشكال ١٨ ـ ٢١) على سبيل المثال لا الحصر.



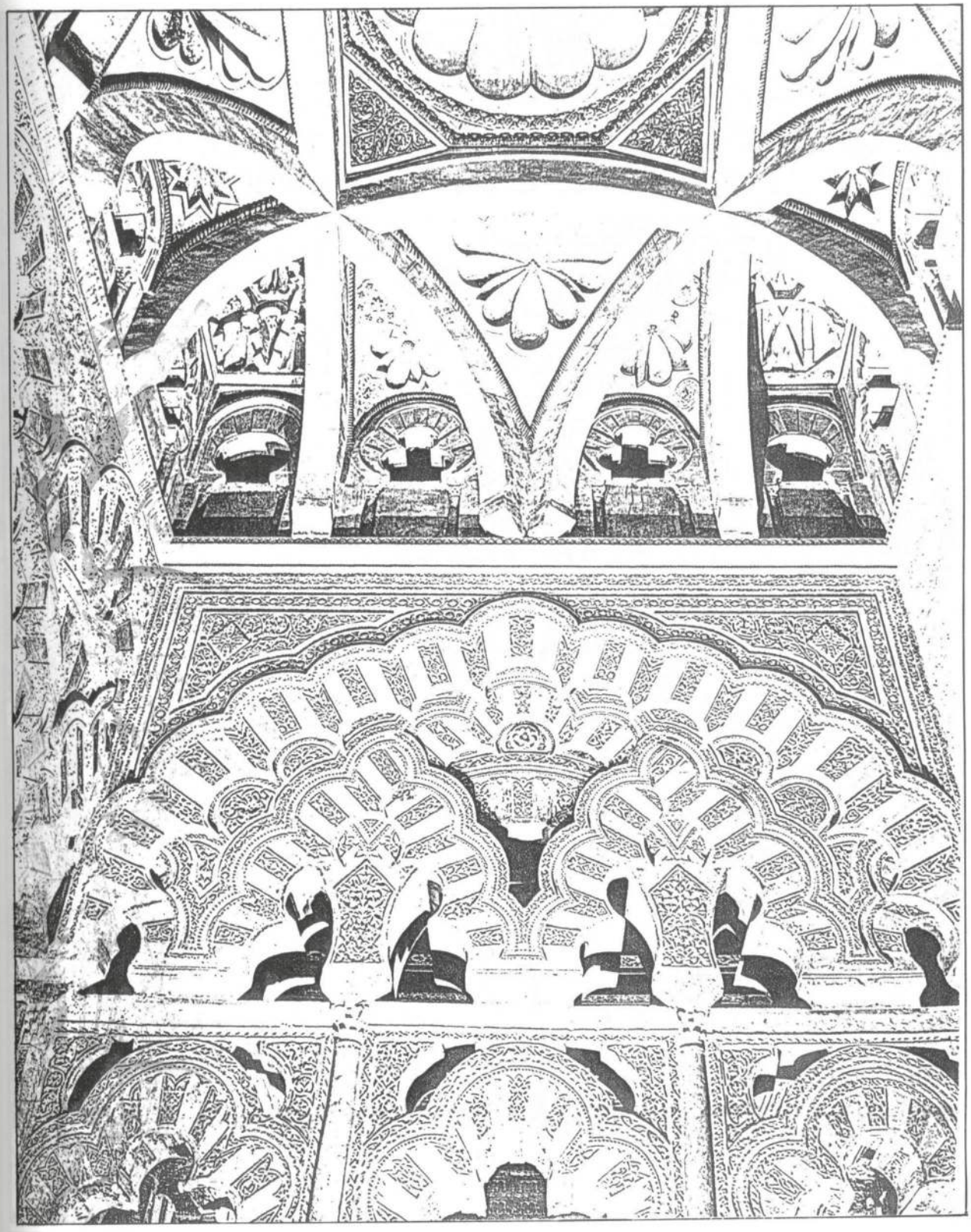

**شكل (١٩)**

**أمثلة للعقود المتراكبة والمتشابكة، والمسكبة، وقبة على تعاريق، ونافذة متوأمة.**



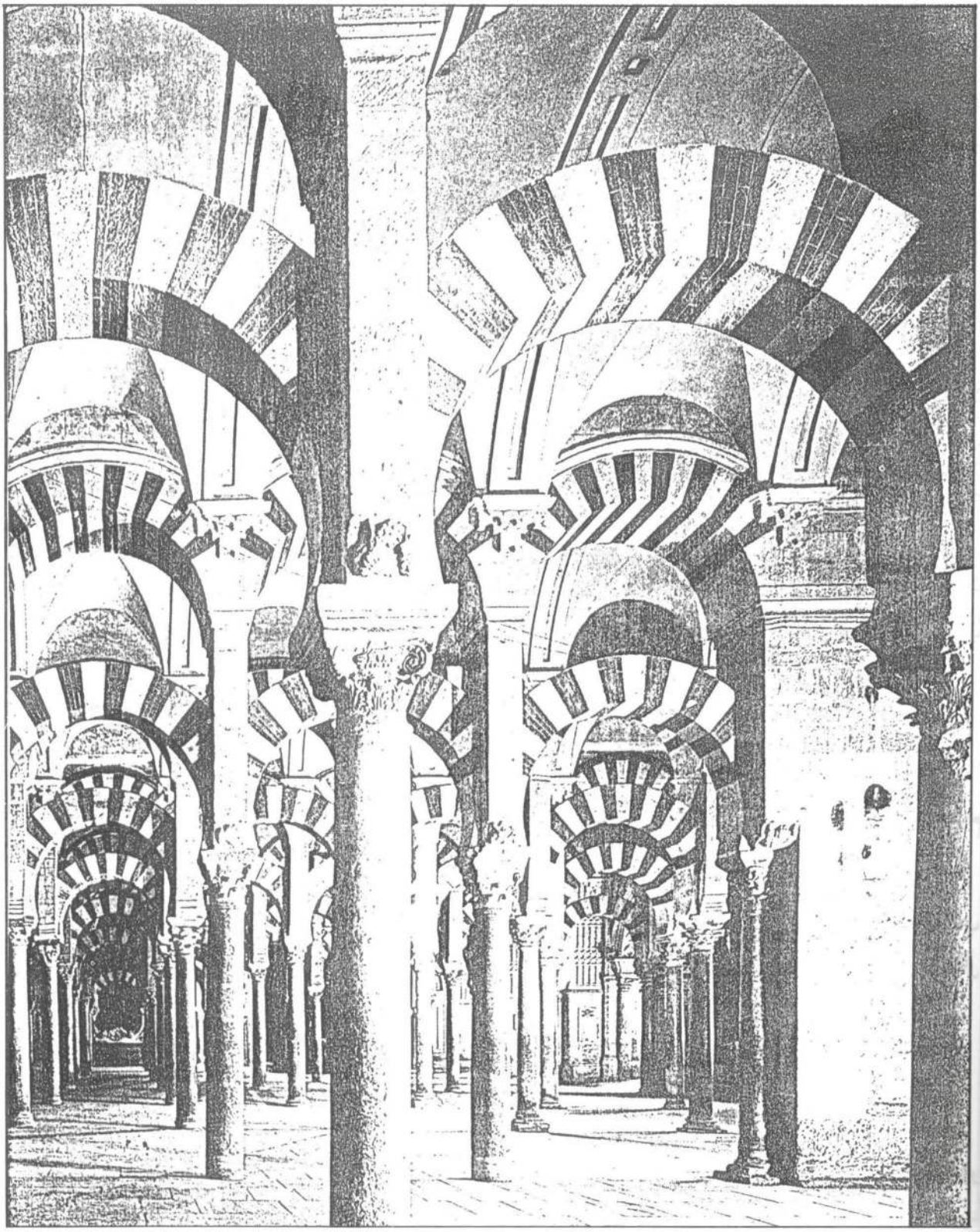
شكل (٢٠)

مثال للعقود المفصصة والمتشابكة في الجامع الكبير بقرطبة، ويظهر ـ في الخلف ـ محراب الحكم الثاني.



شكل (٢١)

أعلى محراب الحكم الثاني مع القبة ذات التعاريق بالجامع الكبير بقرطبة.



شكل (٢٢)

مثال للعقود المتراكبة والمسكبة من مسجد عبدالرحمن الأول بالجامع الكبير في قرطبة.

### ١,٦,١,٢ ـ النوافذ

تجدر الإشارة هنا إلى أن المسلمين قد استعملوا في عمائرهم ثلاثة أنواع من النوافذ هي :

ـ النوافذ المفتوحة Through Windows

ـ النوافذ العمياء Blind Windows

(غير النافذة)

ـ النوافذ المتوأمة Twin Windows

(شكل ١٩)

### ١,٦,١,٣ ـ القباب

لعل المحاولة الناجحة الأولى لتغطية المباني بالقبة ترجع الى القرن الخامس قبل الميلاد، إذ أنه قد عثر في دَيْر أبي النجا بمصر على قاعدة مربعة أنشئت عليها قبة مستديرة، وكان أسلوب الانتقال من الشكل المربع إلى الشكل المستدير باستخدام مداميك، حيثُ يحمَّل قالب طوب على ركن المربع، ثم تأتي الطوبة الثانية لتبرز عن الأولى قليلاً الى الداخل وهلم جرا، لنصل الى شكل قريب من الاستدارة تُنشأ عليه القبة.

وتُعتبر قبة مسجد الصخرة بالقدس من أولى القباب التي استخدمت في العمائر الإسلامية وكان ذلك عام ٧٢هـ = ٦٩١م، وتقوم القبة على بناء مثمن الشكل يتكون من اعمدة وأكتاف، وتضم الرقبة الأسطوانية للقبة ست عشرة نافذة.

ولقد كانت عملية تغطية الفتحة المربعة بقبة مستديرة تمر بمرحلتين هما :

مرحلة الانتقال الأولى : من الشكل المربع إلى الشكل المثمن، وذلك بقصد انقاص الزوايا الجانبية.

ومرحلة الانتقال الثانية : من الشكل المثمن إلى الشكل تام الاستدارة، وقد تحقق ذلك باستخدام مقرنصات Squinches تشبه المحار، أو مثلثات كروية مقلوبة في أركان المثمن.

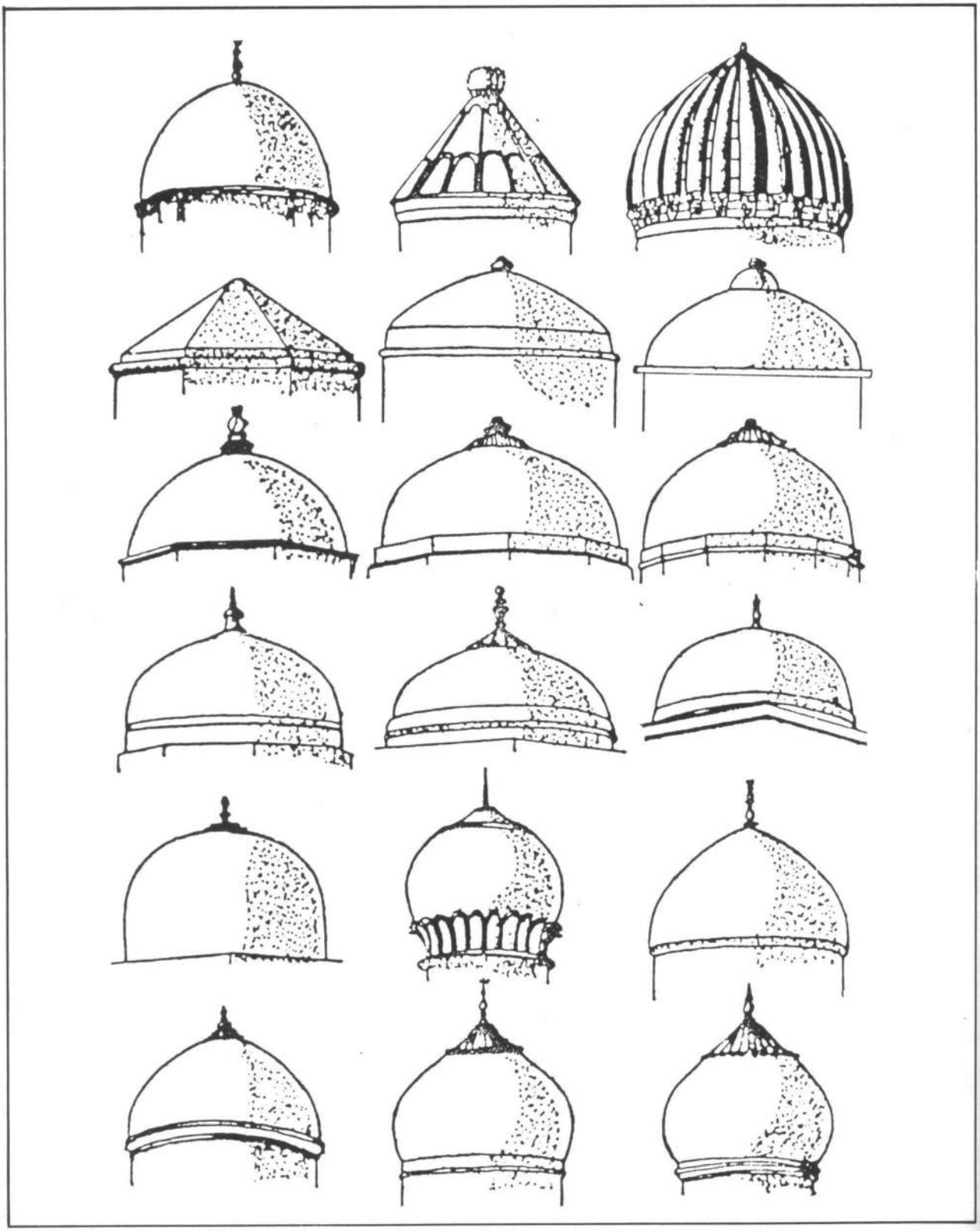
ويقدم شكل (٢٣) نماذج لأشكال متنوعة لقباب المساجد المستعملة في مشرق العالم الاسلامي ومغربه، كما يبين شكلاً (٢٤) ، (٢٥) مثالين لزخرفة القبة من الخارج (شكل ٢٤) ومن الداخل (شكل ٢٥).

### ١,٦,١,٤ ـ المآذن ـ المنارات

**مدخل**

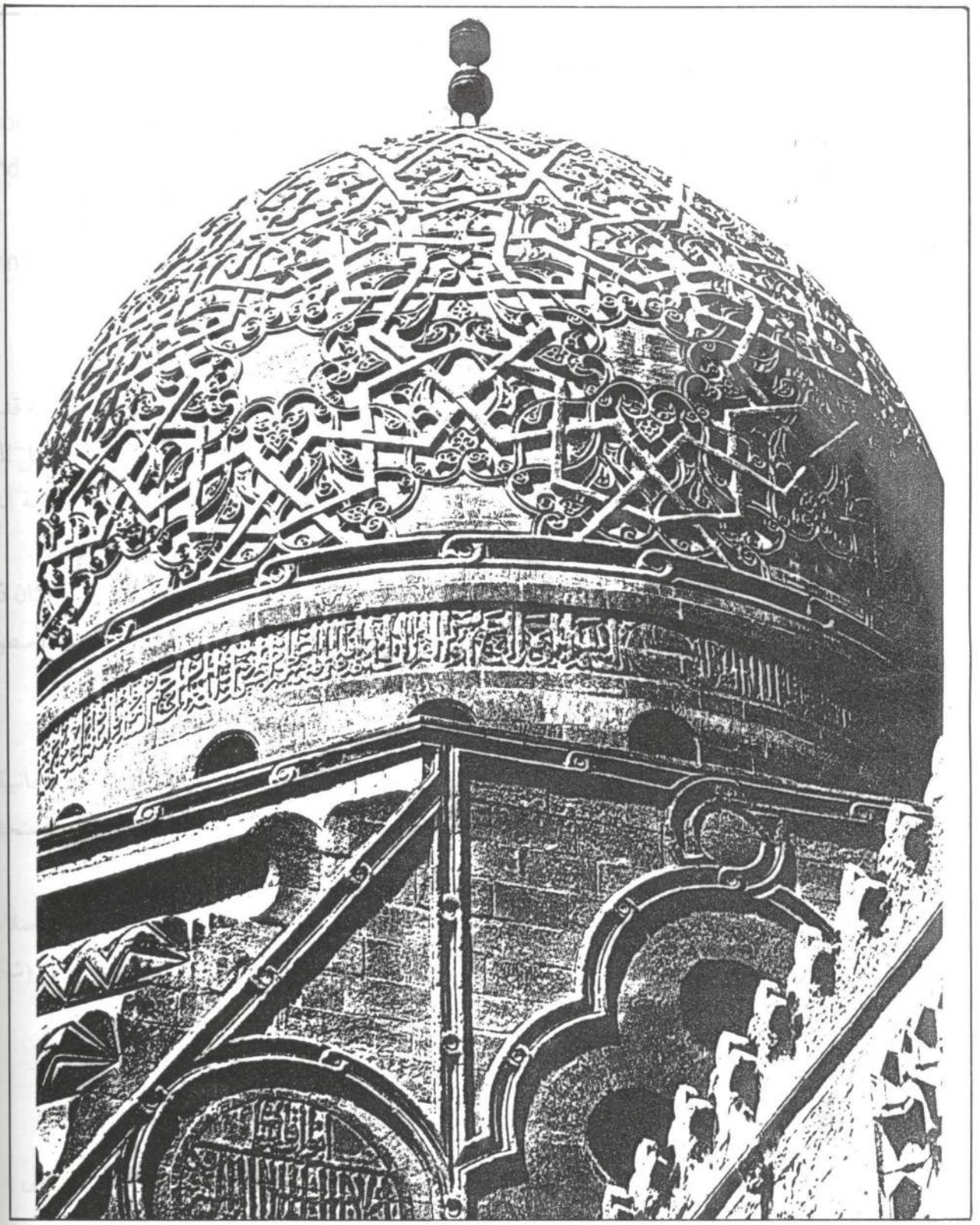
لم تكن هناك على عهد رسول الله الكريم أية مآذن، حيث كان يكتفي بالأذان بالارتقاء على ظهر المسجد أو على أعلى بناء حوله.

وكلمة المئذنة تنتسب إلى الأذان للصلاة، وكمرادف لهذه الكلمة استعملت كلمة المنارة باعتبار أن المآذن الأولى في مصر وفي شمال افريقيا (على شاطىء البحر الابيض المتوسط) قد شيدت على منوال منارة



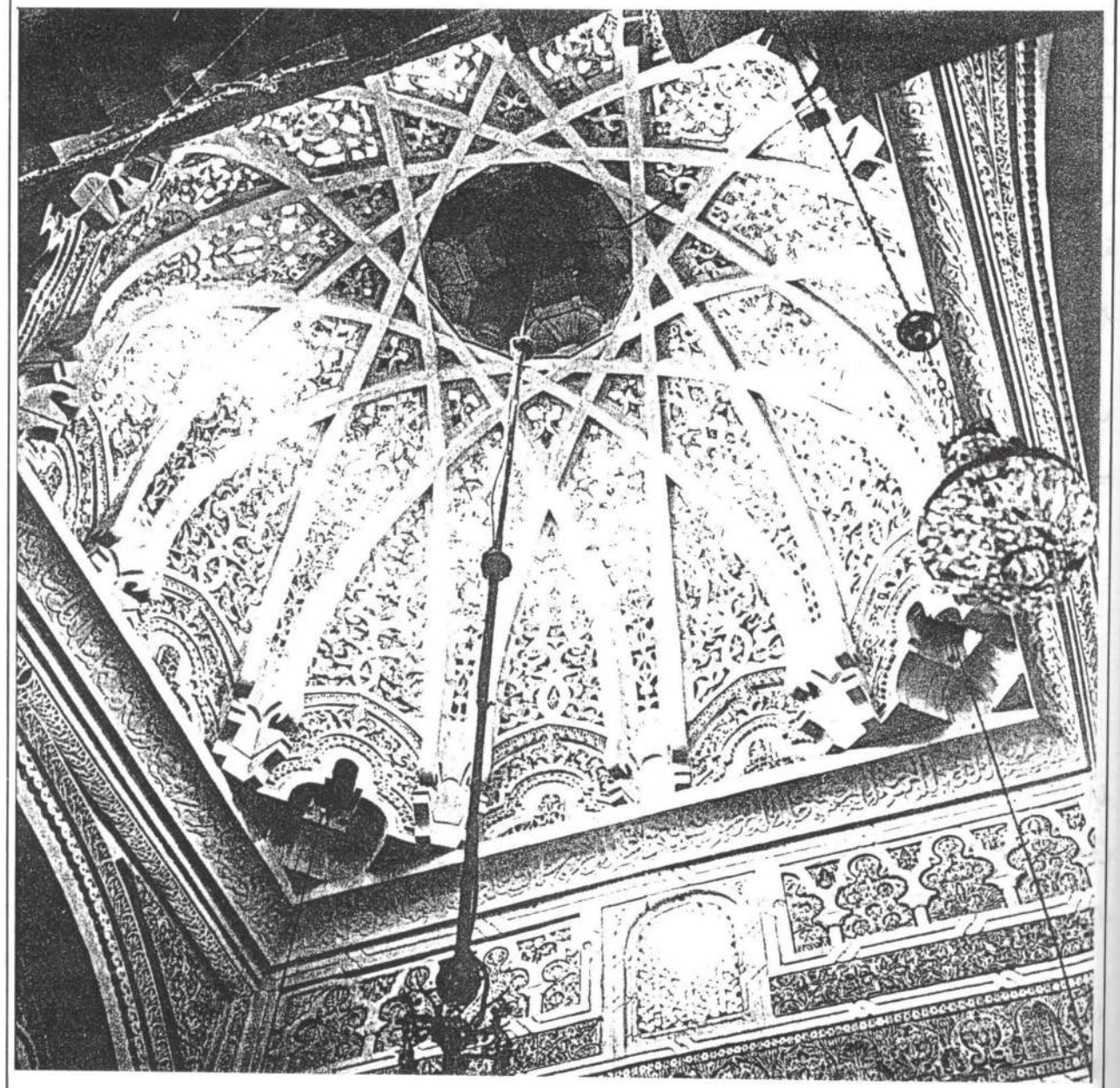
شكل (٢٣)

أمثلة من القباب المستعملة في العالم الاسلامي.



شكل (٢٤)

قبة السلطان قايتباي بالقاهرة، وتجمع زخارفها بين الأشكال الهندسية والعناصر النباتية.



شكل (٢٥)

قبة تعلو محراب الجامع الكبير بتلمسان بالجزائر، تزينها من الداخل تعاريق وزخارف شريطية رائعة.

الاسكندرية التي كانت تضاء عند قمتها لتهدي السفن، فضلا عن أن كلمة المنارة ربما تكون قد استخدمت في معنى مجازي ايضا هو إنارة القلب بالايمان عند الدعوة من على المنارة للصلاة، فهي بمثابة وسيلة لهدى الناس بنور الدين.

ولقد اقتبست المنارات أو المآذن الأولى في الإسلام أشكال الأبراج القديمة ذات الهيئة المربعة، كما امتد الاقتباس إلى منارة «فاروس» Pharos Lighthouse بالاسكندرية [1] التي تعتبر أول منارة ضخمة في العالم (شكل ٢٦) وقد بدىء في تشييدها على جزر فاروس بالقرب من ساحل مدينة الاسكندرية في حوالي سنة ٢٨٣ قبل الميلاد، واستغرق بناؤها حوالي احدى عشرة سنة، وترتفع المنارة حوالي ١١١ متراً فوق قاعدتها المربعة، وتحمل عند قمتها أضواء لارشاد السفن، وقد دمرت منارة الاسكندرية بفعل زلزال، وذلك سنة ١٣٠٧ أو ١٣٢٦م، وبذلك تكون هذه المنارة قد صمدت حوالي ستة عشر قرناً من الزمان، وهي آخر عجائب الدنيا السبع التي لم يبق منها في الوقت الحاضر سوى الهرم الأكبر بالجيزة بمصر.

هذا ويبين شكل (٢٧) بعض المراحل التي مرَّت بها عمارة المآذن من القاعدة المربعة الى الاشكال الرشيقة ذات الزخارف البديعة، كما يبين شكلا (٢٨)، (٢٩) أمثلة عديدة للمآذن/ المنارات المستعملة في مساجد وجوامع العالم الاسلامي.

ونشير فيما يأتي إلى بعض مآذن ذات سمات خاصة.

**منارة الاسكندرية بوصف ابن جبير[2]**

**(٥٣٩ - ٦١٤هـ) = (١١٤٤ - ١٢١٧م)**

عن منار الاسكندرية يقول ابن جبير في كتابه «رحلة ابن جبير»[3] :

«ومن أعظم ما شاهدناه من عجائبها المنار الذي قد وضعه الله عز وجل على يدي من سخر لذلك آية للمتوسمين، وهداية للمسافرين، لولاه ما اهتدوا في البحر الى بر الاسكندرية، يظهر على أزيد من سبعين ميلا. ومبناه في غاية العتاقة والوثاقة طولا وعرضا، يزاحم الجو سموا وارتفاعا، يقصر عنه الوصف، وينحسر دونه الطَّرْف، الخبر عنه يضيق، والمشاهدة له تتسع.

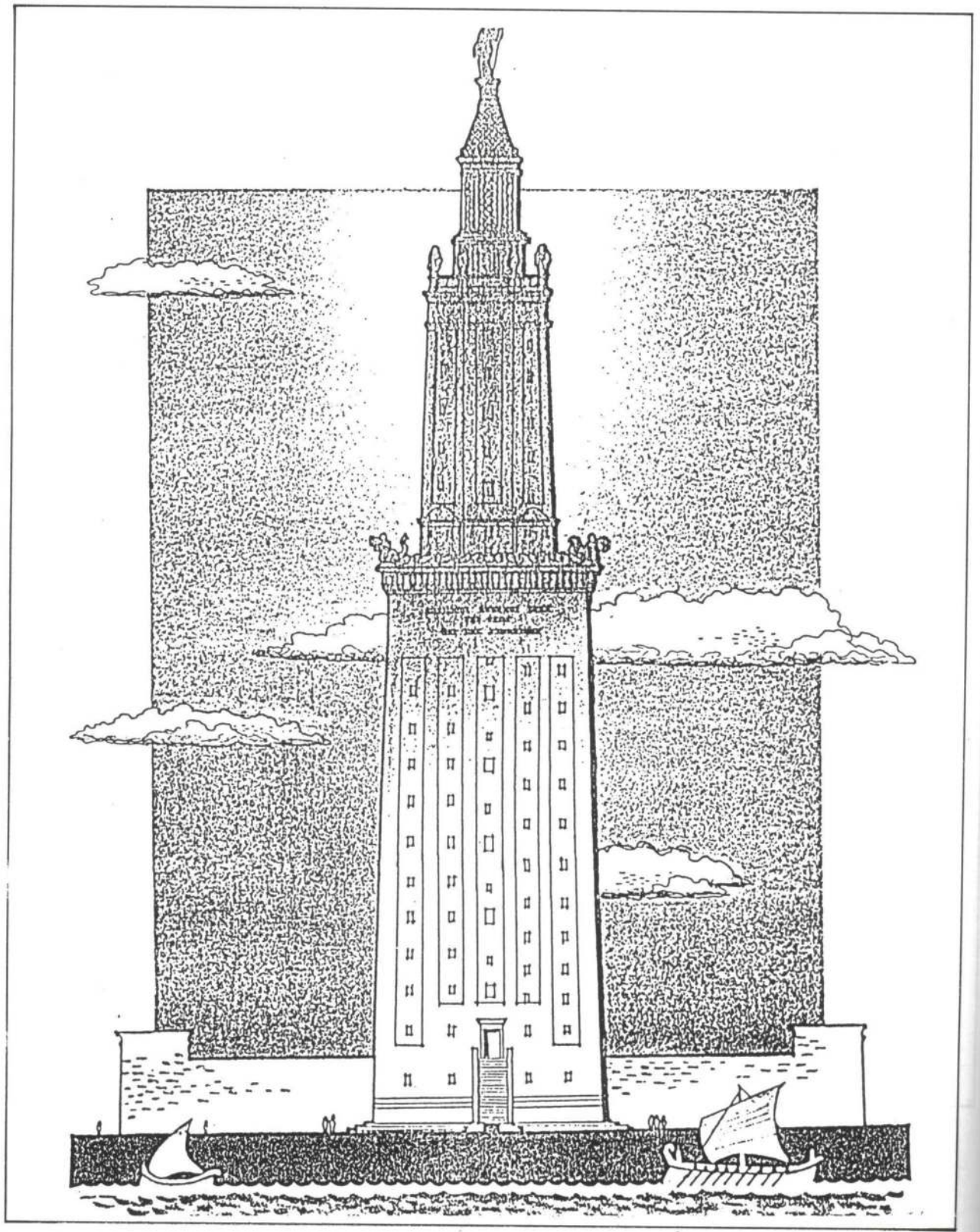
ذرعنا أحد جوانبه الأربعة فألفينا فيه نيفا وخمسين باعا، ويذكر أن في طوله أزيد من مئة وخمسين قامة، وأما داخله فمرأى هائل، اتساع معارج ومداخل، وكثرة مساكن، حتى أن المتصرف فيها والوالج في مسالكها ربما ضل، وبالجملة لا يُحَصِّلُها القول، والله لا يخليه من دعوة الاسلام ويبقيه..».

---

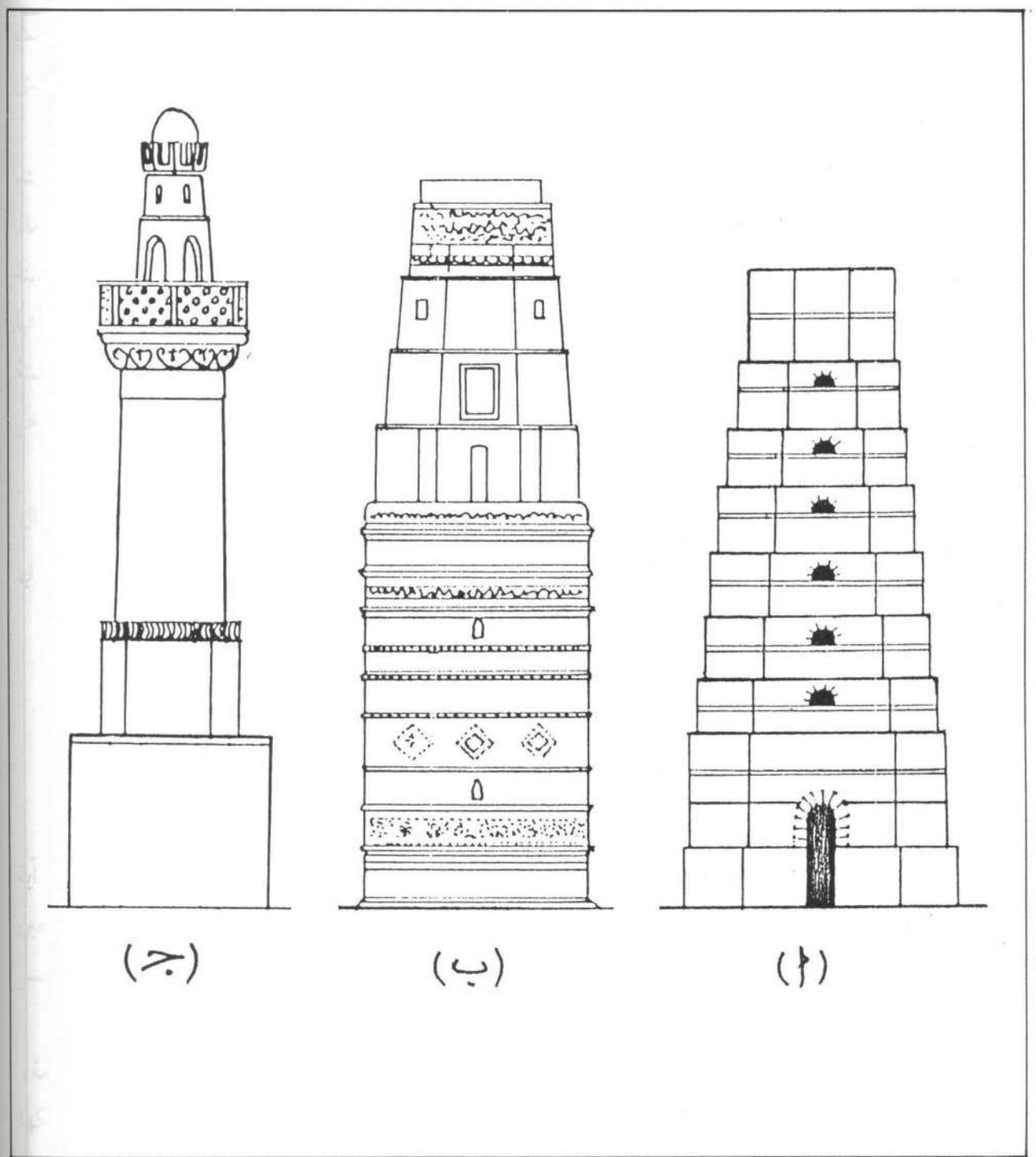
(١) عاش الاسكندر الاكبر - مؤسس مدينة الاسكندرية - في الفترة من ٣٥٦ ق.م. حتى سنة ٣٢٣ ق.م. وأسس مدينة الاسكندرية سنة ٣٣١ق.م. وقد احتلت الاسكندرية مركزاً حضارياً مرموقاً في العالم، ففي القرن الأول قبل الميلاد كانت الاسكندرية أكبر مدن العالم، وكان ذلك في عهد أوغسطس Augustus الذي حكم في الفترة الممتدة من ٦٣ ق.م. حتى سنة ١٤م.

(٢) هو ابوالحسن محمد بن أحمد بن جبير الكناني الأندلسي.

(٣) منشورات دار ومكتبة الهلال، بيروت، الطبعة الثانية، سنة ١٩٨٦م، صفحة ١٤.

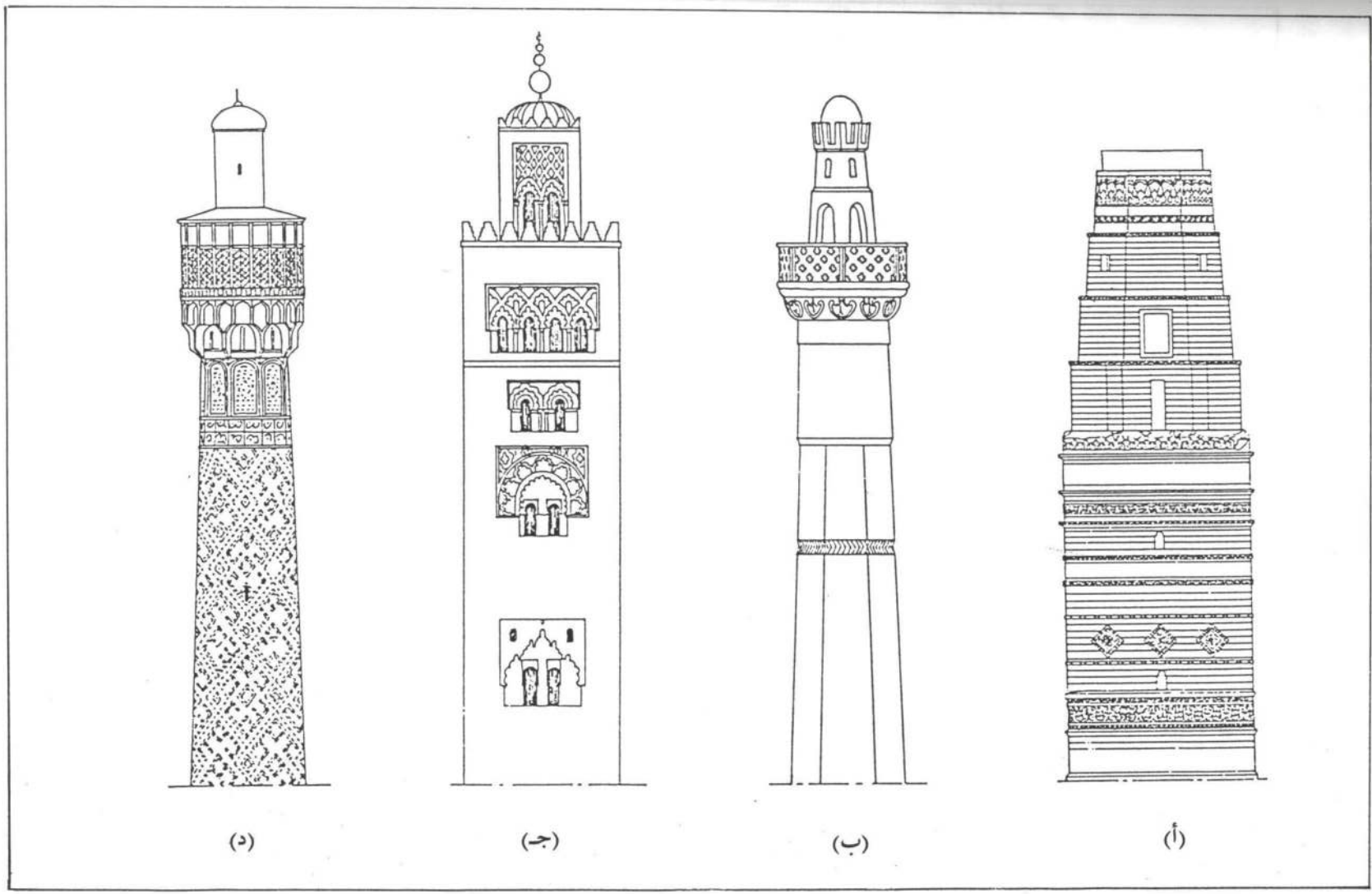


شكل (٢٦)
منارة فاروس بالاسكندرية (٢٨٣ق.م. - ١٣٢٦ م) وكانت إحدى العجائب السبع في العالم القديم.




شكل (٢٧)
مراحل تطور المئذنة / المنارة.

(أ) الطراز الروماني للمنارات (منارة فاروس دوفر).
(ب) المنارة الغربية لمسجد الحاكم بأمر الله بالقاهرة.
(جـ) طراز متأخر من المآذن يبدأ بقاعدة مربعة، يعلوها وسط مثمن، وينتهي بقمة أسطوانية.




شكل (٢٨)

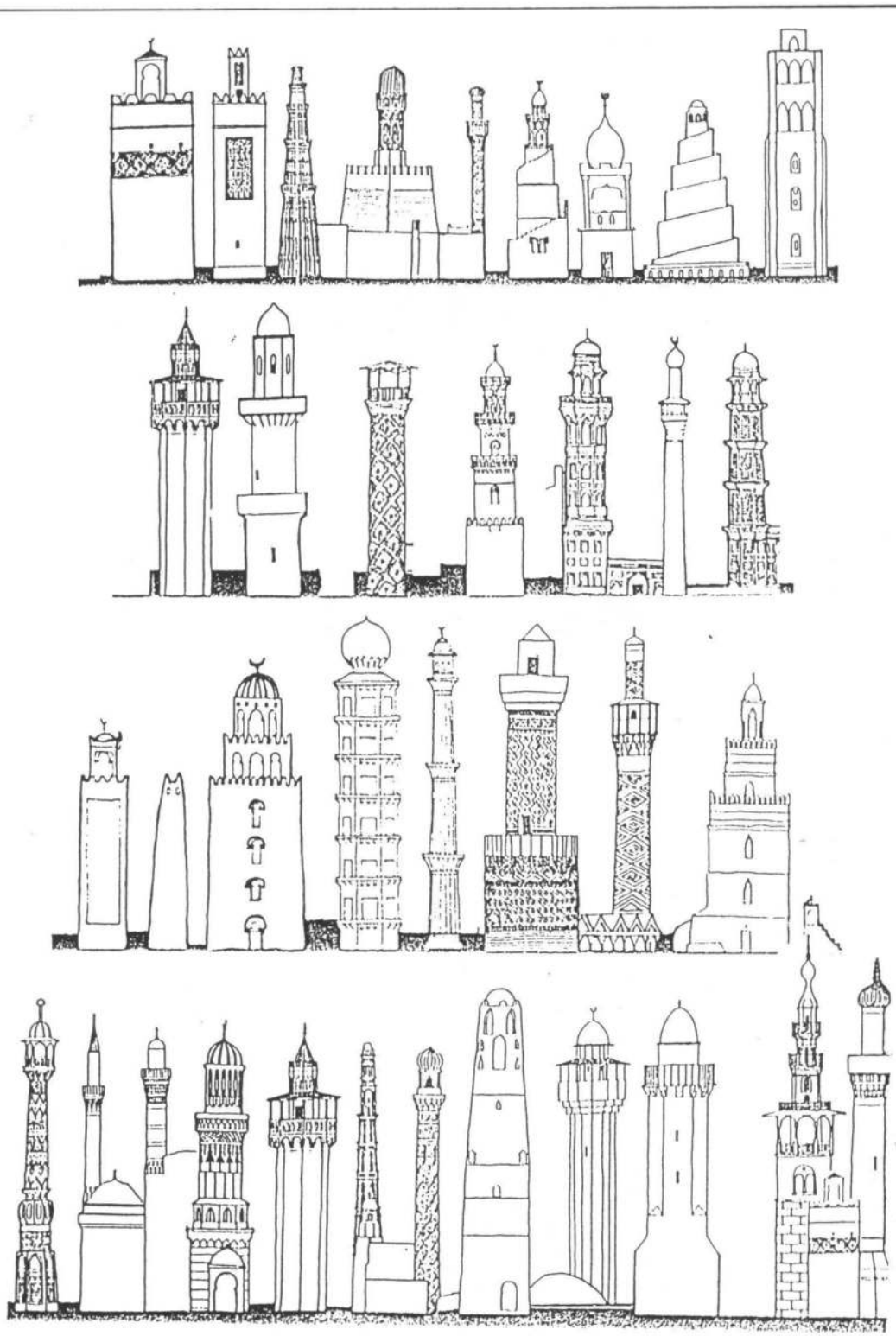
نماذج من المنارات/ المآذن في مدن مختلفة من العالم الاسلامي.

(أ) المنارة الغربية لمسجد الحاكم بأمر الله بالقاهرة.

(ب) منارة المسجد الجامع بناين بإيران ( Nayin, Iran ).

(جـ) منارة مسجد الكتبية بمراكش.

(د) منارة مسجد شحار باغ باصفهان ( Chahar Bagh Mosque ).



شكل (٢٩)
أمثلة لأشكال متعددة من المآذن المستعملة في مشارق العالم الاسلامي ومغاربه.

### أولى المآذن (القرن الأول الهجري)

تعد أول مئذنة تشيد في الاسلام تلك المنارة التي بناها مسلمة بن مخلد لجامع عمرو بن العاص بمصر، بناء على أمر الخليفة معاوية بن أبي سفيان، ويقال إن مسلمة كان قد رأى منارة الاسكندرية فأنشأ المئذنة الأولى في الاسلام على غرارها.

وتعتبر أقدم مئذنة لاتزال قائمة حتى اليوم مئذنة جامع القيروان بتونس، وكان قد بدأ تشييد الجامع عقبة بن نافع سنة ٥٠هـ = ٦٨٠م، أما المئذنة الباقية فقد أقامها الخليفة الأموي هشام بن عبدالملك سنة ١٠٥هـ = ٧٢٣م.

### المنارات الملويَّة
(القرن الثالث للهجرة)

المنارة أو المئذنة الملوية هي منارة مسجد سامراء الكبير التي شيدها الخليفة المتوكل العباسي (٢٣٤ - ٢٣٧هـ) = (٨٤٩ - ٨٥٢م)، وتقوم على قاعدة مربعة متصلة بالمسجد، ترتفع عليها طبقة أسطوانية تستدق كلما اتجهنا صعودا، وتنتهي المئذنة بطبقة مثمنة، ومن فوق القاعدة شيد سلم حلزوني خارجي يدور حول البناء صعودا في اتجاه الطواف (عكس اتجاه عقارب الساعة)، وعلى هذا النمط بنيت منارة مسجد أحمد بن طولون [1] (٢٦٣ - ٢٦٥هـ) = (٨٧٦ - ٨٧٨م) عند سفح جبل المقطم في القاهرة، كذا مئذنة جامع أبي دلف بمدينة سامراء، وقد اقتُبس هذا الطراز من المآذن عن المعابد السومرية والبابلية.

### المآذن المربعة
(القرن السادس الهجري)

هناك مجموعة من المآذن تشترك في هيئتها المربعة التي تشبه في شكلها العام منارة الاسكندرية الشهيرة، وكانت هذه المنارة تتكون من طبقات ثلاث، تدخل كل طبقة منها في الطبقة التي تحتها، بحيث إنها تتخذ شكل البرج المدرج.

من هذه المنارات والمآذن نذكر على سبيل المثال:

١ - منارة جامع القيروان بتونس، شكل (٣١).

٢ - منارة جامع الكتيبة بمدينة مراكش.

٣ - مئذنة جامع اشبيلية بالأندلس، وقد حولت الى برج كاتدرائية عرفت باسم جيرالدا ( La Giralda ).

٤ - مئذنة جامع حسان بمدينة الرباط بالمغرب.

ويرجع تاريخ تشييد هذه المآذن جميعها الى القرن ٦هـ = القرن ١٢م.

---

(١) راجع شكل (٣٠).

### منارة مسجد إشبيلية

تعد منارة مسجد إشبيلية بالأندلس من أروع المآذن الاسلامية، وقد شيدها الخليفة أبويعقوب يوسف سنة ٥٨٤هـ = ١١٨٨م على مثال منارة جامع حسان، وجامع الكتيبة المتقدم ذكرهما.

وقد تحولت هذه المنارة الى برج كنسي يعرف اليوم باسم برج «الجيرالدا»، وهي تحوير للكلمة الاسبانية خيرالدا بمعنى الدوَّارة، حيث إن السهم المركب في أعلاه يكاد يكون دائم الدوران من شدة الريح عند هذا العلو الذي يبلغ حوالي ٩٦ مترا.

### المنارات التركية

تمتاز هذه المنارات بنحافتها البالغة وانتهائها بقمة مخروطية مدببة، فحق تشبيهها بالقلم الرصاص، وقد أخذ العثمانيون هذا الطراز الاسطواني الطويل الممشوق عن أسلافهم السلاجقة، وتنتمي الى هذا الطراز مآذن مسجد السلطان أحمد باستانبول، ومسجد محمد علي بحي القلعة بالقاهرة.

### منارات العصر المملوكي

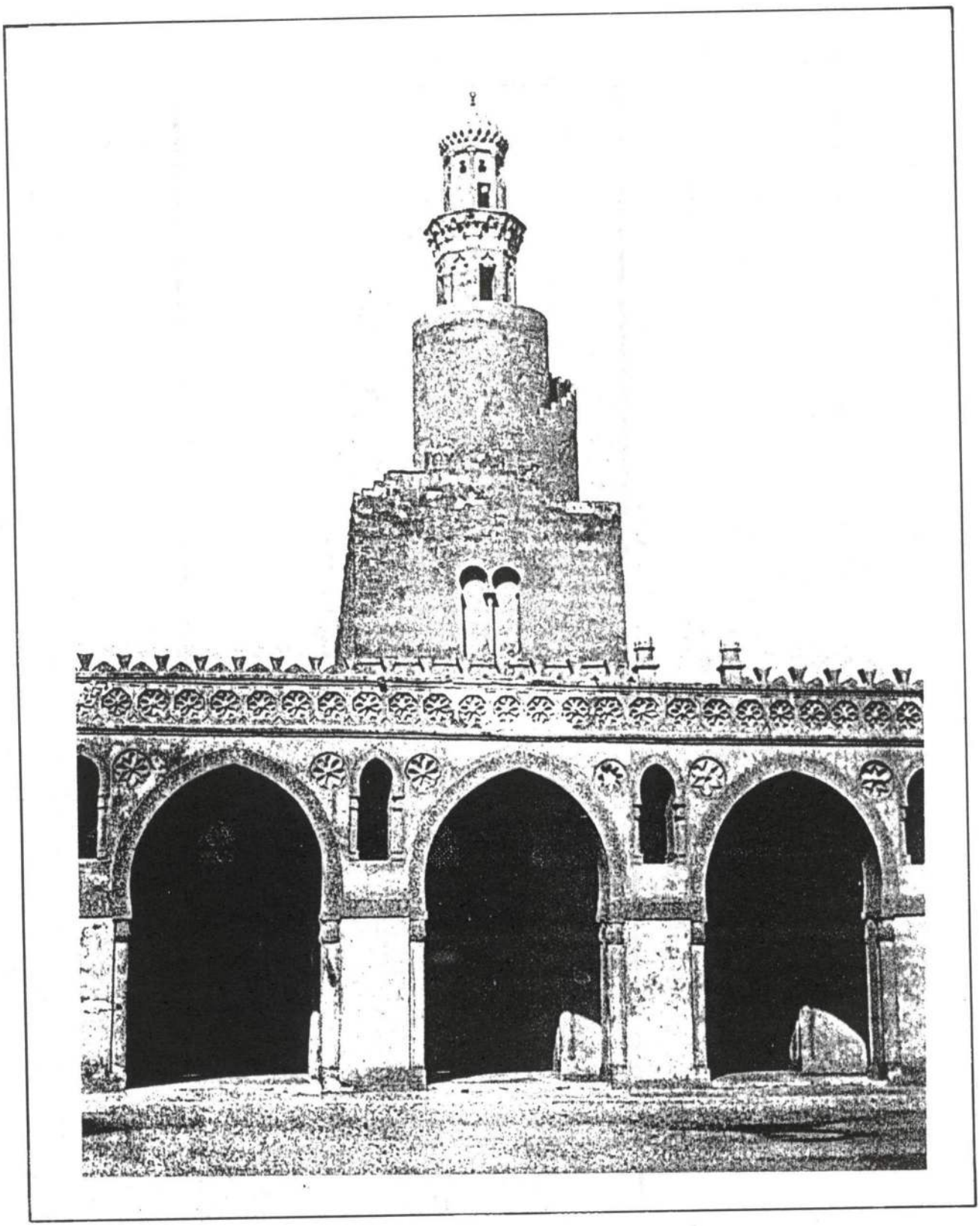
انتشرت هذه المنارات في الفترة الممتدة من القرن ٧هـ الى القرن ١٠هـ (القرن ١٣م ـ القرن ١٦م)، ويتكون معظمها من ثلاثة طوابق ذات أشكال مربعة ومثمنة ومستديرة على التوالي.

### منارات متعددة الرؤوس

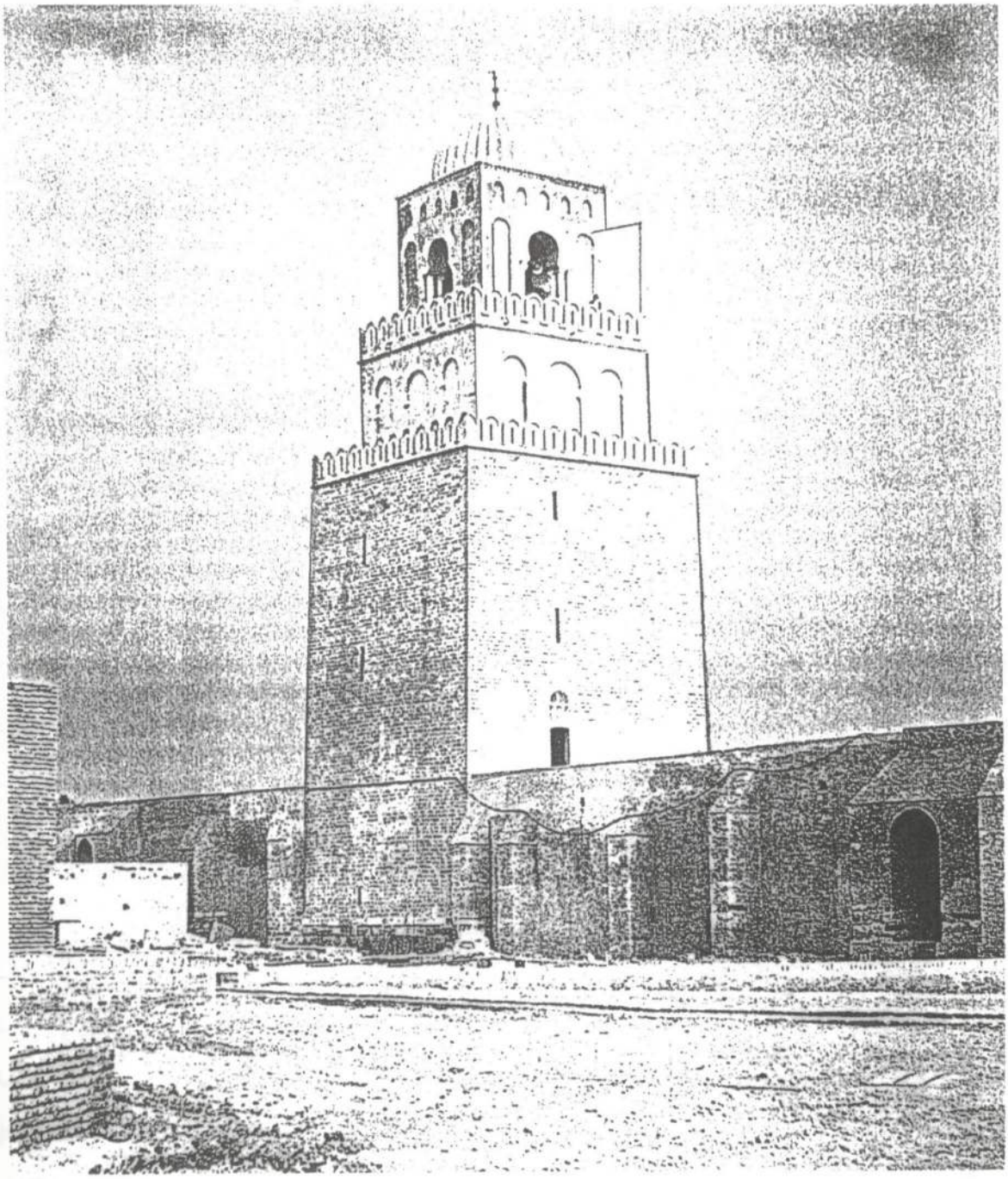
برزت ظاهرة تعدد الرؤوس في عدد من المآذن في مصر ابتداء من القرن ٨هـ (القرن ١٤م)، حيث نجد رؤوسا مزدوجة لكل من مئذنة جامع قايتباي الرماح بحي القلعة، ومئذنة السلطان الغوري بالجامع الأزهر، كما اشتملت مئذنة مدرسة السلطان الغوري بحي الغورية بالقاهرة على أربعة رؤوس.

### أعلى مئذنة في العالم الاسلامي

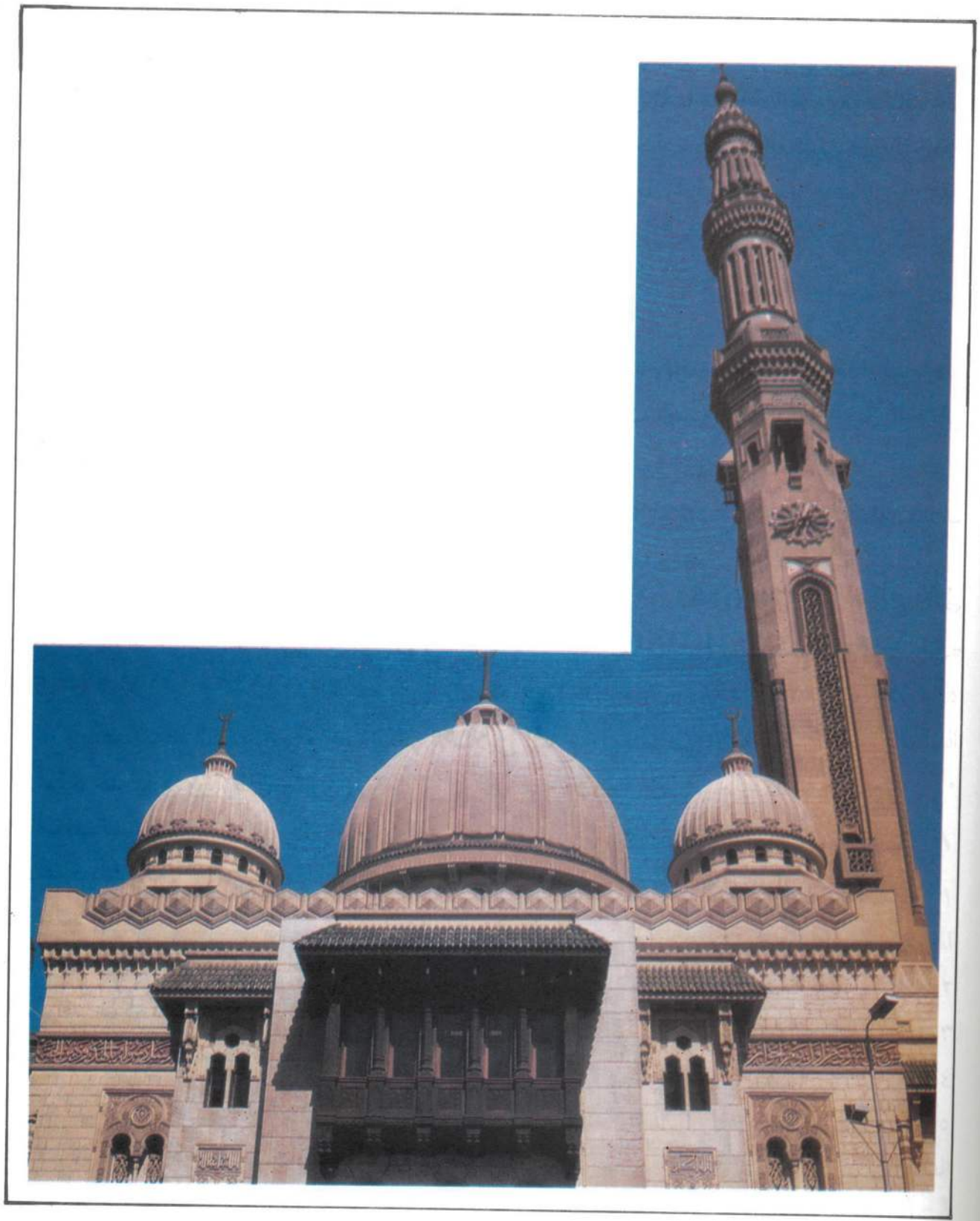
تعتبر مئذنة «مسجد الفتح» أو «مسجد أولاد عنان» الكائنة بساحة محطة مصر بالقاهرة أعلى مئذنة في العالم الاسلامي المعاصر شكل (٣٢)، حيث يبلغ ارتفاعها ١٣٠ مترا، وقد استغرق بناء المسجد عشرين سنة كاملة، ويشغل المسجد مساحة قدرها ثلاثة آلاف مترا مربعا، وتعتبر هذه المئذنة فريدة في نوعها نظرا لحجمها ودقة زخارفها وجمالها، ويوجد بداخل المئذنة مصعد داخلي فضلا عن سلم خرساني لولبي يصل من أسفلها الى أعلاها. أما القبة الرئيسية للمسجد الجامع فيبلغ ارتفاعها ٤٢ مترا عن صحن المسجد.



شكل (٣٠)
المنارة اللولبية لمسجد أحمد بن طولون بالقاهرة. (القرن ٣هـ = القرن ٩م).



شكل (٣١)
مئذنة الجامع الكبير بالقيروان بتونس (١٠٦ ـ ١٠٩هـ) = (٧٢٤ ـ ٧٢٧م).



شكل (٣٢)

أعلى مئذنة في العالم الاسلامي المعاصر، وهي مئذنة «مسجد الفتح» (أو مسجد أولاد عنان) بساحة المحطة بالقاهرة، حيث يبلغ ارتفاع هذه المئذنة ١٣٠ مترا.

### ١,٦,١,٥ ـ المحاريب

المحراب ( Niche ) هو ذلك العنصر الذي يحدد اتجاه القبلة في المساجد والجوامع، وهو بالتالي مَحَطُّ أنظار المتجهين صوب الكعبة المشرفة للصلاة، ومن ثم فقد حظي المحراب باهتمام القائمين على الزخرفة، حيث تنوعت أساليبها ما بين تكوينات هندسية وأشكال نباتية وخطوط زخرفية، وتضم الاشكال (٢٠)، (٤٦)، (٥١)، (٨٧)، (٩١)، (٩٢) أمثلة لبعض زخارف المحاريب.

### ١,٦,١,٦ ـ نماذج من البدايات الأولى للعمارة الاسلامية

١ ـ قبة الصخرة بالقدس الشريف (٦٦ ـ ٨٧ هـ) = (٦٨٥ ـ ٧٠٥م)وقد أدخلت على هذا البناء عدة تعديلات في وقت متأخر، لاسيما سنة ٩٦٩ هـ = ١٥٦١م حيث تمت تكسية الجدران الخارجية بالقاشاني الفارسي والجدران الداخلية بالمرمر.

٢ ـ كانت المآذن الأولى في الشام أبراج كنائس عدلت لتصبح مآذن، وقد بُنيت مئذنة جامع القيروان بتونس (١٠٦ ـ ١٠٩ هـ) = (٧٢٤ ـ ٧٢٧م) على هذا النمط.

٣ ـ يعتبر الجامع الكبير بقرطبة بالأندلس (١٧٠ ـ ٣٨٠ هـ) = (٧٨٦ ـ ٩٩٠م) مثلا متقنا للنماذج الأولى للعمارة الاسلامية، وفيه ألقى كل من ابن حزم (٣٨٤ ـ ٤٥٦ هـ) = (٩٩٤ ـ ١٠٦٤م)، وابن رشد (٥٢٠ ـ ٥٩٥ هـ) = (١١٢٦ ـ ١١٩٨م) دروسهما.

ويشتمل هذا البناء من ابتكارات الفكر الاسلامي المبدع على العناصر الآتية:

١ ـ عقود حدوية مدورة (طاق حدوي).

٢ ـ عقود مفصصة.

٣ ـ عقود متشابكة.

٤ ـ عقود متراكبة.

٥ ـ نوافذ عمياء ذات عقود مضاعفة.

٦ ـ نوافذ عمياء ذات عقود متقاطعة.

٧ ـ قباب ذات روافد مصلبة.

٨ ـ قباب مرفوعة على تعاريق ذات شكل نجمي.

### ١,٦,١,٧ ـ نماذج من انجازات العمارة الإسلامية

(أ) من القصور

١ ـ قصر الحير (١١٠ ـ ١١١ هـ) = (٧٢٨ ـ ٧٢٩م).

٢ ـ قصر التوبة بالقرب من عَمان.

٣ ـ قصور اخيضر وسامراء بالعراق في العصر العباسي.

٤ ـ قصر الحمراء بغرناطة (٧٠٩ ـ ٧٥٥ هـ) = (١٣٠٩ ـ ١٣٥٤م)، وفيه تظهر العقود المقرنصة، والأعمدة ذات التيجان.

**(ب) من الجوامع والمساجد**

١ ـ الجامع الكبير بقرطبة (١٧٠ ـ ٣٨٠ هـ) = (٧٨٦ ـ ٩٩٠م)، وقد سبقت الاشارة اليه.

٢ ـ مسجد بو فتاتة بسوسة في تونس (٢٣٦ ـ ٢٣٧ هـ) = (٨٥٠ ـ ٨٥١ م).

٣ ـ المسجد الكبير في سامرَّاء بالعراق (٢٣٤ ـ ٢٣٧ هـ) = (٨٤٩ ـ ٨٥٢م).

٤ ـ جامع ابن طولون بالقاهرة (٢٦٣ ـ ٢٦٥ هـ) = (٨٧٦ ـ ٨٧٨م).

٥ ـ الجامع الأزهر بالقاهرة (٣٦٠ هـ = ٩٧٠م).

٦ ـ جامع اشبيلية ومئذنته الشهيرة «الجيرالدا» (٥٥٤ هـ = ١١٥٩م).

٧ ـ مسجد تبريز بفارس (٦٠١ هـ = ١٢٠٤ م).

٨ ـ مسجد السلطان برقوق بالقاهرة (٧٨٦ هـ = ١٣٨٤م).

٩ ـ مجموعة المساجد التي بناها عبد المنَّان سنان باشا المعمار (٨٩٥ ـ ٩٨٦هـ) = (١٤٨٩ ـ ١٥٧٨.م)، ومنها: مسجد شاه زاده باستانبول (٩٥٥ هـ = ١٥٤٨م)، شكل (٣٢). مسجد السليمانية باستانبول (٩٥٦ ـ ٩٦٥هـ) = (١٥٤٩ ـ ١٥٥٧م) (مسجد السلطان سليمان الأول ـ القانوني)، شكلا (٣٣)، (٣٤). مسجد السلطان سليم في أدرنة بتركيا (٩٧٦ ـ ٩٨٢هـ) = (١٥٦٨ ـ ١٥٧٤م)، شكل (٣٥).

١٠ ـ مسجد إصفهان بفارس (٩٩٤هـ = ١٥٨٥م).

## ١,٦,١,٨ ـ بعض السِّمات البارزة في العمارة الاسلامية

١ ـ ابتكار أشكال جديدة من العقود المفردة والمجمعة، منها العقد الحدوي والعقد المقرنص، والعقود المتشابكة والمتقاطعة والمتراكبة.

٢ ـ بناء القصور العظيمة والجوامع الكبيرة والمستشفيات الفسيحة.

٣ ـ بناء الاقبية من الحجارة والطوب.

٤ ـ توفير الأحياز المتسعة، منها الصحن والنافورة المركزية.

٥ ـ تدبير مساحات كبيرة في المساجد تعلوها القباب من الخارج مع بناء المحاريب لتحديد اتجاه القبلة في الداخل.

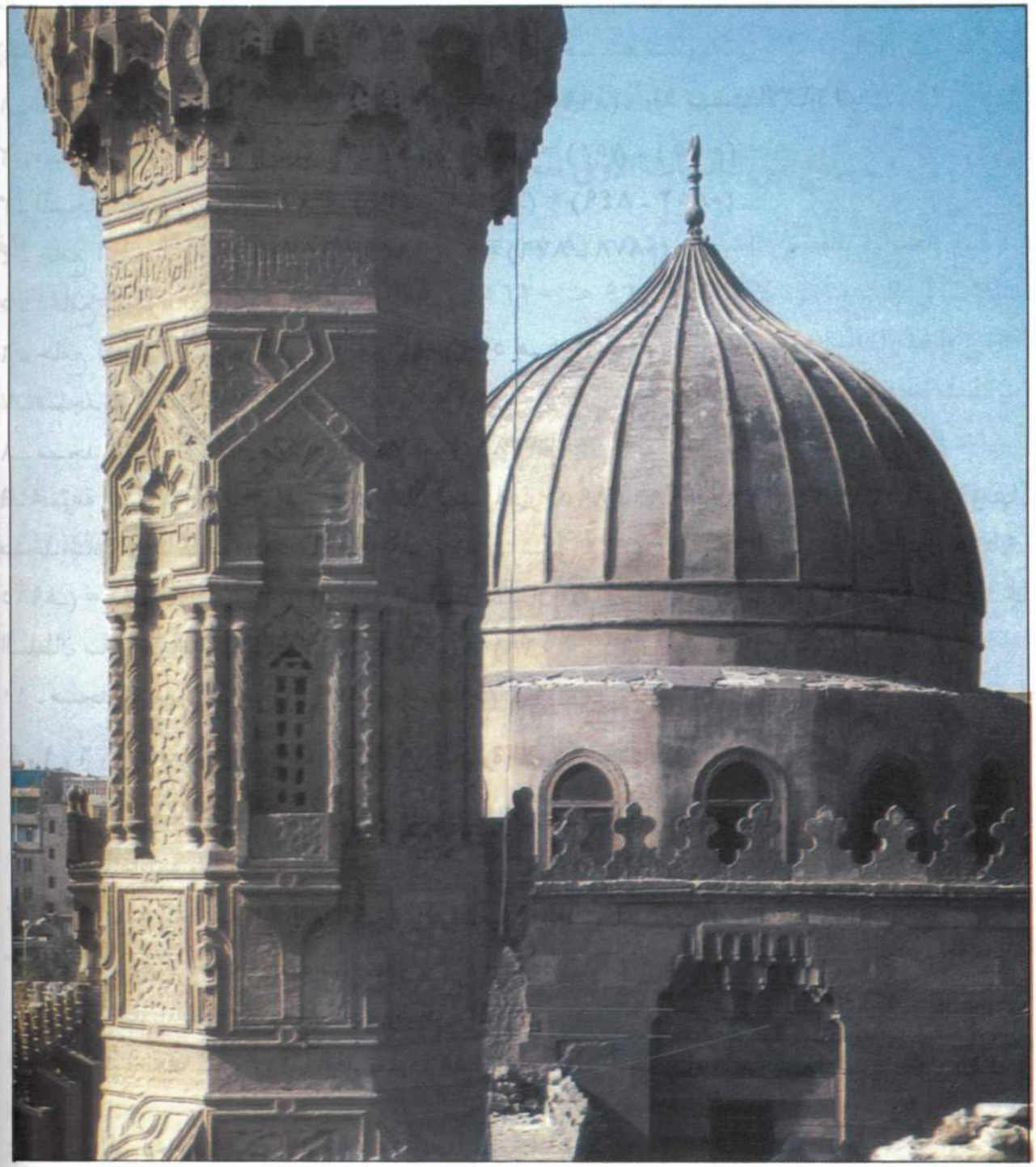
٦ ـ كساء الأسطح بالزخارف البارزة والمحفورة والمرسومة والملصقة.

٧ ـ ابتداع فن الرقش العربي المعروف بالأرابيسك: Arabesque ، وتتكون عناصره من مجموعتين هما:

(أ) العناصر الهندسية البسيطة والمركبة والمتداخلة.

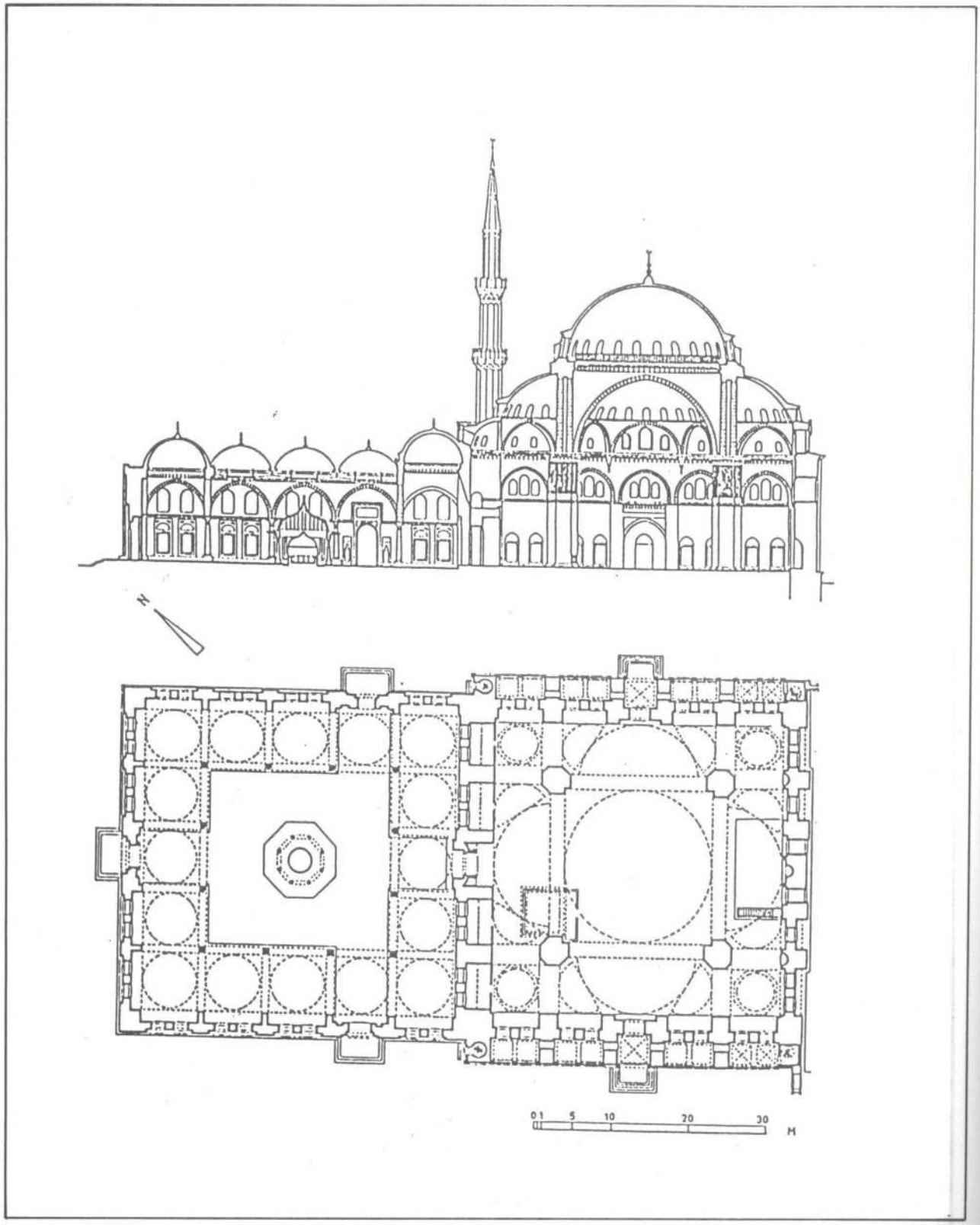
(ب) العناصر النباتية المحورة عن الطبيعة.

وقد أخذ المسلمون بهذا المنحنى تحرزا من التورط في رسم او نحت التماثيل، وهو امر مكروه في الاسلام خوفا من الانزلاق الى ساحة الاصنام.



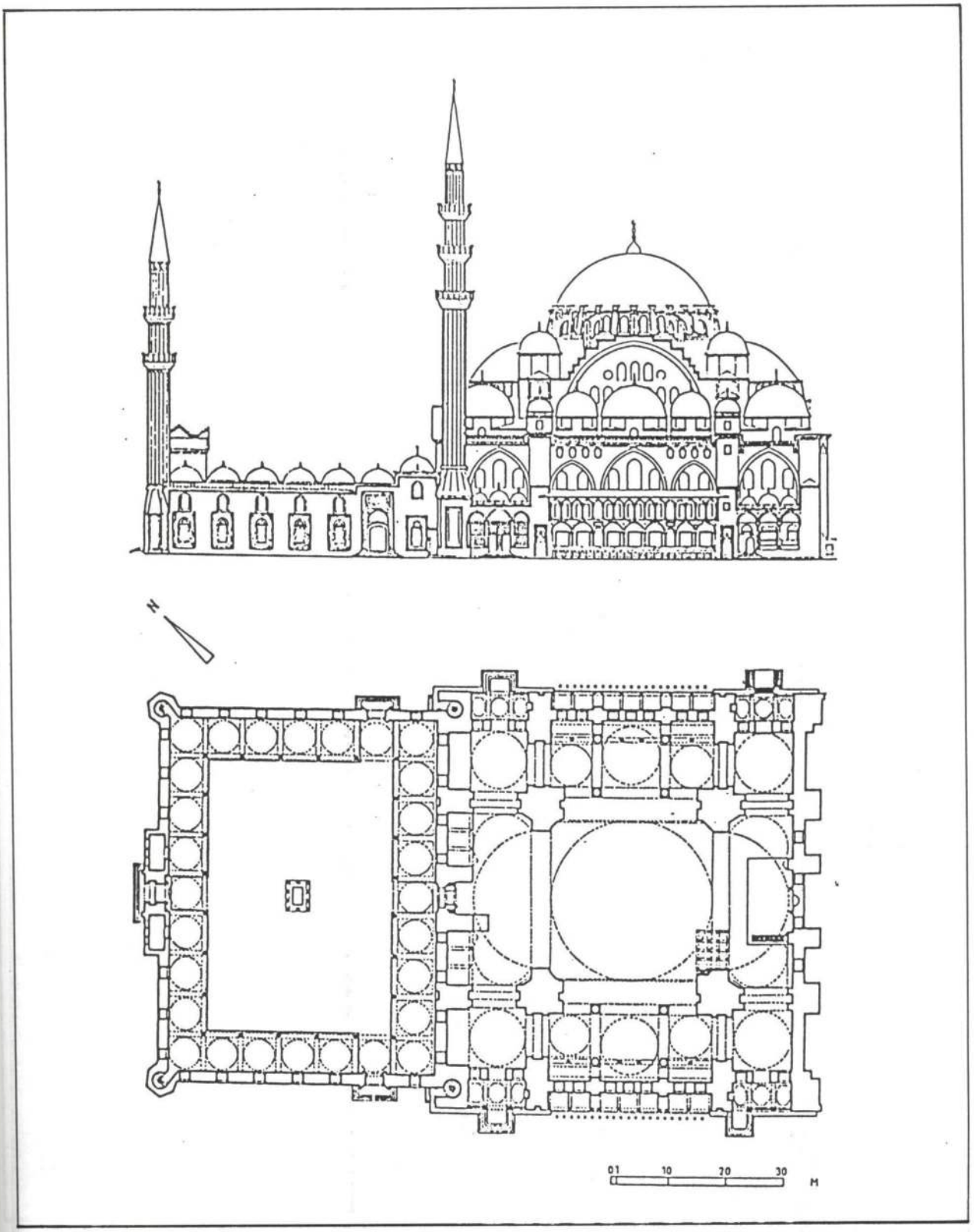
شكل (٣٣)

مئذنة الجامع الازهر الشريف بالقاهرة (٣٦٠ ـ ٣٦٢ هـ) = (٩٧٠ ـ ٩٧٢م).



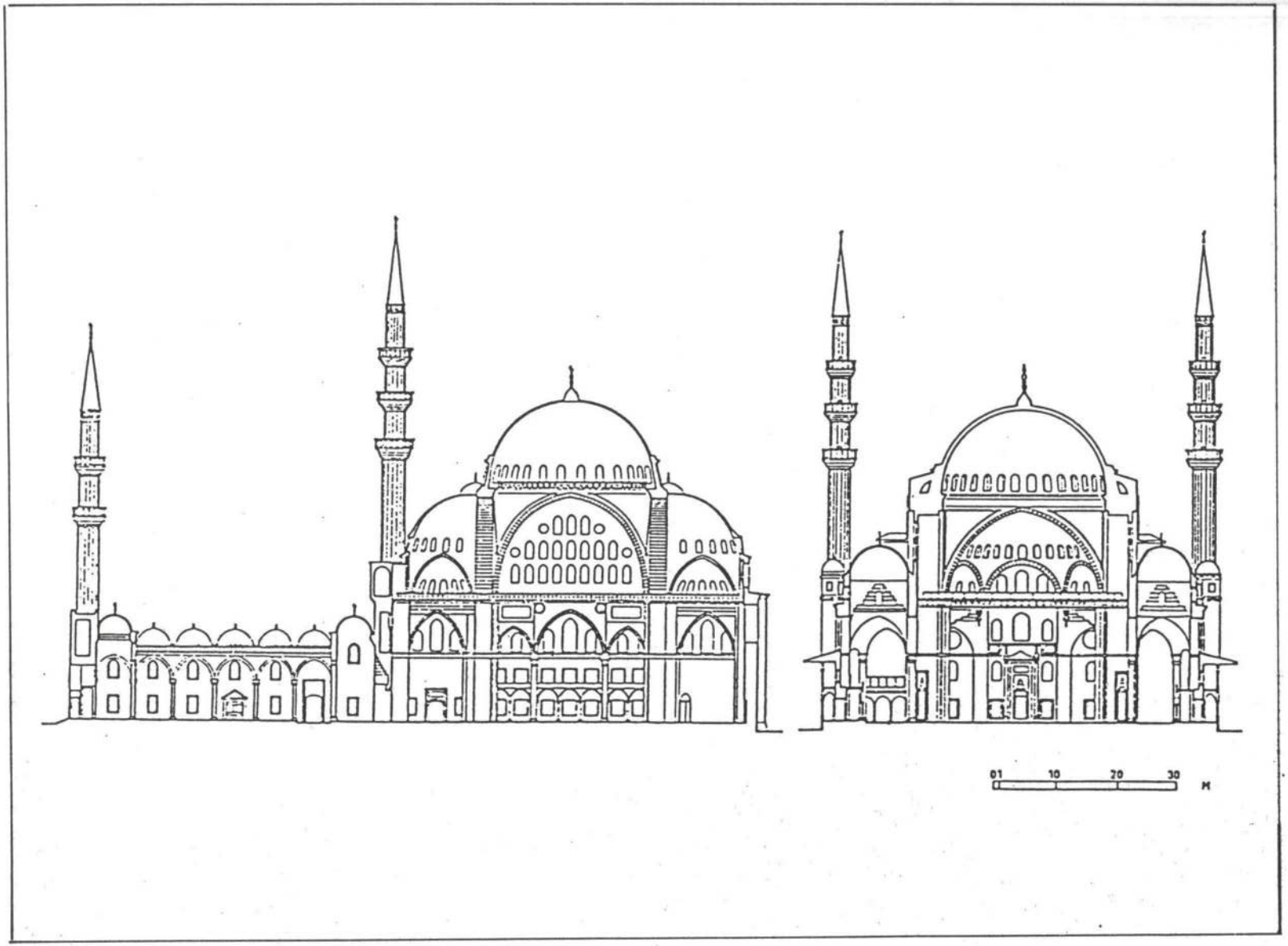

شكل (٣٤)

قطاع رأسي ومسقط أفقي لمسجد شاه زاده باستانبول. (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦م).




شكل (٣٥)

مسقط رأسي ومسقط أفقي لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦ م)




شكل (٣٦)

قطاع طولي وقطاع جانبي لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦ م)



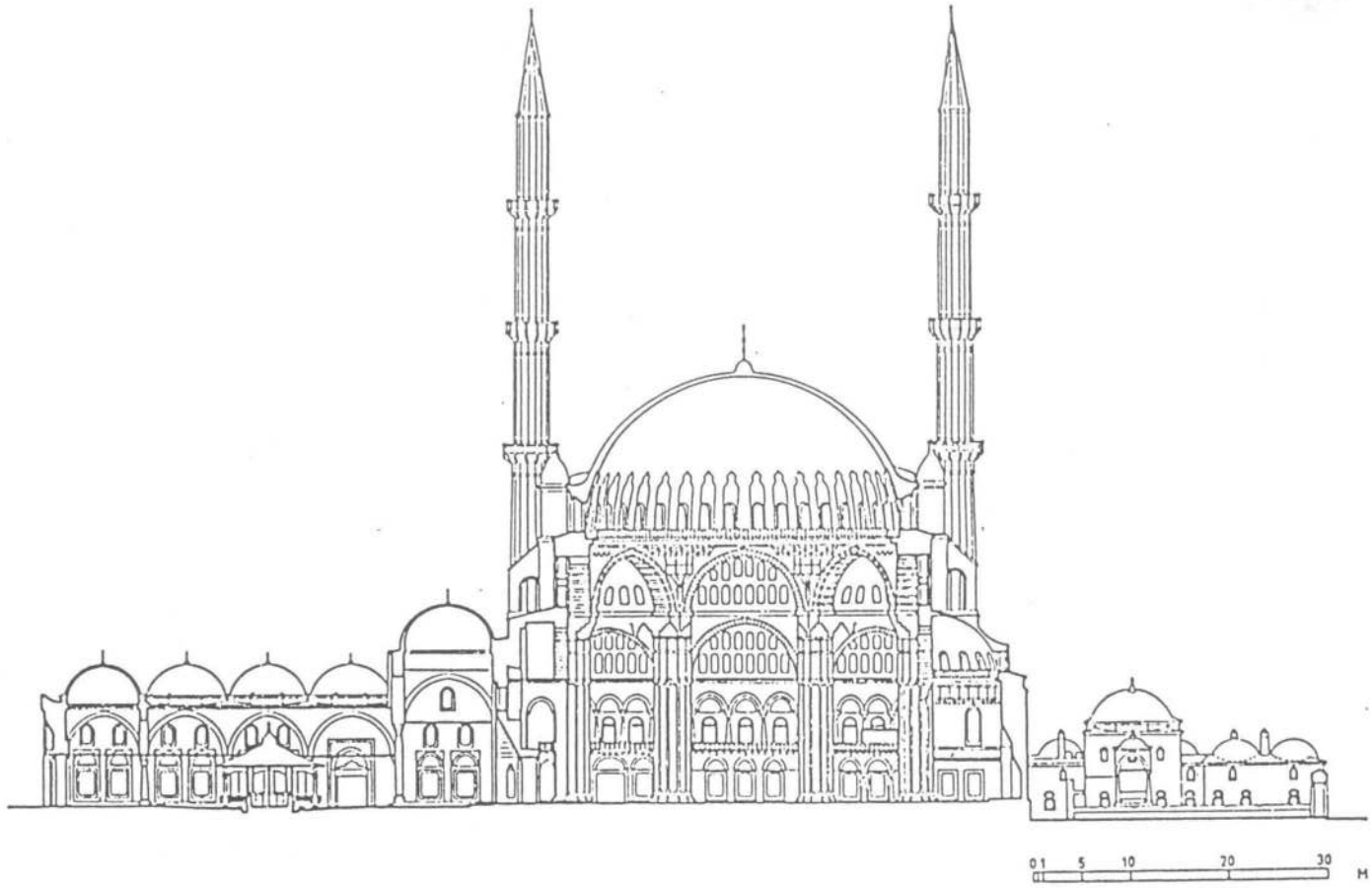
شكل (٣٧)

منظر عام لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦م)



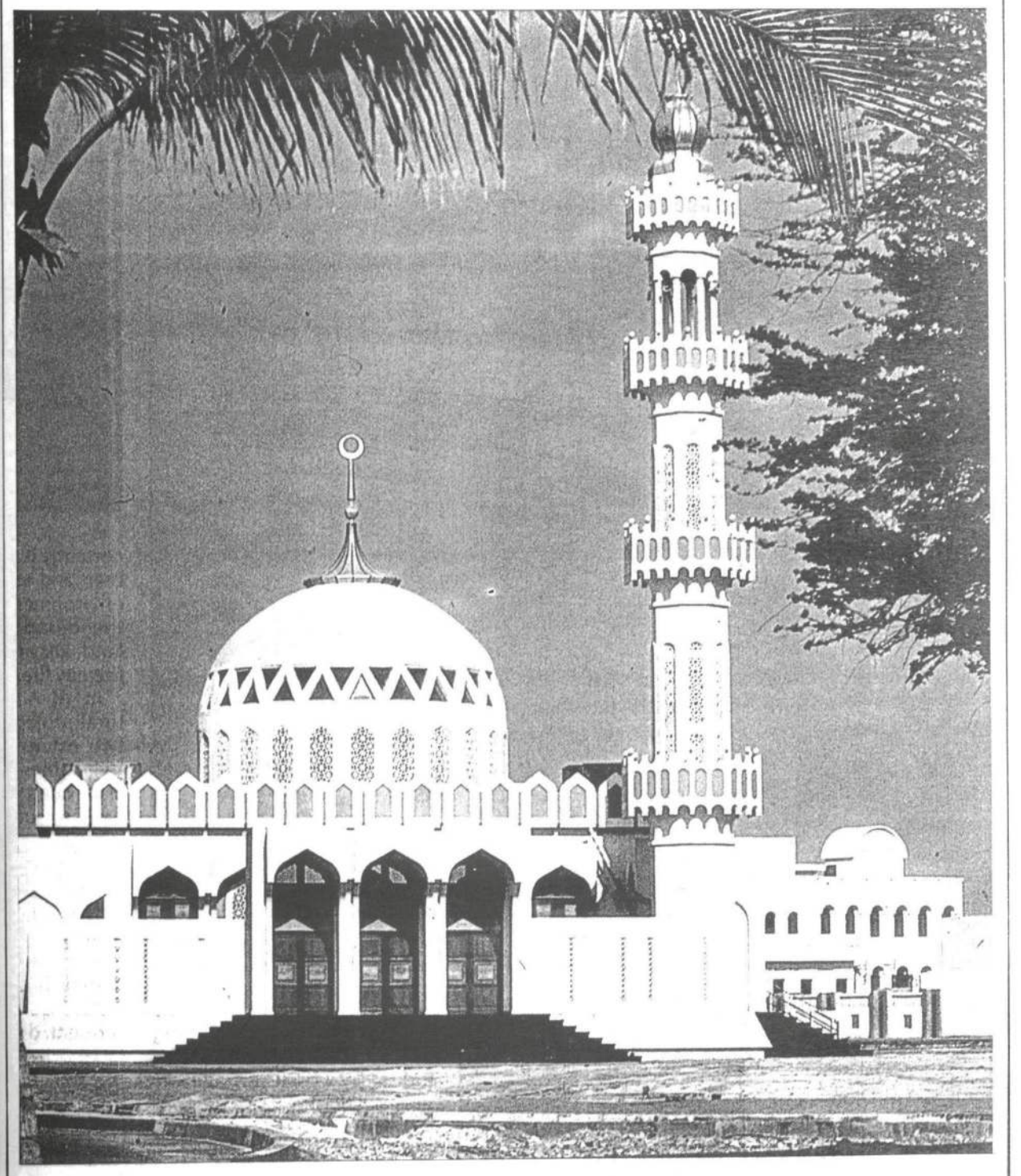
شكل (٣٧)

منظر عام لمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦م)




شكل (٣٨)

قطاع طولي لمسجد السليمية بأدرنة بتركيا (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦م)



شكل (٣٩)

مثال من العمارة الاسلامية المعاصرة لمسجد، تعتمد الزخرفة فيه على العناصر الهندسية.

## ١,٦,٢ ـ العناصر الجمالية

### ١,٦,٢,١ ـ المُقرنصات ـ الدلايات

تُعزى الى عرب الشام فكرة استخدام المثلثات الكروية للانتقال من البناء المربع الى القبة تامة الاستدارة، كما ينسب الى أهل العراق أسلوب تحويل المربع الى دائرة (تُغطىً بقبة) بوضع حَنِية في الأركان، منها حَنِية المقرنص التي كانت تتخذ هيئة تجويف ذي رأس من قبة نصف دائرية.

ولقد استخدمت الدلايات ( Stalactites ) أو الرؤوس المتدلية، التي تشبه خلايا النحل ( Honey comb ) في تغطية البناء المربع عند اتصاله بقبة مستديرة، شأنها في ذلك شأن المقرنصات ( Squinches )، كما استخدمت الدلايات في زخرفة المحاريب والعقود (الأشكال ٤٠ الى ٤٨).

### ١,٦,٢,٢ ـ الرقش العربي

إن تعاليم الدين الاسلامي الحنيف تحض على الابتعاد عن نحت التماثيل وعمل الرسوم الآدمية والحيوانية، مما حدا بالفنان المسلم الى الاتجاه الى ابتداع الزخارف الهندسية (الأشكال ٤٩ ـ ٦١)، والزخارف النباتية (الأشكال ٦٣ ـ ٧٤)، وهو الفن الذي عرف بفن الرقش العربي: الأرابيسك ( Arabesque )، وقد انضم الى هذه الزخارف عنصر الخط العربي ( Calligraphy ) بأشكاله الجمالية المتباينة (الأشكال ٧٥ ـ ١٠٢)، وذلك منذ القرن الثاني للهجرة.

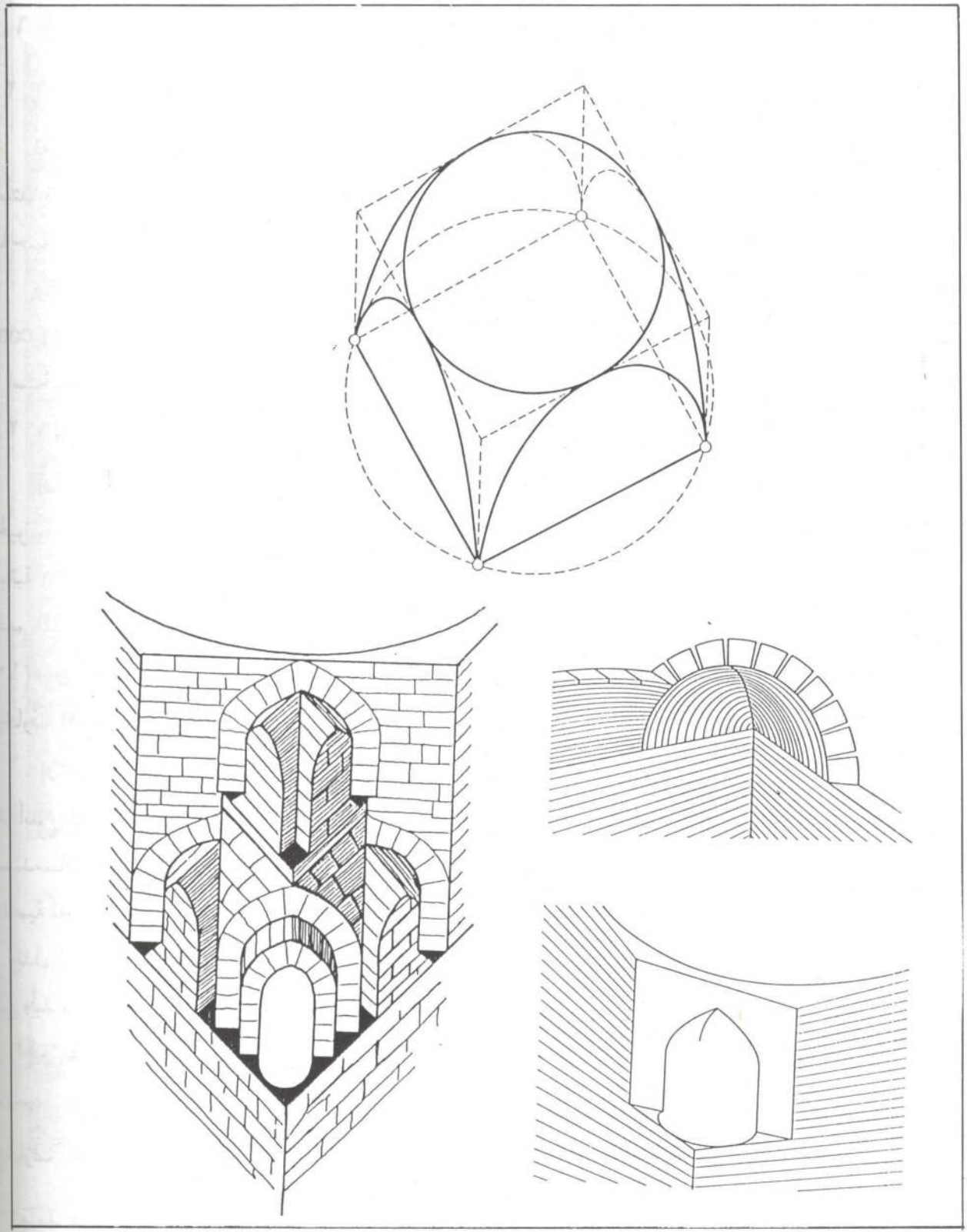
**الزخارف الهندسية**

إن هذا المنحى الذي اتبعه الفنان المسلم يتفق تماما مع الدعوة للبعد عن تصوير الانسان والحيوان، وقد أبدع فيه الفنان المسلم أيما إبداع، حيث استعان بالأشكال المضلعة المنتظمة من مربعات ومخمسات ومسدسات وغيرها، كذا بالدوائر المتشابكة والأشكال الهندسية عموما، وقد نتجت عن ذلك تكوينات هندسية نجومية وكوكبية متعددة غاية في الجمال والابداع (الأشكال ٤٩ ـ ٦١).

وتدل الدراسة المتعمقة للزخارف الهندسية الاسلامية وتحليل عناصرها، على أن الابداع في هذا المجال لم يكن وليد موهبة طبيعية فذة لدى الفنان، وإنما ثبت أن مردَّ ذلك يعود الى الالمام الوافر بأصول هندسة الأشكال أي الجو مطريا ( Geometry )، تلك الأصول التي كانت تنتقل من أساتذة هذه الصناعة الى طلبتها وممارسيها.

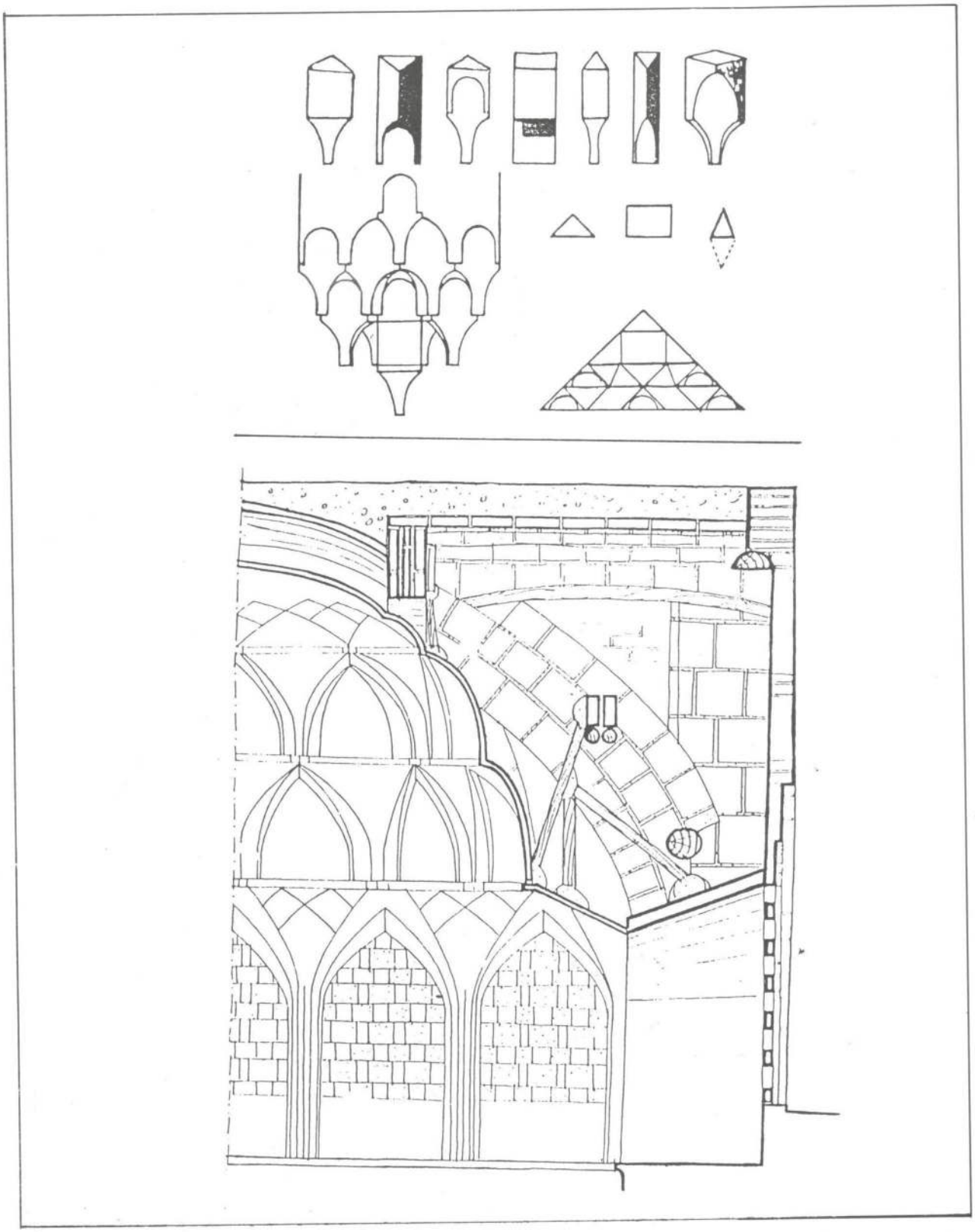
**الزخارف النباتية**

تعتمد هذه الزخارف على رسم أوراق الأشجار وسيقانها وأزهارها بأسلوب كلي أو جزئي، وبطريق منفرد أو متراكب أو مضفر، وقد تتخلله زخارف هندسية أو خطوط عربية. ويلاحظ أن الزخارف النباتية تطول سيقانها وأغصانها مما يبعد بها ـ عن قصد ـ عن الطبيعة، (الأشكال ٦٣ ـ ٧٤).

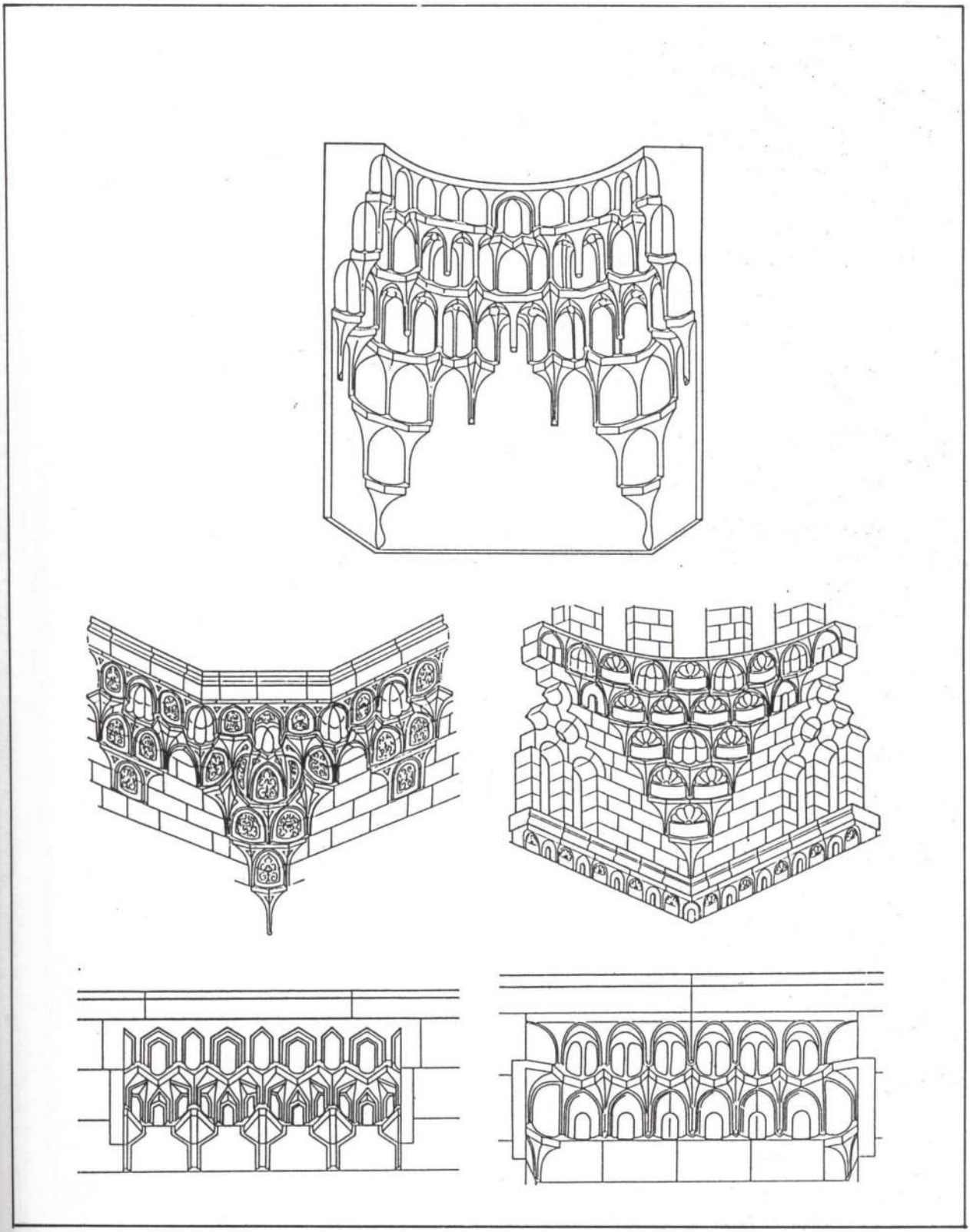


شكل (٤٠)

نماذج مُبسَّطة من المقرنصات واستخدامها للانتقال من الشكل المربع إلى الشكل المستدير (مثلثات كروية) خارجية

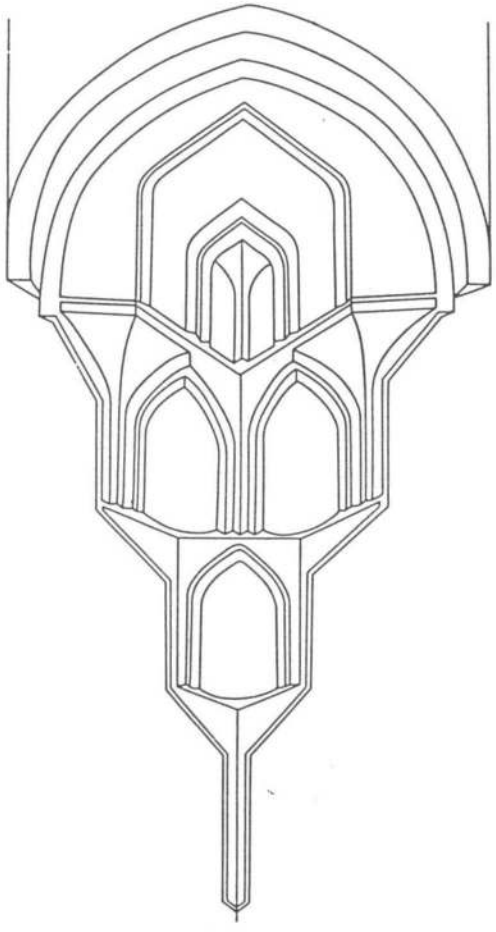


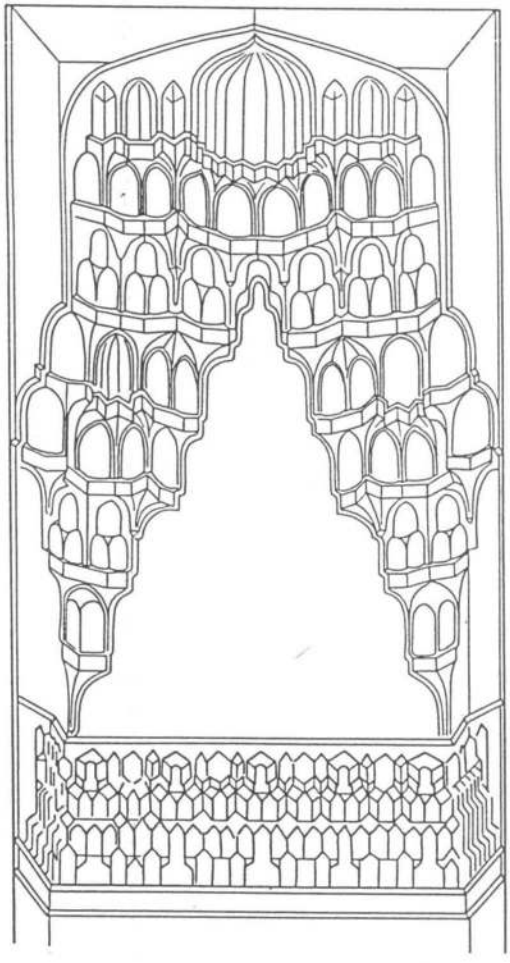
شكل (٤١)
عناصر المقرنصات وطرق عملها في الأقبية.



شكل (٤٢)

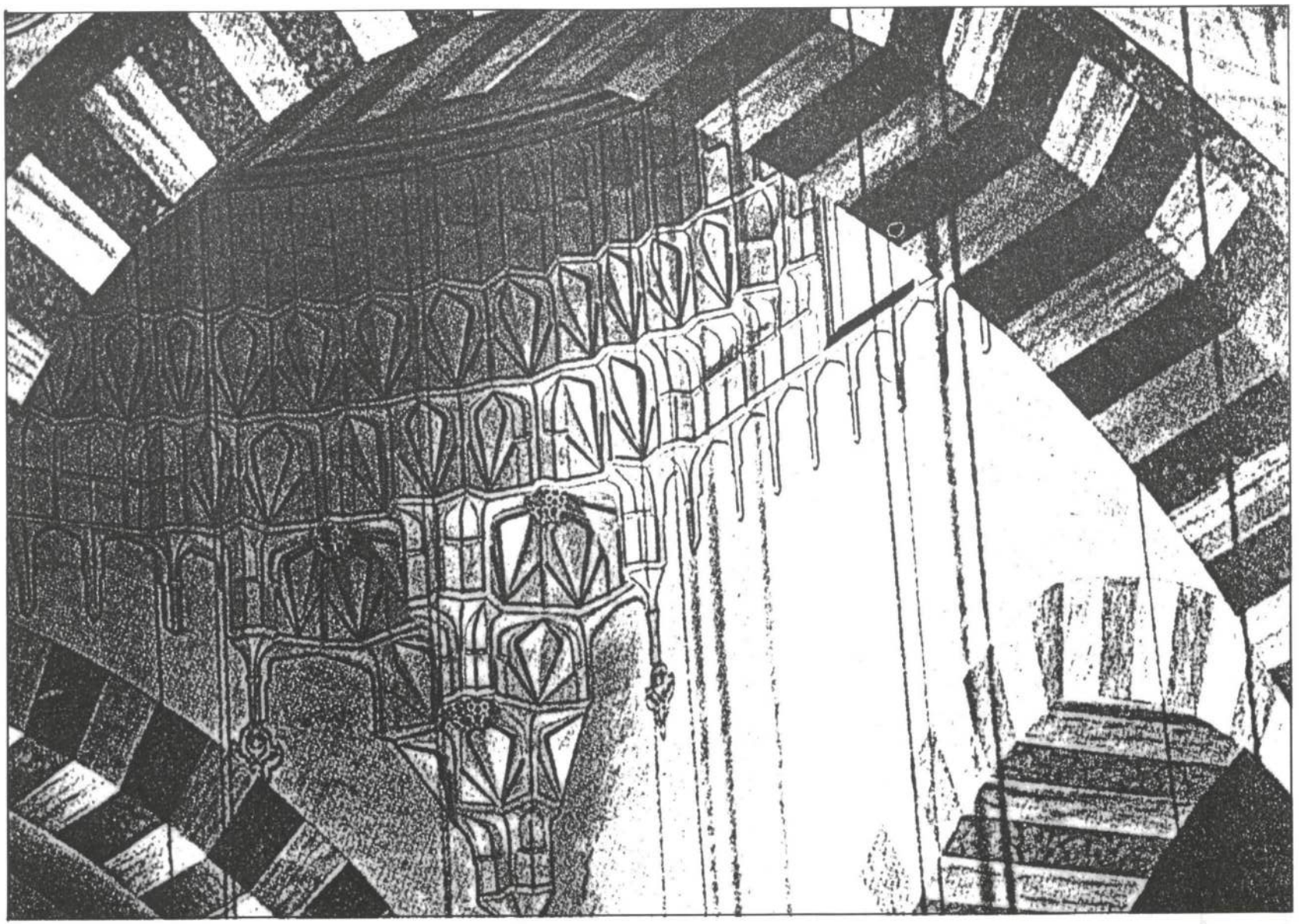
مُقرنصات مُركَّبة شبيهة بخلايا النحل، داخلية وخارجية، مُكونة من مثلثات كروية ( **Spherical Triangles** ).





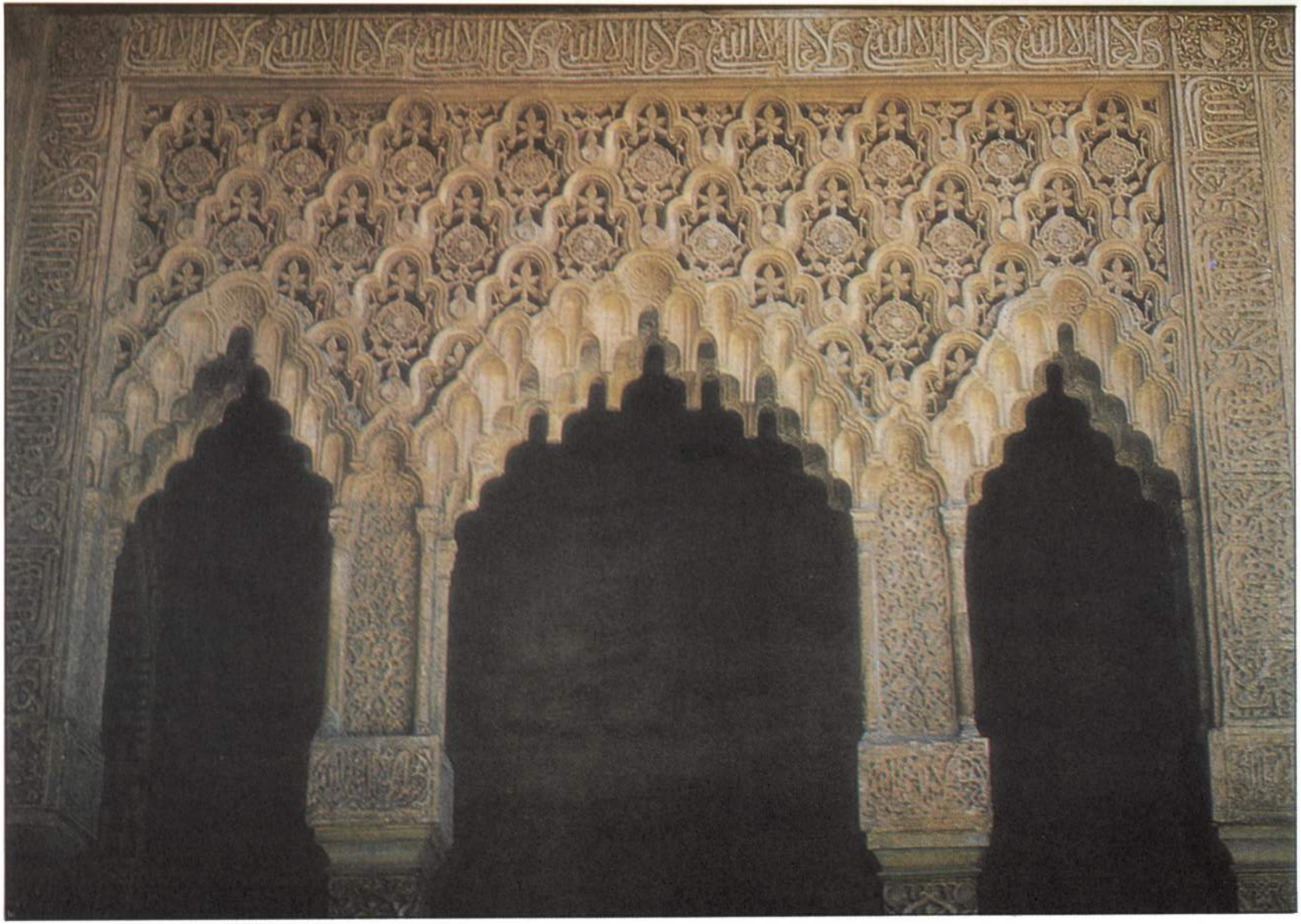
شكل (٤٣)

ترتيب صفوف من المقرنصات ( **Squinches** ) والدلايات أو الهابطات ( **Stalactites** ) لتحويل الشكل المربع الى الشكل المثمن لتسهيل تشييد رقبة أو قبة مستديرة.



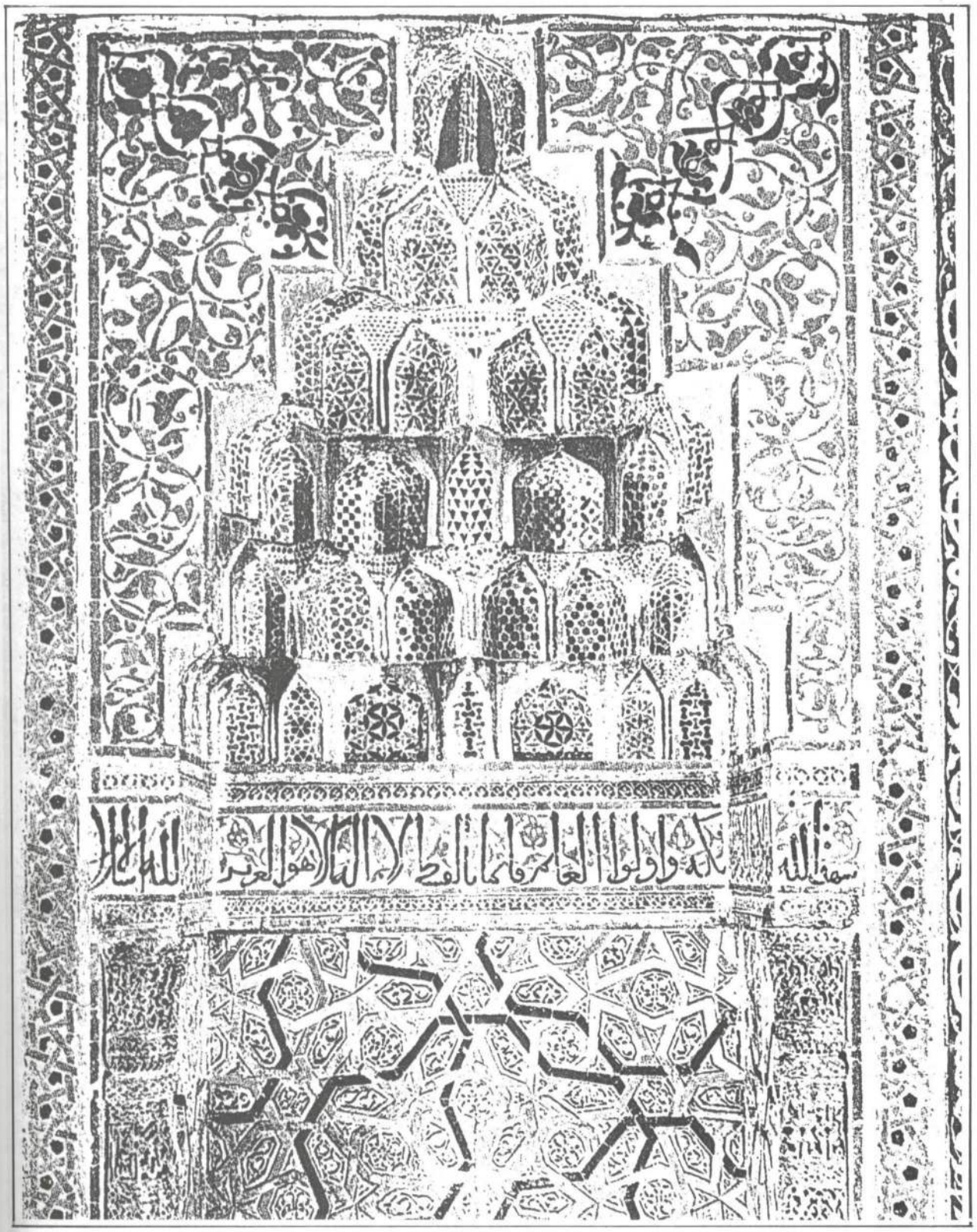
شكل (٤٤)

مقرنصات مُشكلَّة في أحد أركان القبة الرئيسية بمسجد السليمانية باستانبول (من أعمال سنان باشا المعمار ـ القرن ١٠ هـ = ١٦م).

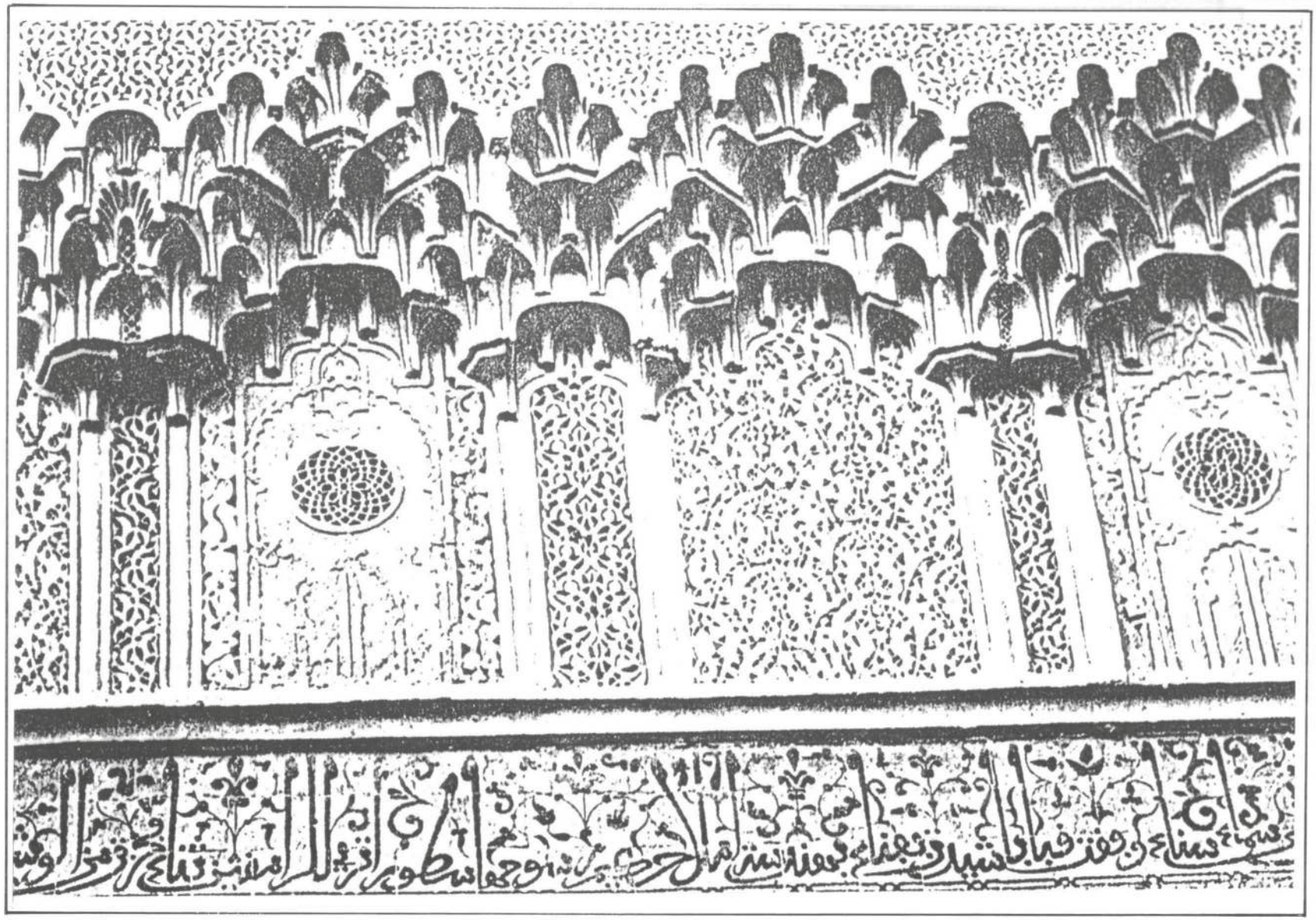


شكل (٤٥)

عقود مُقَرْنَصة تؤدي إلى بَهْو الأسود، وقد زينت العقود بزخارف هندسية نباتية وبلاطات «لا غالب إلا الله»، التي تنتشر في أرجاء قصر الحمراء بغرناطة.

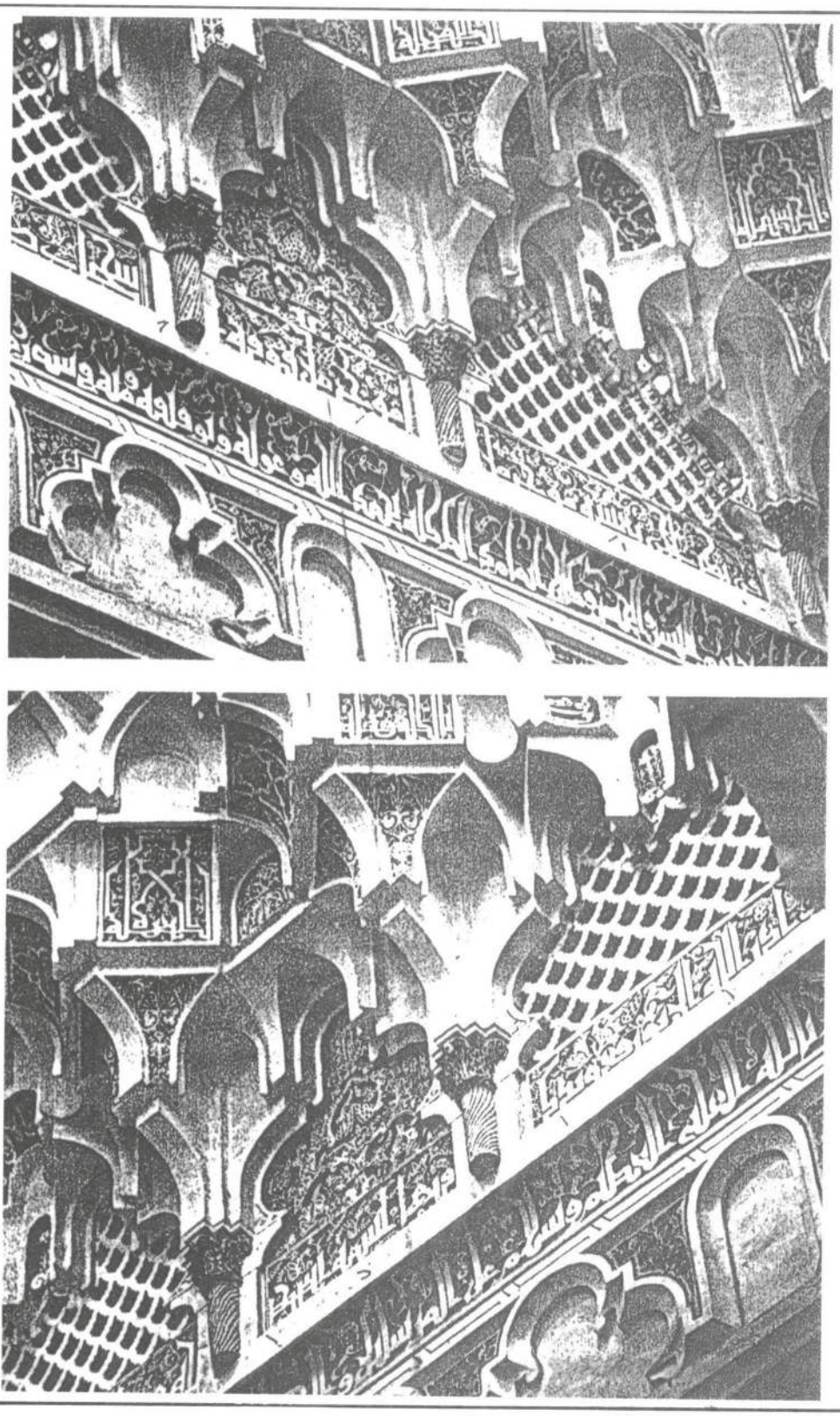


شكل (٤٦)
مقرنصات في محراب ـ من الفن الأندلسي.



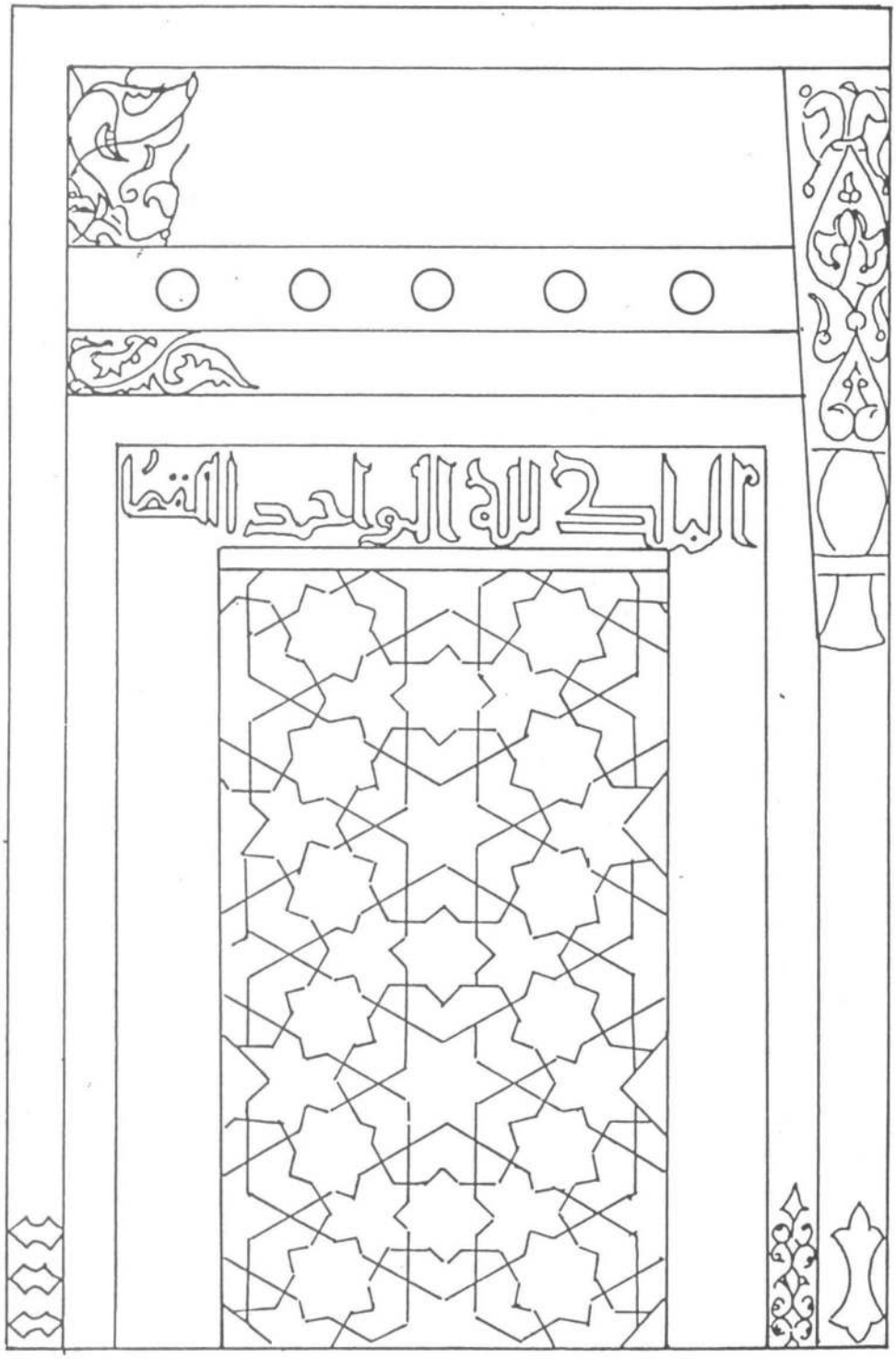
شكل (٤٧)

مقرنصات بساحة مدرسة ابن يوسف بمراكش.

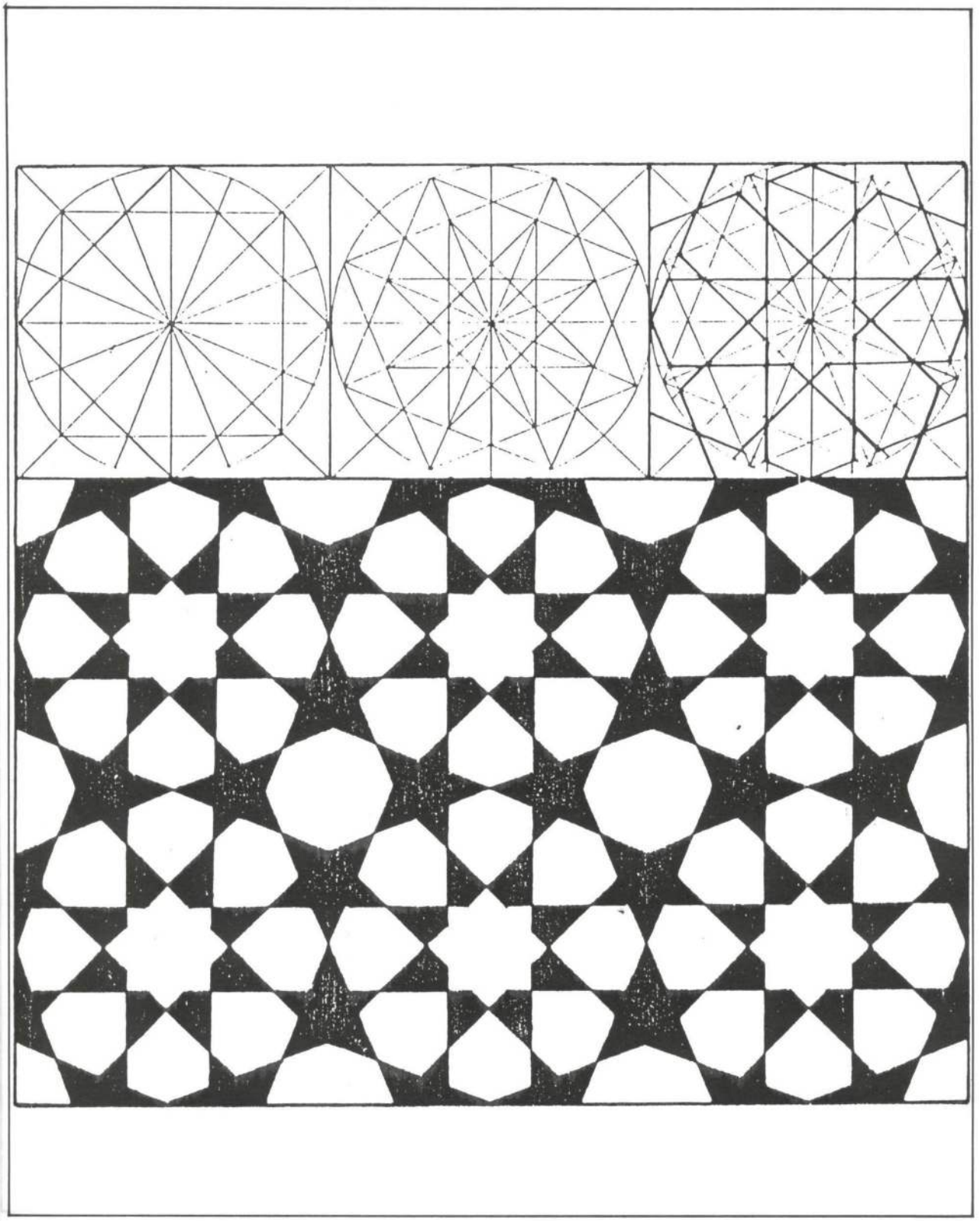


شكل (٤٨)

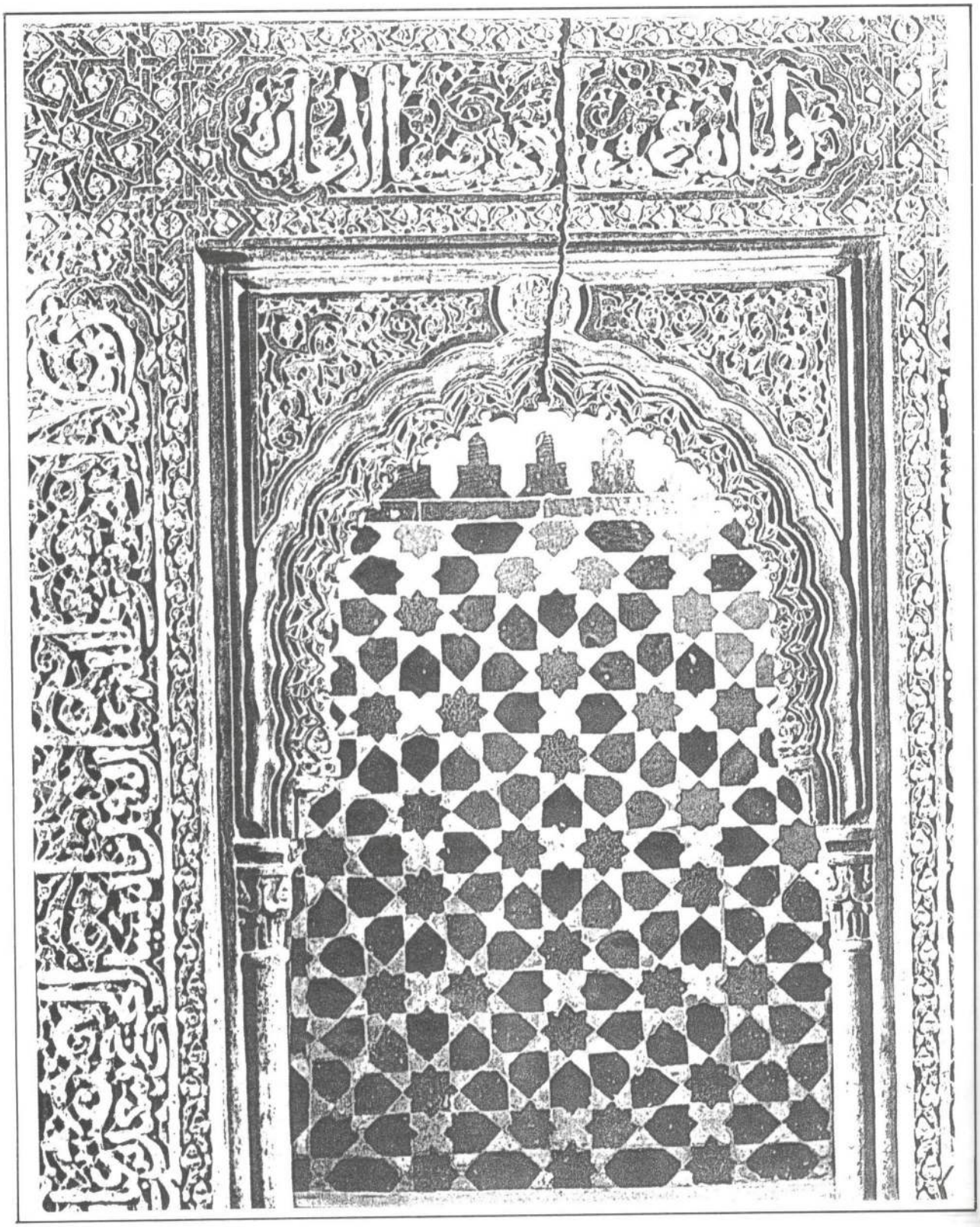
مقرنصات بجامع القرويين بمدينة فاس بالمغرب.



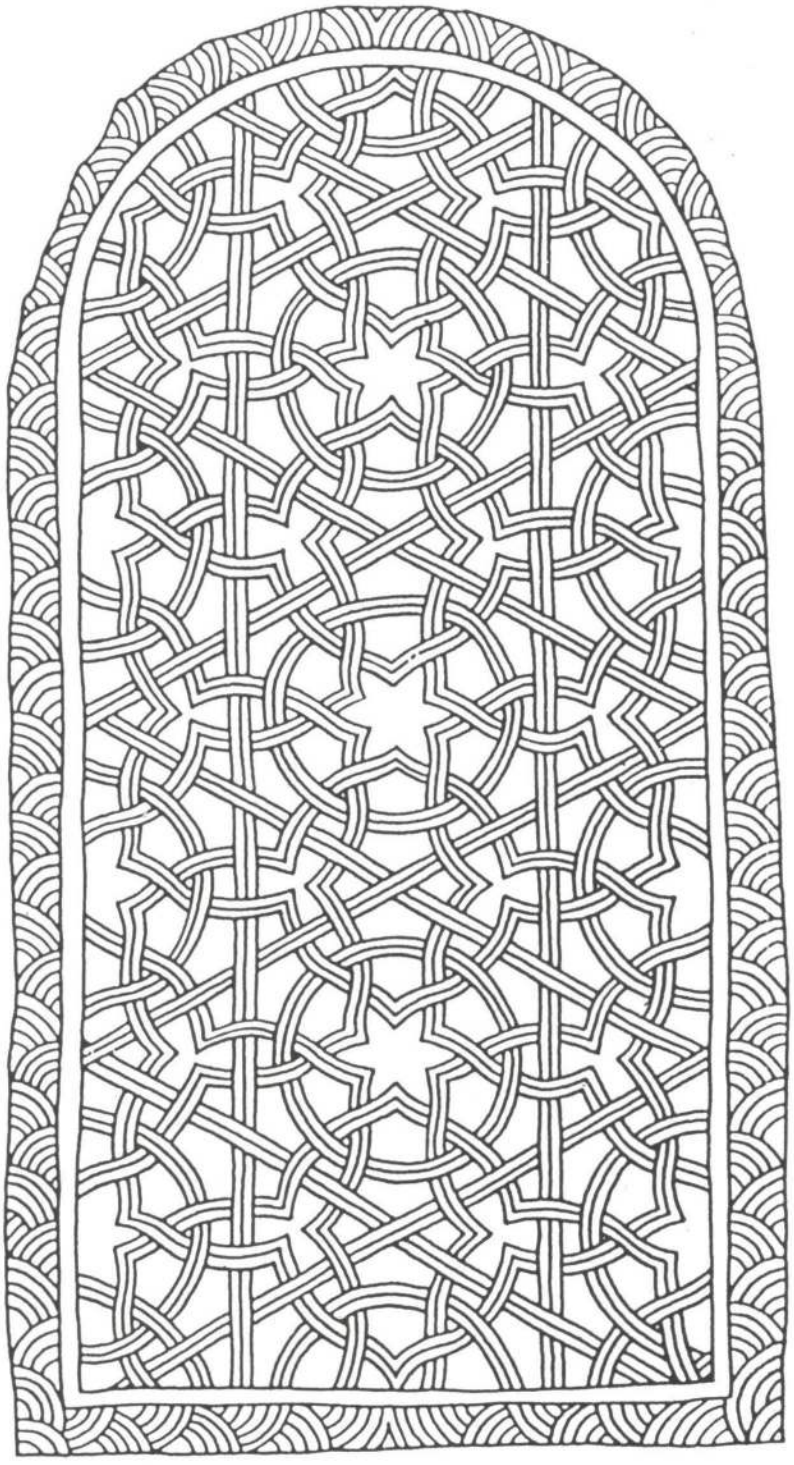
شكل (٤٩)
تخطيط زخارف باب بعناصر هندسية ونباتية وخطية.



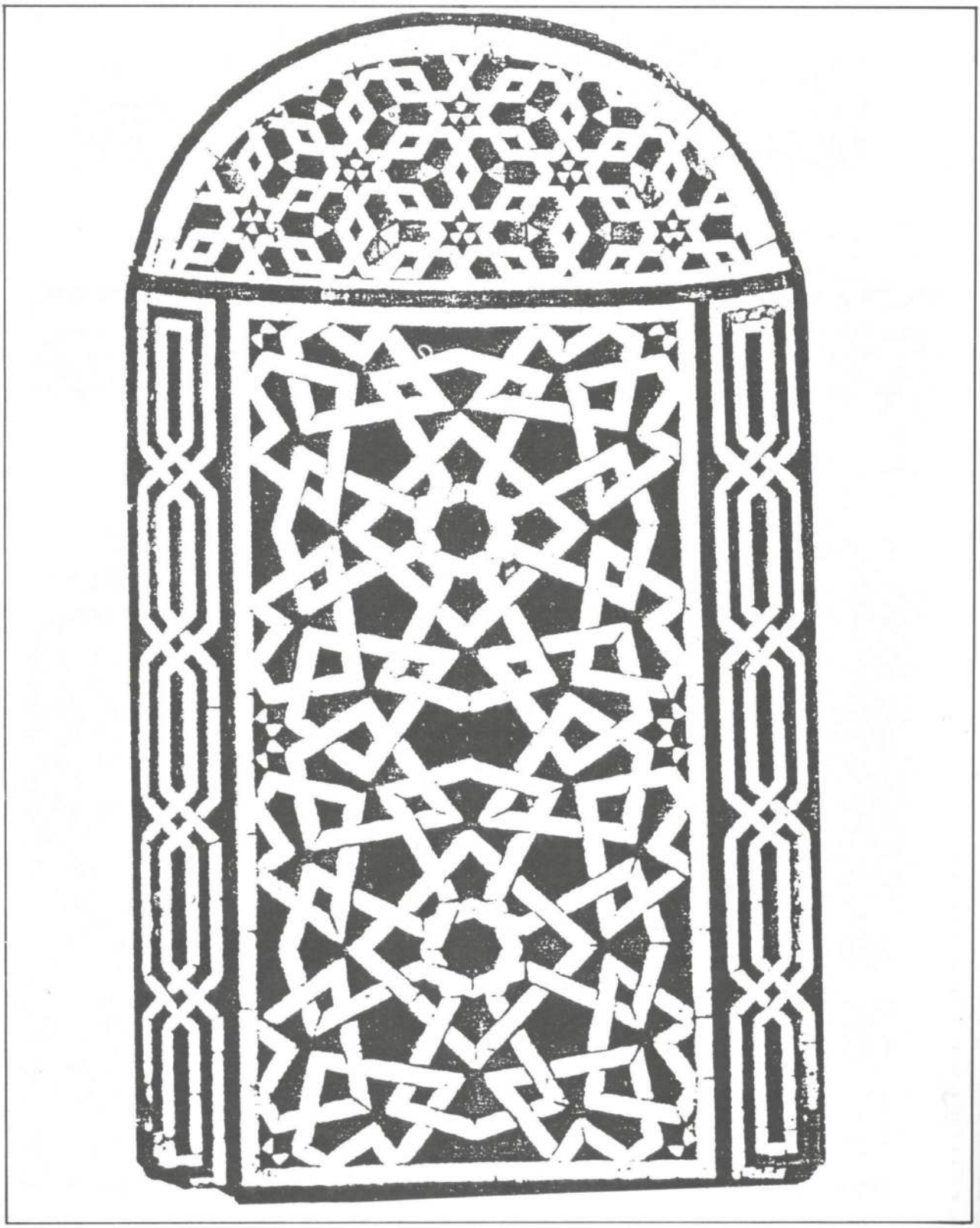
شكل (٥٠)
تسلسل الانشاءات الهندسية لعمل زخارف ذات مضلعات ونجوم مثمنة .



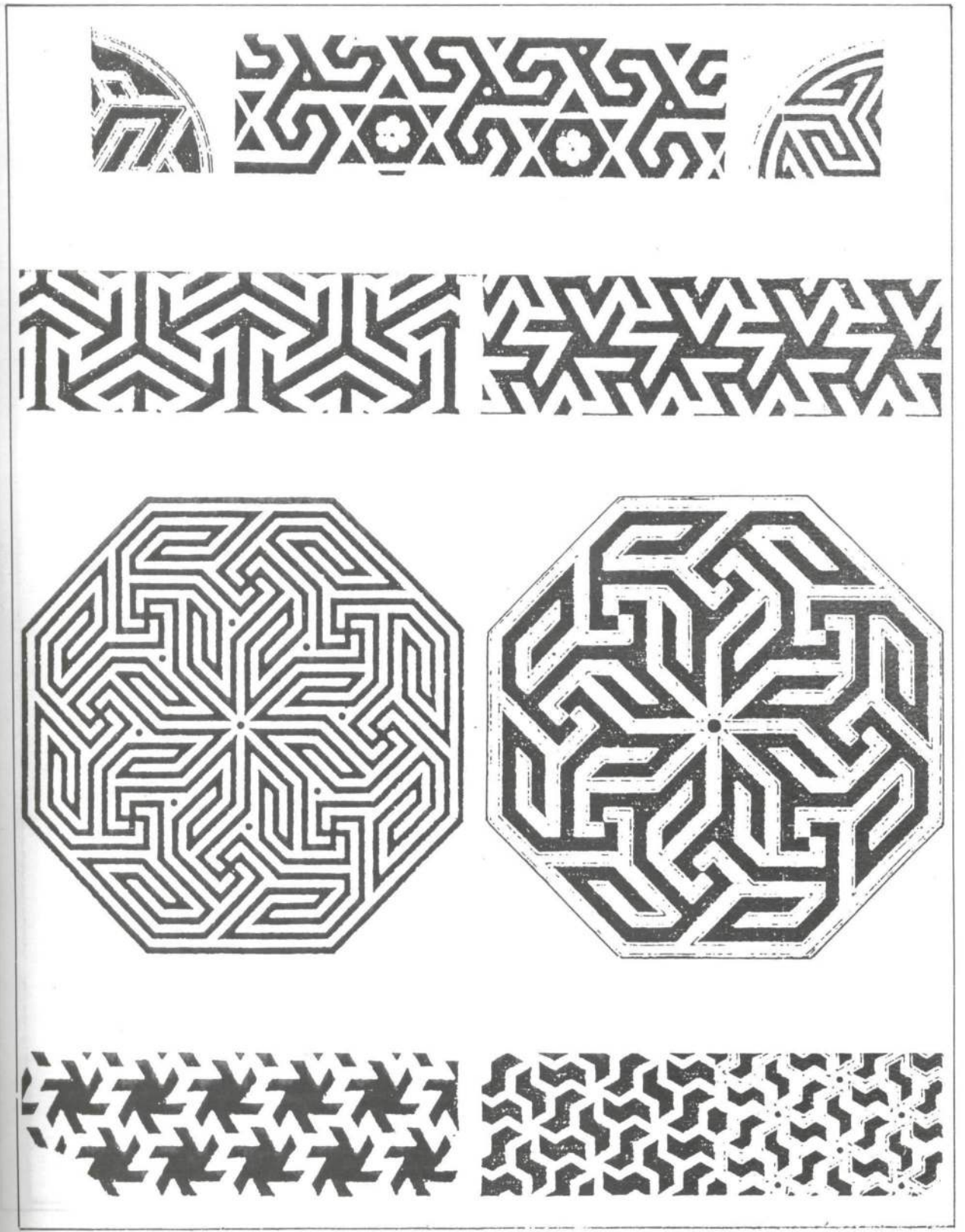
شكل (٥١)
زخارف هندسية من قاعة البركة بقصر الحمراء بغرناطة.



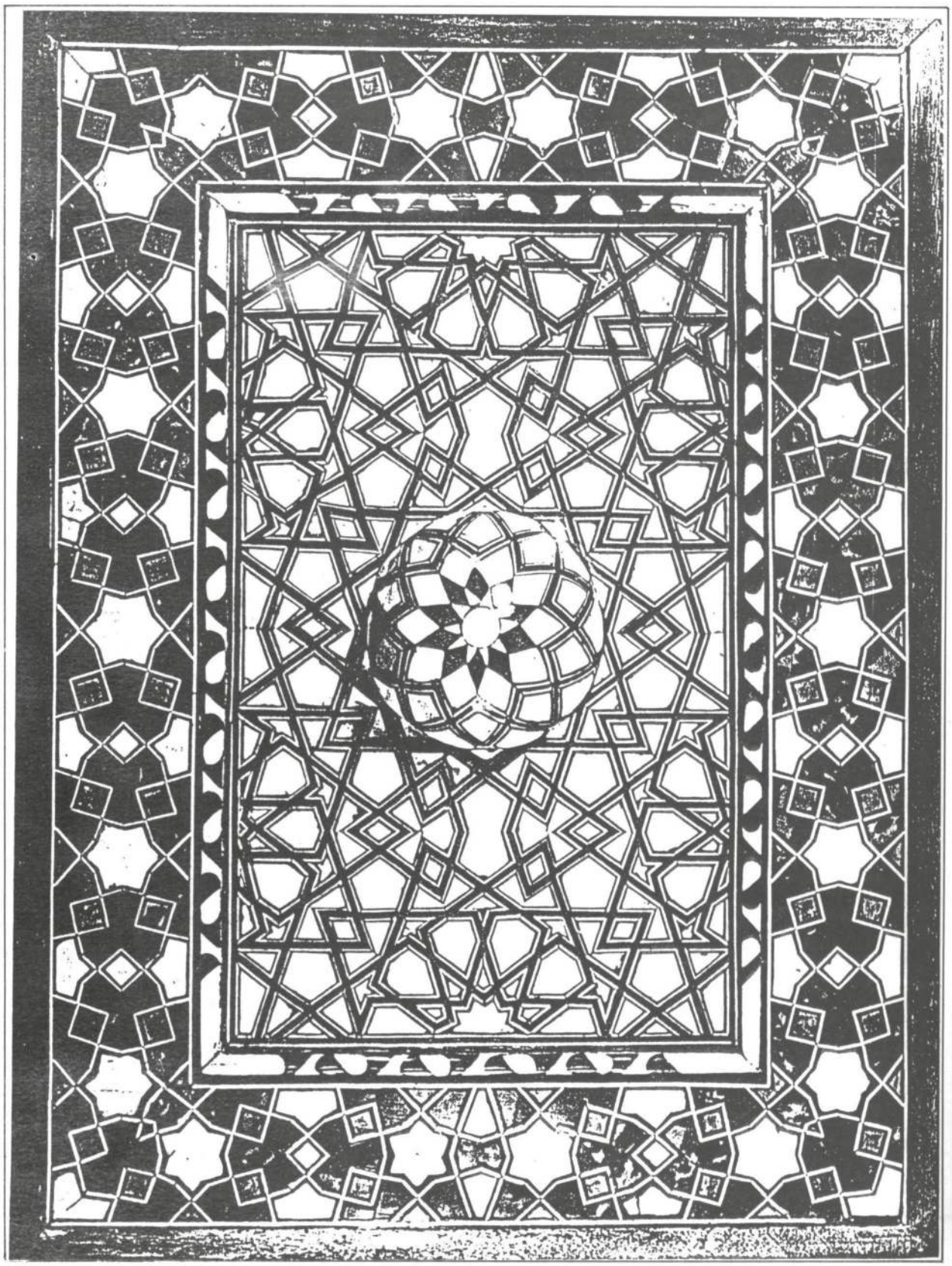
شكل (٥٢)
زخارف هندسية مفرغة في الرخام ترجع الى العصر الأموي.



شكل (٥٣)
مِشْكاة من الفسيفساء الرخامية من مصر ـ القرن التاسع الهجري.

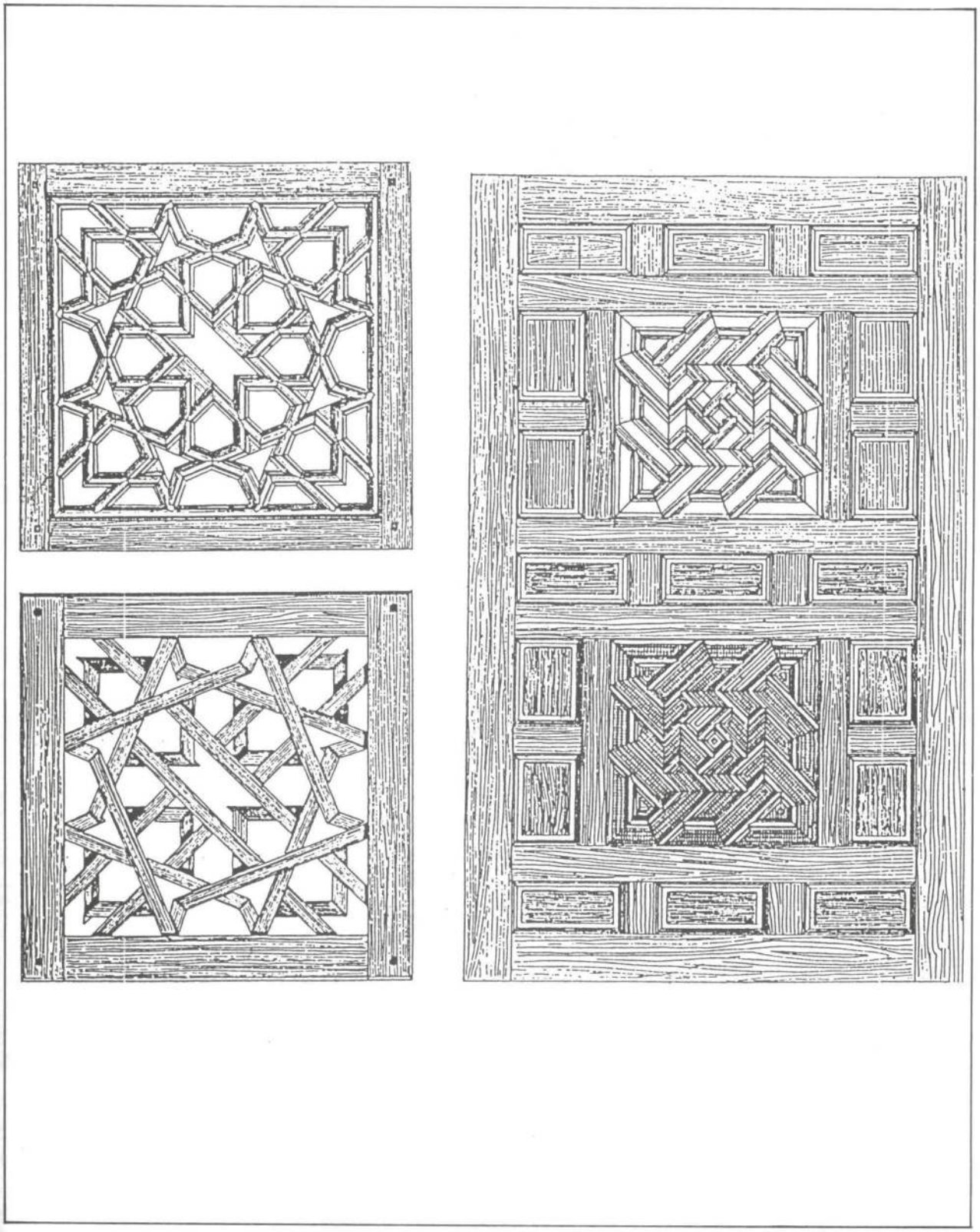


شكل (٥٤)
نماذج من الوحدات الزخرفية الهندسية.

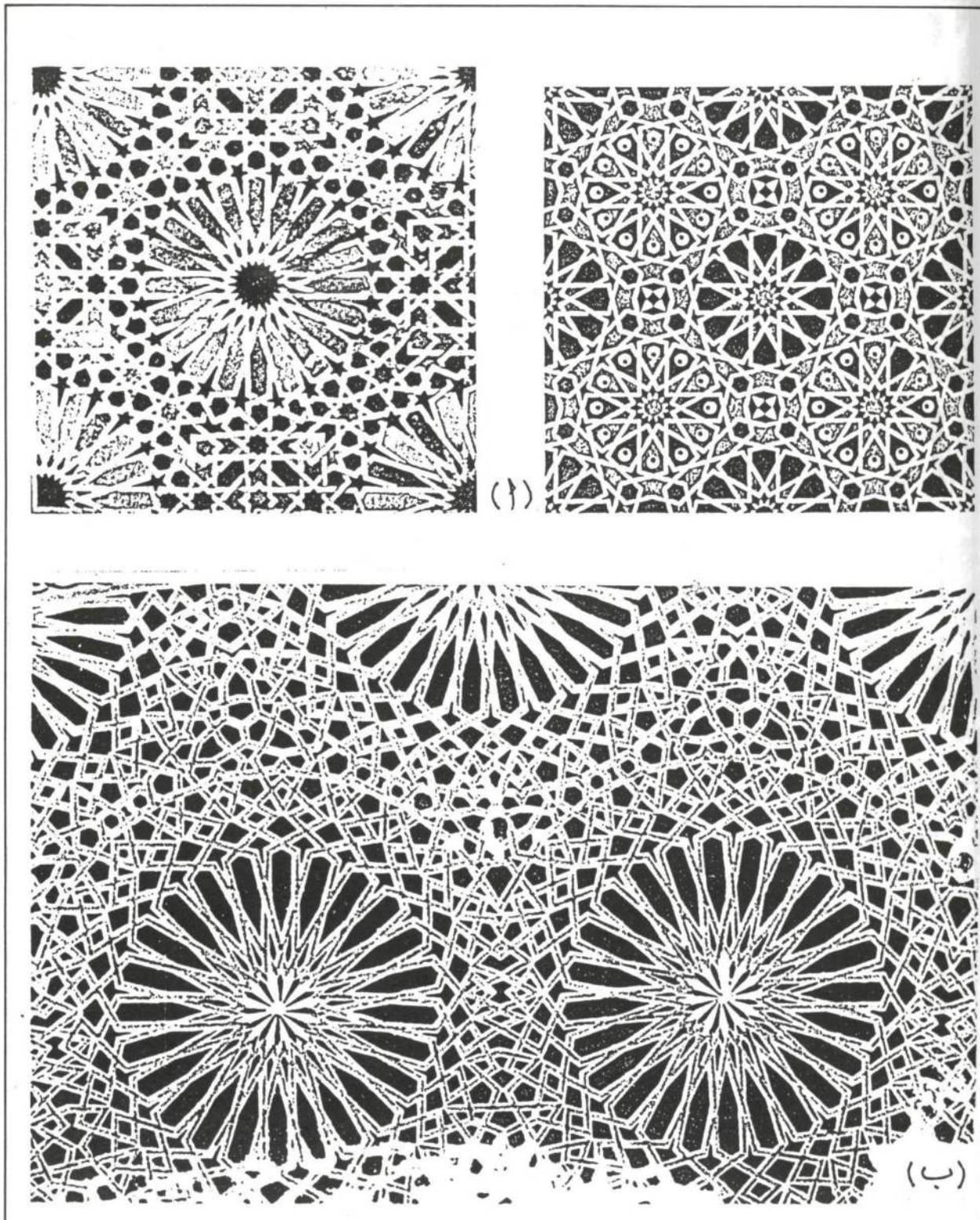


شكل (٥٥)

زخارف هندسية على خشب مطعم بالعاج والأبنوس والصدف والعظم واللؤلؤ ـ من مصر في القرن١٠هـ = ١٦م (من مجموعة البارون دي ميشيل).



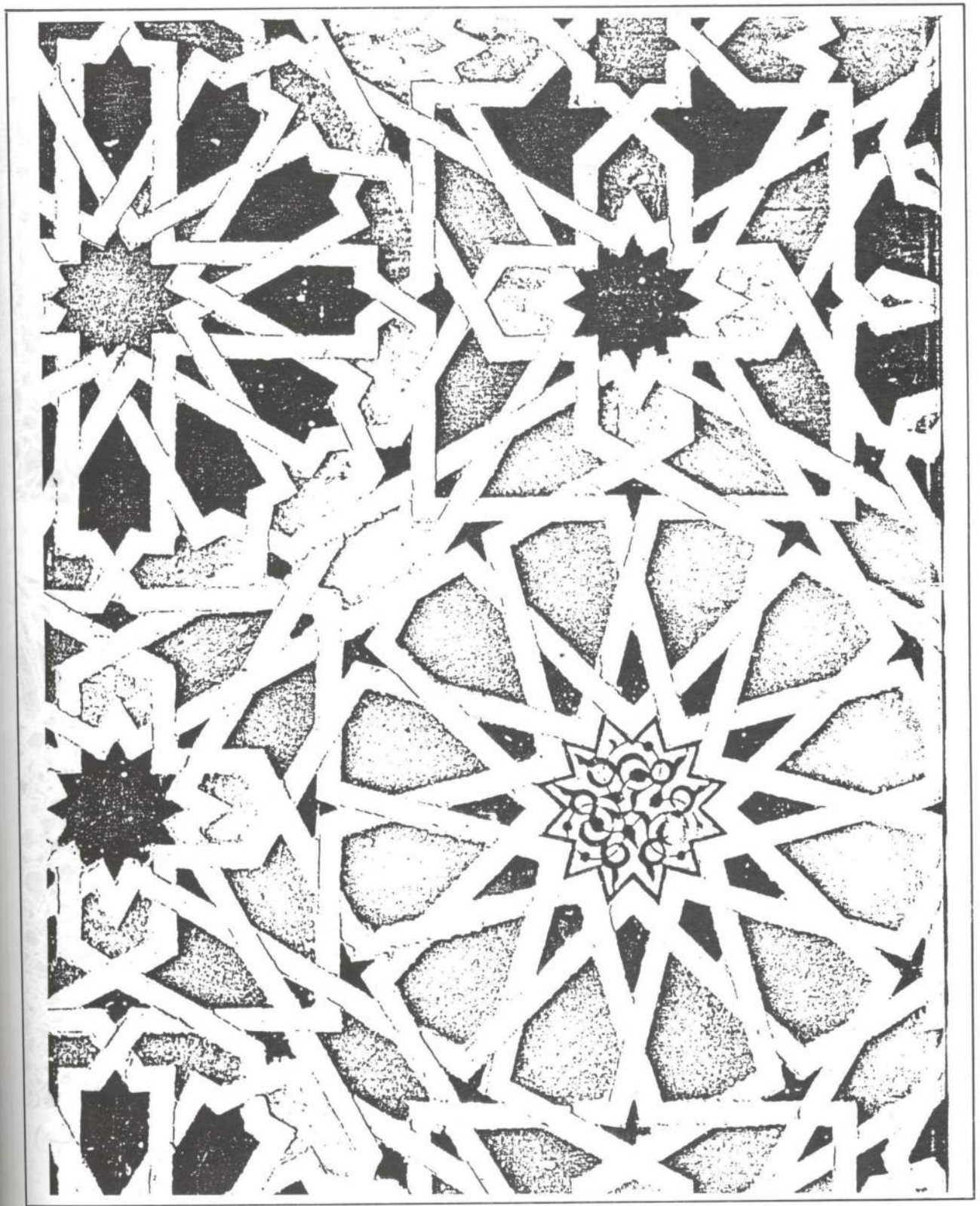
شكل (٥٦)
أمثلة لزخارف هندسية على الخشب.



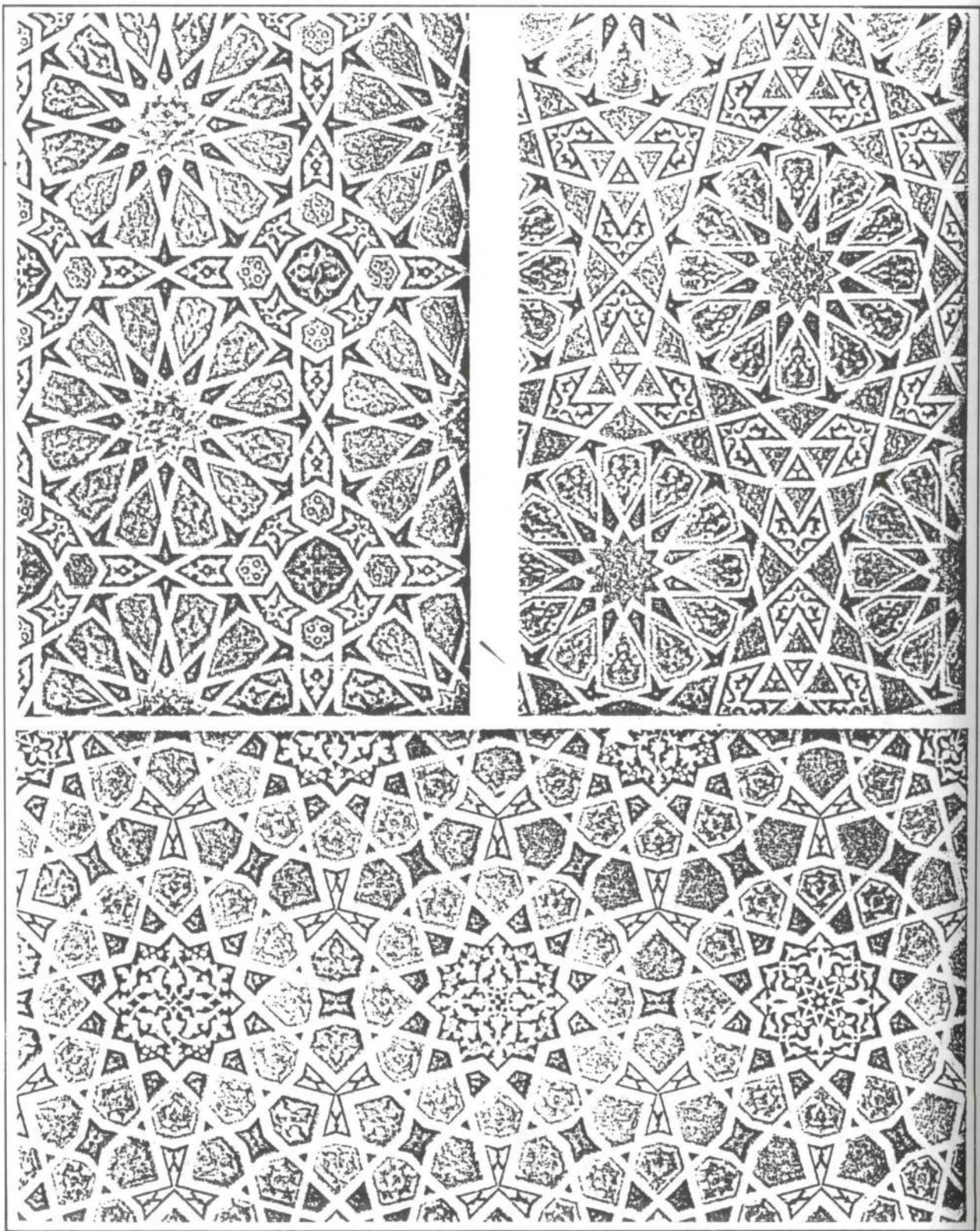

شكل (٥٧)

أ ـ زخارف هندسية (بعضها زخارف نباتية) في شاه مشهد بأفغانستان ـ من القرن ٦ / ٧هـ = القرن ١٢/١٣م.

ب ـ زخارف على هيئة الطبق النجمي بمدرسة قونيه (كونيا) ـ من القرن ٧هـ = القرن ١٣م.

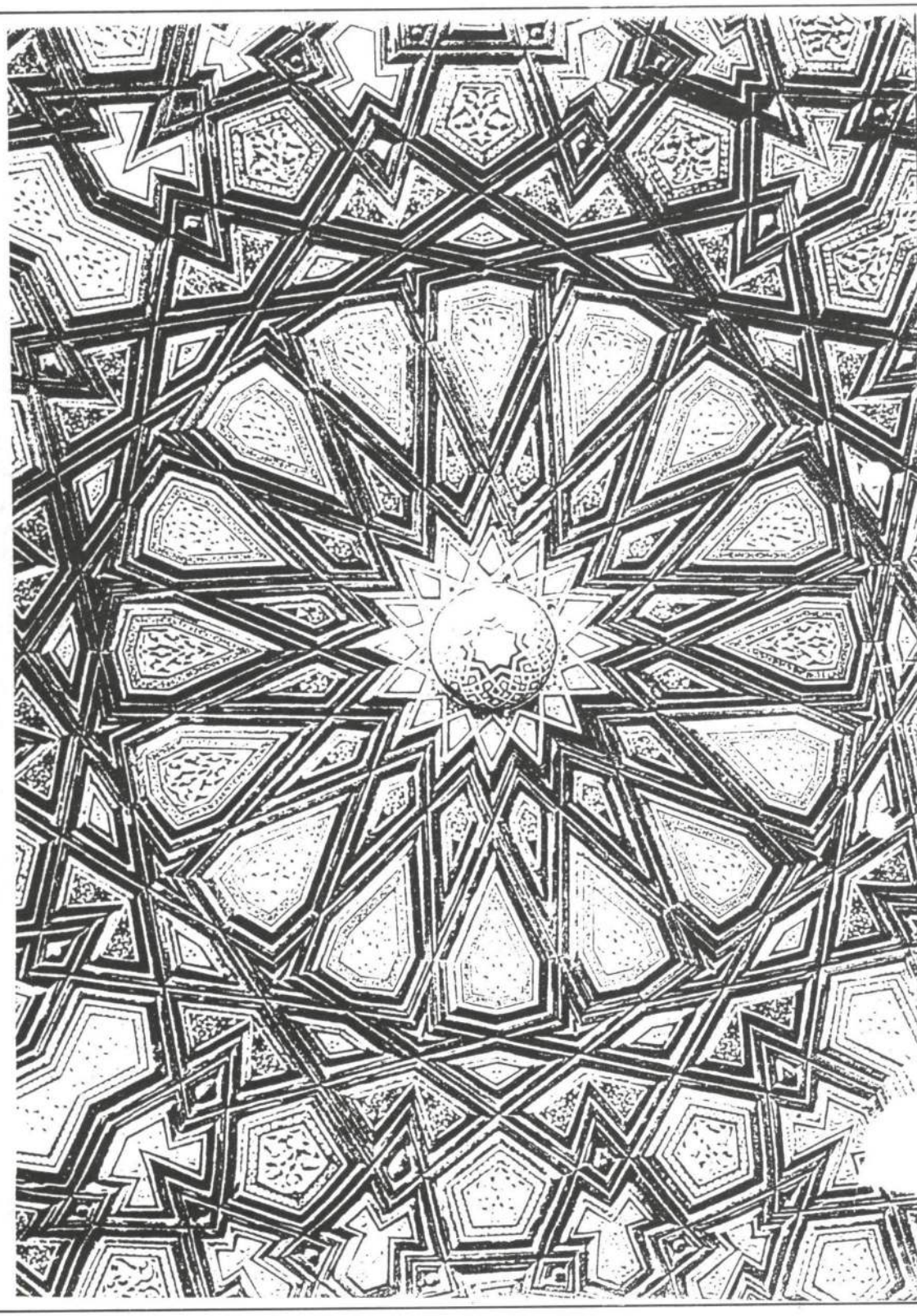


شكل (٥٨)
زخارف هندسية من فسيفساء القاشاني ـ من قصر الحمراء بغرناطة.

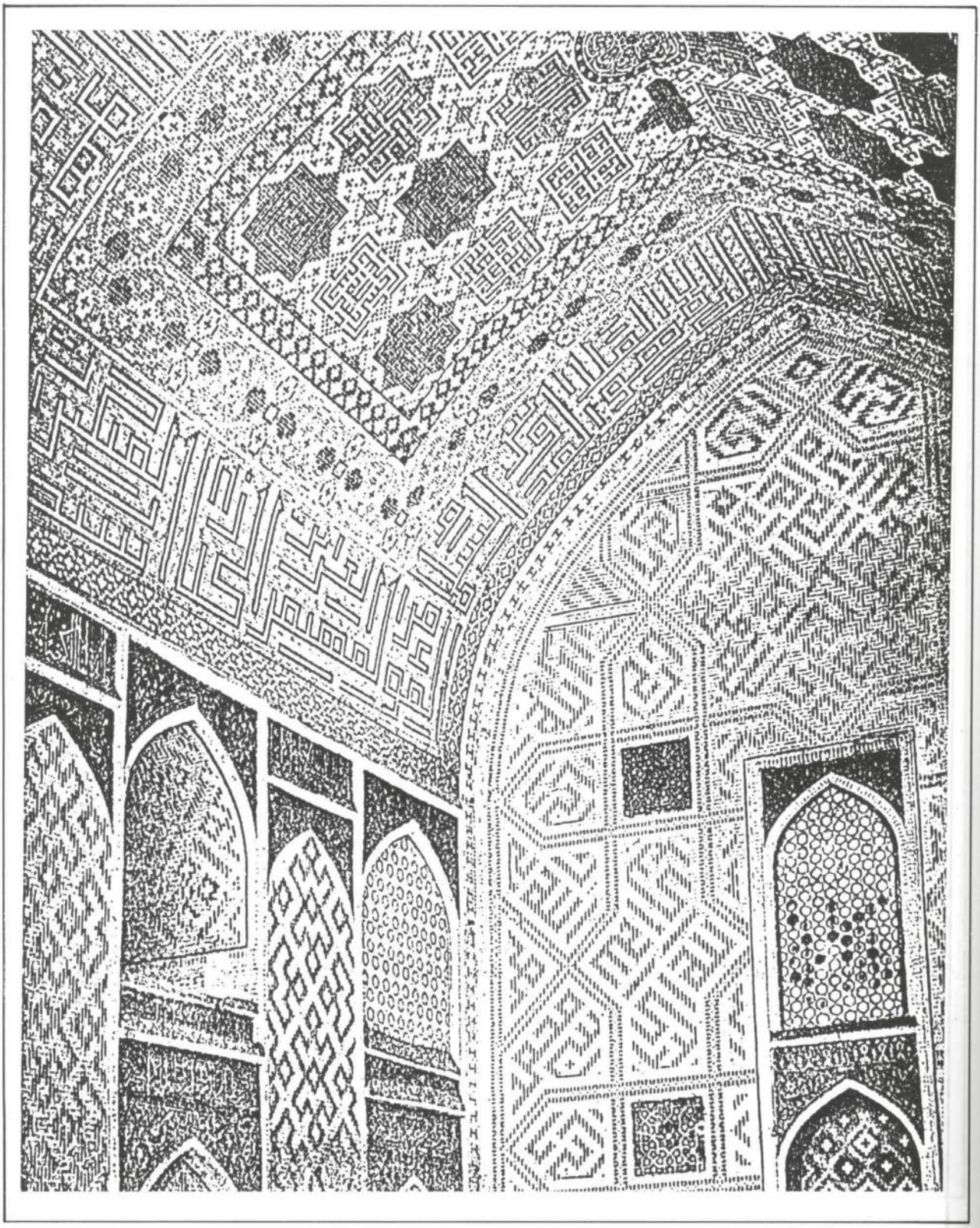


شكل (٥٩)

زخارف إسلامية لمنبر مسجد من القرن التاسع الهجري = ١٥م.

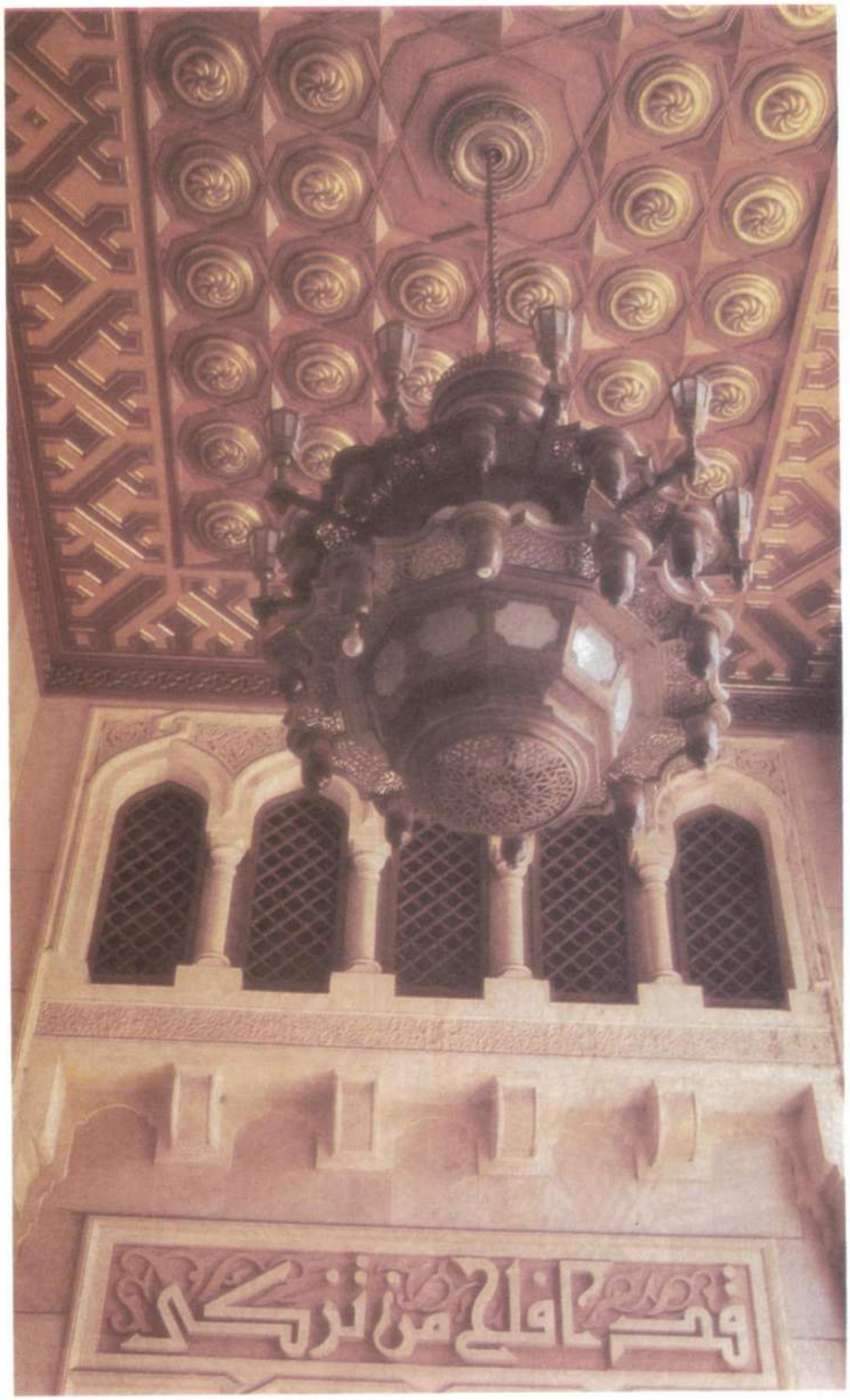


شكل (٦٠)
زخرفة هندسية على هيئة نجمية ذات ١٦ فرعا.

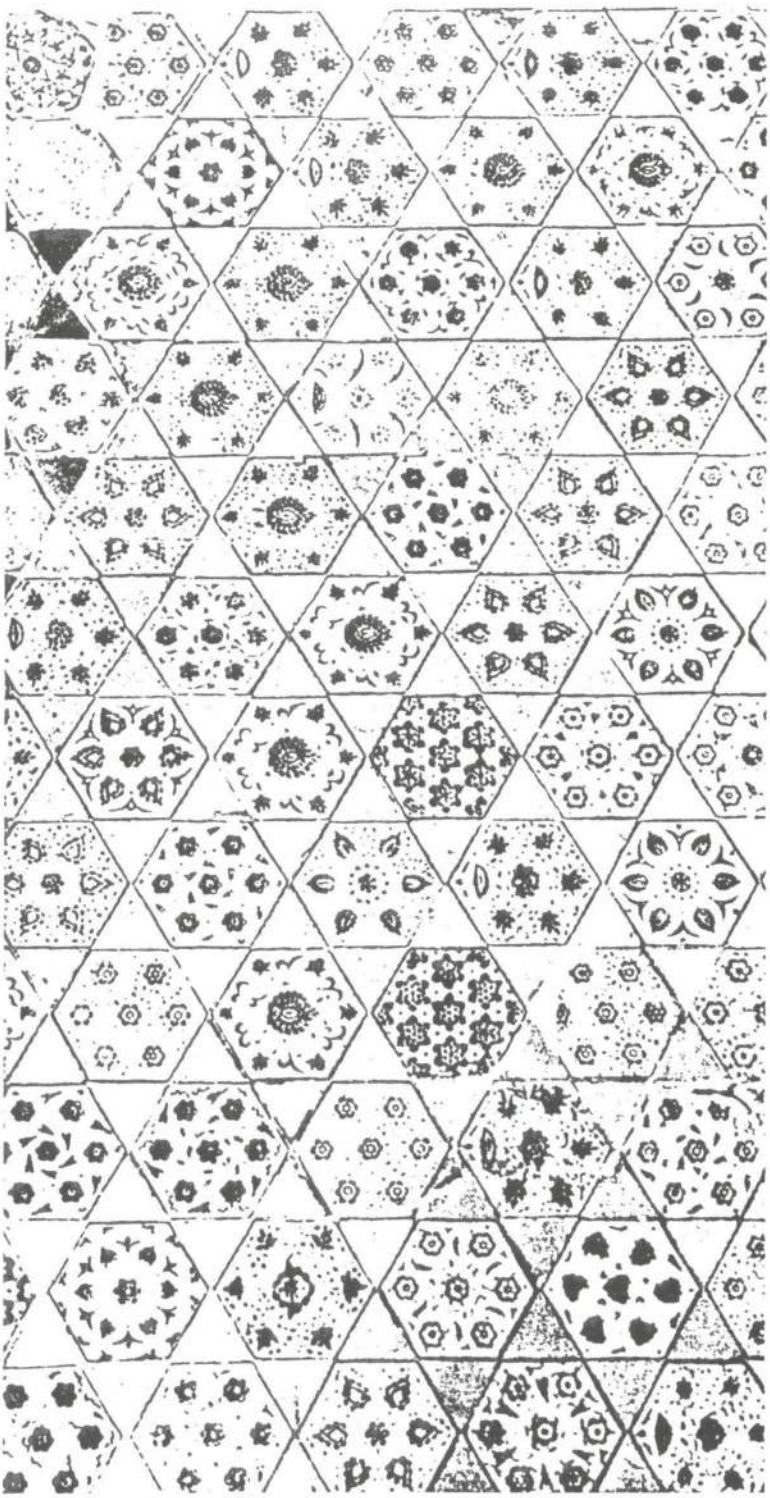


شكل (٦١)

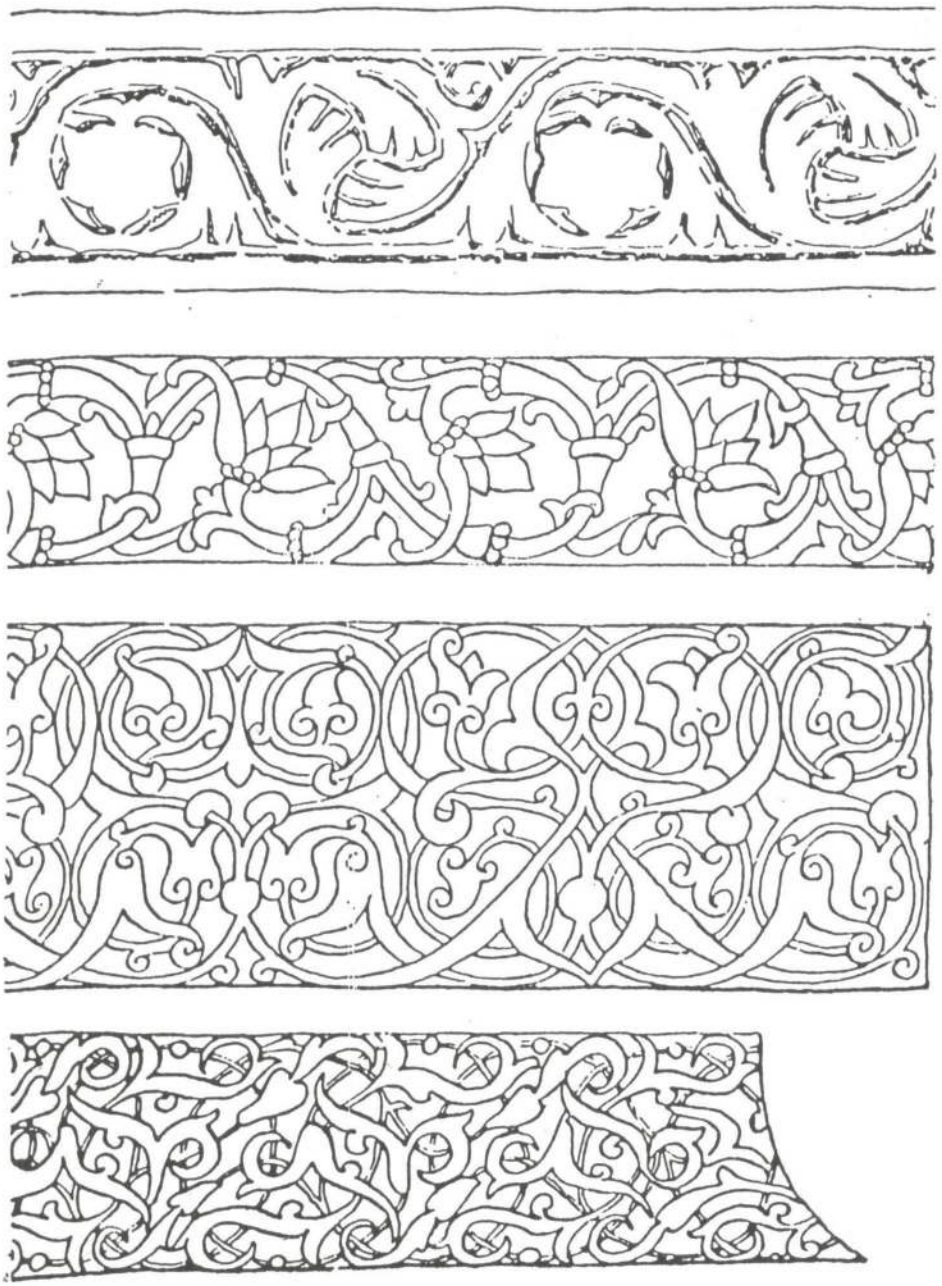
عقود مدببة وزخارف وخطوط هندسية مستقيمة بمسجد جوهر شاه بمدينة مشهد بايران.



شكل (٦٢)
مثال من الزخارف الهندسية التي تزين أسقف مسجد الفتح بالقاهرة

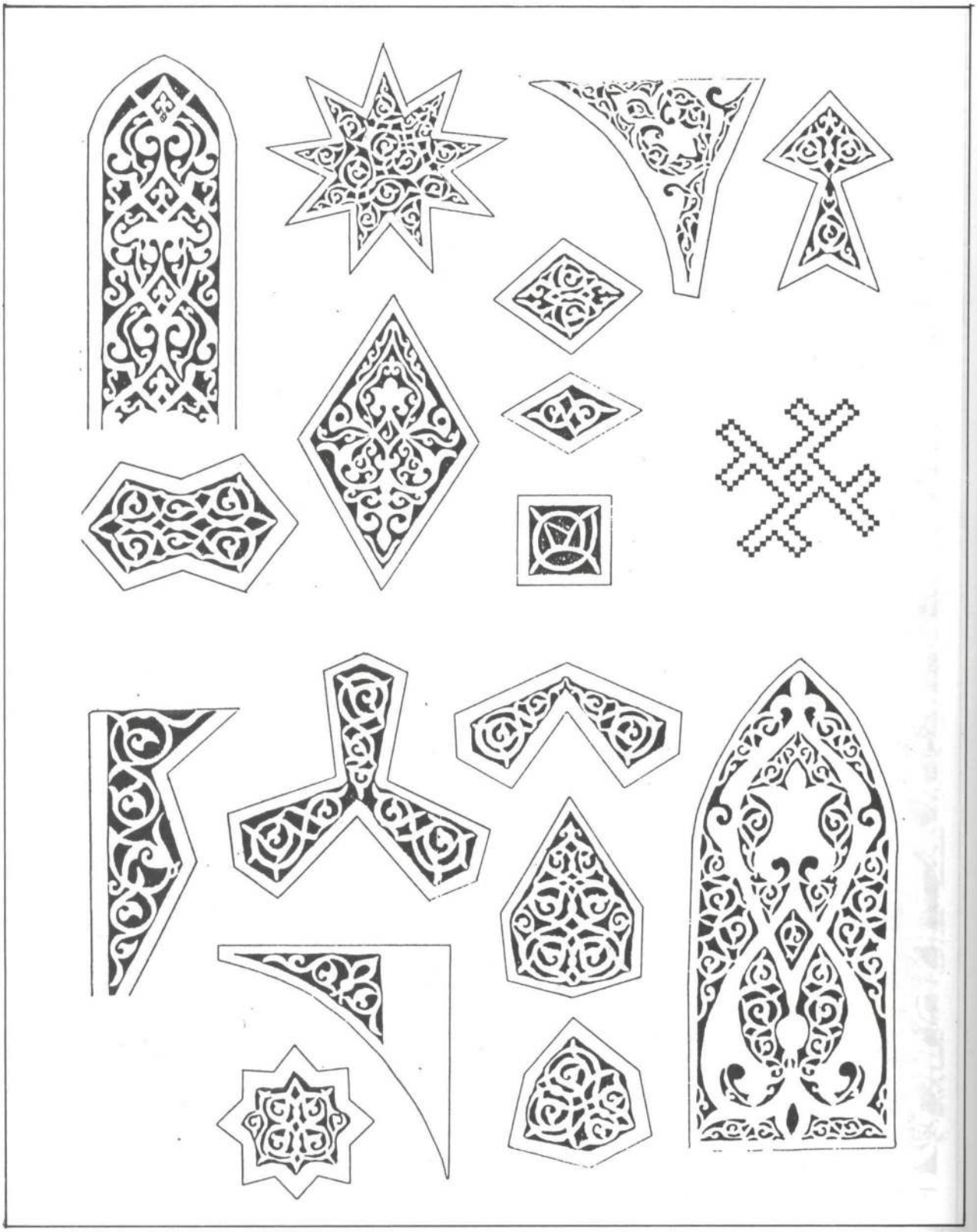


شكل (٦٣)
وحدات زخرفة هندسية نباتية منفذة على بلاطات قاشاني بداخل مسجد المُراديَّة بمدينة أدرنة بتركيا.

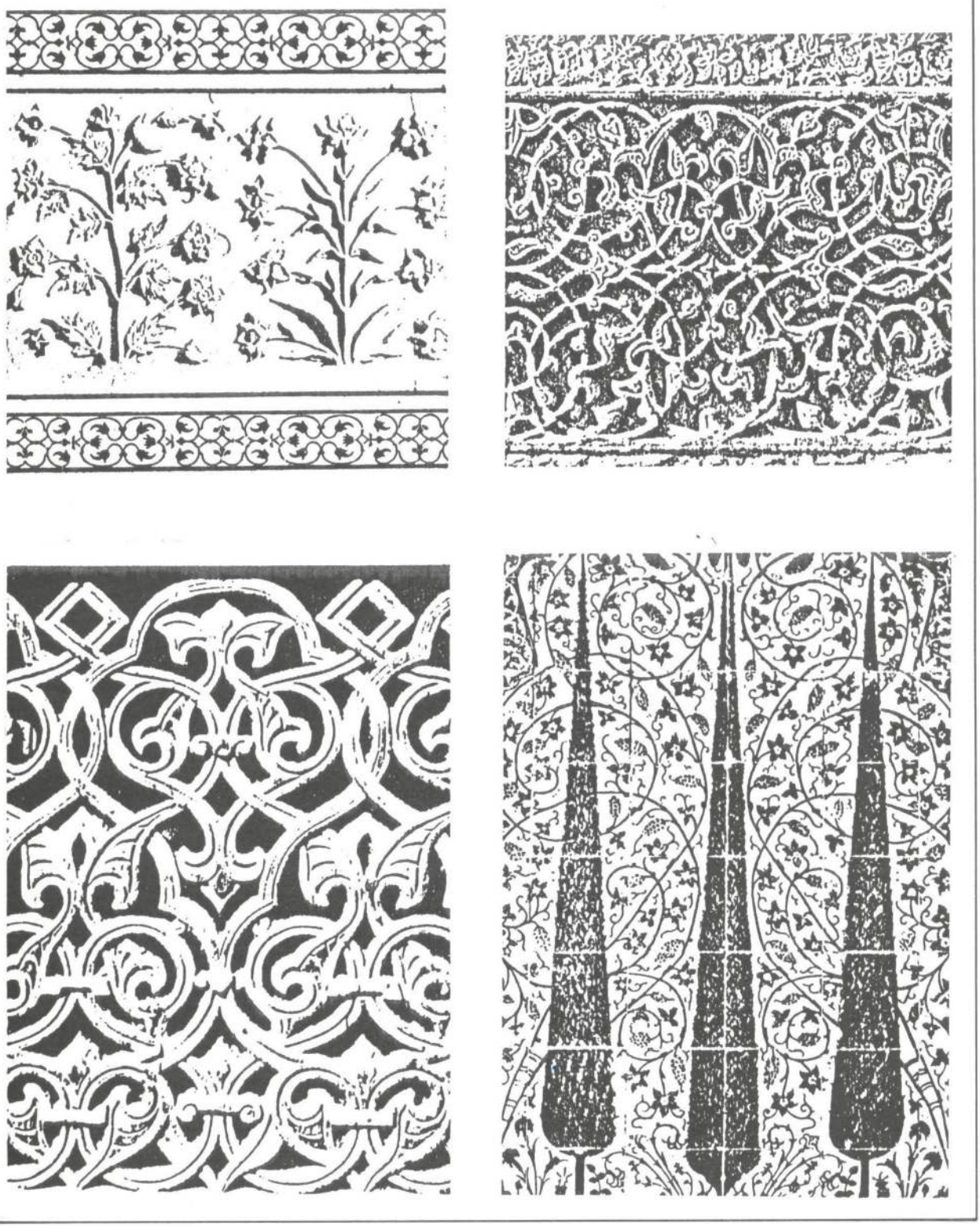


شكل (٦٤)

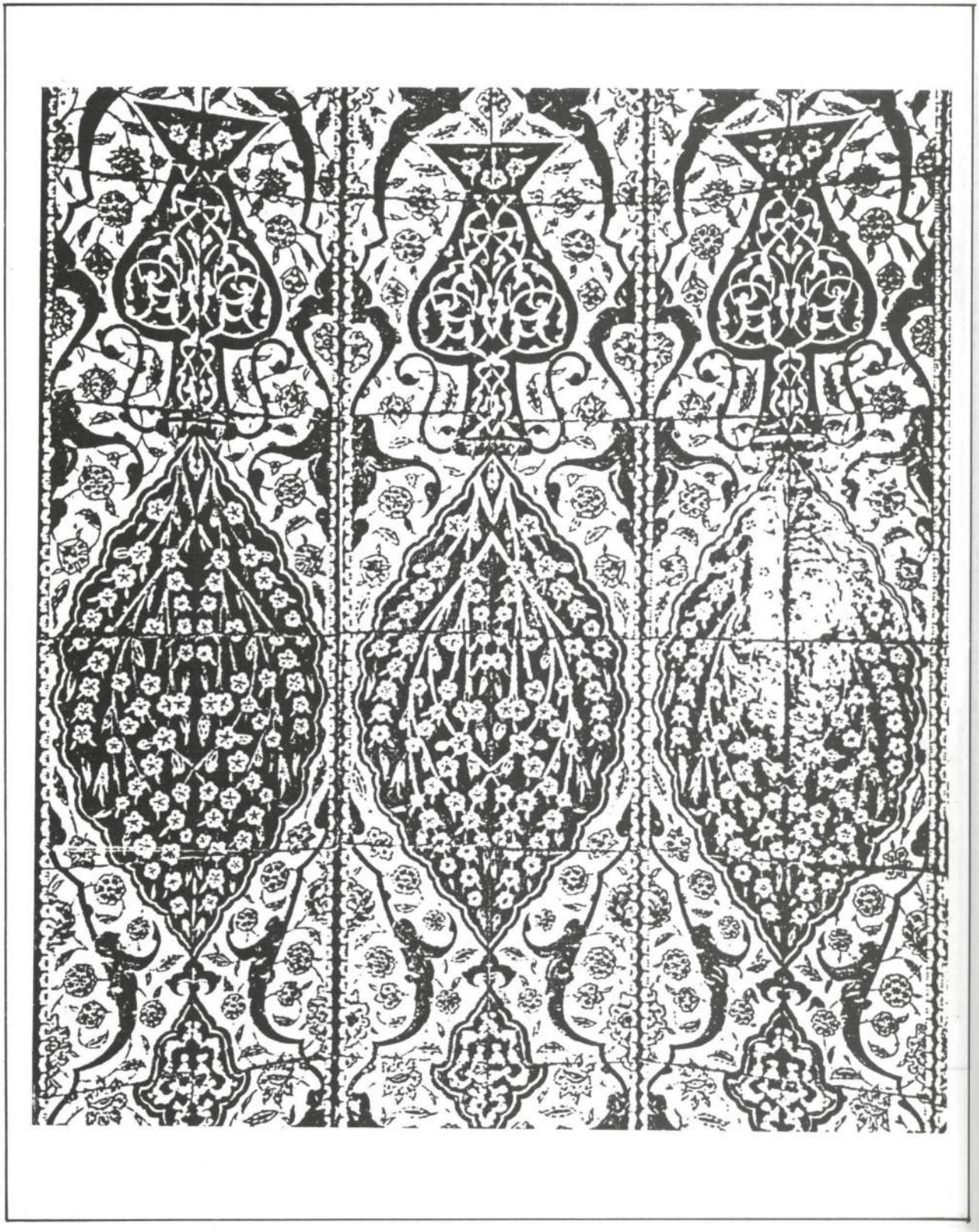
أربع مراحل من تطور الزخارف النباتية من عصر مسجد عمرو بن العاص في الفسطاط الى عصر مسجد سيدي عُقبة بالقيروان.



شكل (٦٥)
أمثلة لأشكال هندسية تضم زخارف نباتية.

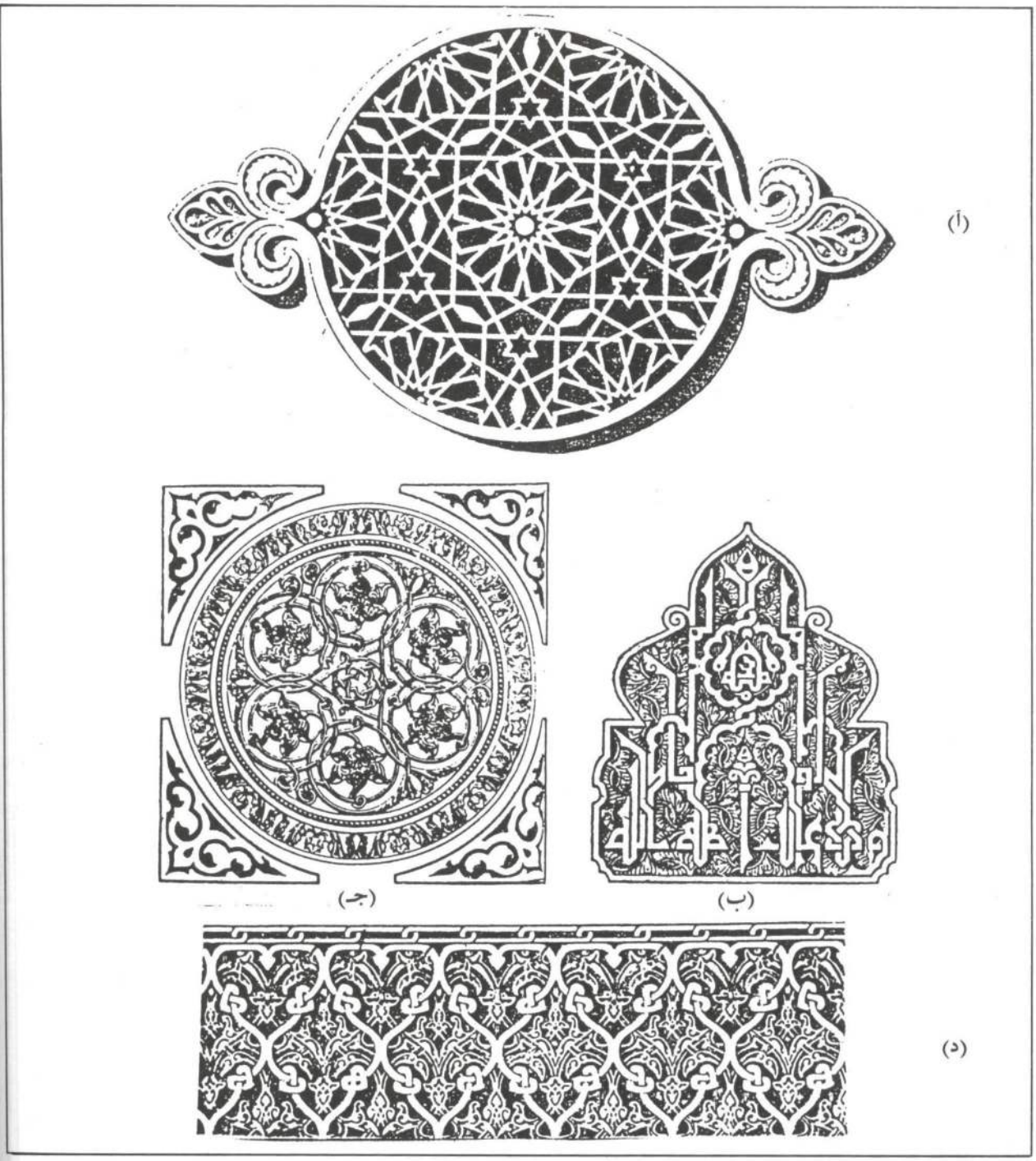


شكل (٦٦)
نماذج من زخارف نباتية بارزة ومستوية .



شكل (٦٧)

زخارف نباتية تتركب من خطوط وفروع منحنية تحوطها أشكال انسيابية (من فن الرقش العربي). بلاطات من القاشاني من مسجد رستم باشا باستانبول.




شكل (٦٨)

**زخارف تجمع بين الأشكال الهندسية والتفريعات النباتية والخطوط الزخرفية من القرن ٨/٩هـ = القرن ١٤/١٥م.**

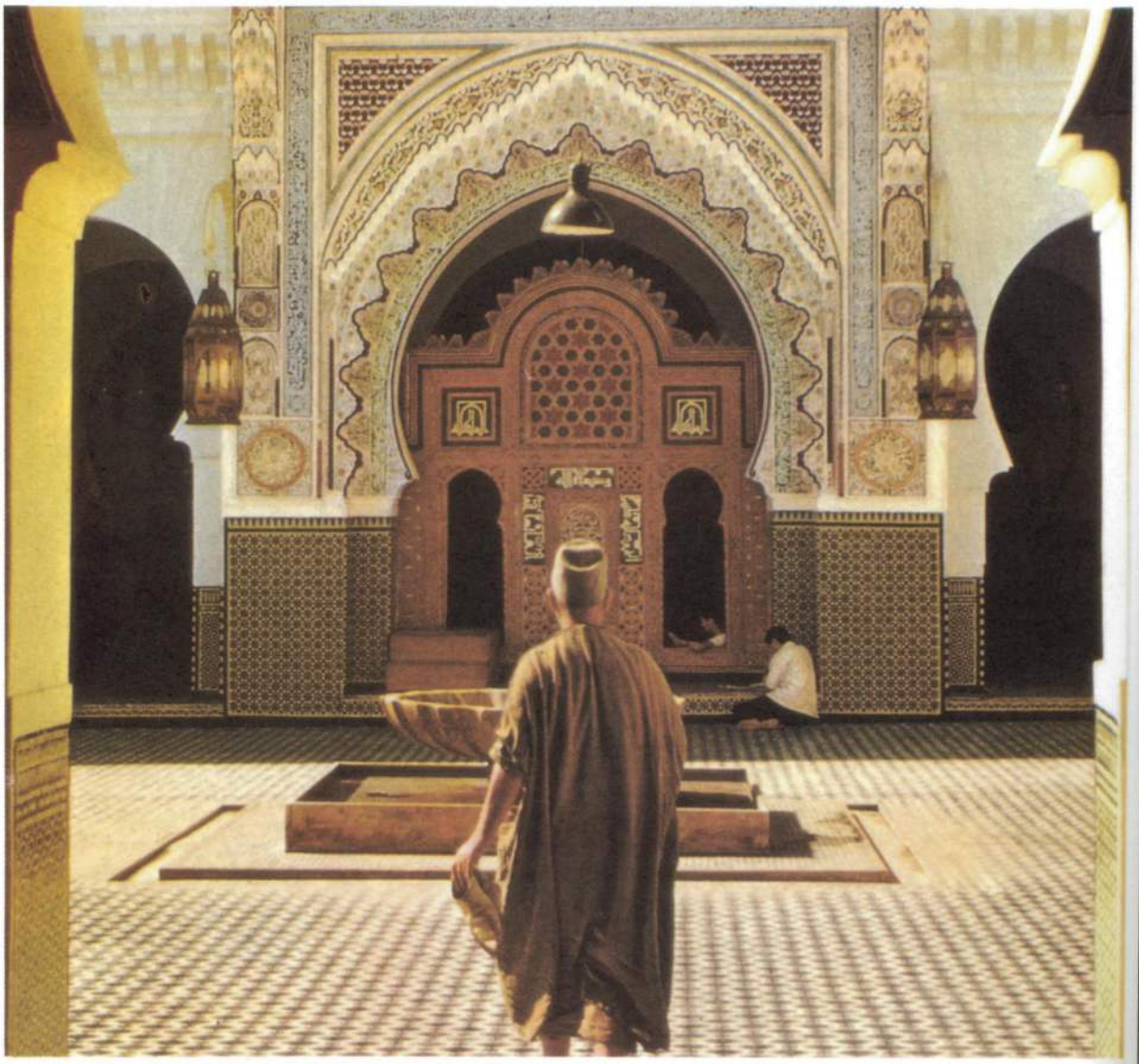
(أ) من واجهة مسجد شمس الدين صنقر بالقاهرة، سنة ٧١٥ هـ.

(ب) كتابة كوفية اندلسية.

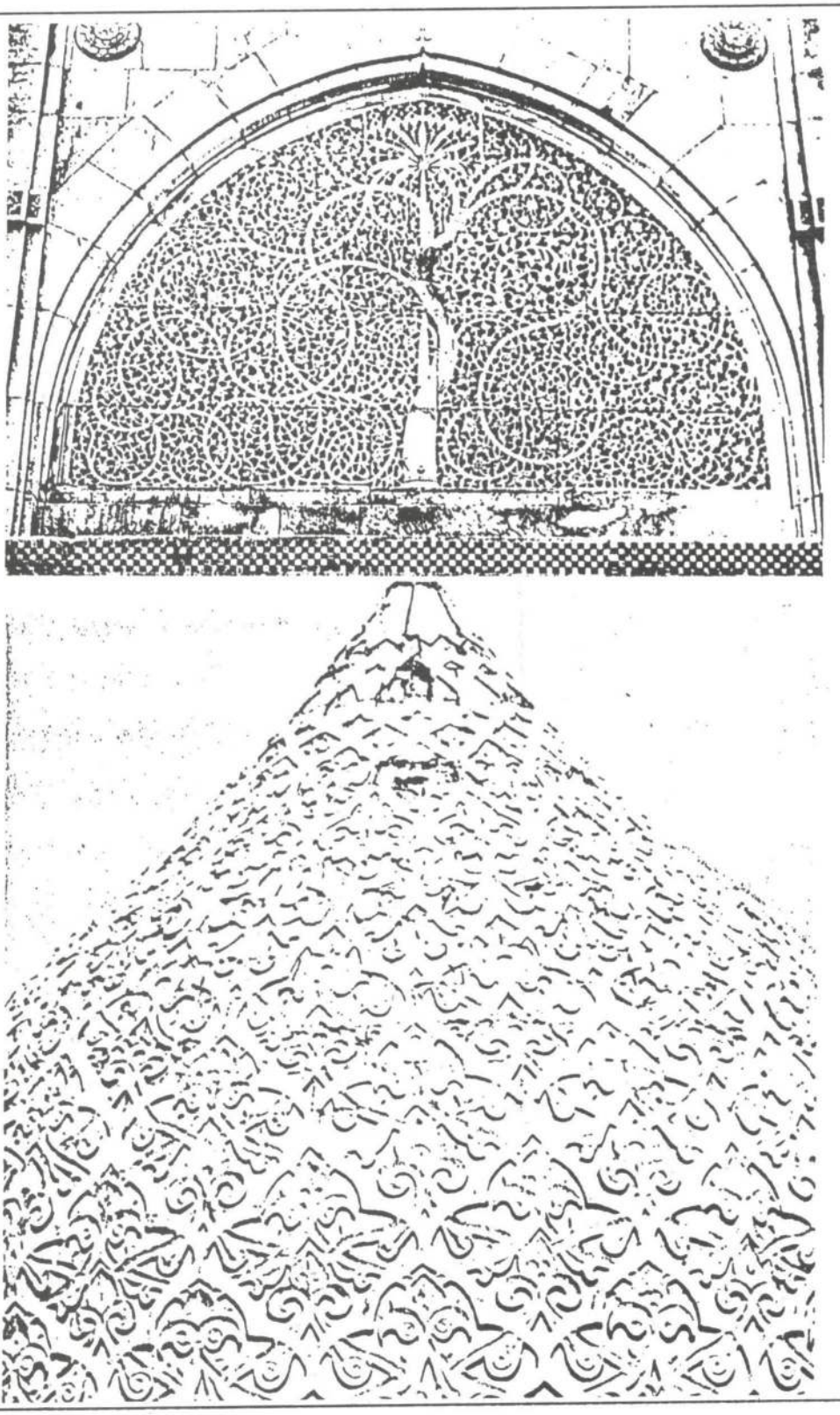
(جـ) من مسجد الأمير سيف الدين صغر تمش بالقاهرة، سنة ٧٥٧ هـ.

(عن مصور الخط العربي لناجي زين الدين الخطاط البغدادي المعاصر، رحمه الله).

(د) من مسجد خاير بك المملوكي في عهد السلطان الغوري سنة ٩٠٨ هـ.



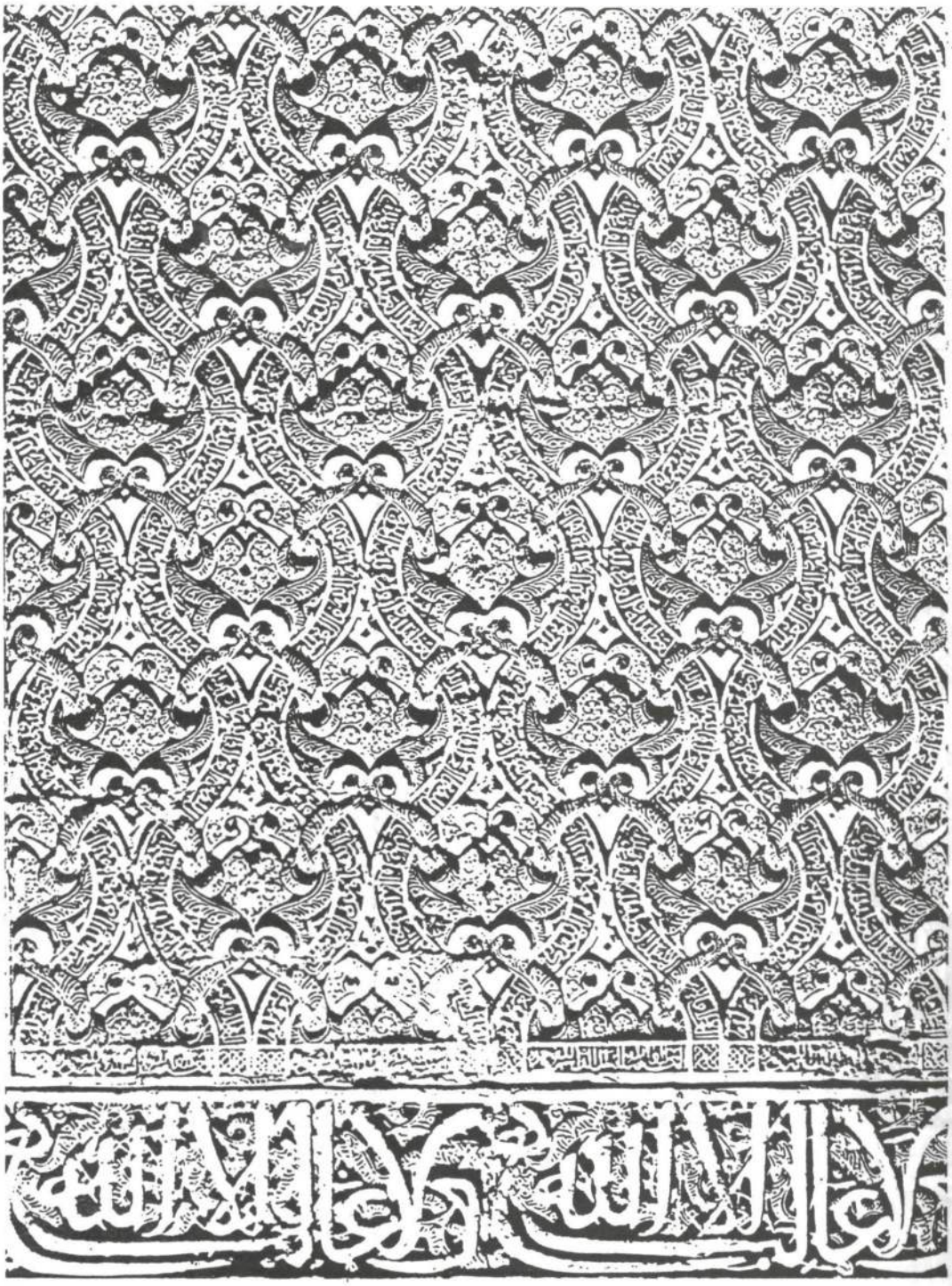
شكل (٦٩)
مثال من العقود والزخارف المغاربية .



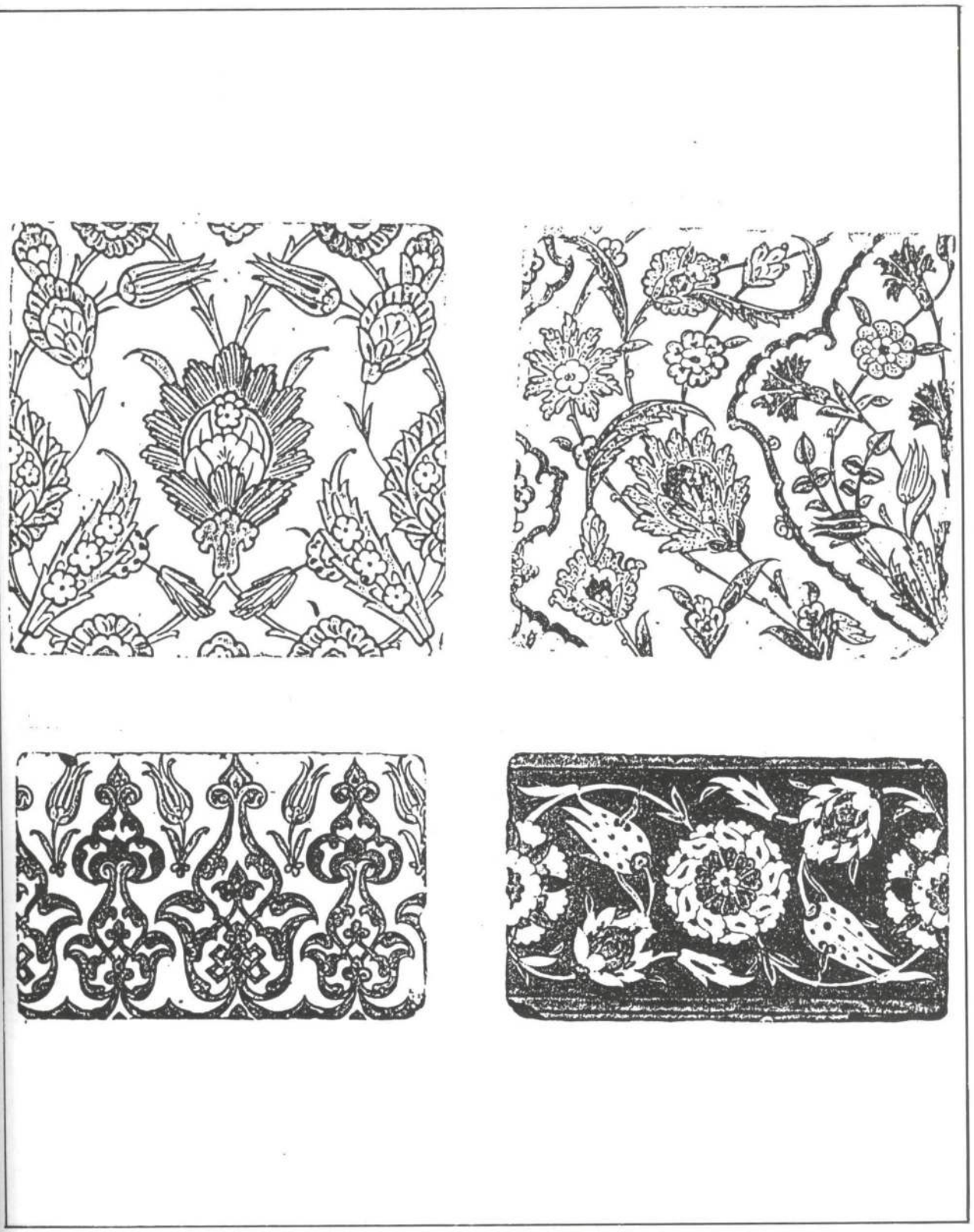
شكل (٧٠)

أ ـ زخارف نباتية شريطية **Lace Decorations** .

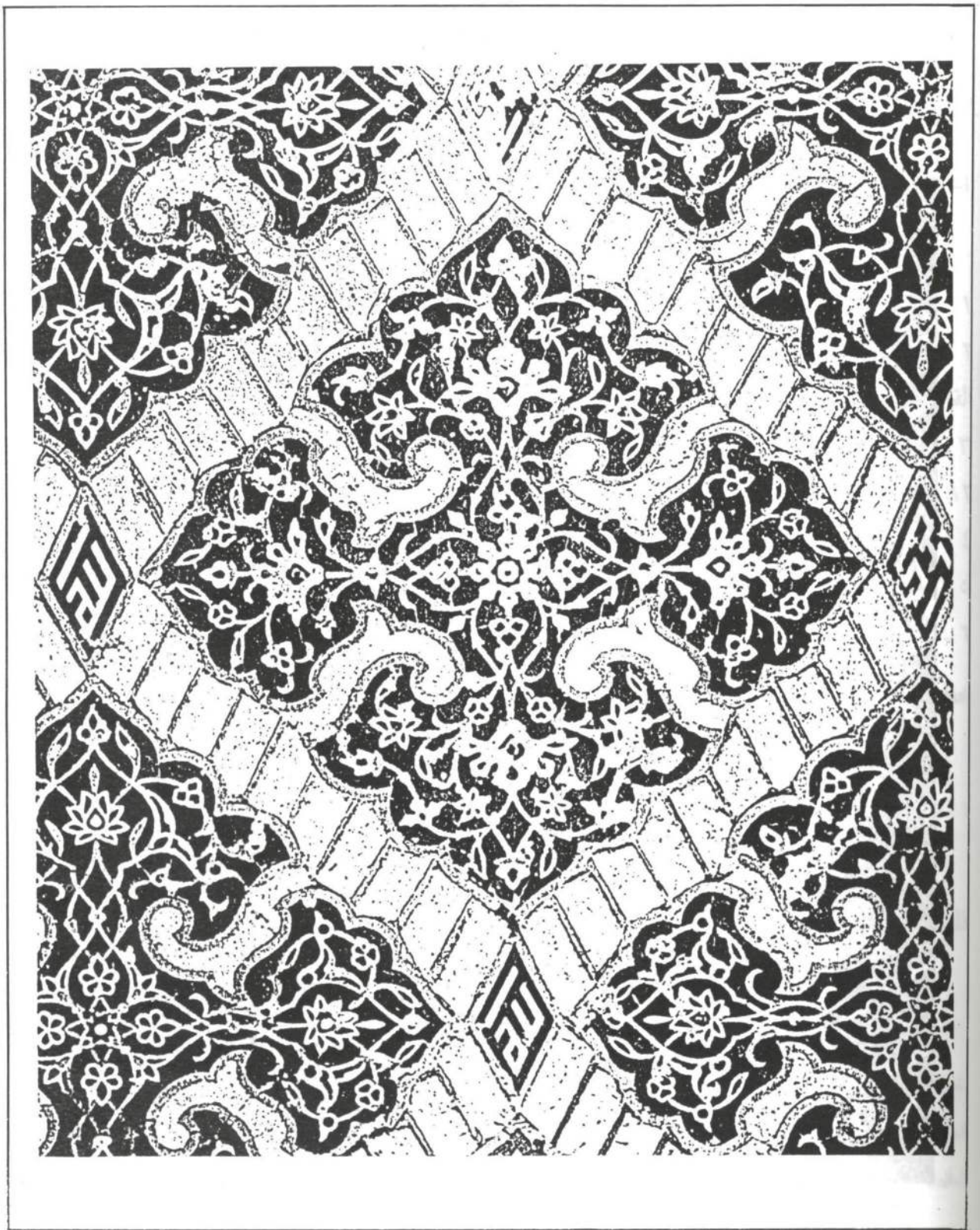
ب ـ زخارف نباتية بارزة منفذة على سطح قبة.



شكل (٧١)
زخارف نباتية وخطية على لوح جِصّي ـ من قاعة السفراء بقصر الحمراء بغرناطة.

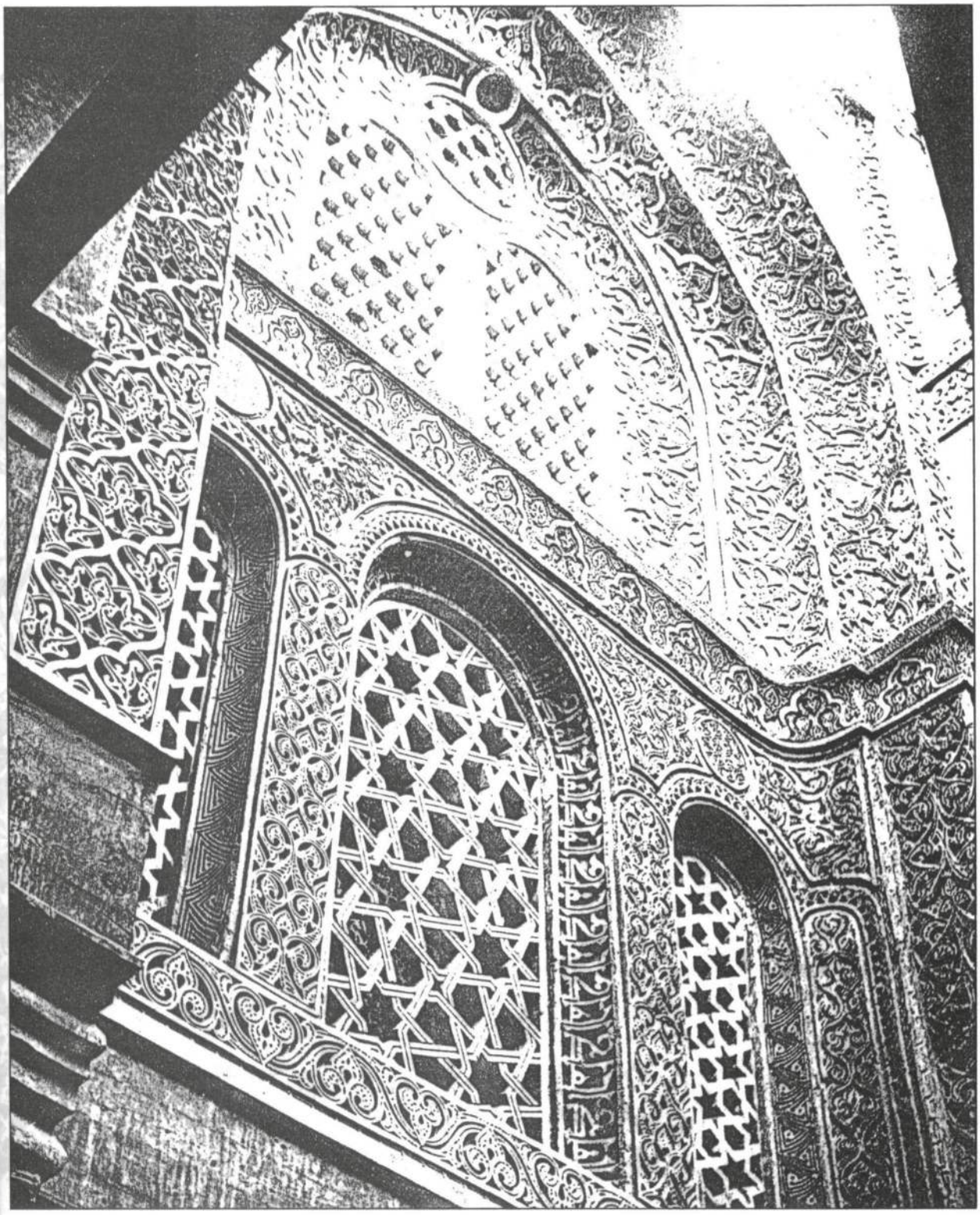


شكل (٧٢)
زخارف نباتية على بلاطات خزفية مزجَّجة ـ من تركيا في القرن ١٠ هـ = القرن ١٦م.



شكل (٧٣)

زخارف نباتية على القاشاني الملون بالجامع الأزرق في تبريز بإيران ـ من القرن ٩ هـ = القرن ١٥ م.



شكل (٧٤)
زخارف هندسية ونباتية من داخل ضريح السلطان قلاوون بالقاهرة.

### ١,٦,٢,٣ ـ الخط العربي واستخدامه في الزخرفة

اعتمد الفنان في الحضارة الإسلامية على الخط العربي كعنصر زخرفي، حيث تنوعت الخطوط وتباينت الزخارف والتكوينات المدخلة عليها، ونشير فيما يلي الى أهم الخطوط العربية:

**الخط الكوفي**

وهو خط ينسب الى مدينة الكوفة، وإن كان قد وفد اليها من المدينة المنورة، وهو على أشكال منها:

١ ـ الخط الكوفي البسيط: وهو خط لا يلحقه توريق أو تضفير.

٢ ـ الخط الكوفي الهندسي: وهو خط مبني على أساس هندسي، حيث يستند الى الخطوط المستقيمة والزوايا القائمة (الأشكال ٧٥ ـ ٨١).

٣ ـ الخط الكوفي المورق والمزهر: وهو خط تلحق به زخارف على هيئة أغصان وأوراق شجر وأزهار دقيقة (شكلا ٨٢، ٨٤).

٤ ـ الخط الكوفي ذو الأرضية النباتية (أرضية من سيقان النباتات اللولبية)، شكل (٨٢).

٥ ـ الخط الكوفي المضفر، (شكلا ٨٢، ٨٤).

٦ ـ الخط الكوفي الزخرفي (شكل ٨٣).

**خط النسخ**

وهو من ابتكار السلاجقة، ظهر عند أتابكة الموصل وفي شمال الشام منذ أوائل القرن ٥هـ = القرن ١١م.

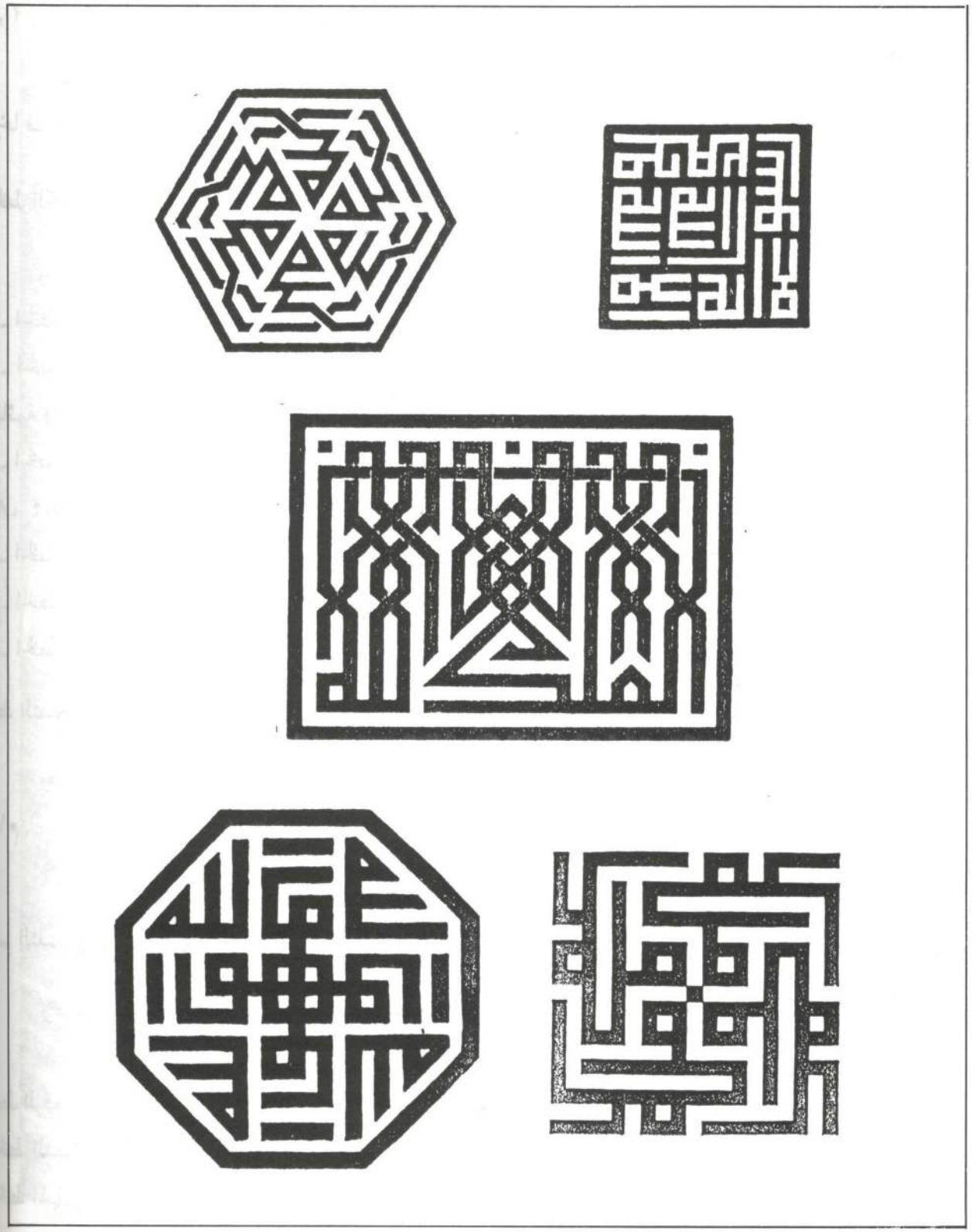
**قلم الثلث وقلم الثلثين**

وهما من ابتداع المصريين، وقد انتشر استخدامهما في رسم المصاحف منذ القرن ٥هـ = القرن ١١م.

**خط الرقعة**
**الخط الديواني**
**الخط الهمايوني**

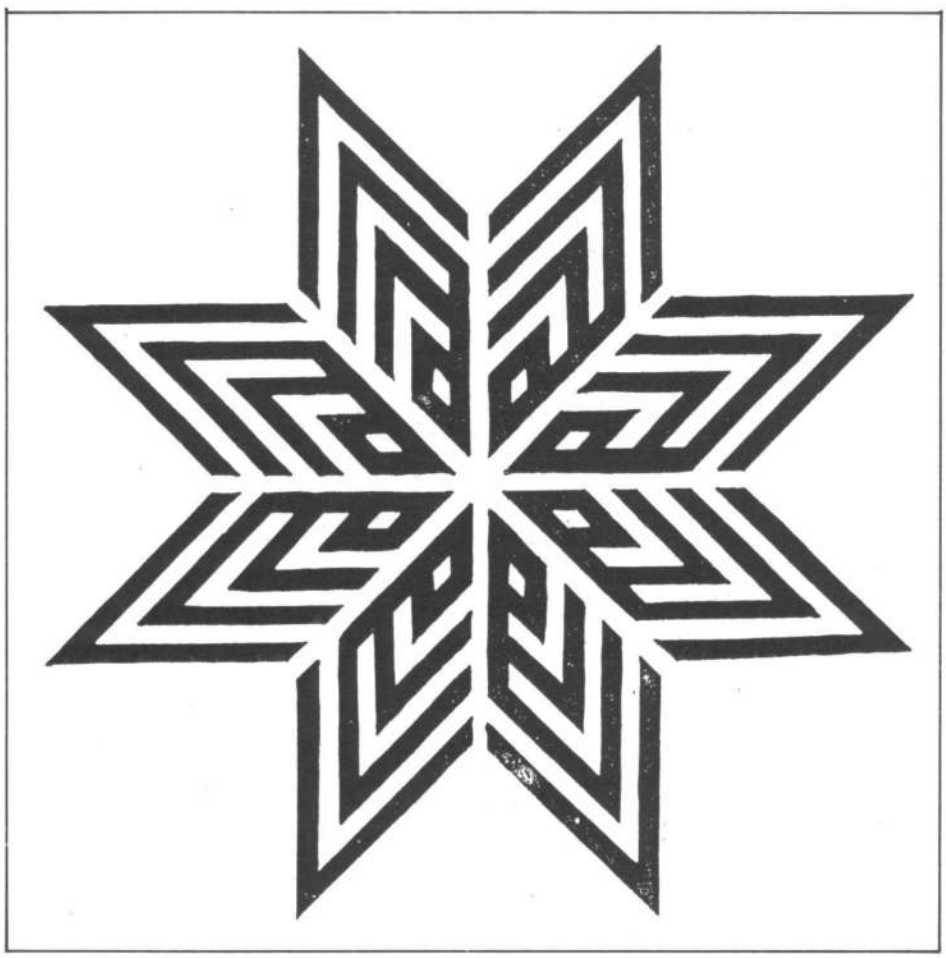
} وهما من ابتكار الأتراك

وهو خط مشتق من الخط الديواني.



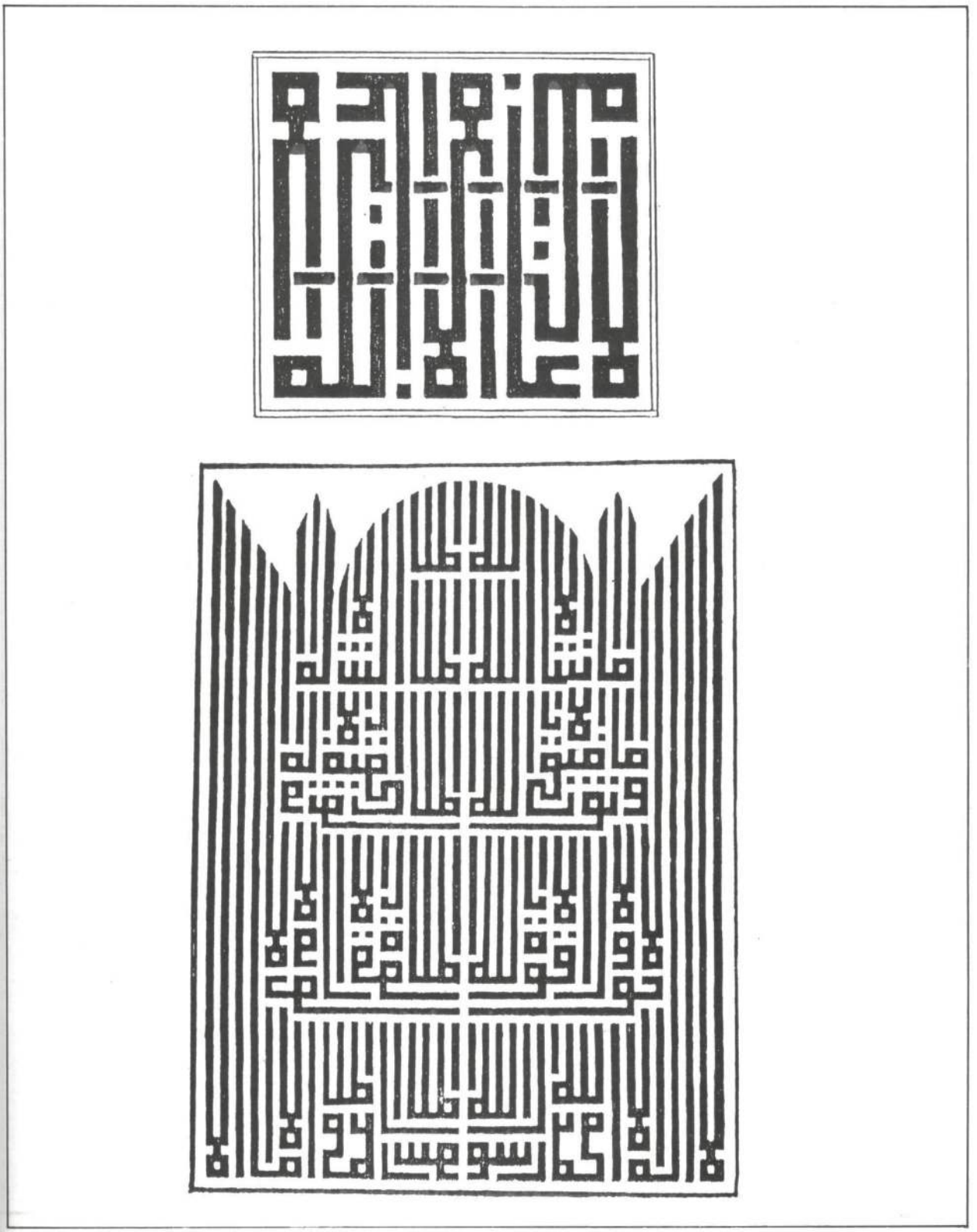
شكل (٧٥)

نماذج من الخط الهندسي: الكوفي المربع (منها: لا إله إلا الله محمد رسول الله ـ الملك لله ـ محمد).



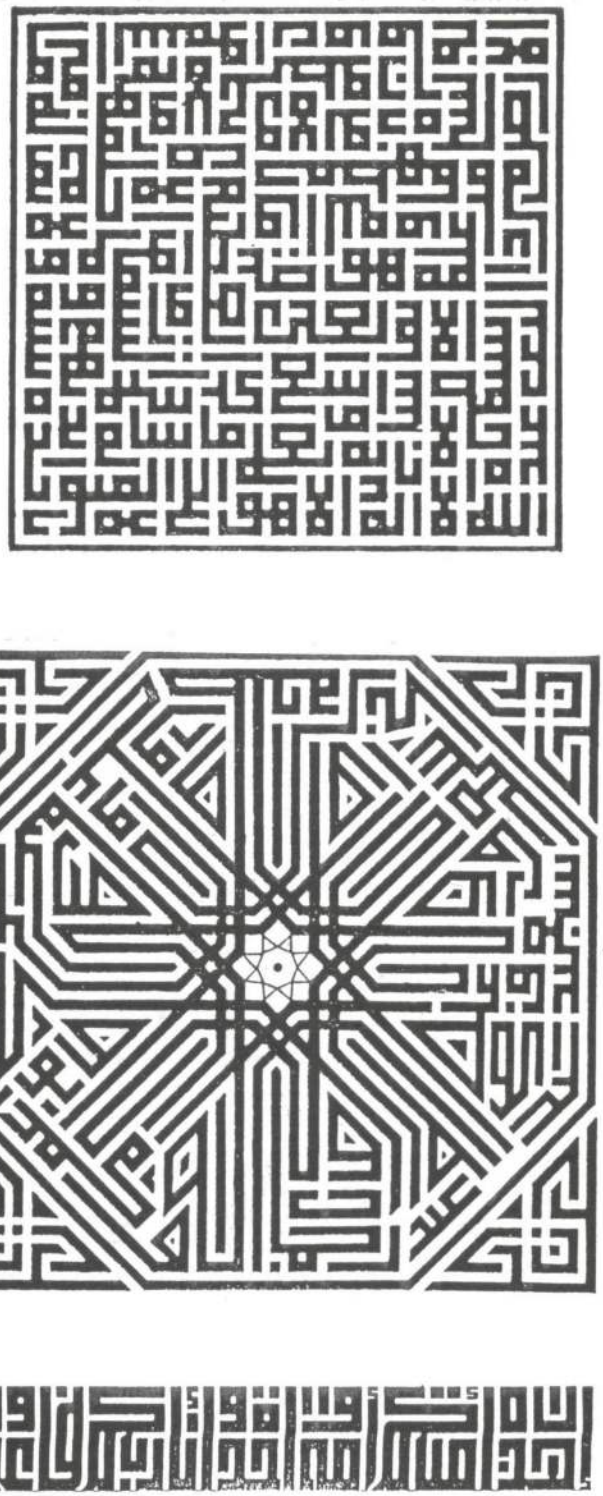
شكل (٧٦)

نجمة مثمنة بداخل كل ثمن منها لفظ الجلالة، رُسم بترتيب متزاو.
(عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا).



شكل (٧٧)

نموذجان من الخط الهندسي: الكوفي المربع (وفيهما: لا غالب إلا الله ـ لا إله إلا الله محمد رسول الله ـ لا حول ولا قوة إلا بالله ـ ما شاء الله . . ).

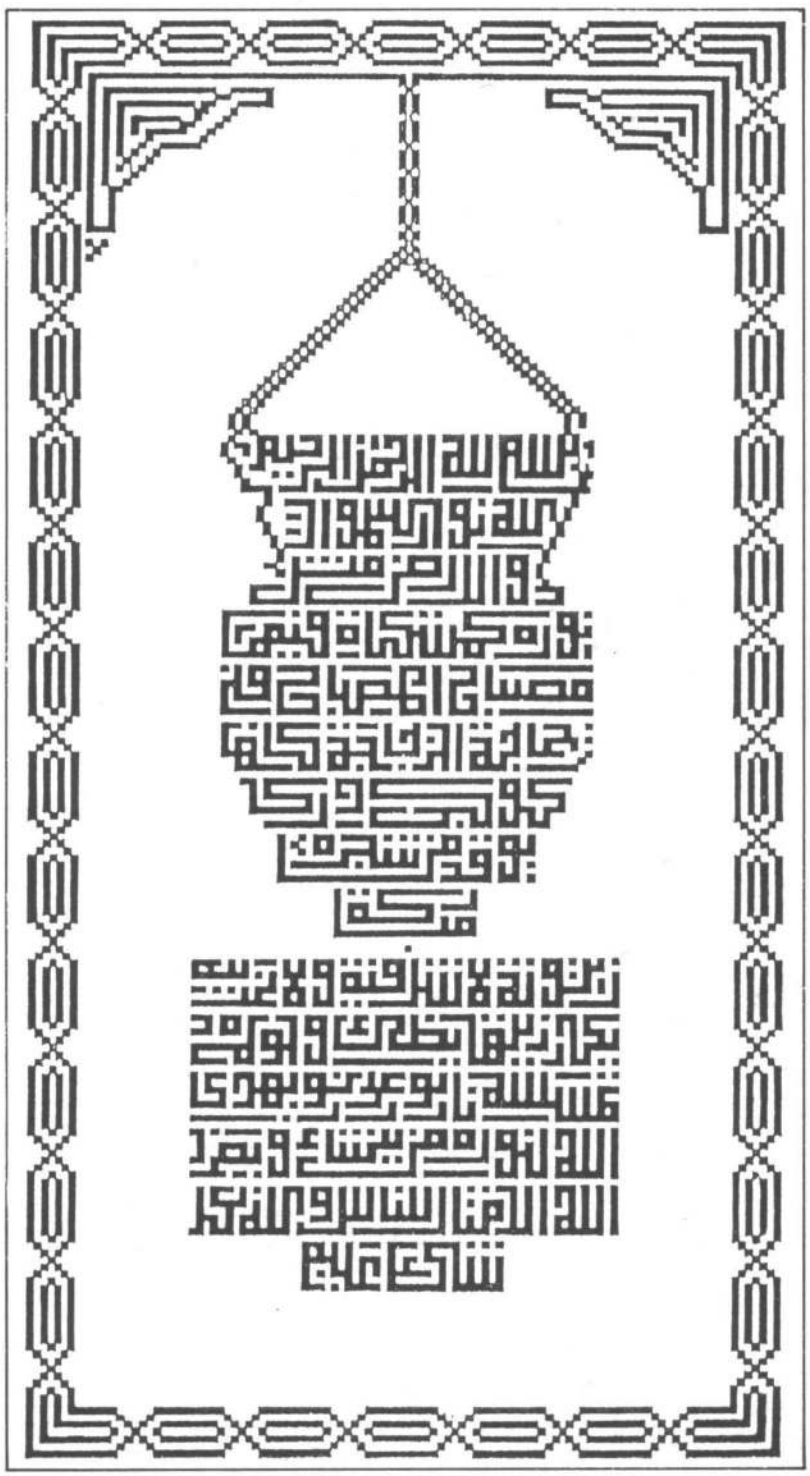


شكل (٧٨)
أمثلة من الخط الكوفي المربع.



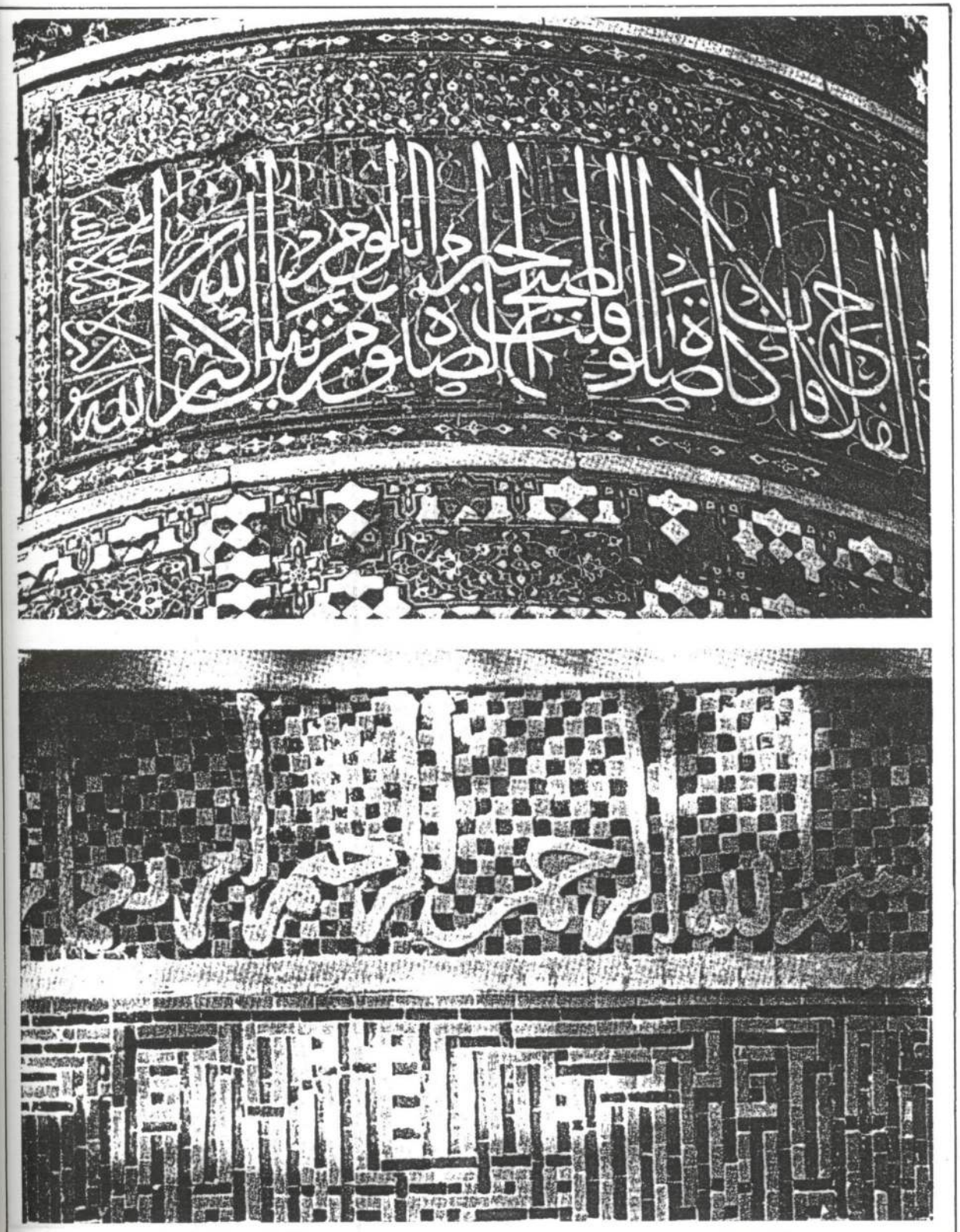
شكل (٧٩)

خط كوفي مربع على لوح مطعم من رخام وحجر وخزف مُزجَّج ـ من مصر في القرن ٨هـ = القرن ١٤م.



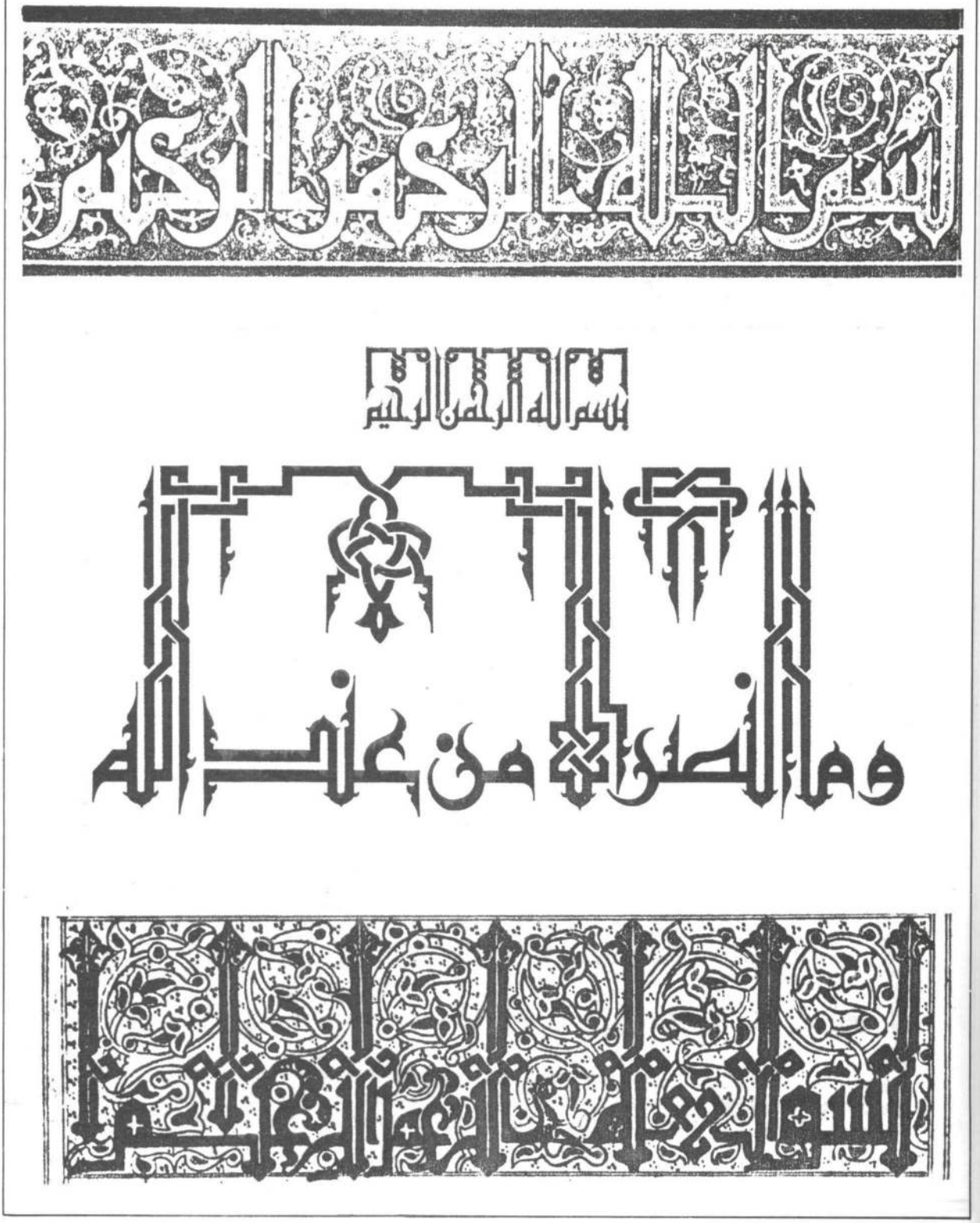
شكل (٨٠)

مثال لخط هندسي كتبت به الآية (٢٤) من سورة النور، وقد صممت اللوحة على هيئة قنديل.

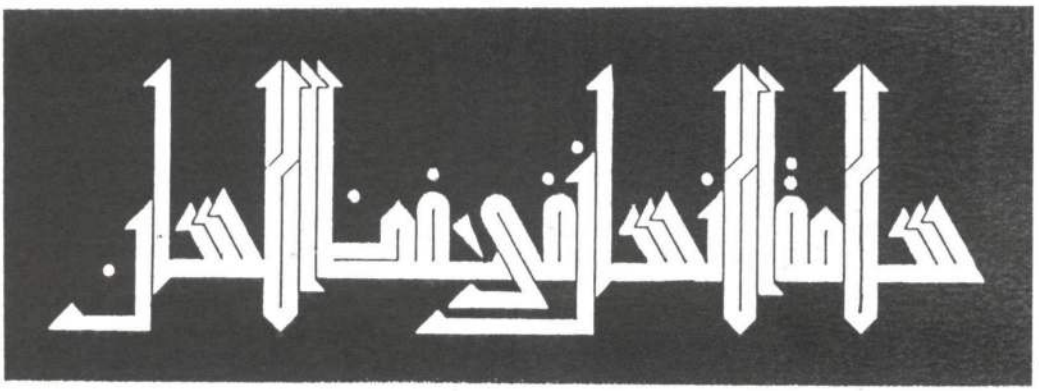


شكل (٨١)

زخارف كتابية على القاشاني: خط ثلث مملوكي، وخط نسخي، وخط كوفي مربع ـ من إيران في القرن ٨هـ = ١٤م.




شكل (٨٢)
نماذج من الخط الكوفي المضفر والمورق والمزهر.



(أ) «سلامة الانسان في حفظ اللسان» (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا).



(ب) «هو الله الذي لا إله إلا هو عالم الغيب والشهادة هو الرحمن الرحيم» للخطاط حسن أحمد بهزاد.

شكل (٨٣)
مثالان للخط الكوفي الزخرفي.



شكل (٨٤)
أمثلة للخط الكوفي المُضفَّر والمُورَّق.

**خط الاجازة أو التوقيع**

وهو خط يجمع بين النسخ والثلث والخط الديواني.

**الخط المغربي**

**خط التعليق أو الخط الفارسي**

ظهر هذا الخط في فارس في القرن ٧هـ = القرن ١٣م، واستخدم في كتابة المخطوطات، ويتميز هذا الخط بالحركة نظرا لكثرة الاستدارات به.

**خط النستعليق**

وهو خط يجمع بين مميزات خطي النسخ والتعليق، ويمتاز بالسلاسة واليسر في يد الكاتب، وقد ابتكر في القرن ٧هـ = القرن ١٣م.

**الخط المحقَّق والخط الدارج**

يقصد بالخط المحقق ذلك الخط الذي يسير وفق القواعد والمعايير التي وضعها الوزير العباسي ابن مقلة (ت: ٣٢٨هـ = ٩٤٠م)، ويستعمل هذا الخط في كتابة المصاحف، كذا في المراسلات الهامة.

أما النوع الثاني ـ وهو الخط الدارج ـ فهو الخط الذي لا يلتزم بقواعد ابن مقلة، ومن ثم فإنه يستعمل في المراسلات العادية.

**من سمات الخط الحسن**

وردت في صفات الخط الجيد عدة شروط منها:

«الخط الجيد هو الخط حسن الوصف، مليح الرصف، مفتح العيون، أملس المتون، كثير الائتلاف، قليل الاختلاف، تهش اليه النفوس، وتشتهيه الأرواح».

وعن شروط الخط الجيد قالوا[1]:

«إذا اعتدلت أقسامه، وطالت ألفه ولامه، واستقامت سطوره، وضاهى صعوده جدوره، وتفتحت عيونه، ولم تشتبه راؤه ونونه، ولم تختلف أجناسه، وأسرع الى العيون تصوره، والى القلوب تنمره، وقدرت فصوله، وأدمجت أصوله، وتناسب دقيقه وجليله، وتساوت أطنابه، واستدارت أهدابه، وصغرت نواجذه، وانفتحت محاجره، وخرج عن نمط الوراقين، وبعد عن تصنع المحررين، وخيل أنه يتحرك وهو ساكن».

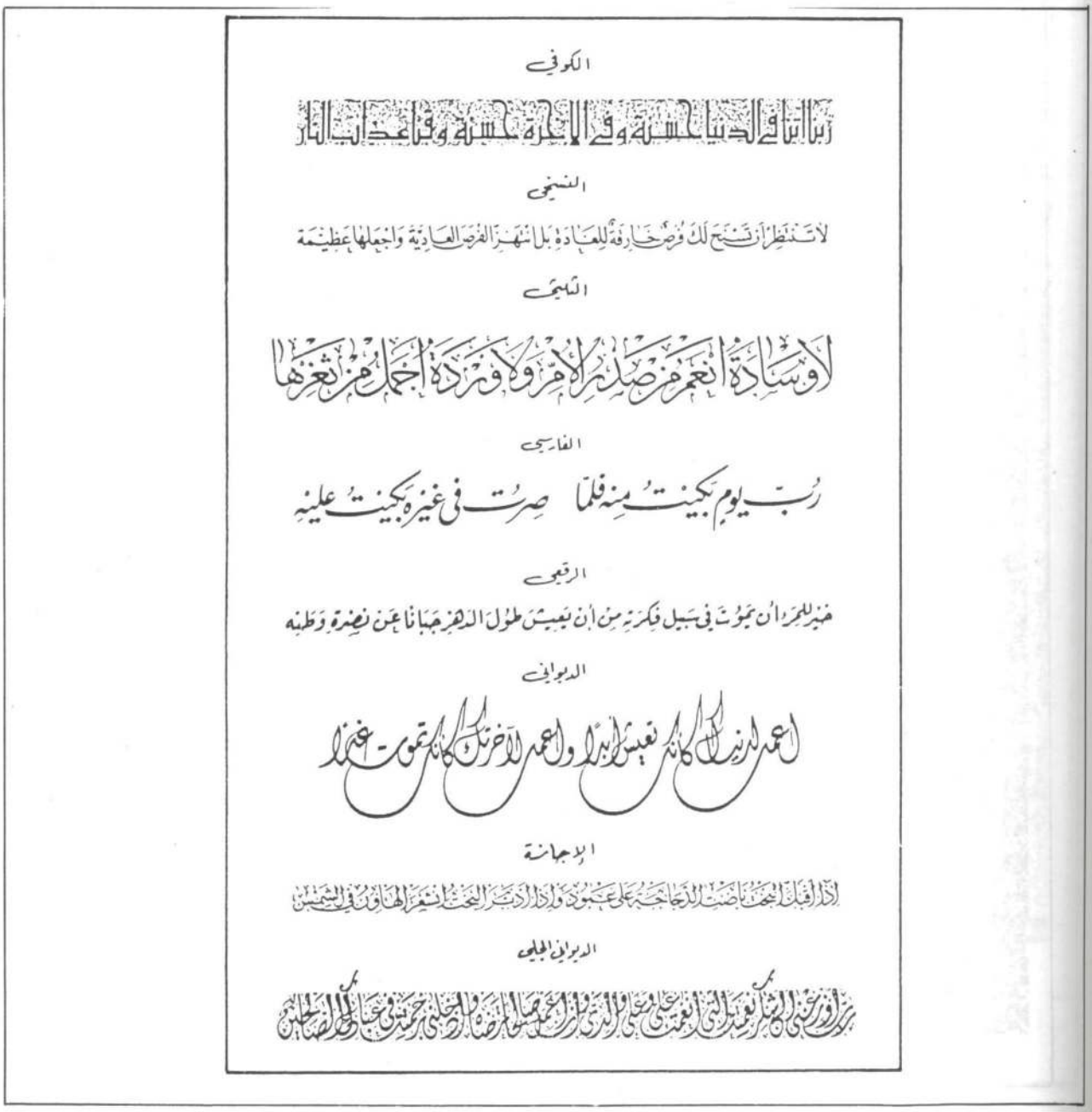
---

(١) راجع «نهاية الأرب في فنون الأدب» للنويري، السفر السابع.

وقيل أيضا:

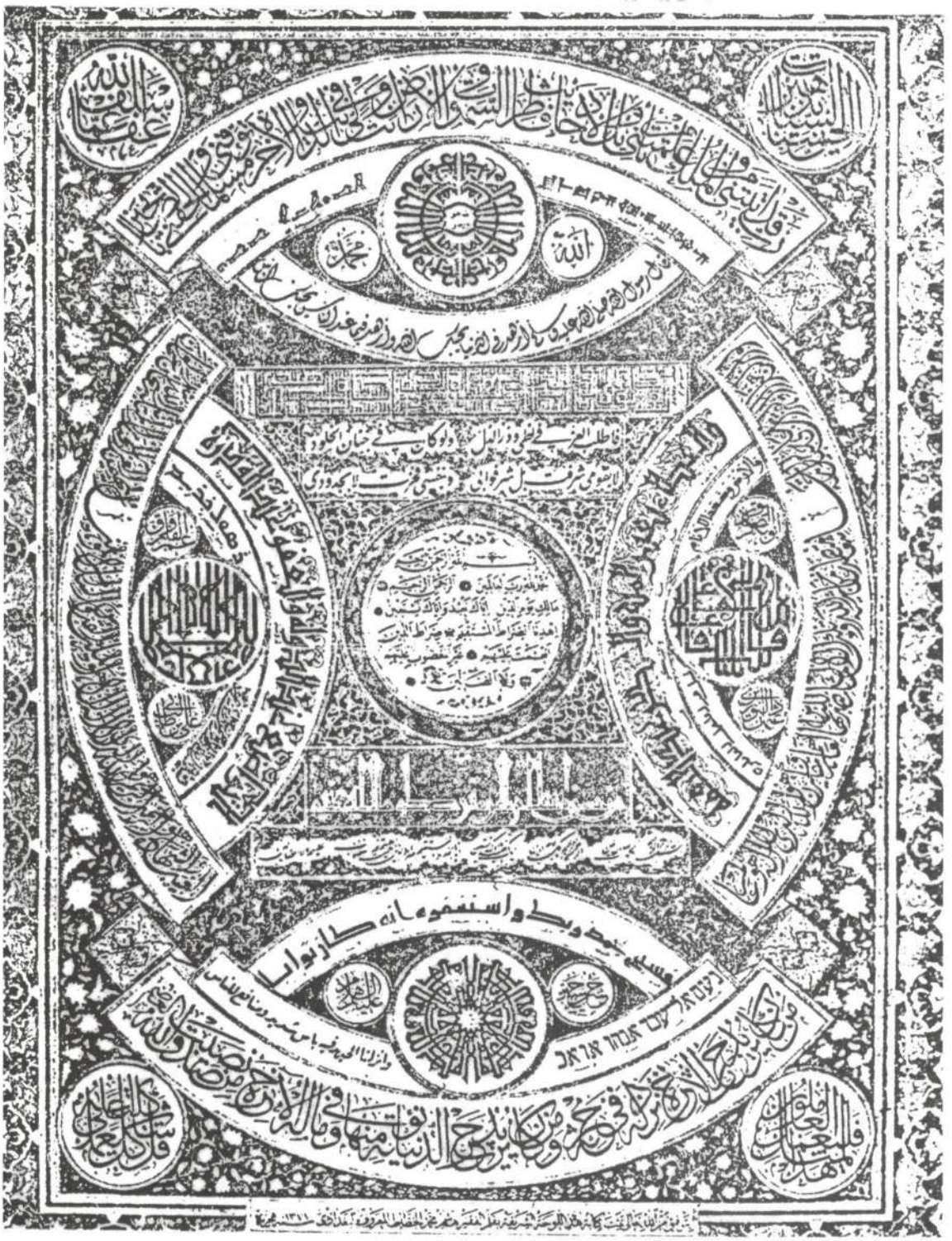
«أجود الخط أبينه، والخط الحسن هو البيِّن الرائق».

هذا وقد اتخذ ابن مقلة الألف مقياسا أساسيا نسبت إليه الحروف جميعها، وتتخذ الألف شكل خط منتصب غير مائل الى استلقاء ولا الى انكباب، وتتكون الألف من ثمان نقط من نقط قلم الكتابة، وبذلك يكون عرض الألف ثمن طولها.

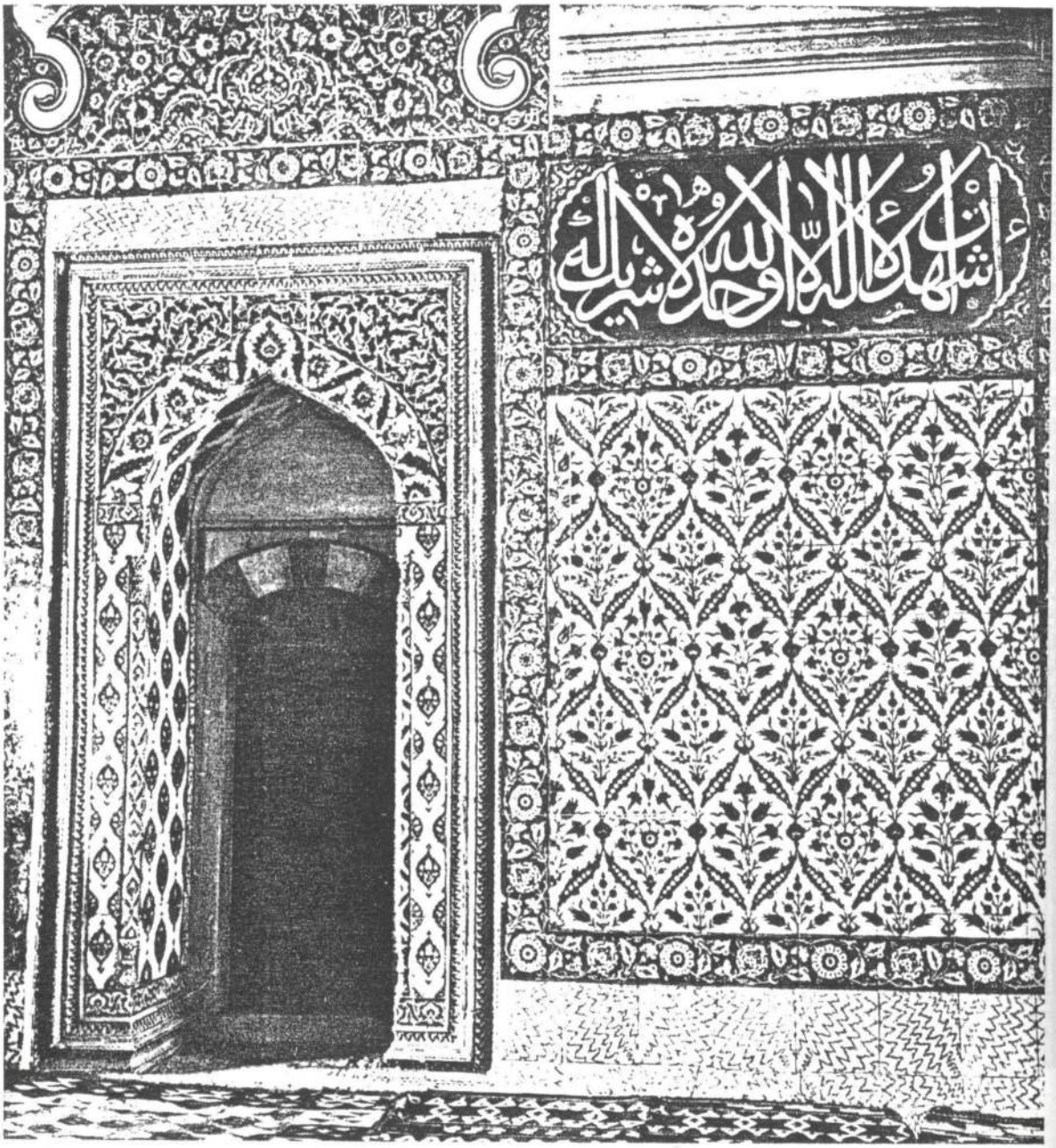



شكل (٨٥)

لوحة جامعة لأشهر أنواع الخط العربي **Arabic Calligraphy** (عن كتاب «روح الخط العربي» للخطاط كامل البابا)

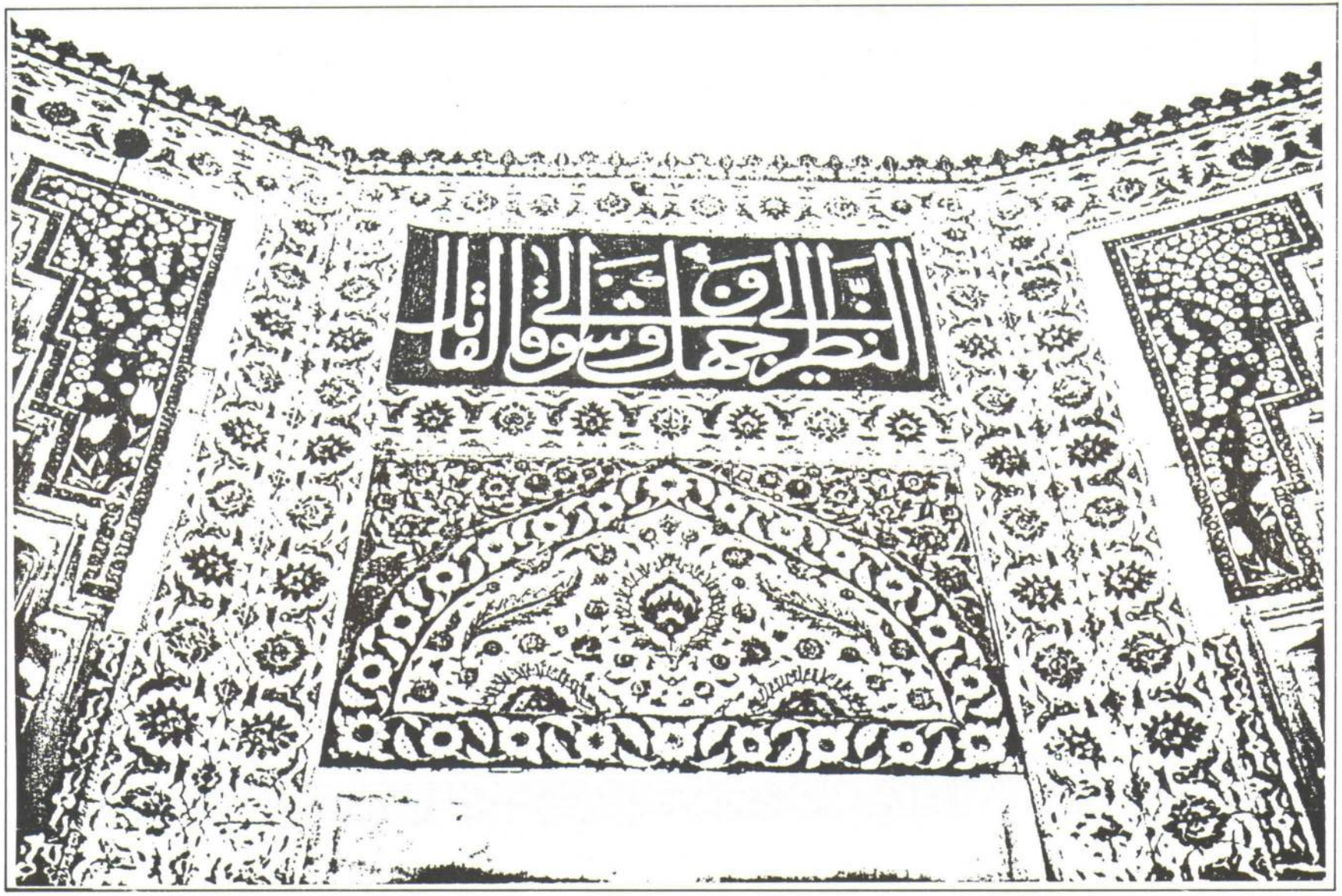


شكل (٨٦)
لوحة تجمع انواعا كثيرة من الخطوط العربية وغير العربية .



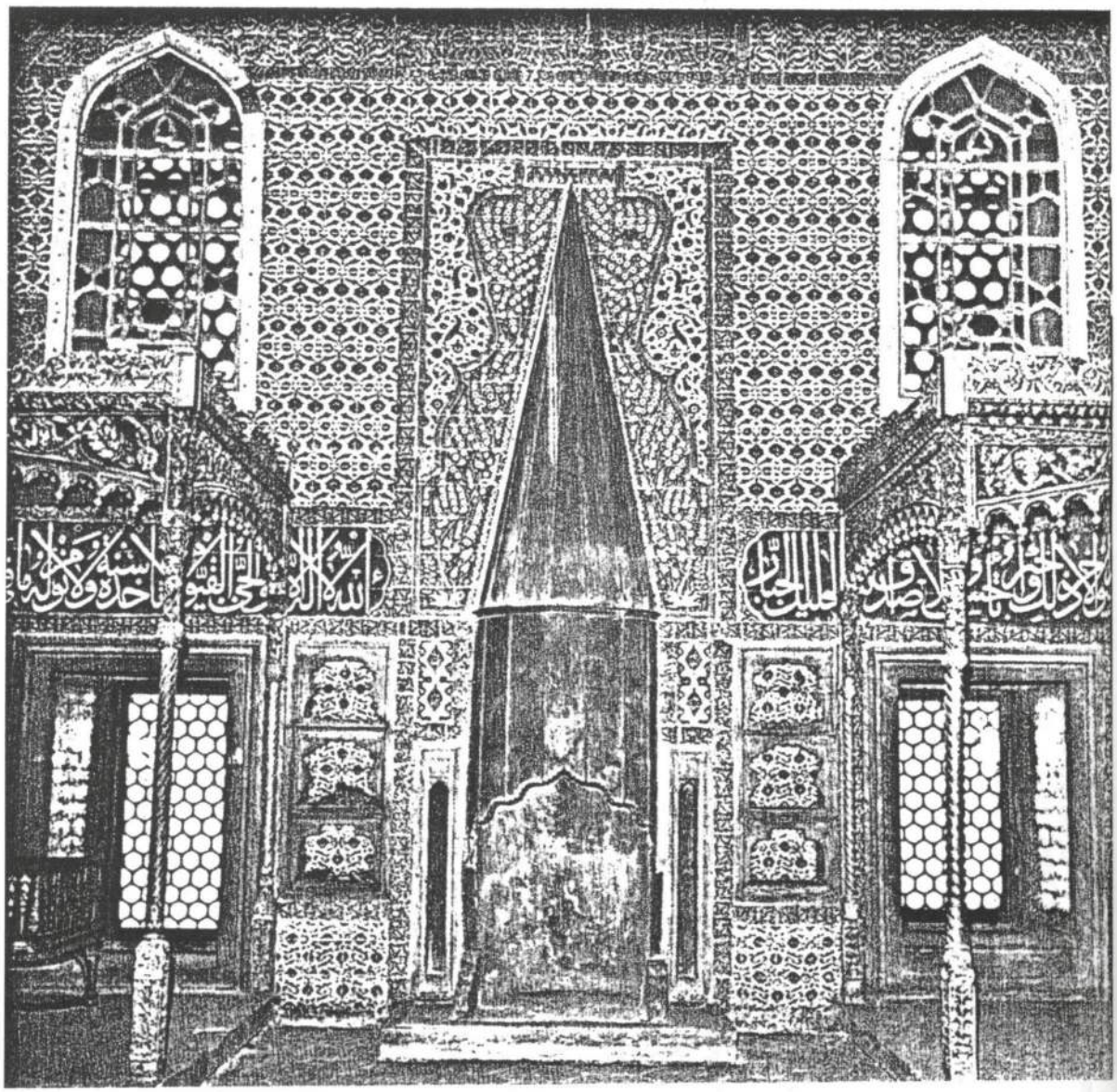

شكل (٨٧)

الشهادة بخط الثلث على بلاطات قاشاني إزنيك تحيط بها زخارف نباتية عند محراب مسجد السليمية بأدرنة بتركيا (من أعمال سنان باشا المعمار - القرن ١٠ هـ = ١٦م)



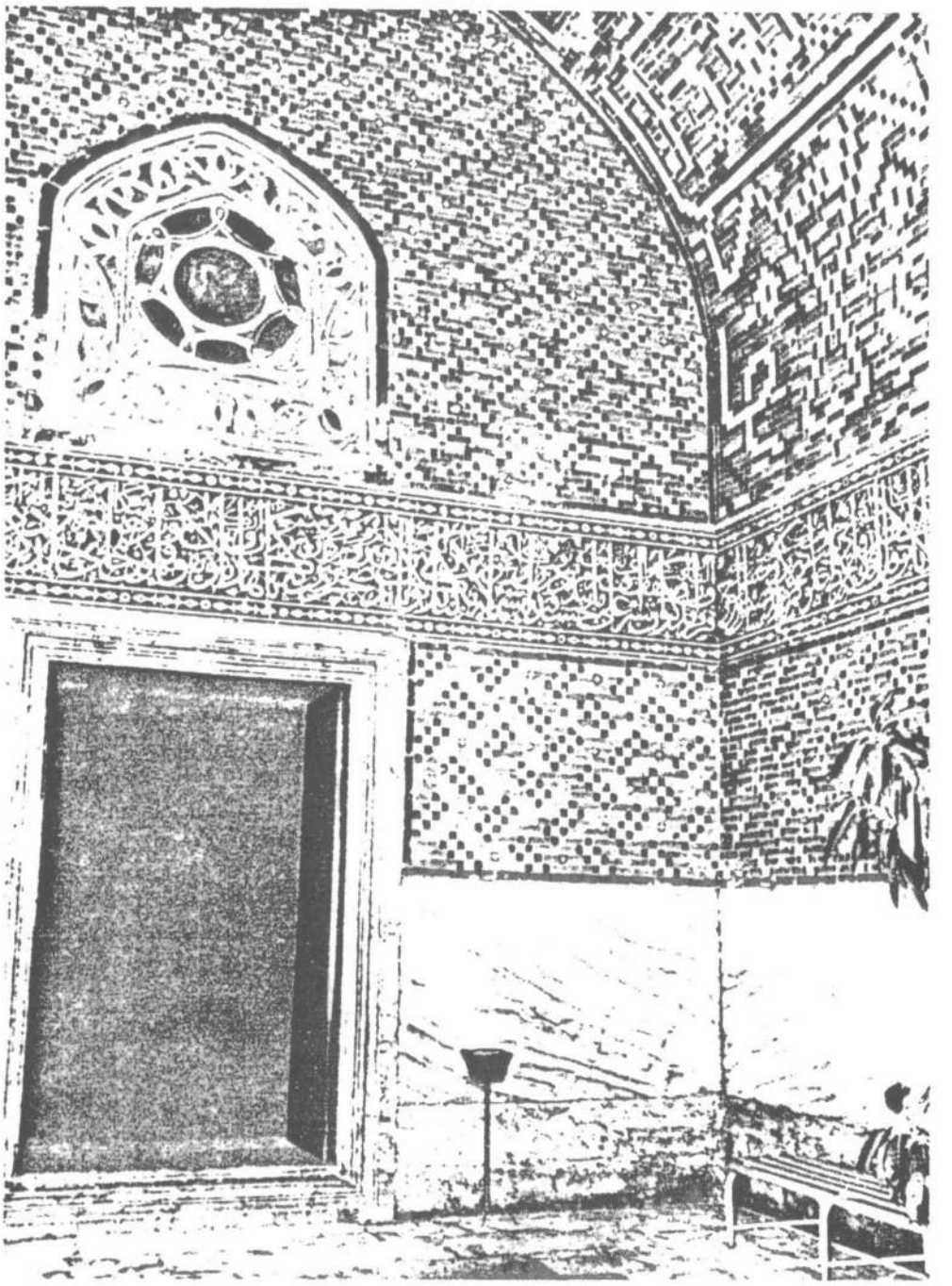

شكل (٨٨)

لوحة كتابية عربية تتصدر زخارف نباتية على بلاطات قاشانى ـ من ضريح زوجة سليمان القانوني بتركيا ـ من القرن ١٠ هـ = ١٦ م.



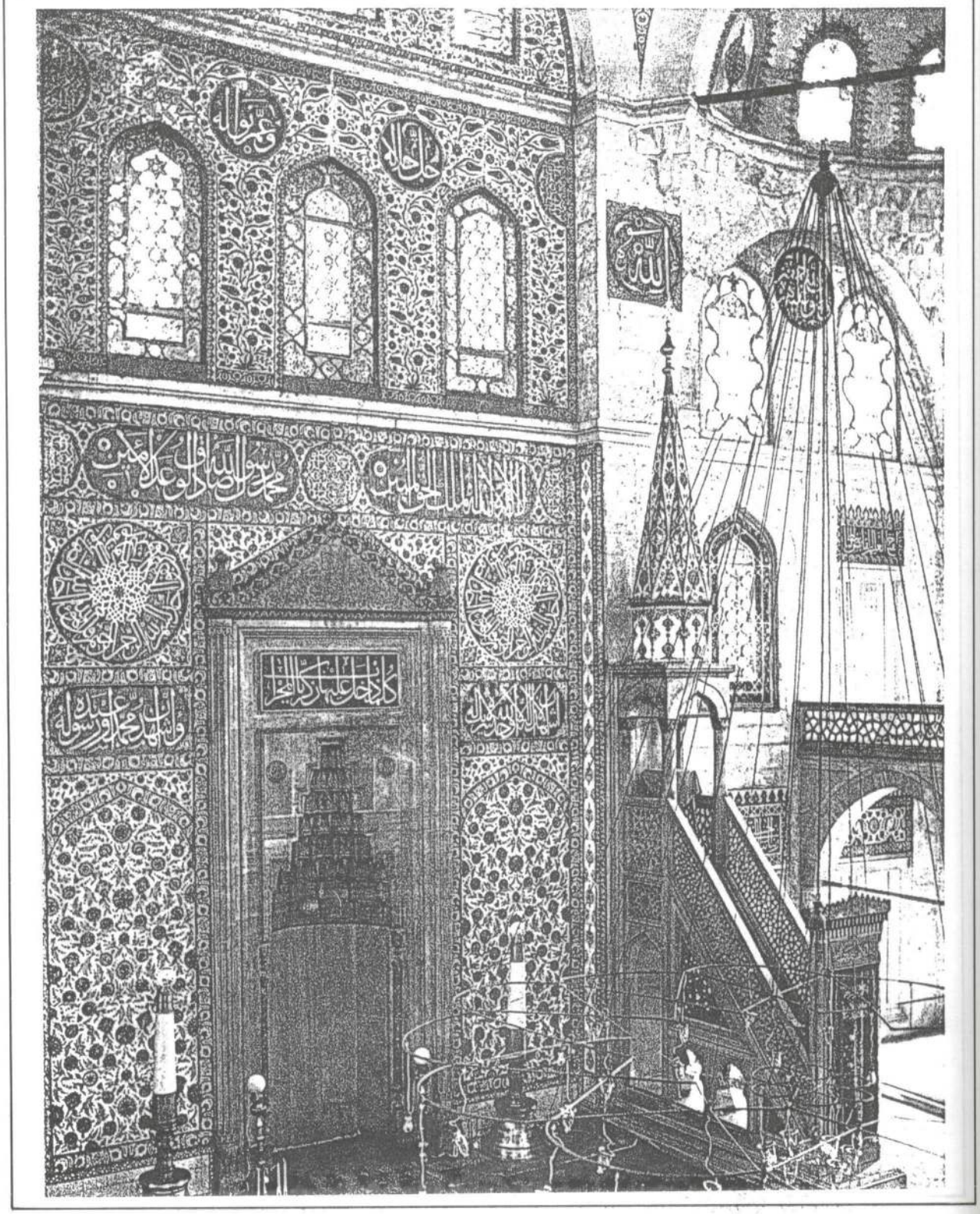
شكل (٨٩)

نصوص قرآنية بخط الثلث تتوسط زخارف نباتية على بلاطات قاشاني من غرفة نوم السلطان مراد الثالث باستانبول.



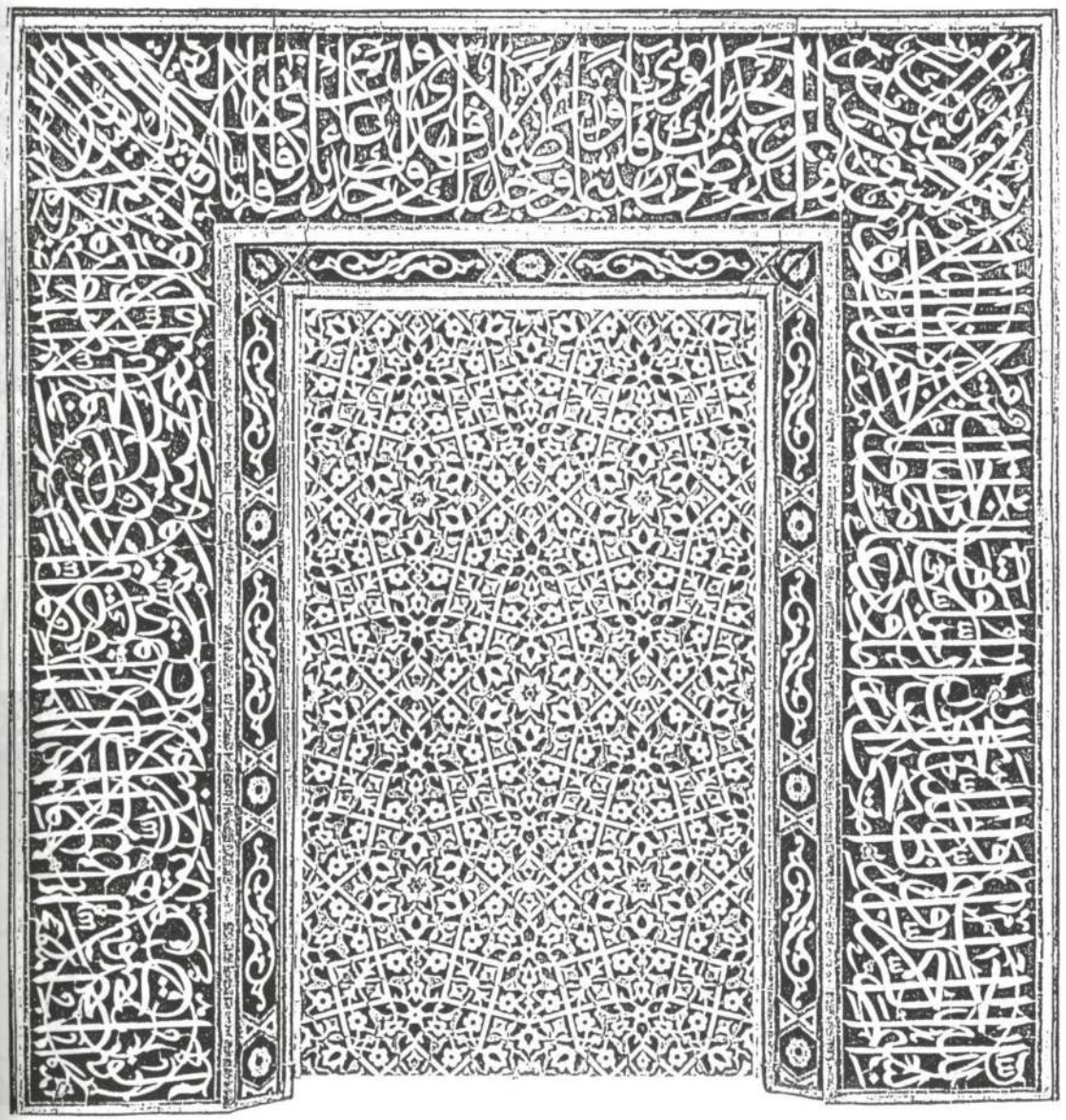
شكل (٩٠)

استخدام الخط العربي كعنصر جمالي وسط زخارف هندسية على بلاطات قاشاني في مدخل «الكشك» باستانبول من عهد السلطان محمد الفاتح.



شكل (٩١)

محراب مسجد سوكوللو محمد باشا باستانبول، ويزدان بمجموعة من اللوحات الخطية وسط بلاطات الزخارف النباتية.



شكل (٩٢)

محراب مُزيَّن بزخارف هندسية ونباتية تحيط بها كتابة بخط الثلث «سورة الضحى، وآية من سورة الانعام» ـ من ايران في القرن ٩ هـ = ١٥م.




شكل (٩٣)
نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث.

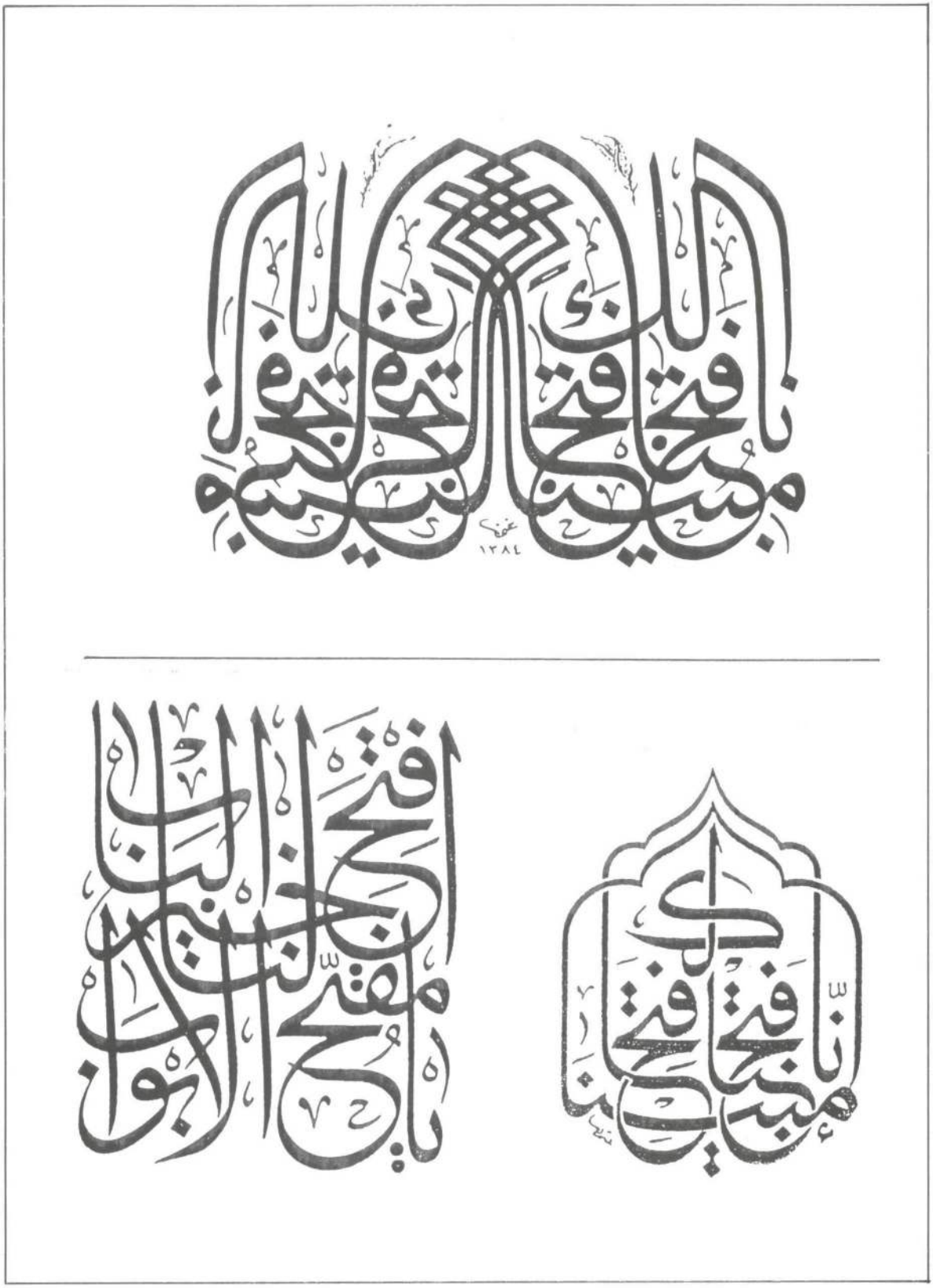




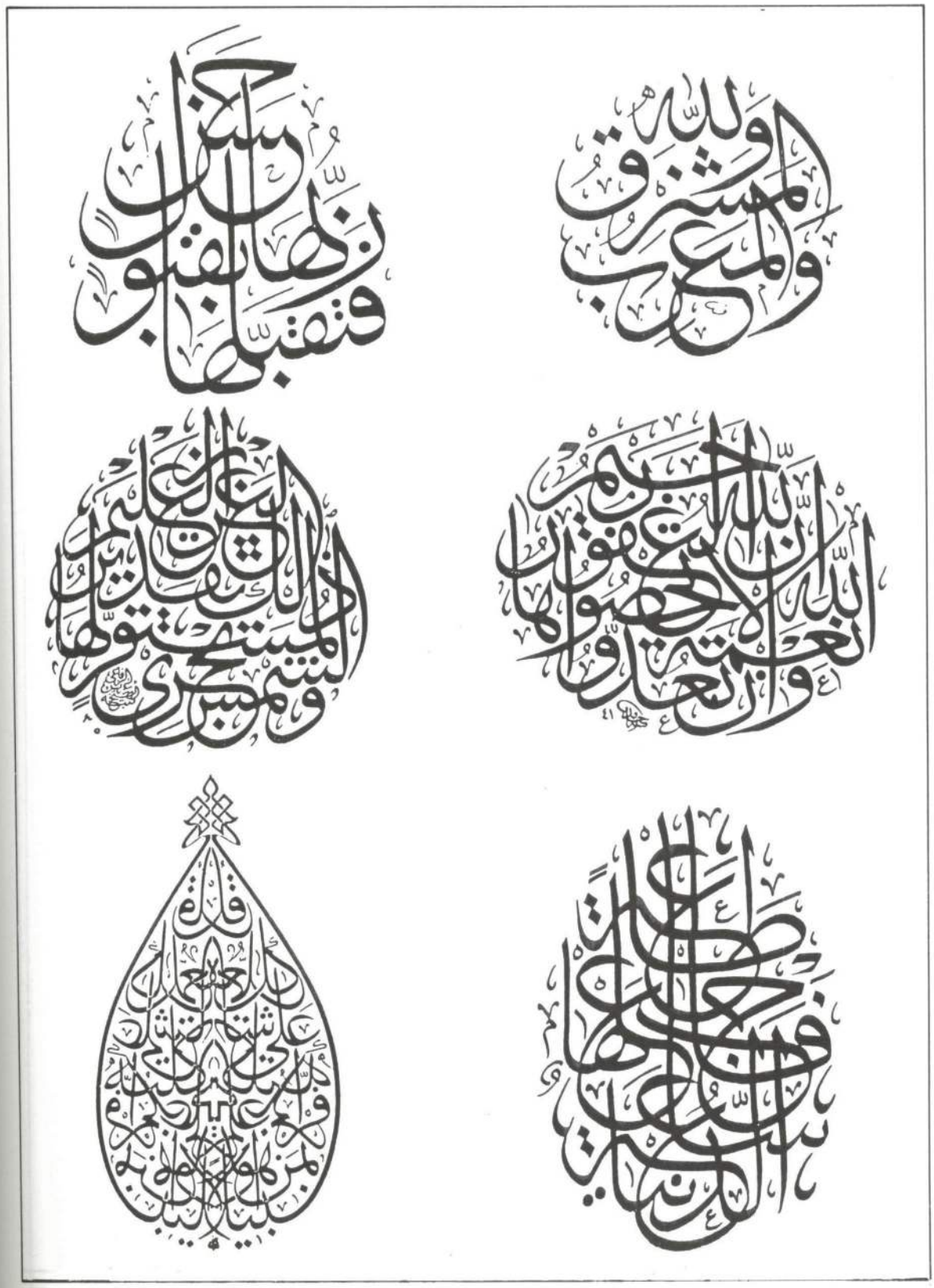




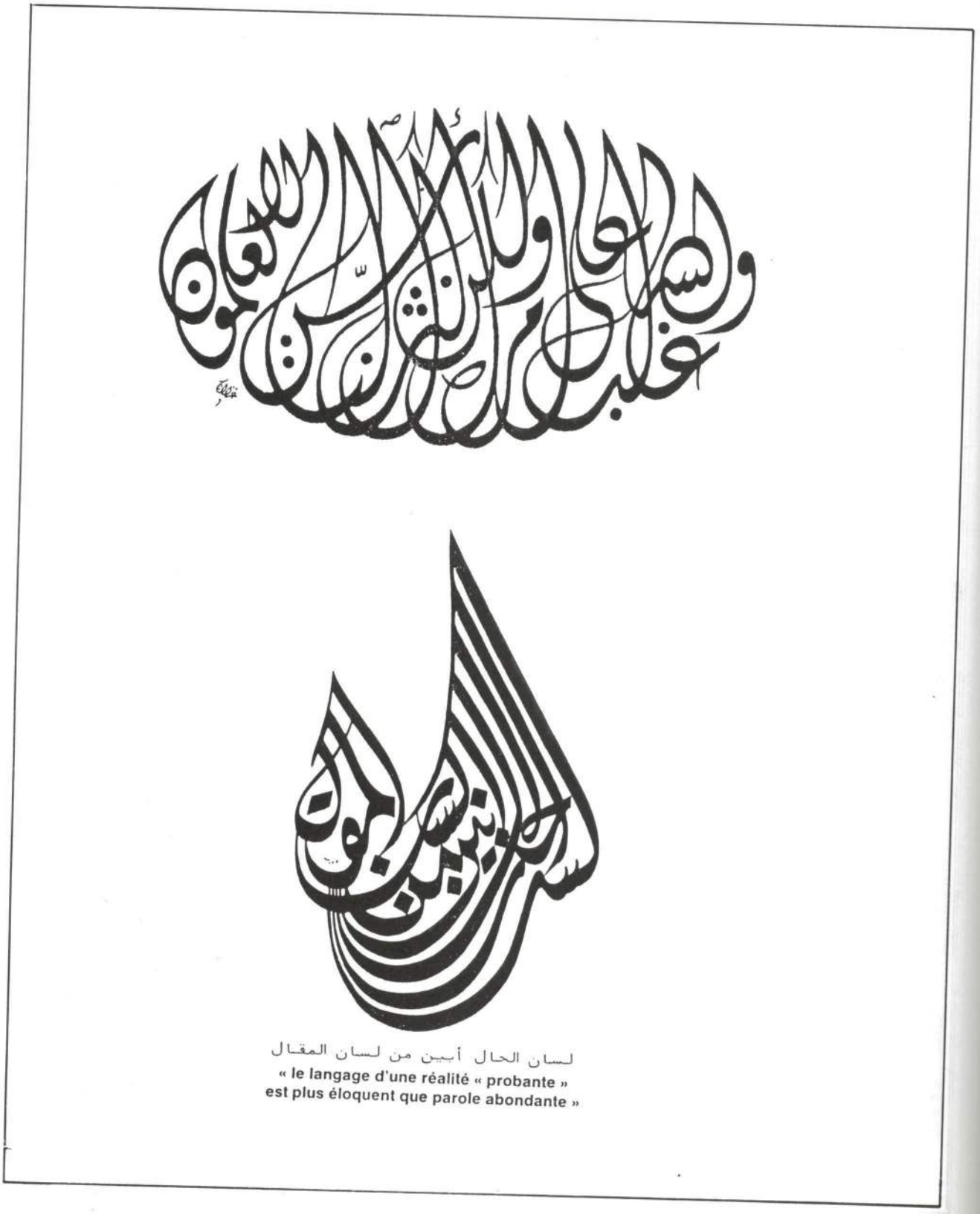
شكل (٩٤)
نماذج من جماليات خط النسخ وخط الثلث.



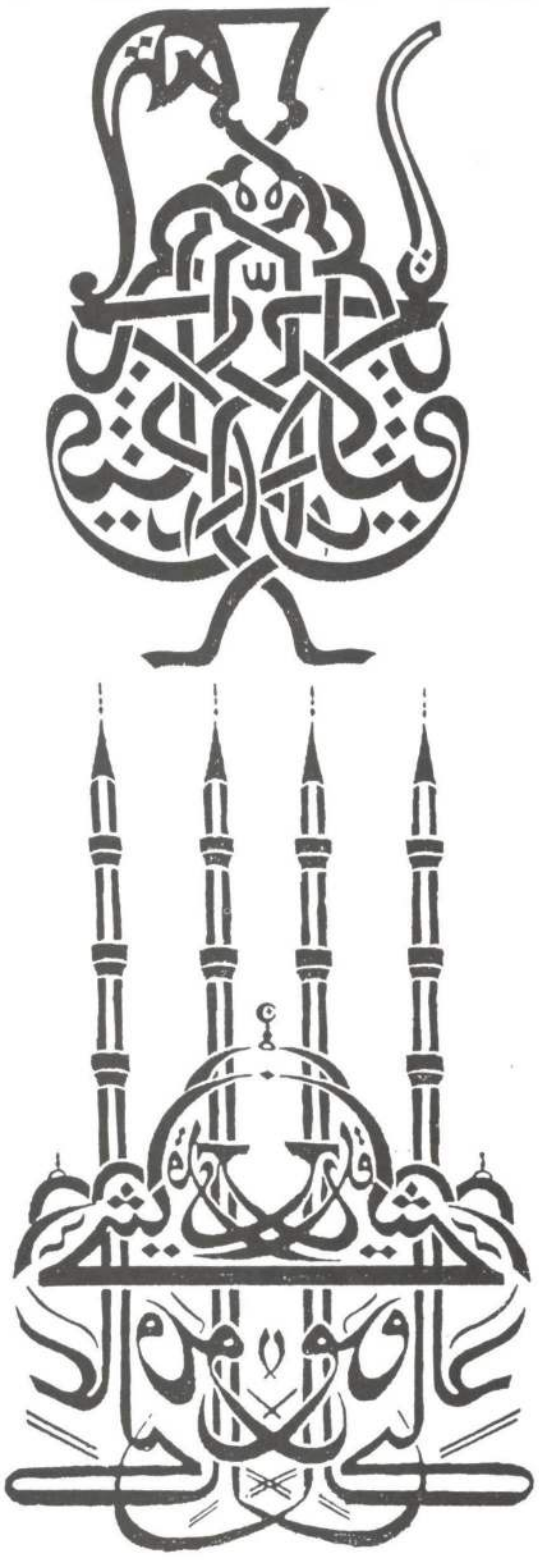
شكل (٩٥)
نماذج لتماثل اطار التكوين وتعاكس الكتابة.



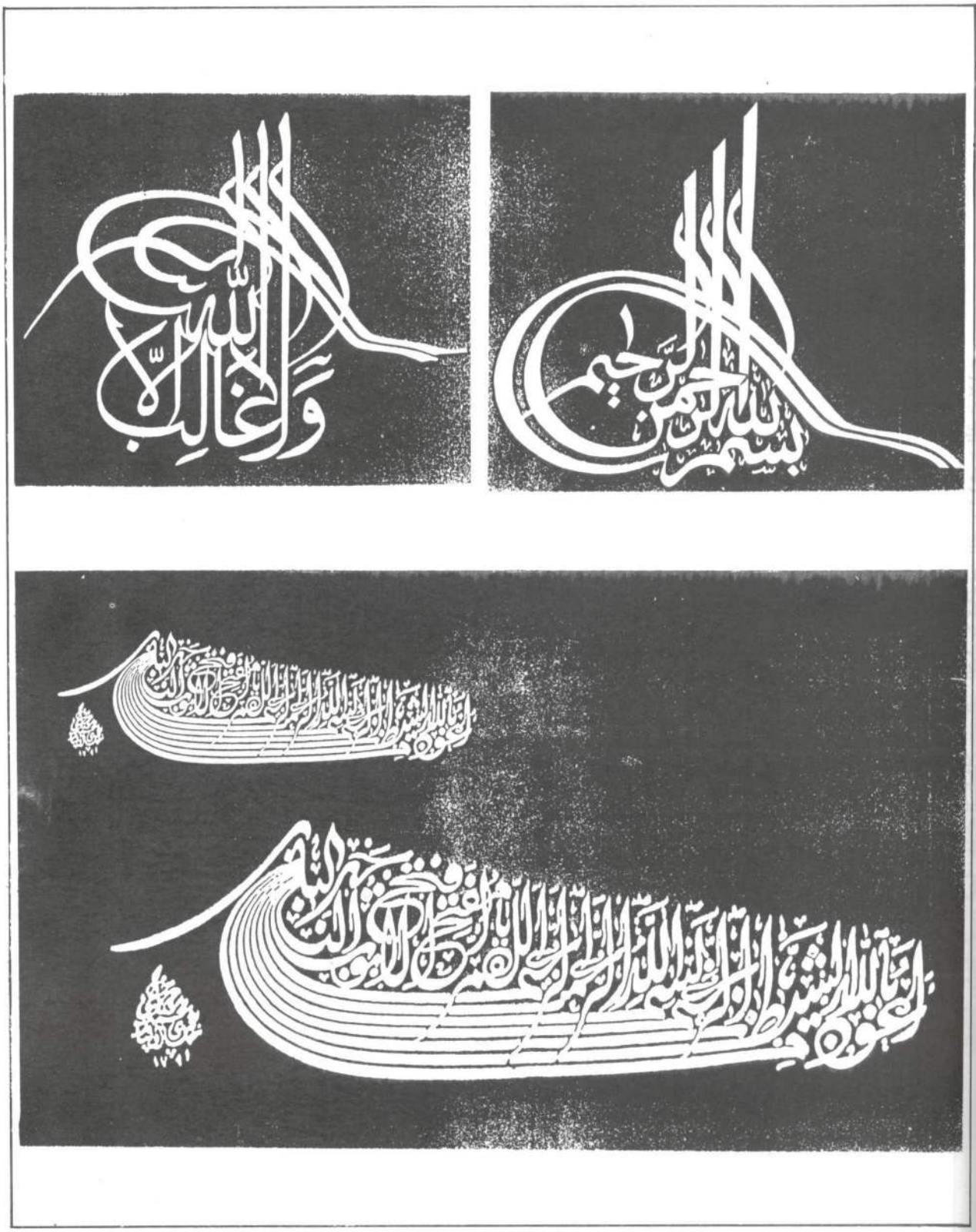
شكل (٩٦)
أمثلة لتكوينات خطية داخل أطر متماثلة حول محور.



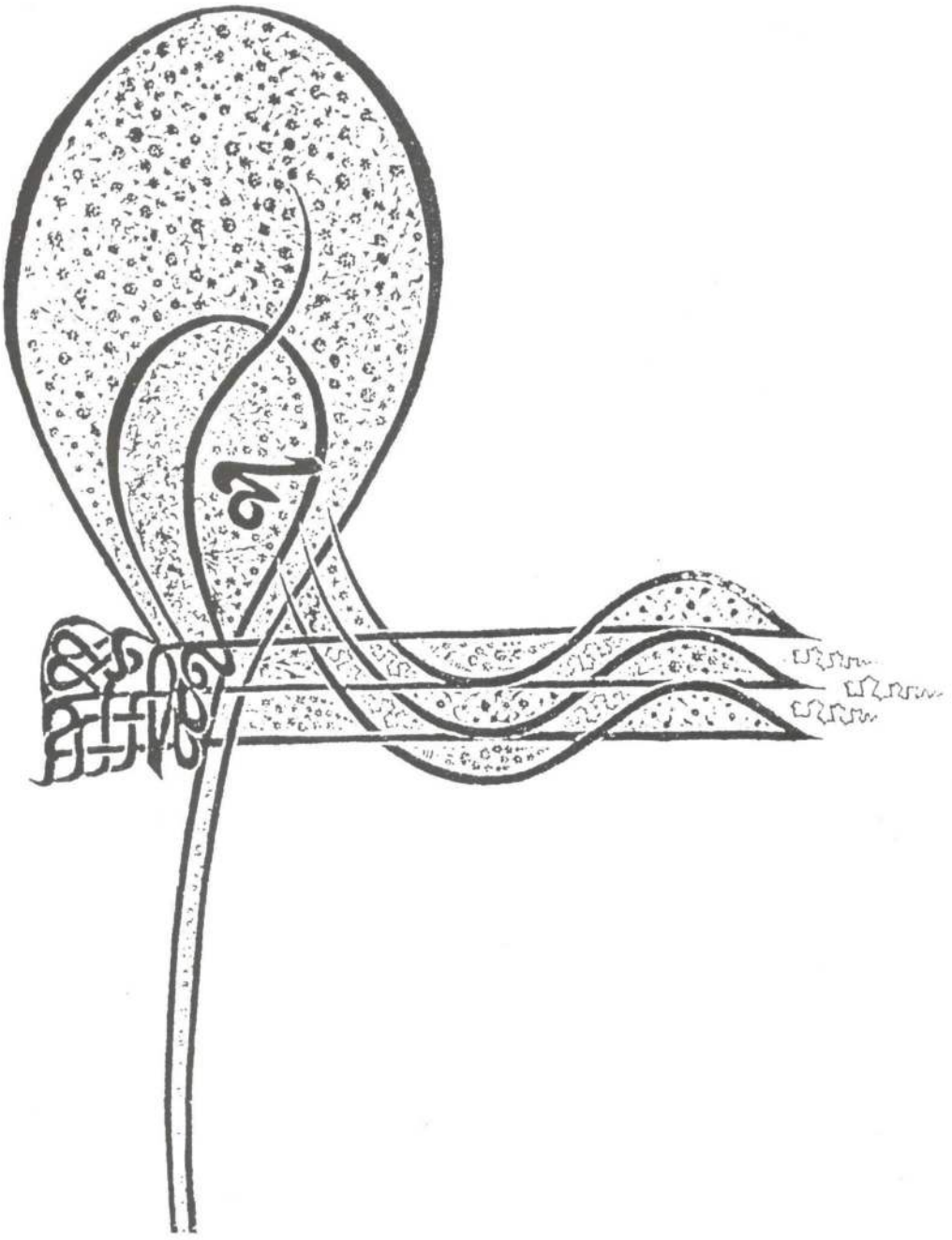

شكل (٩٧)
مثالان لجماليات التكوينات الخطية: الأول في اطار إهليلجي «متماثل»، والثاني في إطار غير متماثل.



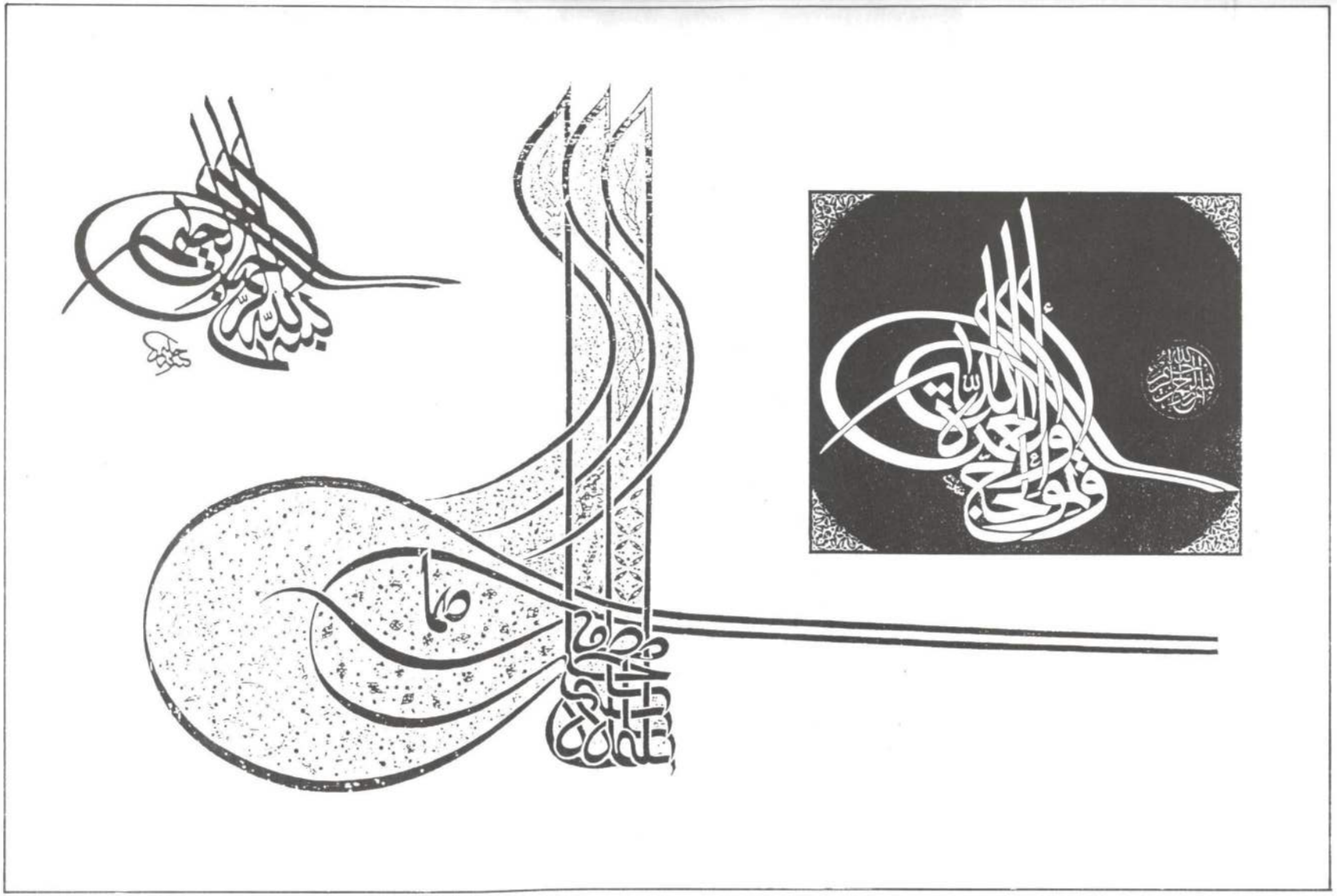
شكل (٩٨)
تطويع الخط العربي ليكّون أشكالا معينة.



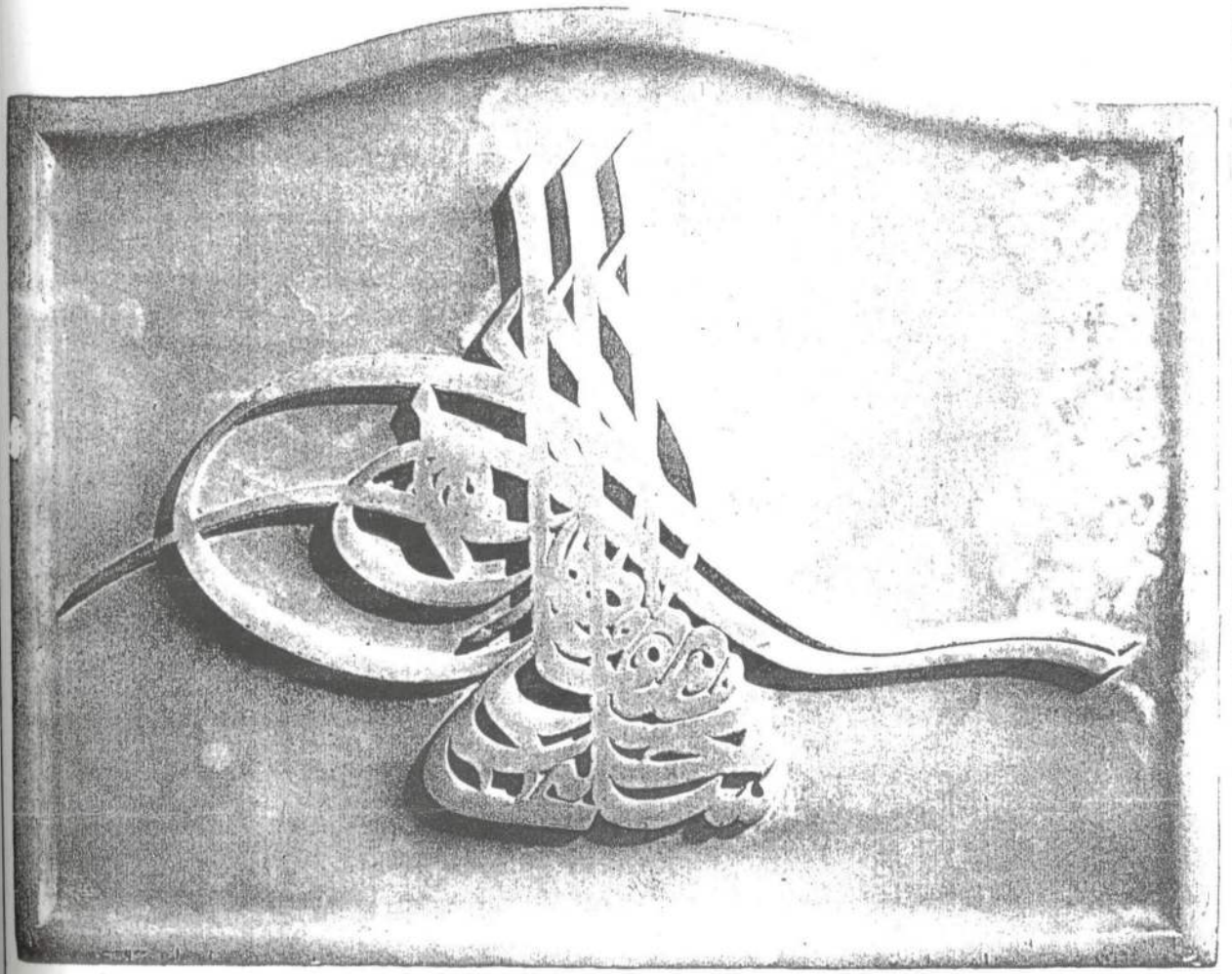
شكل (٩٩)
تكوينات خطية تتميز بتوازي مجموعة خطوط ممتدة.



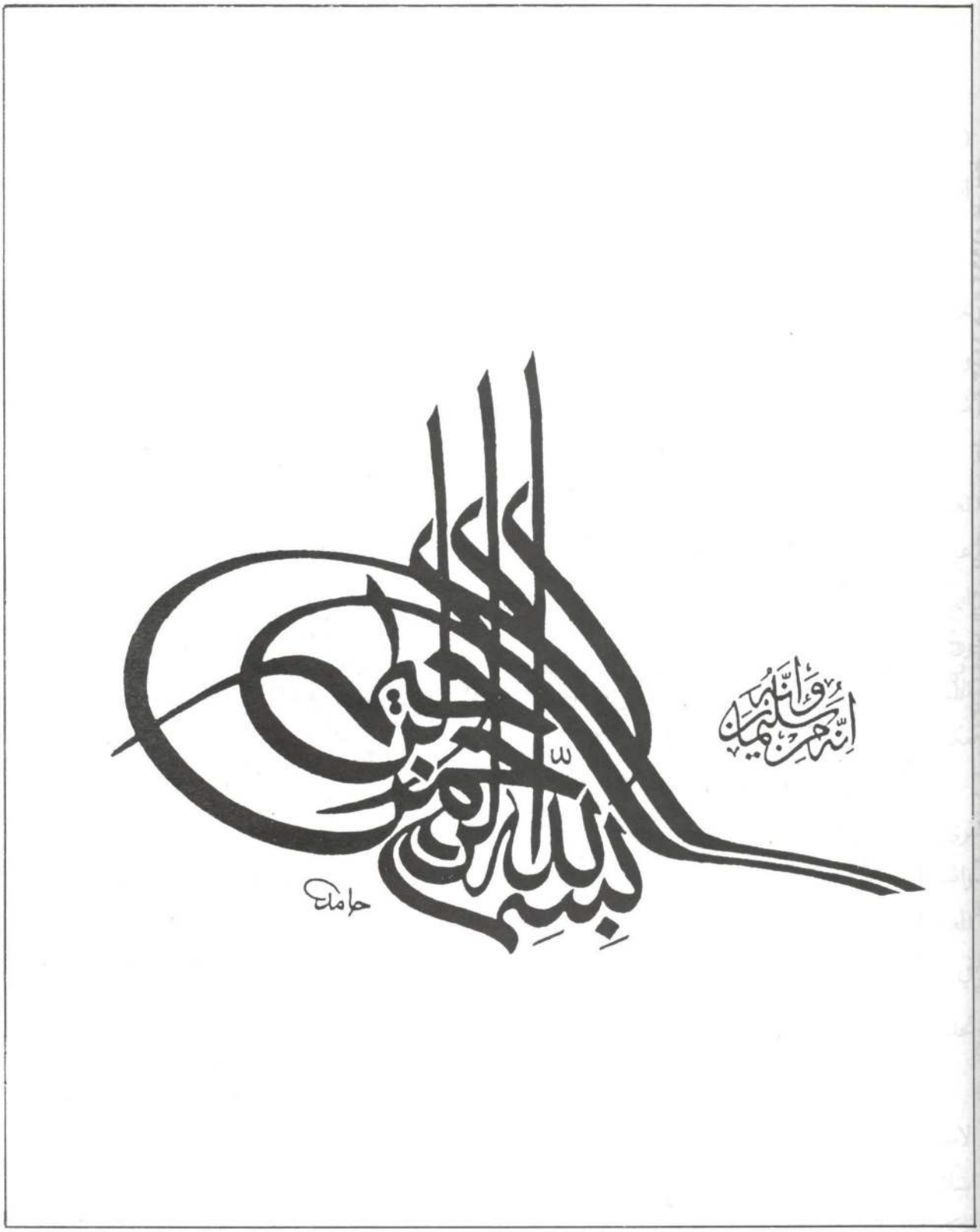
شكل (١٠٠)
وقفنامة «وثيقة وقف» تحمل طغراء السلطان مصطفى الأول ت كما من الق ن ١٧



شكل (١٠١)
أمثلة لنوع الكتابة المسمى بالطُّغراء، ويُستعمل لكتابة الوثائق الهامة الصادرة من الحاكم.



شكل (١٠٢)
طغراء منحوت لختم السلطان سليم الثالث بتركيا ـ من مطلع القرن ١٣ هـ = القرن ١٩ م.




شكل (١٠٣)
البسملة كما كتبها الخطاط المعاصر حامد الآمدي في استانبول على نمط رسم الطغراء.

شكل (١٠٤)
اسم مؤلف الكتاب «الدكتور جلال شوقي» احمد شوقي، كما كتبه الخطاط التركي المعاصر حسن جلبي سنة ١٤١٣ هـ = ١٩٩٢م على نمط

### ١,٦,٢,٤ ـ القناديل والثريات

وتتركب في أغلب الأحيان من مجسَّمات منتظمة وأسطح مستوية وبارزة، عليها زخارف هندسية ونباتية (راجع شكل ٦٢ على سبيل المثال).

### أهمية توثيق سمات العمارة الإسلامية

لاشك ان العمارة الاسلامية قد اتخذت لنفسها منذ القرن الاول الهجري «السابع الميلادي» منحى خاصا بعد بها عن الطابع المعماري البيزنطي، وانفردت بسمات خاصة امتدت على طول أرض الاسلام وعرضها، ومن النماذج العديدة والانجازات الرائعة في العمارة الاسلامية ما اندثر، ومنها ما يزال يقف اليوم شاهدا على ابداع المسلمين في فن المعمار مع التزاماتهم بروح وأصول الدين الاسلامي الحنيف.

ولما كان التراث المعماري الاسلامي يشكل جانبا هاما في تاريخ العمارة، ولما كانت الشعوب المسلمة تعتز أيما اعتزاز بتراثها الاسلامي في كلياته وجزئياته، وحيث ان هذه الشعوب حريصة كل الحرص على الحفاظ على هذا التراث، كان من اللازم ان يجري حصر هذا التراث وتسجيله تسجيلا علميا وتاريخيا، وأن توفر له امكانات الدراسة المتعمقة والتحقيق الدقيق، ولعلنا نسوق هنا مثالا من دراسة وتوثيق العمائر الاسلامية، ألا وهي اعمال المستشرق الانجليزي المعروف «كِريزول» (انظر المراجع الاجنبية)، ولا شك ان الوقوف على الانجازات المعمارية الاسلامية يعد ركيزة أساسية للحفاظ على الطابع الاسلامي، بل ودعم تواصله وتطوير مكوناته.

إن أرض الاسلام تمتد من حدود الصين شرقا الى شواطىء المحيط الاطلسي غربا، فلا عجب إذن أن نرى تنوعا كبيرا في السمات المعمارية في العالم الاسلامي اليوم، كما نلفي ـ بطبيعة الحال ـ أثرا غائرا وبصمات واضحة للمعمار المعاصر على عمائر المسلمين، ولا غرو ان احد الاسباب الهامة للتأثر العميق بسمات العمارة المعاصرة هو الاتجاه الى التعامل مع الخطوط المستقيمة والأشكال البسيطة عموما، ولعل ذلك يعزي الى السعي في خفض التكلفة، وفي تقليص مدة التشييد.

### تحديث معايير العمارة الإسلامية

إن الدراسة التي قدمناها في هذا البحث تشير بوضوح الى السمات الاساسية التي تتميز بها العمارة الاسلامية على غيرها من الأنماط المعمارية، ومن الجلي ان الحفاظ على هذه السمات بل والتفرد بها لاضفاء طابع اسلامي على العمائر أو على المدن سيواجه بلا ريب بزيادة التكلفة عنها للعمائر العصرية، الا ان هذه العقبة يمكن التعامل معها بتحديد وتقييس[1] وتحديث العناصر المعمارية الاسلامية: البنائية منها والجمالية.

---

(1) Standardisation

إن تطبيق مفهوم التوحيد القياسي على الوحدات المعمارية الاسلامية يمكن له ان يؤدي الى توحيد وتحديد وتحديث العناصر المعمارية الاسلامية، وما يصاحب ذلك من توفير أوسع لفرص اختيار العناصر مع خفض التكلفة، وبالتالي تحسين الجانب الاقتصادي في تشييد العمائر الاسلامية.

## خلاصـــة

يتصدر هذه الدراسة تعريف عام «بالهندسة» حيث قسمها العلماء الأوائل قسمين هما:

١ ـ الهندسة النظرية أو الهندسة العقلية ونسميها «هندسة الأشكال»[1].

٢ ـ الهندسة الحية، أو الهندسة التطبيقية أو الهندسة العملية، ونسميها «هندسة الحركات»[2].

واذ ينتسب القسم الأول الى «العلم الرياضي» او الرياضيات، يندرج القسم الثاني تحت لواء «العلم الطبيعي» أو الطبيعيات.

ولقد رأينا من المناسب أن نبين بادىء ذي بدء «مكانة التراث العربي في تاريخ العلم»، وموقع هذا التراث على خريطة الحضارات، ثم أردفنا ذلك بالاتجاهات والمناحي المختلفة لتقسيم العلوم عند الأوائل، ذلـك كله قبـل أن نعـرض بتفصيل «لـلأصول الهندسية» (هندسة إقليدس)، وبيان فضل علماء العرب والمسلمين فيها، كما تناولت الدراسة علم الأكر، وعلم المخروطات (قطوع المخروط)، كذا علم مساحات سطوح الأشكال المستوية والأشكال المجسمة، وحساب حجوم الأجسام المنتظمة، وقد امتد اهتمام علمائنا الأوائل بالقياسات الكونية فحددوا قطر الارض وطول السنة الشمسية بدقة فائقة.

هذا وتعرج الدراسة بعد ذلك الى علم «المناظر» او علم «البصريات»، وبيان أهم انجازات علماء العرب والمسلمين فيه.

لاشك ان الحضارة الاسلامية لم تشهد تمكنا عظيما في الاشكال الهندسية فحسب، وانما كان للعرب والمسلمين قصب السبق في تطبيق هذه العلوم في مجال هندسة المعمار، حيث تميزت وتفردت العمارة الاسلامية بابتداع الاشكال والمجسمات وزخرفتها لتصبح رافدا اصيلا وعظيما لما عُرف بالرقش العربي «الأرابيك Arabes-que» نسبة الى الفن العربي.

إن الانجـازات المعـمارية التي واكبت الحضـارة الاسـلامية تسجـل بما لا يدع مجالا للشـك أصالة الابداعات، وجمال التكوينات، وشدة التنوع، وسعة الباع ودقة التفاصيل، وستبقى الشواهد العديدة دليلا على تفوق العرب والمسلمين في «هندسة الأشكال» وعلو كعبهم في هذا المضمار.

---

(1) Geometry

(2) Engineering

# الباب الثاني
# هندسة الحركات

## مقدمة: تعريف بالهندسة

سبق أن أوردنا في الجزء الأول من هذا الكتاب أنه يمكن تقسيم العلوم والمعارف الهندسية ـ كما وردت في التراث العربي الاسلامي[1] الى قسمين رئيسين هما:

### أولا: هندسة الأشكال

وهي في الواقع «هندسة ساكنة»، وقد أسماها الأوائل جومطريا (Geometry) نقلا عن اللفظ الاغريقي[2]، ويشتمل هذا القسم ـ فضلاً عن الأصول الهندسية ـ على التطبيقات الخاصة بمجال العمارة.

### ثانيا: هندسة الحركات

أو الهندسة الحركية، وقد أسماها الأوائل «صنعة الآلات»، كذا «الهندسة الحية» و«الهندسة التطبيقية» و«الهندسة العملية»، ونعرفها اليوم بالهندسة عموما (Engineering)، وينحدر لفظ «هندسة» من أصل فارسي هو اندازه بمعنى القياس.

ولقد أفردنا لكل قسم من هذين القسمين كتاباً قائما بذاته، وعلى ذلك فإننا سنعرض في كتابنا الحالي للقسم الثاني ألا وهو:

### هندسة الحركات

تبدأ هذه الدراسة بعرض الأصول النظرية (من العلم الطبيعي) وبيان أسس علمي السكون[3] والحركة[4] (علم الميكانيكا)[5]، ثم إيراد بعض تطبيقات في قياس «الثقل النوعي»[6] مع الاشارة الى اهم سمات الموازين التي ابتكرها البيروني، وعمر الخيامي، وعبدالرحمن الخازني.

أمّا الجانب التطبيقي لهذه الدراسة فيبدأ بثبت رُوّاد «هندسة الحركات» من علماء الاغريق (بدءاً من القرن الرابع قبل الميلاد) وبيان أهم منجزاتهم، باعتبار أن تراث الاغريق كان نقطة انطلاق أساسية لمن جاء بعدهم من علماء العرب والمسلمين ممن اشتغل في مجال صنعة الآلات، ويشمل الآلات الآتية:

---

(١) راجع الجزء الأول صفحة (٩).

(٢) كذا «الهندسة العقلية» أو «الهندسة النظرية».

(٣) Statics

(٤) Dynamics

(٥) Mechanics

(٦) Specific Weight

١ ـ آلات معالجة الأثقال من شيل وجرٍّ الأثقال بالقوة اليسيرة.
٢ ـ آلات تعمل بالهواء او بالبخار أو بالغازات الساخنة.
٣ ـ آلات وأوان عجيبة تعمل بالماء، وهي حيل تعتمد على قواعد مخانيقا الماء، ومنها الساعات المائية، والفوارات.
٤ ـ آلات لرفع الماء الى جهة العلو.
٥ ـ آلات لتوليد القدرة سواء من الماء المتدفق او من الريح الجاري.
٦ ـ آلات ذات أغراض متعدِّدة منها آلات تعمل من تلقاء ذاتها.
٧ ـ آلات تستخدم في أعمال الرصد من اصطرلابات وغيرها.
٨ ـ آلات تستخدم في المعارك الحربية من مرايا محرقة ومنجنيقات وعرادات ومكاحل ومدافع وقنابل وبارود.

يُذيل الكتاب بمعجم تم اعداده في هذه الدراسة بقصد جمع وشرح المصطلحات الهندسية التي وردت في المخطوطات العربية في فترة ازدهار الحضارة الاسلامية.

## ٢,١ ـ الهندسة الحسيّة أو العملية (التطبيقية)

### ٢,١٠ ـ الأصول النظرية (في العلم الطبيعي)

عرفَّ ابن خلدون «الطبيعيات» وذلك في مقدمته حيث يقول:[1] «وهو علم يبحث عن الجسم من جهة ما يلحقه من الحركة والسكون.. وينظر في الأجسام السماوية والعنصرية وما يتولد عنها.. وما يتكون في الارض من العيون والزلازل، وفي الجو من السحاب والبخار والرعد والبرق والصواعق وغير ذلك، وفي مبدأ الحركة للاجسام..».

فالحركة هنا تفيد التغير والتولد في أعم صوره، وهذا يشمل بالطبع سكون الاجسام من حيث موضعها، وحركة الاجسام من حيث قطعها للمسافة وانتقالها من موضع وحال الى موضع وحال آخر، ومن ثمَّ فإنَّ الدراسات الخاصة بالميكانيكا (علمي السكون والحركة) تنضوي تحت لواء العلم الطبيعي فيُبحث عنها في كتب الفلاسفة والعلماء على حدٍّ سواء من أمثال يعقوب بن اسحق الكندي، وأبي بكر الرازي، وإخوان الصفا، والحسن بن الهيثم، والشيخ الرئيس ابن سينا، وأبي الريحان البيروني، وبهمنيار بن المرزبان، وابن ملكا البغدادي، والامام فخر الدين الرازي، والمحقق نصير الدين الطوسي، ونجم الدين الكاتبي القزويني.

---

(١) طبعة دار الفكر، صفحة ٤٩٢.

## ٢,١١ ـ علم السكون (الاستاتيكا)

ترد أقدم النصوص عن علم السكون في كتابات أفلاطون (٤٢٧ ـ ٣٤٧ ق.م.)، حيث يقول في كتابه الموسوم تيمايوس (Timaios or Timaeus) : «علم الاستاتيكا هو علم وزن الثقيل والخفيف، فإن الجسم يكون في حالة اتزان عندما تؤثر عليه قوتان متضادتان، تماما كما يحدث للميزان عندما يتساوى ثقلا كفتيه».

ومن هنا جاءت تسميته «بعلم الاثقال» وترجع فكرة مركز الثقل «النقطة التي يمكن اعتبار وزن الجسم مركزا عندها» للعالم الاغريقي أرشميدس Archimedes (٢٨٧ ـ ٢١٢ ق.م.)، واليه يرجع الفضل في مبدأ العتلة او الرافعة، كذا فكرة الثقل النوعي.

### القوة الطبيعية (قوة التثاقل)

عرف علماء العرب والمسلمين قوة التثاقل الناشئة عن جذب الأرض للأجسام، واطلقوا عليها تسمية «القوة الطبيعية» كذا «الميل الطبيعي»، وأدخلوها في اعتبارهم في دراسة الاجسام المتحركة سواء كانت هذه الحركة طبيعية ام قسرية.

يقول أبو الفتح عبدالرحمن المنصور الخازني (كان حيا سنة ٥١٥ هـ = ١١٢١م) في كتابه «ميزان الحكمة»:

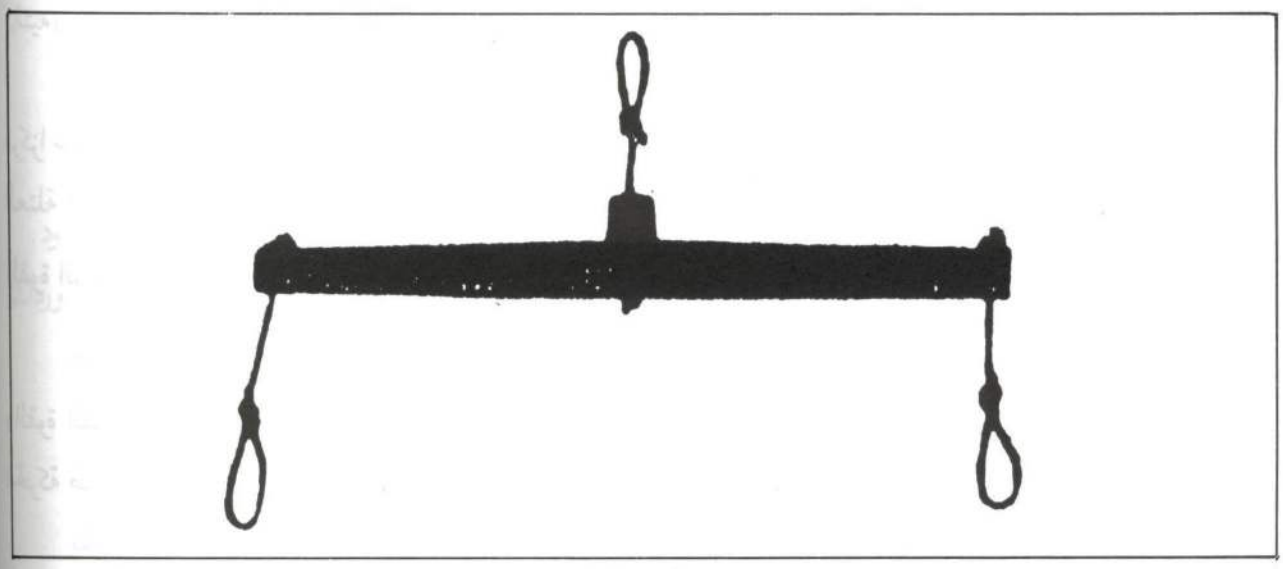
«إن الأجسام الساقطة تنجذب نحو مركز الأرض، وإن اختلاف قوة الجذب يرجع الى المسافة بين الجسم الساقط وهذا المركز».

يبين من هذا النص وقوف علماء العرب والمسلمين على ظاهرة الجاذبية الأرضية، إذ أنهم وعوا تماما القوة الطبيعية او قوة التثاقل، وفرقوا بينها وبين القوة القسرية.

### الميزان العادي وميزان القبّان

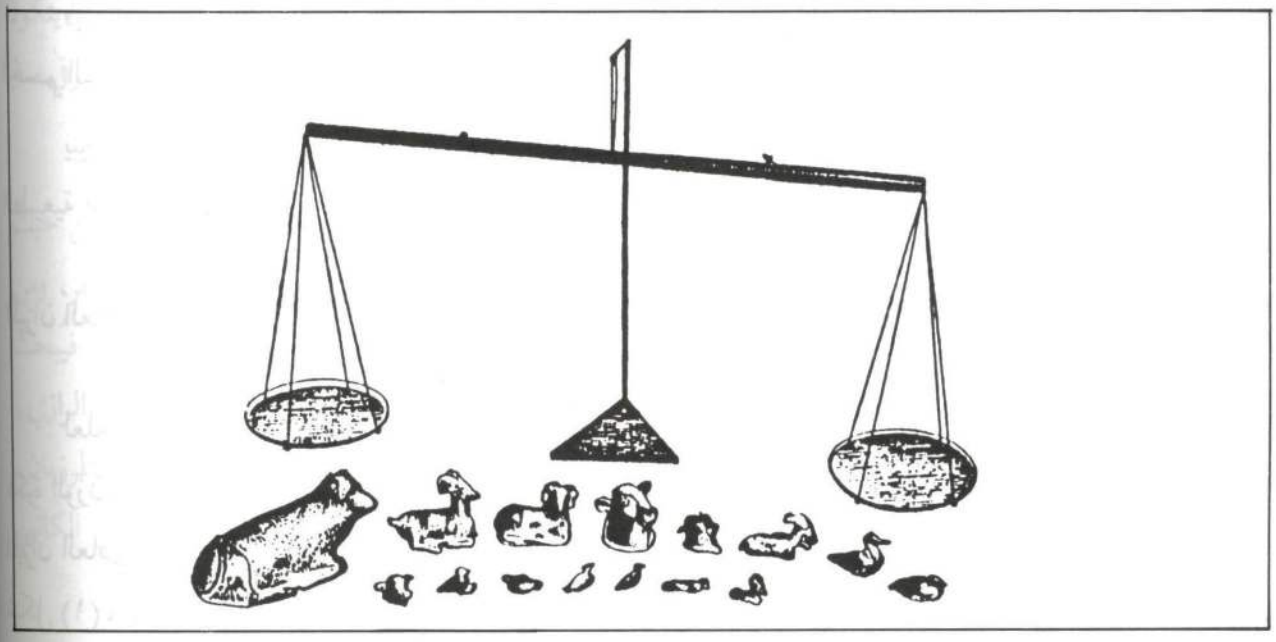
لعله من المناسب هنا ونحن في معرض الحديث عن تقدير قوة التثاقل ان نتطرق أولا الى بيان تطوُّر فكرة الوزن، وما هي في الواقع إلاّ ترتيب قوتي تثاقل متعادلتي الأثر، ويرجع تاريخ وقوف الانسان على فكرة الميزان العادي ذي الكفتين والذراعين المتساويتين الى عهد سحيق، ربما إلى حوالي ٤٥٠٠ سنة قبل الميلاد، شكل (١)، كذلك تم اكتشاف ميزان عادي ذي كفتين وأوزان قياسية في حفريات تَلِّ العمارنة بمصر، ويرجع تاريخ هذه الآثار الى حوالي ٢٥٠٠ قبل الميلاد، شكل (٢)، كما وردت صور الميزان في كتاب الموتى، شكل (٣)، وظهرت ايضا على جدران المعابد والمقابر في مصر القديمة، شكل (٤).

أمـا فكـرة ميزان القبـاَّن فيبـدوا أنها ظهرت أول ما ظهرت عند الرومان الذين اطلقوا عليه تسمية «القرسطون»[1] ، شكل (٥)، وتقوم فكرته على أساس مبدأ الرافعة حيث تتكافأ قوة يسيرة مسلطة عند نهاية ذراع طويلة، مع قوة كبيرة أو جسم ثقيل عند نهاية ذراع قصيرة، وهذا تطبيق مباشر لمبدأ الاتزان الساكن (الاستاتي)[2] ، ومن الواضح ان ميزان القبان يصلح بوجه خاص في تعيين الأثقال الكبيرة.



شكل (١)

ميزان بدائي من مصر القديمة منذ عصر ما قبل التاريخ (حوالي ٤٥٠٠ ق.م.).

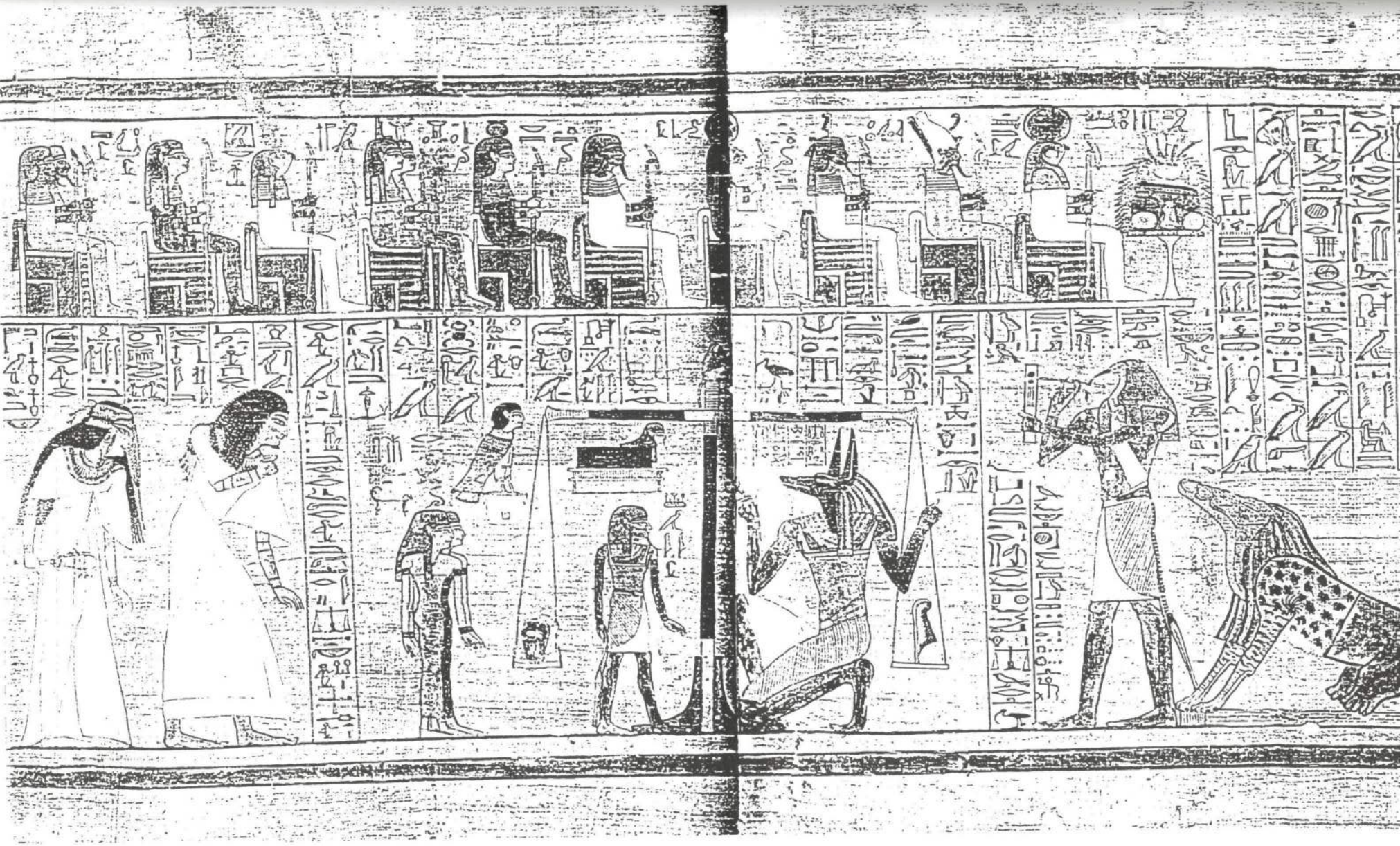


شكل (٢)

ميزان وأوزان قياسية (على هيئة طيور وحيوانات) من حفريات تل العمارنة بمصر، ويرجع تاريخها إلى حوالي ٢٥٠٠ ق.م.

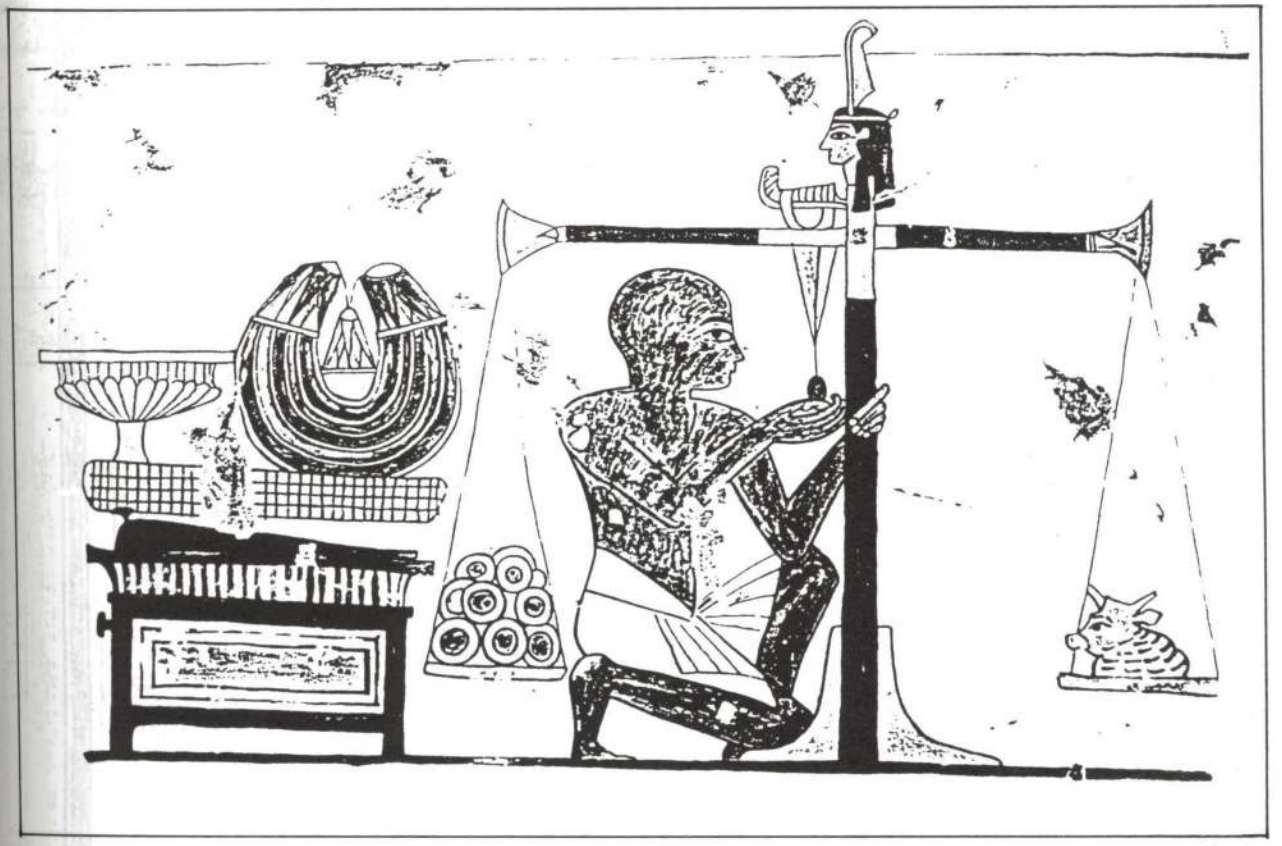
(١) Steelyard Balance .

(٢) Static .



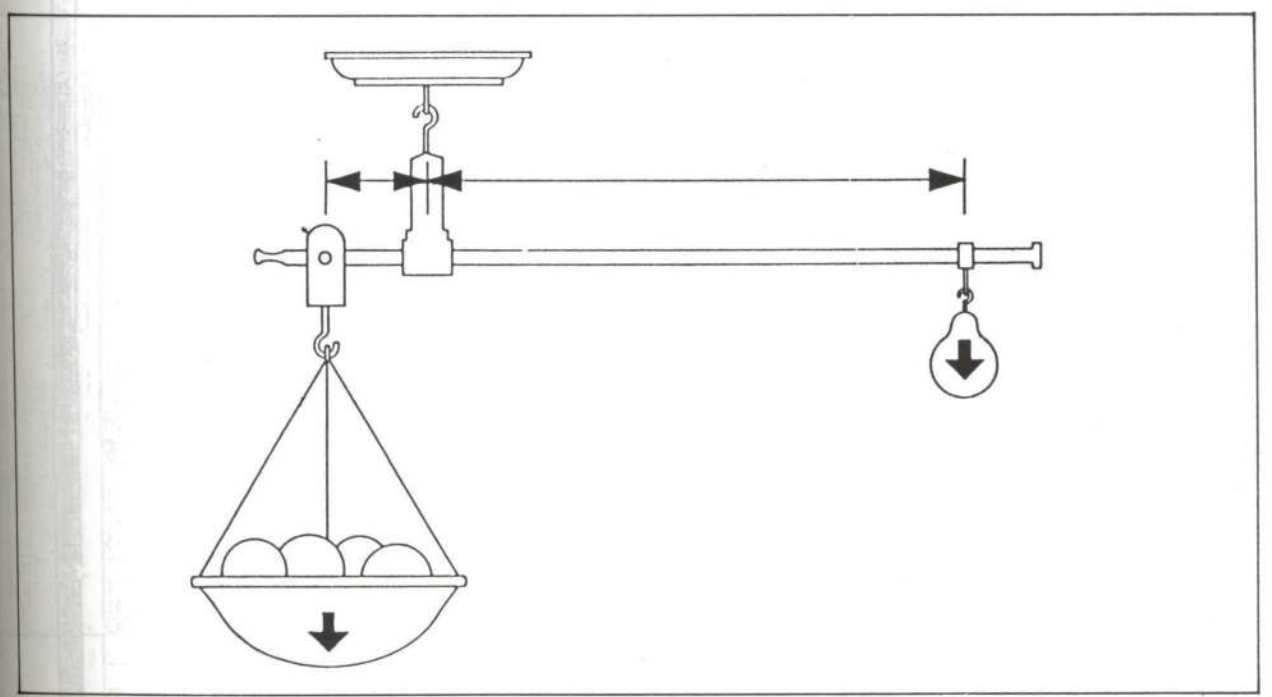
شكل (٣)

مشهد الحساب في كتاب الموتى من الحضارة المصرية القديمة، حيث يجري وزن القلب بريشة تمثل الحق او الصدق وذلك في حضور الآلهة القضاة الاثنين والاربعين، ويرجع ذلك الى حوالي القرن ١٤ ق.م.



شكل (٤)

رسم جداري من طيبة بصعيد مصر يبدو فيه الضبط الدقيق للميزان .



شكل (٥)

فكرة ميزان القبَّان : (قوة يسيرة × ذراع طويلة = قوة كبيرة × ذراع قصيرة) .

# قياسات الثقل النوعي

## الثقل النوعي

أخذ العرب فكرة الثقل النوعي عن أرشميدس، وعرَّفوها بأنها النسبة بين وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء.

ولقد أبدع المسلمون في تعيين القيم العددية للثقل النوعي مستخدمين أنواعا مختلفة من الموازين، وإنه على الرغم من بعد الشقة بيننا وبينهم، وبدائية الآلات والاجهزة التي استعملوها في قياساتهم، الا ان درجة الدقة التي توصلوا اليها في تجاربهم تدعو - بغير شك - إلى الاعجاب والتقدير، وفي بعض الحالات الى الانبهار من قرب قياسات علماء العرب والمسلمين من القيم التي أقرتها المجامع العلمية في عصرنا الحالي، ونعرض فيما يلي لبيان بعض الاجهزة ونتائج القياس بها.

## موازين الثقل النوعي

### - الميزان الطبيعي[1]

لأبي بكر محمد بن زكريا الرازي (حوالي ٢٥٠ - ٣١٣هـ) = (٨٦٤ - ٩٢٥م) وهو ميزان ذو كفتين على الهيئة الطبيعية، كفتّاة خارجتان عن الماء، وكلتاهما مملوءتان مترعتان، ونقصان الماء من كل كفة منهما بقدر مساحة الجرم[2] الذي فيها، شكل (٦).

### الآلة المخروطة[3]

لأبي الريحان محمد بن احمد البيروني (٣٦٢ - ٤٤٣هـ) = (٩٧٣ - ١٠٥١م) وهي آلة مخروطة الشكل، واسعة القاعدة، ضيقة الفم بعد عنق ممتد بذلك الضيق من البدن الى الفم، وثبت في أوسط هذا العنق بالقرب من أسافله ثقبة صغيرة مدورة، وألحمت عليها بقدرها انبوبة منكوسة الوضع، رأسها إلى جهة الأرض، وتحت هذا الرأس كالحلقة لوضع كفة الميزان عليها وقت العمل، وتعتبر هذه الالة اقدم جهاز لقياس الثقل النوعي بدقة، شكلا (٧)، (٨).

وتتلخص طريقة البيروني في وزن المادة المطلوب تعيين ثقلها النوعي، وذلك قبل ادخالها في الآلة المخروطة - التي تكون قد ملئت بالماء حتى غاية مصبها - فتزيح المادة الموجة قدرا من الماء مساو لحجمها، حيث يفيض هذا الحجم المكافىء من الماء، ويخرج من المصبِّ حيث يُجمع في كفة ميزان لايجاد وزنه، ويجري

---

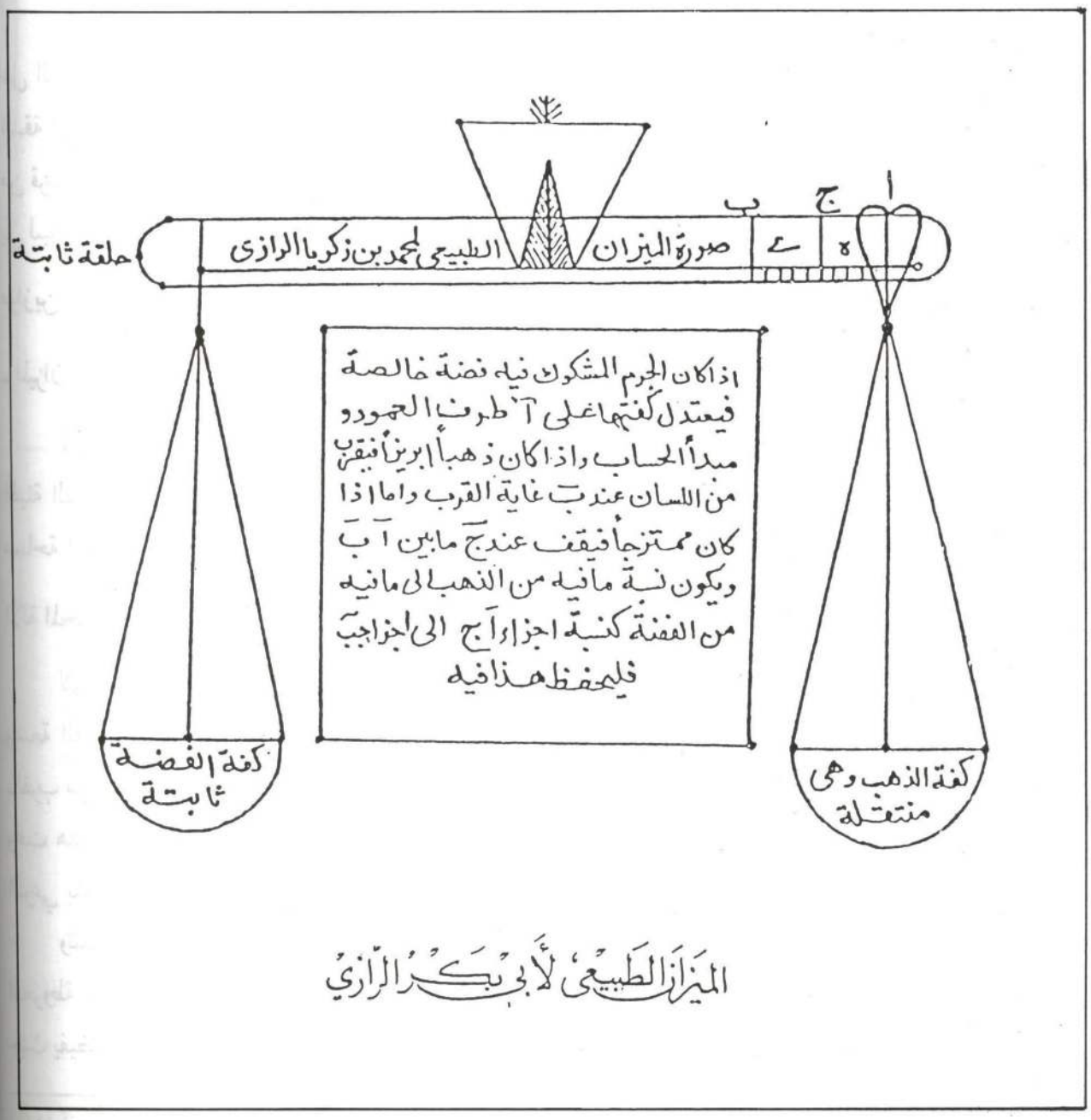
(١) عن كتاب «ميزان الحكمة» لعبد الرحمن الخازني، طبعة دائرة المعارف العثمانية بحيدر أباد الدكن بالهند، سنة ١٩٣٨م، صفحة ٨٣.

(٢) يقصد حجم الجسم المغمور.

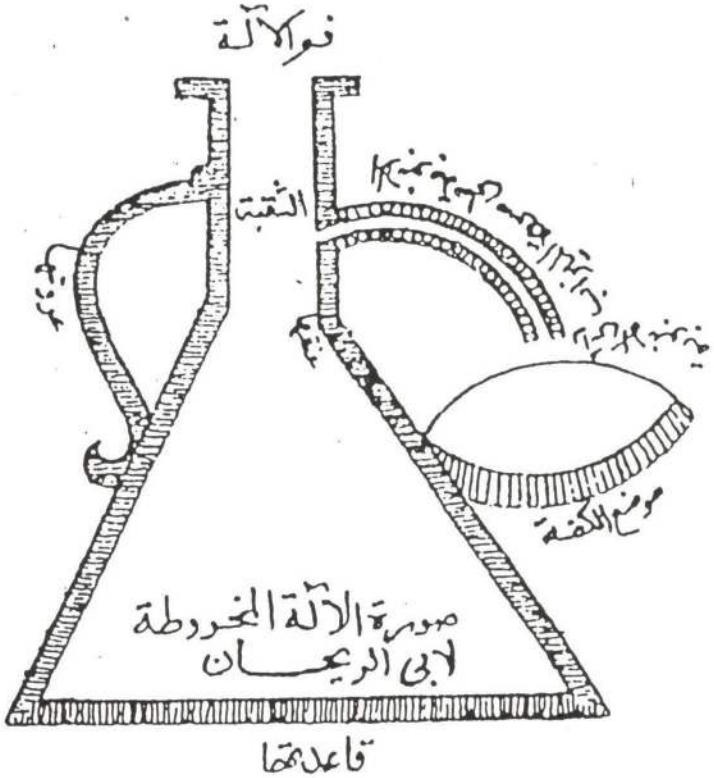
(٣) كتاب «ميزان الحكمة» للخازني، صفحتا ٥٨، ٥٩.

حساب الثقل النوعي بتحديد النسبة بين وزن المادة المختبرة، ووزن كمية الماء المزاحة نتيجة ادخال الماد
المختبرة في الآلة المخروطة

$$\text{أي أن الثقل النوعي} = \frac{\text{وزن الجسم في الهواء}}{\text{وزن مقدار حجمه من الماء}}$$




شكل (٦)
الميزان الطبيعي لأبي بكر الرازي (عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني).




الآلة المخروطة لأبي الريحان البيروني

شكل (٧)
الآلة المخروطة التي استعملها البيروني في تعيين الثقل النوعي للمعادن.

ويبين الجدول (١) نتائج قياسات البيروني[1] للثقل النوعي لبعض المعادن منسوبة أولا الى الذهب وثانيا الى الماء، كما يشتمل الجدول (٢) على أحدث ما حصلنا عليه من قيم الثقل النوعي لهذه المعادن.

**جدول «١»**

**قيم الثقل النوعي للمعادن كما عيَّنها البيروني بالتجربة**

| المعدن | قيم البيروني للثقل النوعي | | القيم الصحيحة للثقل النوعي منسوبة الى الماء |
|---|---|---|---|
| | منسوبة الى الذهب على أساس الوزن النوعي للذهب = ١٠٠ | منسوبة الى الماء على أساس الوزن النوعي للماء = ١ | |
| الذهب | ١٠٠ | ١٩ | ١٩,٣-١٩,٢٥٨ |
| الزئبق | ٧١ | ١٣,٤٩ | ١٣,٥٥٧ |
| الرصاص | ٦٠,١٢٥ | ١١,٤٣٧ | ١١,٤٤٥-١١,٣٨٩ |
| الفضة | ٥٤,٦٢٥ | ١٠,٣٧٧ | ١٠,٤٧٤-١٠,٤٢٨ |
| الصفر | ٤٦,٦٢٥ | ٨,٨٥٩ | ٨, ٩٢- ٨, ٦٠ |
| النحاس (الأحمر) | ٤٥,٦٦٦ | ٨,٦٧٦ | ٨,٧٢٦-٨,٦٦٧ |
| توتياء النحاس | ٤٤,٨٧٥ | ٨,٥٢٦ | |
| الحديد | ٤١,٧٢ | ٧,٩٢ | ٧,٧٩-٧,٦ |
| القصدير | ٣٧,٦٣ | ٧,١٥ | ٧,٢٩١ |

وبمقارنة القيم التي توصل اليها البيروني بقيم الوزن النوعي التي تم تحديدها بالامكانيات المعاصرة، نجد أن قيم البيروني قريبة جدا من القيم الصحيحة، جدول (٢)، وذلك على الرغم من أن الأجهزة التي كان يستعملها على زمنه لم تكن لتقارن بالأجهزة الحديثة من حيث الدقة، الأمر الذي يشهد للبيروني بالإمتياز والإعجاز.

---

(١) عن «دراسات البيروني في الطبيعيات» للدكتور جلال شوقي، أبحاث الندوة العالمية الأولى لتاريخ العلوم عند العرب، حلب: ٥-١٢ إبريل عام ١٩٧٦، جامعة حلب: معهد التراث العلمي العربي، الجزء الأول: الأبحاث باللغة العربية، عام ١٩٧٧، الصفحات: ٢٥١ - ٢٧٣.

ويقدم الجدول رقم (٢) نتائج التجارب التي أجراها البيروني لتعيين الوزن النوعي لبعض الأحجار الكريمة مقدرة أولا على أساس الياقوت ثم على المقارنة لهذه النتائج مع القيم المعاصرة درجة الدقة العالية التي تتسم بها نتائج البيروني.

**جدول «٢»**

**أ ـ قيم الثقل النوعي لبعض الأحجار الكريمة حسب قياسات البيروني**

| أنواع الحجر الكريم وتسمياته باللغات الانجليزية والفرنسية والألمانية | قيم البيروني للثقل النوعي | | القيم الصحيحة للثقل النوعي منسوبة الى الماء |
|---|---|---|---|
| | منسوبة الى الياقوت على أساس الوزن النوعي للياقوت = ١٠٠ | منسوبة الى الماء على أساس الوزن النوعي للماء = ١ | |
| الياقوت الأحمر[١] | ٩٧,١٢٥ | ٤,٠١ | ٤,٤ـ٣,٩٩ |
| | ٩٠,٤٥٨ | ٣,٧٣ | |
| الزُّمرد[٢] أو الزبرجد[٣] | ٦٩,٥ | ٢,٨٦ | ٢,٧٧٥ ـ ٢,٦٧٨ |
| الياقوت الأزرق (لازورد)[٤] | ٦٧,٨١ | ٢,٨ | حوالي ٣ |
| اللؤلؤ[٥] | ٦٥,٥٨ | ٢,٧ | ٢,٦٨٤ ـ ٢,٦٥ |
| المرجان أو العقيق[٦] | ٦٤,٧٥ | ٢,٦٧ | ٢,٧ـ٢,٥ |
| المرجان اللامع (المُصدَّف)[٧] | ٦٤,٥٤ | ٢,٦٦ | ٢,٦ |
| زجاج سوريا | ٦٣,١٢٥ | ٢,٦ | للزجاج عموما: |
| | ٦٢,٧٩ | ٢,٥٩ | ٣,٤٥ ـ ٢,٥ |
| البللور الصخري او الصوان الشفاف المبلور (الكوارتز)[٨] | ٦٢,٦ | ٢,٥٨ | ٢,٥٨ |

(١) 1. Red Hyacinth-Hyacinthe rouge-roter Hyacinth.

(٢) 2. Emerald-Emeroude-Smaragd.

(٣) 3. Topaz.

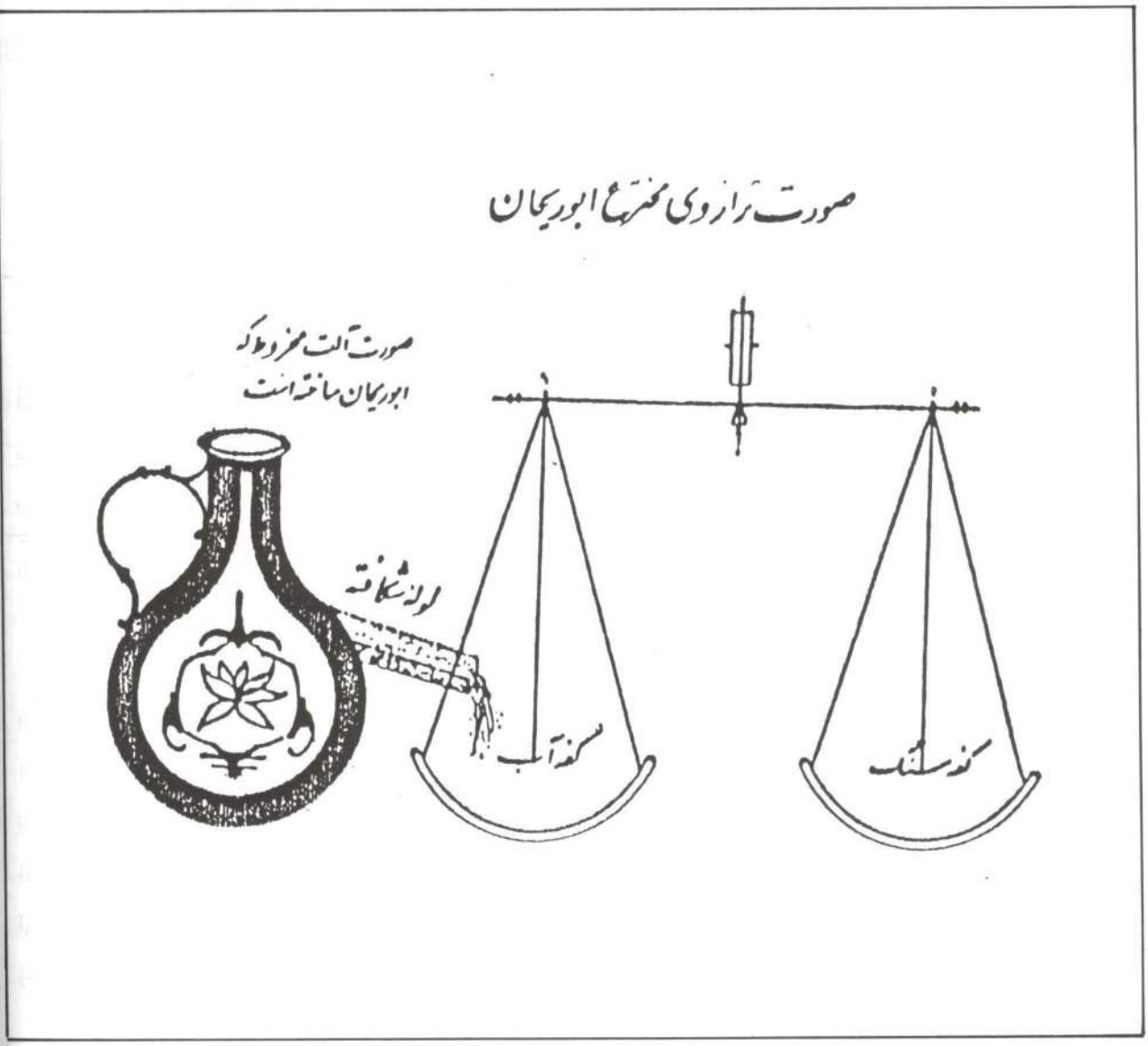
(٤) 4. Lapis-Lazuli-Lapi lazulé-Lapis Lazuli.

(٥) 5. Spearl-Perle.

(٦) 6. Coral-Coraline-Koralle.

(٧) 7. White Coral-Nacre Corail-Weisse Koralle.

(٨) 8. Quartz-Cristal-Quarz.



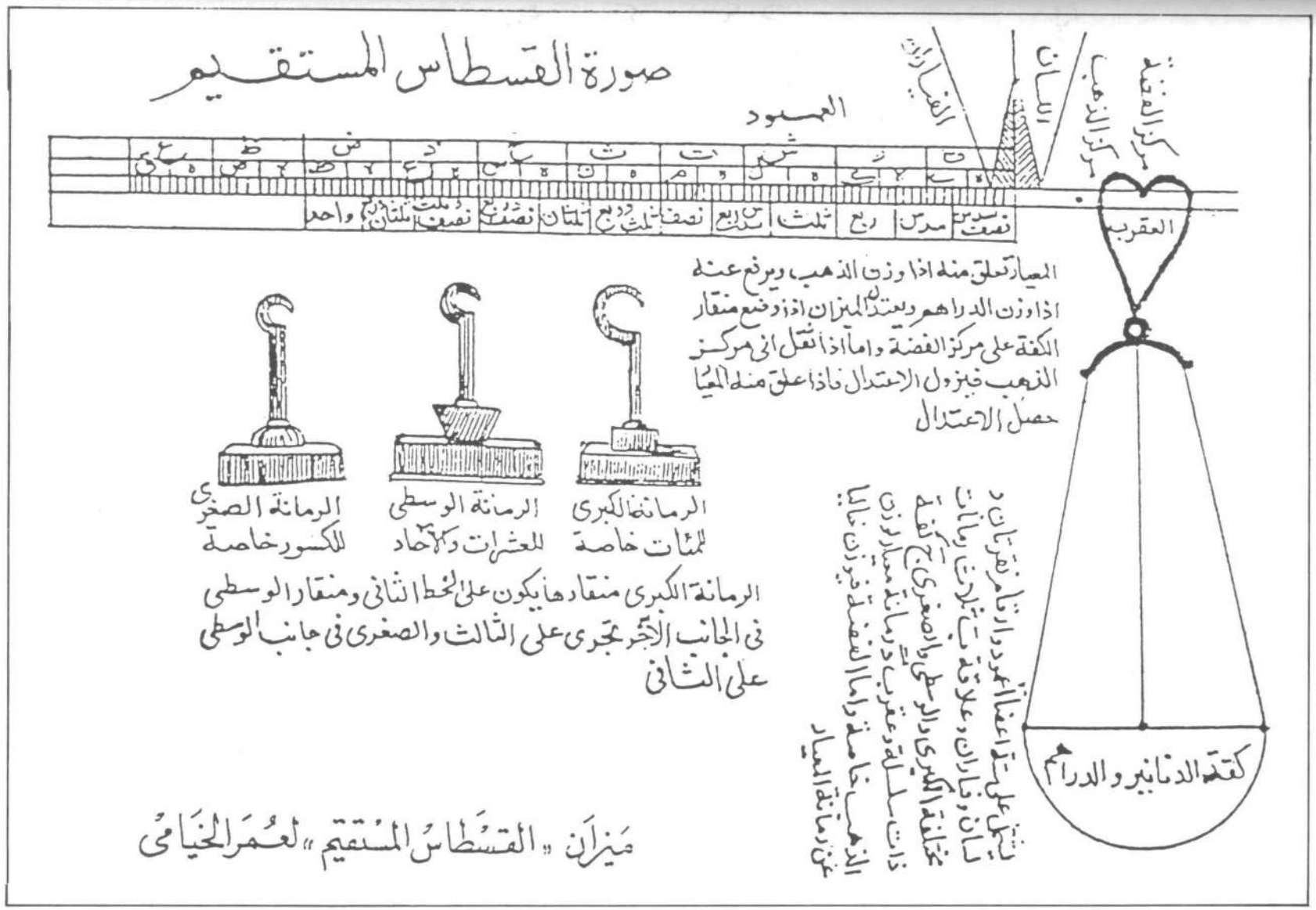

شكل (٨)
وزن الماء المزاح الذي يخرج من ميزاب الآلة المخروطة لأبي الريحان البيروني.

## القسطاس المستقيم[1]

وهو ميزان ابتكره أبو الفتح عمر بن ابراهيم الخيامي النيسابوري (٤٣٦ ـ ٥١٧ هـ) = (١٠٤٤ ـ ١١٢٣ م):

«ميزان ذو ثلاث رمانات، يعرف بالقسطاس المستقيم، ويوزن به من حبة إلى ألف دينار أو ألف درهم، وهو على صورة القفان ذات عمود وعارضة ولسان وكفة واحدة، وكبرى الرمانات الثلاث للمئات، ووسطاها للعشرات والآحاد معا، وصغراها للكسور»، شكل (٩).

(١) عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني، صفحة ١٥٣.




شكل (٩)

ميزان عمر الخيامي الموسوم «بالقسطاس المستقيم».

## موازين الخازني

ضمَّن عبدالرحمن الخازني (ت: ٥١٥ هـ = ١١٢١م) كتابه الجليل «ميزان الحكمة» مجموعة من الموازين بقصد عمل قياسات متعددة، نذكر منها على سبيل المثال ما يأتي:

١ ـ معرفة نسب الأوزان الهوائي إلى المائي.

٢ ـ معرفة نسب حجوم الفلزات الذائبة وأوزانها بالرصد والاعتبار.

٣ ـ صنعة مقياس المائعات في الثقل والخفة.

٤ ـ صنعة القَفَّان، ووضع الرقوم عليه، والوزن به، وتحديد ثقل الرمانة.

وقد أورد في كتابه مجموعة من الموازين، ويقصد بها أجهزة قياس، نذكر أهمها فيما يلي:

**أولا: موازين الماء**[1]

وتأتي أشكالها على ثلاثة أصناف:

أ ـ الميزان المطلق او الميزان الساذج، وهو ميزان ذو الكفتين.

ب ـ الميزان الكافي أو الميزان المجرد عن المُنقلة، وهو ميزان ذو ثلاث كفات طرفيات، احداهم منوطة تحت الأخرى وهي المائية.

جـ ـ الميزان الجامع أو ميزان الحكمة، وهو ميزان ذو خمس كفات، ثلاث كفات منها ثابتة، واثنتان منها منقلتان عن موضعهما.

ويستخدم هذا النوع من الموازين لمعرفة نسب الفلزات بعضها الى بعض في الحجم، وتمييز بعضها من بعض من غير سبك ولا تخليص ومعرفة الجواهر الحجرية، وتمييز حقها من أشباهها وملوناتها، الأشكال (١٠) ـ (١٤).

**ثانيا: ميزان الارض**

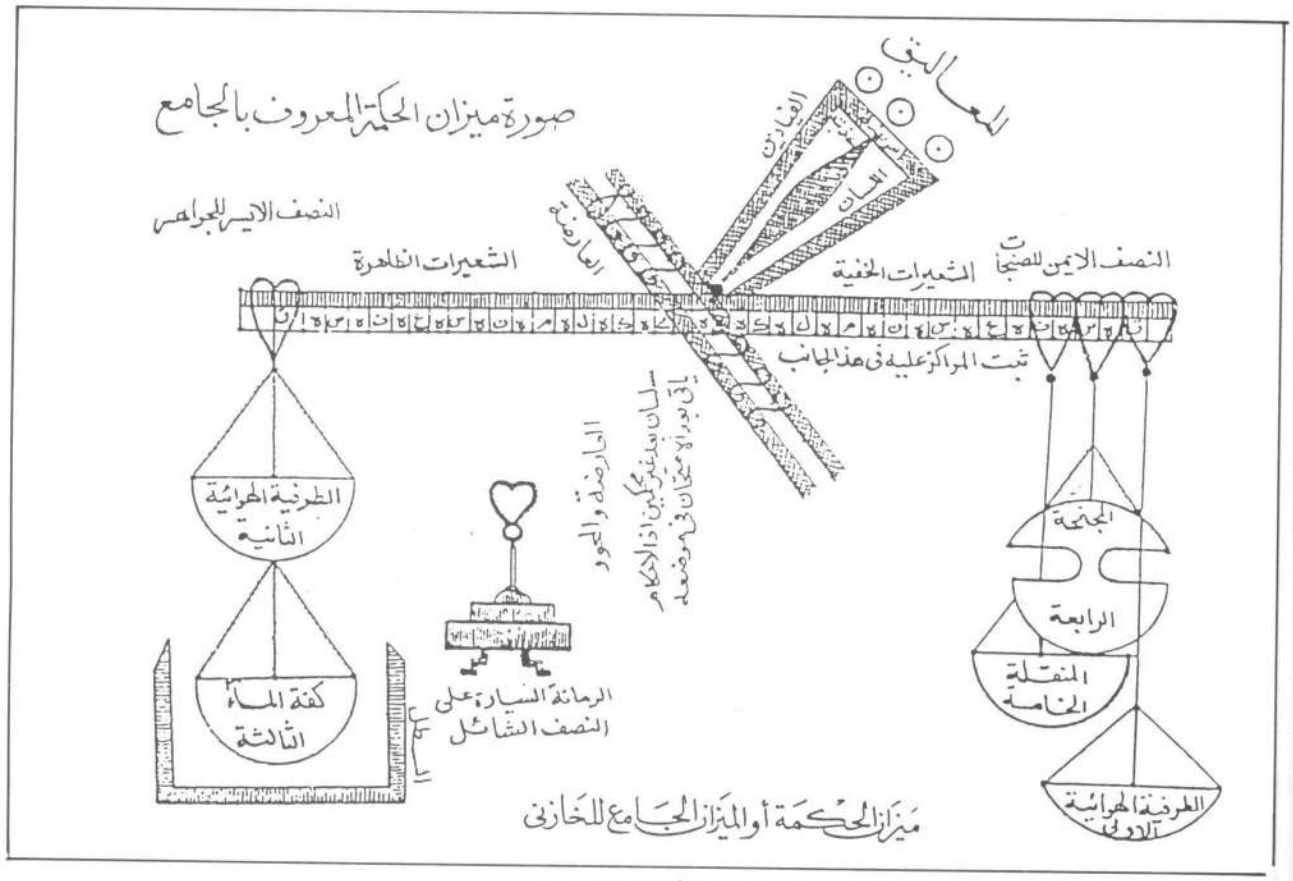
وتسوية وجهها على موازاة السطح الأفقي، ووجوه الحيطان على محاذاة القطر الذي يثبت عليه.

**ثالثا: ميزان الساعات**

وتعرف به الساعات الماضية من ليل او نهار، وكسورها بالدقائق والثواني، وتصحيح الطالع بها بالدرج وكسورها، ويشتمل هذا الميزان على خزانة ماء او خزانة رمل.

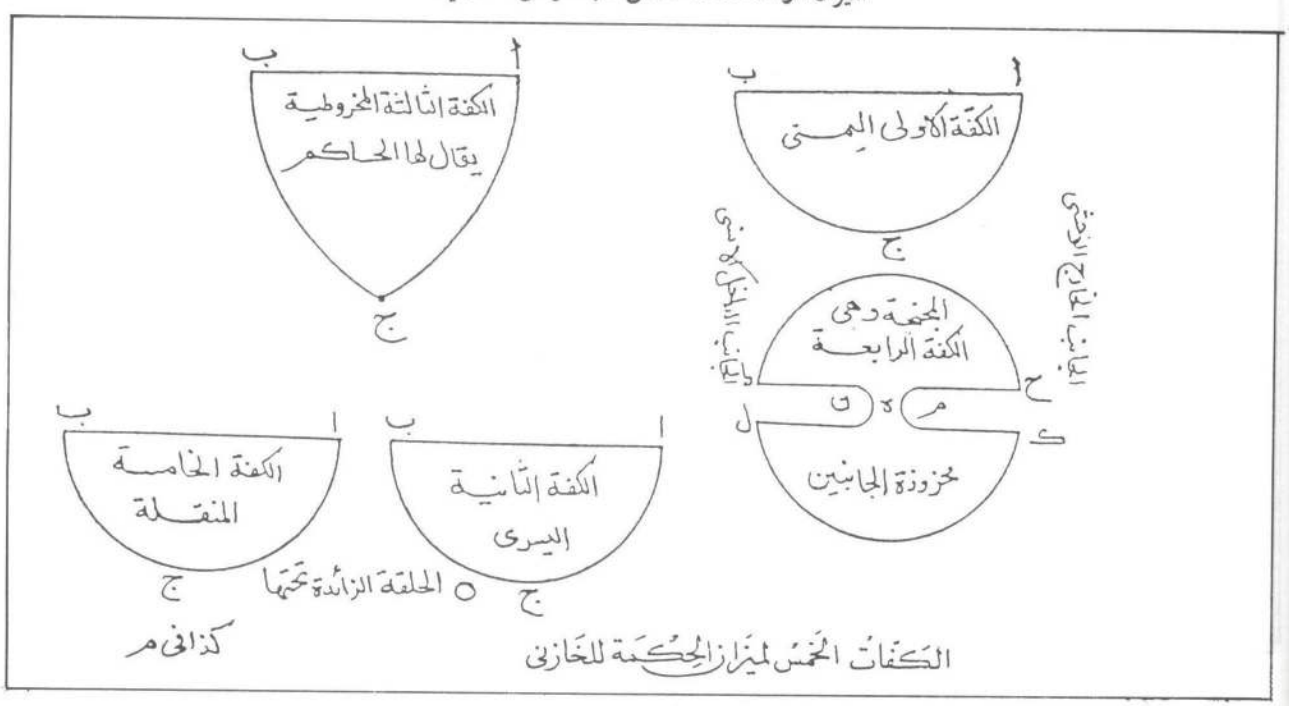
---

(١) عن كتاب «ميزان الحكمة» للخازني، الصفحات: ١٠٠ ـ ١٠٥.



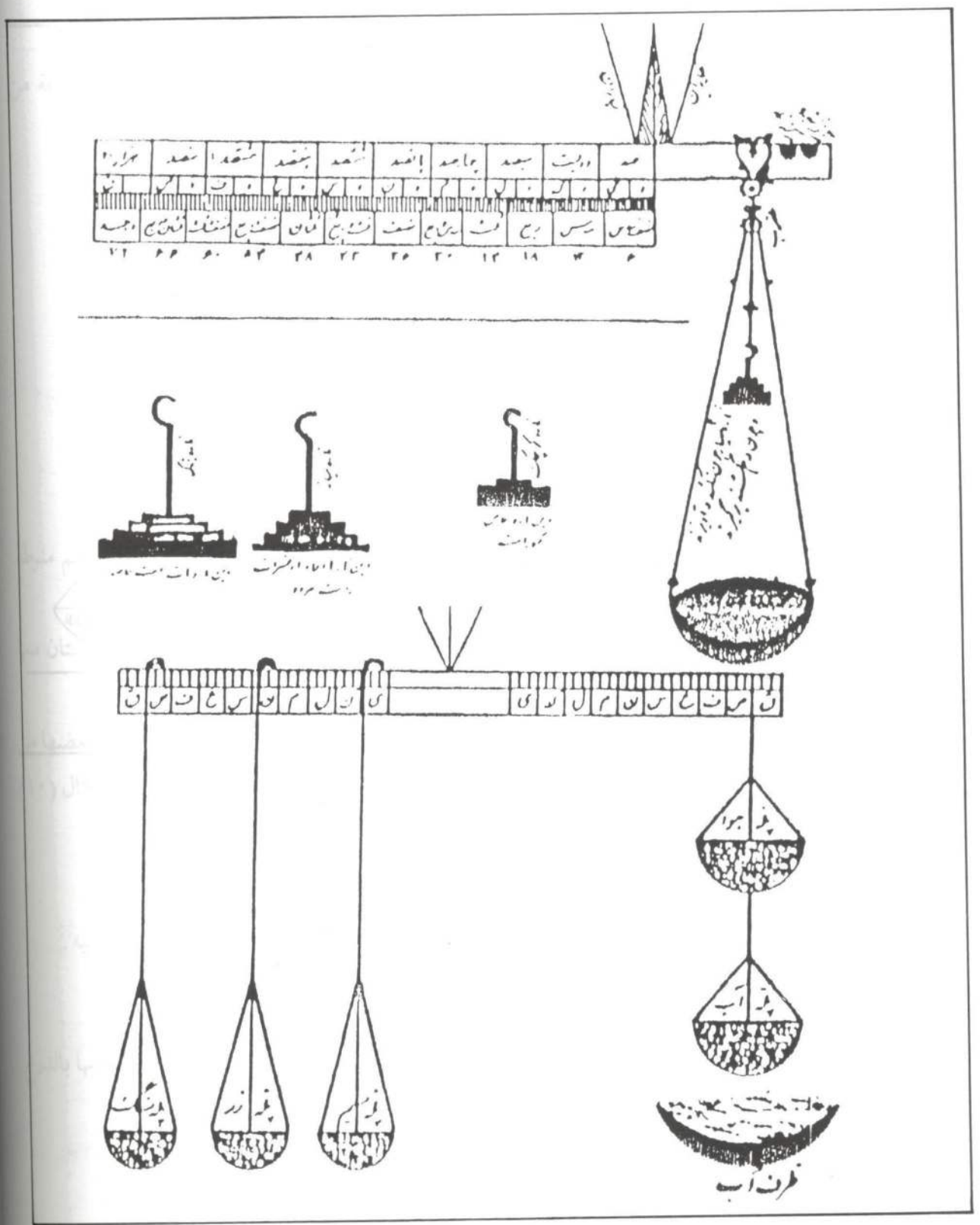

شكل (١٠)

الميزان ذو الكفات الخمس لعبدالرحمن الخازني.



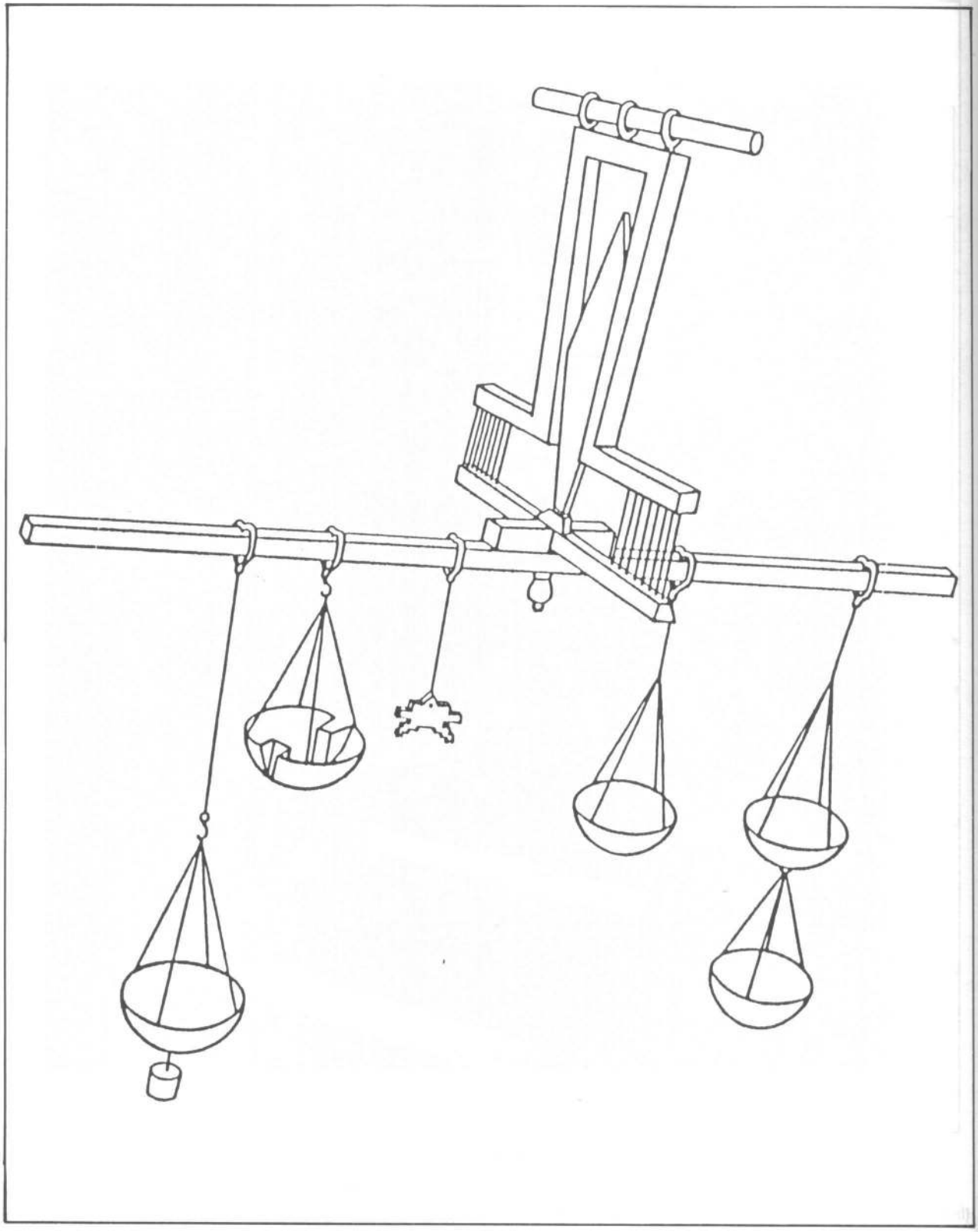

شكل (١١)

الميزان ذو الكفات الخمس لعبدالرحمن الخازني.




شكل (١٢)

الكفات الخمس لميزان عبدالرحمن الخازني (ميزان الحكمة المعروف بالجامع).



شكل (١٣)
ميزان الحكمة أو الميزان الجامع لعبدالرحمن الخازني.