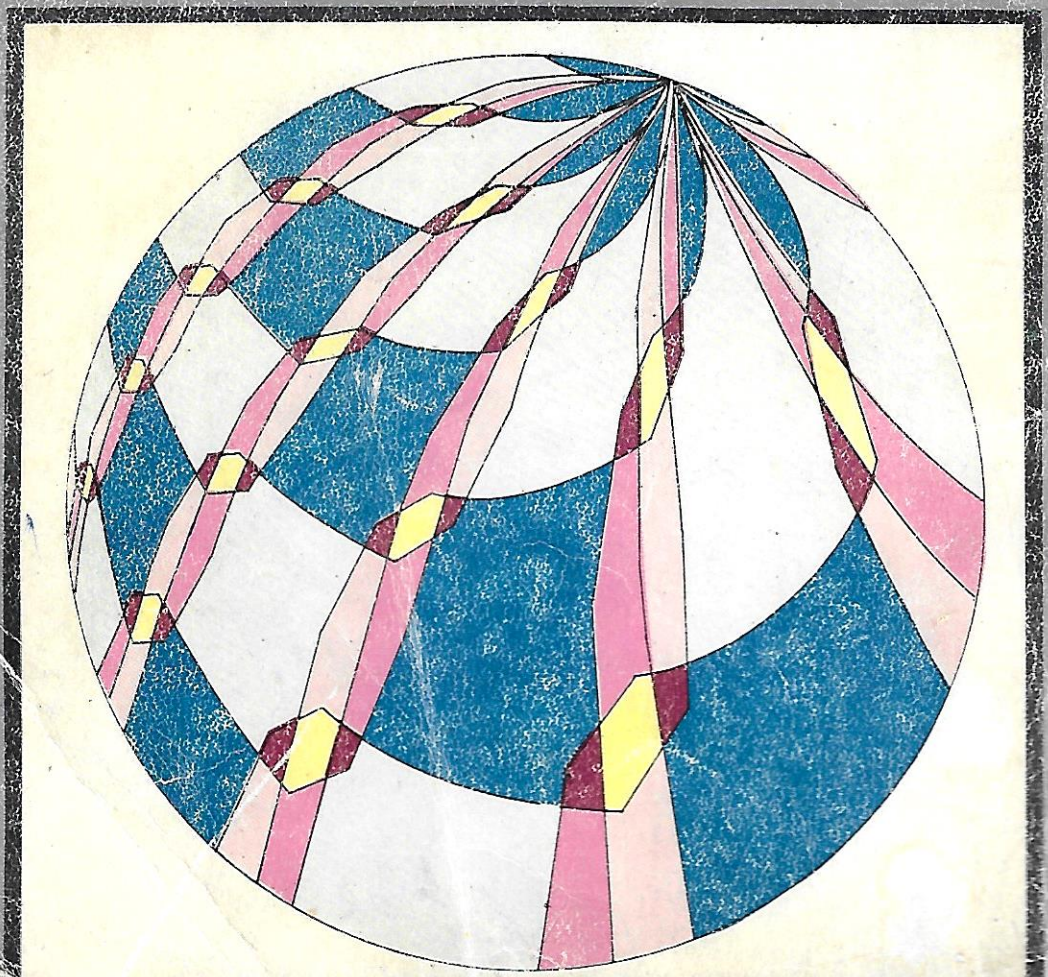
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
مؤسسة المعاهد الفنية

مبادئ
علم الخرائط

تأليف
الدكتور هاشم محمد يحيى المصرف



مبادئ علم الخرائط

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
& SCIENTIFIC RESEARCH
FOUNDATION OF TECHNICAL INSTITUTES

PRINCIPLES OF CARTOGRAPHY

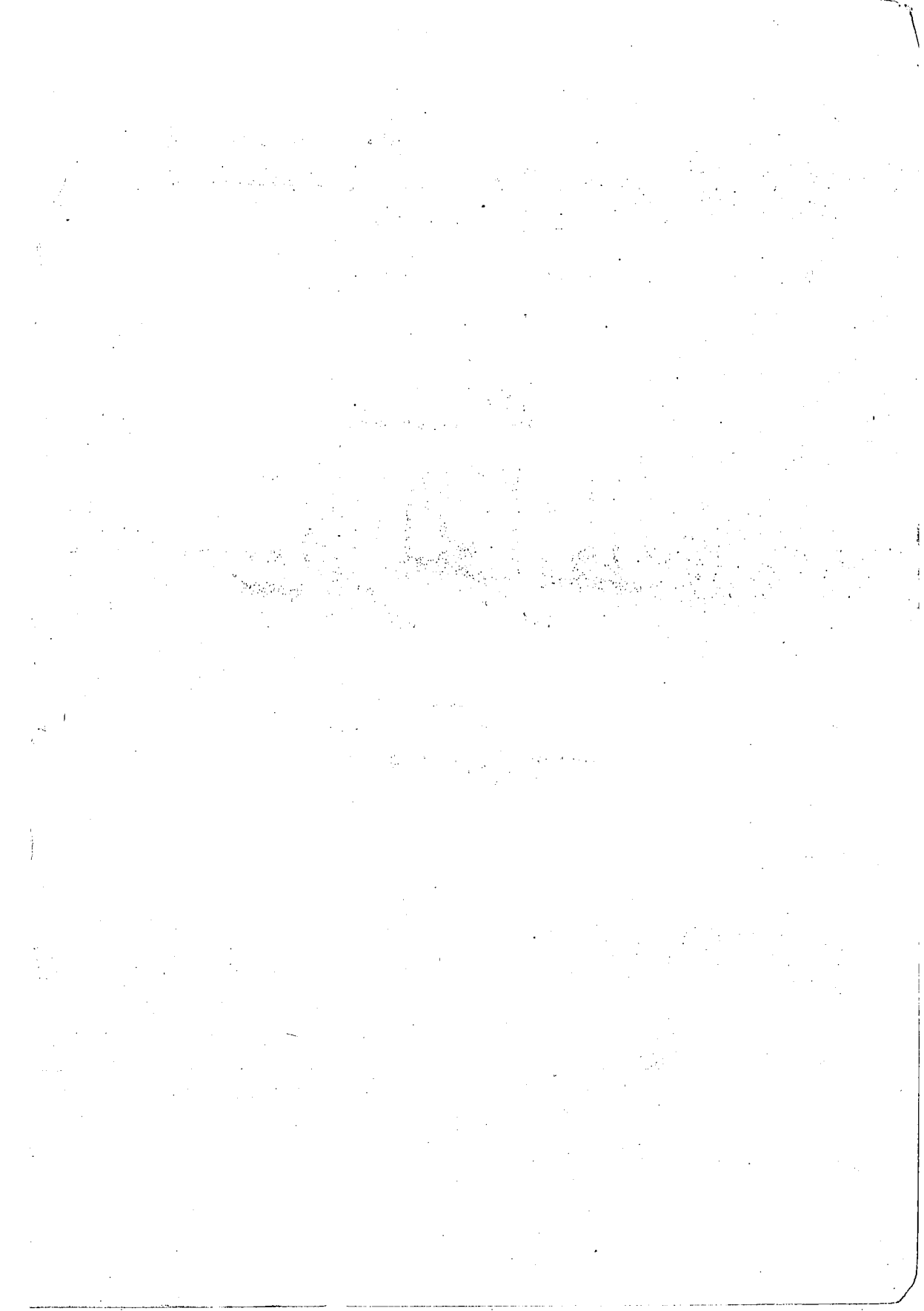
BY

Hashim M. Yahia (Ph.D., M. Sc., B.Sc.)

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
مؤسسة المعاهد الفنية

مبادئ علم الخرائط

تأليف
الدكتور هاشم محمد يحيى المصرف



اقدم خارطة للعالم كما رسمت قبل نحو اربعة الاف عام على لوح من الطين . ويشير نص اللوح الى الفتوحات التي انجزها سارجون ملك اكاد الذي حكم حوالي 2300 ق . م .

وتشتمل الدائرة على رموز تشير الى بلاد بابل وآشور ونهر الفرات وغيرها من المواقع المعروفة في ذلك العهد .

(اللوح الاصلي محفوظ في المتحف البريطاني برقم 92687)



الاهداء

الى اولئك الذين وضعوا اول خارطة في العالم وقسموا الدائرة الى درجات ودقائق .....

والى الذين اهتدو الى تقدير محيط الارض ووضعوا الخرائط .....

الى البابليين ... العرب ..... اسلافنا الامجاد اقدم هذا الكتاب .

المؤلف

محتويات الكتاب

الاهداء

تمهيد

المقدمة

ا – تعريف علم الخرائط

ب – فن وعلم انتاج الخرائط

جـ – انتاج الخرائط في العراق

الفصل الاول – ادوات ومواد الترسيم

1 –1 ادوات ومواد الترسيم

1 –2 ورق الترسيم وصفائح اللدائن

الفصل الثاني – الطرق الفنية في رسم الخرائط

2 –1 التحبير

2 –2 الحفر

2 –3 متطلبات طريقة الحفر

2 –4 الحفر الموجب والسالب

2 –5 الدليل

2 –6 طريقة (فنيكا) للحفر الموجب

الفصل الثالث – تمثيل شكل سطح الارض على الخرائط

3 –1 التلخيص

3 –2 الازاحة الموقعية

3 –3 الرموز

3 –4 تمثيل التضاريس الارضية

3 –5 الخطوط الكنتورية

3 –6 قراءة الخريطة الكنتورية

3 –7 الالوان

3 –8 التظليل بالخطوط – الهاشور

3 –9 نقاط الارتفاع

3 –10 التظليل البلاستيكي

3 –11 الخرائط الضرسية

الفصل الرابع – الخط

4 –1 المقدمة

4 –2 مواصفات الخط

4 –3 اسلوب الخط

4 –4 شكل الخط

4 –5 حجم الخط

4 –6 لون الحروف وخلفيتها

4 –7 ترتيب حروف الخط

4 –8 طرق الخط

الفصل الخامس – تصميم الخرائط

5 –1 المقدمة

5 –2 مبادئ تصميم الخرائط

5 –3 تصميم وتباين الانماط

5 –4 تصميم الرموز في الخرائط

5 –5 دور الالوان في تصميم الخرائط

5 –6 تباين القيمة اللونية

5 –7 انتخاب الالوان

5 –8 تلوين الخرائط

5 –9 توازن مكونات الخرائط

5 –10 تصميم لوحة الخريطة واطرافها

الفصل السادس – مقياس الخرائط

6 –1 صور التعبير عن المقياس

6 –2 العلاقة بين المقاييس والمساحات

6 –3 طرق تغيير المقاييس

6 –4 قياس المسافات والمساحات

الفصل السابع – مساقط الخرائط

7 –1 المقدمة

7 –2 شكل الارض وقياساتها . والعلاقة بين المجسم الارضي وشبه الكرة

7 –3 خطوط الطول والعرض

7 –4 طول درجة قوسي العرض والطول

7 –5 قطاع الدائرة العظمى وخط الاتجاه الثابت

7 – 6 المسافات
7 – 7 الانحرافات في المقياس الناتجة عن مساقط الخرائط
7 – 8 تصنيف المساقط
7 – 9 المساقط الاسطوانية
7 – 10 المساقط المخروطية
7 – 11 المساقط السمتية
7 – 12 مسقط مركيتر المستعرض
7 – 13 انظمة التشبيك التربيعية
7 – 14 تشبيك مسقط مركيتر المستعرض العالمي
7 – 15 استعمال مساقط الخرائط
7 – 16 بناء المساقط
7 – 17 بعض الامثلة على بناء المساقط

الفصل الثامن – الرسوم البيانية والخرائط الاحصائية

8 – 1 المقدمة
8 – 2 الرسوم البيانية
8 – 3 خرائط التوزيع النوعي والكمي
8 – 4 الرسوم التخطيطية المجسمة
8 – 5 اعداد الرسوم التخطيطية المجسمة

الفصل التاسع – الصور الجوية وتفسيرها

9 – 1 المقدمة
9 – 2 استعمال الصور الجوية في العراق
9 – 3 صفات الصور الجوية
ا – العلاقات الهندسية الاولية
ب – انواع الصور الجوية
جـ – التأشيرات على الصور الجوية
د – الاختلافات بين الصورة الجوية العمودية والخرائط
هـ – الصور الجوية العمودية
و – المقياس
ز – الازاحة الضرسية
ح – ازاحة الميل

9 –4 الرؤية المجسمة واجهزة الابصار المجسم
ا – ادراك العمق
ب – عين الانسان
جـ – ادراك العمق بصورة مجسمة
د – رؤية الصور الجوية بصورة مجسمة
هـ – اجهزة الابصار المجسم
و – استعمال اجهزة الابصار المجسم
ز – اسباب اختلاف الموضع بالاتجاه الصادي
ح – المغالاة في الرؤية المجسمة للمقياس العمودي
9 –5 الصور الفسيفسائية الجوية (الموزائيك)
9 –6 تفسير الصور الجوية للاغراض المدنية
9 –7 نقل التفاصيل والعوارض الطوبوغرافية من الصور الجوية المفردة الى الخرائط
الفصل العاشر – نسخ الخرائط
10 –1 المقدمة
10 –2 الاصطلاحات والتعابير العامة المتعلقة بشؤون النسخ
10 –3 عمليات الطبع
ا – مراحل عملية الطبع
ب – استعمال الحجاب في الطباعة
جـ – فصل الالوان
د – تركيب الألوان
هـ – بعض الاجهزة الضرورية في الطباعة
10 –4 عمليات الاستنساخ
ا – طرق الاستنساخ بدون الكاميرا
ب – طرق الاستنساخ باستعمال الكاميرا
الفصل الحادي عشر – تصنيف الخرائط وتقويمها وتنظيم انتاجها
11 –1 تصنيف الخرائط
11 –2 تقويم الخرائط
11 –3 تنظيم انتاج الخرائط
الملاحق ا – تمارين تطبيقية حول فصول الكتاب
ب – جداول جغرافية حول طول درجات خطوط العرض والطول
جـ – معجم الكلمات والمصطلحات الواردة في الكتاب ، انكليزي – عربي ، عربي – انكليزي .
ثبت المراجع

تمهيد

لقد راودتني فكرة اعداد كتاب في علم الخرائط منذ ستة عشر عاما ، حينما بدأت بألقاء المحاضرات حول فصول هذا العلم على طلبة معهد الهندسة التطبيقية العالي في بغداد والذي استحال الى معهد التكنولوجيا حاليا . والسبب في ذلك اولا حصولي على شهادة اختصاص في علم الخرائط عام 1961 من المعهد الدولي للمسح الجوي وعلوم الارض في هولندة ، وثانيا عدم وجود كتاب شامل عن هذا العلم باللغة العربية يصلح للتدريس التقني وفق المنهج الموضوع للمعاهد التكنولوجية والفنية . كما ويعتبر تكليف مؤسسة المعاهد الفنية لي بوضع هذا الكتاب السبب المباشر لانجاز هذا العمل .

ان الغرض المنشود من هذا الكتاب هو تمكين الطالب من معرفة المراحل التي تمر بها الخرائط الاساسية الاولية بعد اعدادها في الحقل بالطرق المألوفة من فنون المساحة الارضية أو باستخدام اساليب المساحة الجوية ، والتي تشتمل على فنون الترسيم والتنطيق والتصميم والتصوير والنسخ . ولقد وضع الكتاب خصيصا لطلبة اقسام المساحة في المعاهد الفنية ، ولذلك فأنا في بعض فصول الكتاب (الاول والثاني والرابع والسابع والتاسع) لم أتوغل في تفاصيلها كثيرا ، حيث توجد مفردات مكملة ومفصلة في مواد الخطة الدارسية لهذه الاقسام وهي : الرسم الهندسي ، والخط ، والمساحة ، والمثلثات الكروية وعلم الفلك ، والمساحة الجوية .

لقد نظمت فصول الكتاب وفق نسق يخدم الاعتبارات التطبيقية في اعداد الخرائط . اذ تتناول الفصول الاربعة الاولى الجوانب الفنية في ترسيم واعداد الخرائط ، والتي تشتمل على ادوات ومواد الترسيم والطرق الفنية في رسم الخرائط وسبل تمثيل العوارض الطوبوغرافية والتضاريس الارضية على الخرائط والطرق الحديثة في اعداد نصوصها . .

ويأتي بعد تلك الفصول الفصل الخامس حول تصميم الخرائط ، لكي يستطيع الطالب من تقويم ومراجعة تفاصيل الخرائط التي قام باعدادها على ضوء المبادئ التي يتضمنها هذا الفصل ، اضافة الى كيفية التعامل مع الالوان في اعداد وحدات خريطته .

ومن ثم تأتي فصول مقياس الخرائط ومساقطها والرسوم البيانية والخرائط الاحصائية والتصوير الجوي ، حيث يكون تدريسها بعد الفصول المذكورة اعلاه منسجماً مع مواد الخطة الدراسية المعمول بها حالياً في اقسام المساحة ، على الرغم من ان هذه الفصول الاربعة يمكن اعتبارها وحدات مستقلة نسبيا عن باقي فصول الكتاب ، ولذلك يمكن تقديمها او تأخيرها . ثم يليها الفصل العاشر حول طباعة الخرائط واستنساخها . ولكي يفسح المجال للمدرس في اخر الفصل الدراسي ان يصطحب الطلبة الى الدوائر الفنية المتخصصة في اعداد الخرائط او الى المطابع للاطلاع على كافة المراحل ميدانيا .

وفي الفصل الحادي عشر يجد القارئ تصنيفا للخرائط المختلفة وطريقة منهجية لتقويمها وتنظيم انتاجها على ضوء المباديء التي تضمنها الكتاب .

ولقد لمست انه من المفيد جدا وضع بعض التمارين التطبيقية كملحق للكتاب لعل ذلك يساعد المدرس والطالب على تطبيق المعلومات التي تضمنتها فصول الكتاب المختلفة . كما ادرجت في اخر الكتاب قائمة بالمصطلحات الواردة في متنه ، معظمها مقر في المعاجم الحديثة ، وقليل منها مما اقترحته ، ونظمت القائمة بترتيب هجائي (انكليزي – عربي) وبالعكس . ولقد لاحظت اختلافا بينا في الكتب العربية – على قلتها – والتي تتناول موضوع الخرائط من حيث المصطلحات الواردة فيها ، ولذلك ادعو الى ضرورة توحيد المصطلحات والتعابير الواردة في علم الخرائط عامة وفنون المساحة خاصة ، وذلك لكي يستطيع صناع الخرائط في الوطن العربي من التفاهم مع بعضهم البعض وبلغتهم العربية وترك المصطلحات الاجنبية التي تعاني هي الاخرى من تباين المقاصد والغايات .

ان هذا الكتاب لم يقدر له ان يرى النور ، لولا مساهمة الاخرين من قريب او بعيد لذلك يسجل المؤلف شكره وتقديره الى الاستاذين الذين قاما بتقويم ومراجعة فصول الكتاب من الناحية العلمية وابدوا ملاحظاتهما القيمة وهما السيد فوزي الخالصي الاستاذ المساعد في كلية الهندسة – جامعة بغداد ، والسيد فؤاد الحكيم معاون المدير العام في المنشأة العامة للمساحة .

كما ويهدي وافر الشكر والامتنان للدكتور غانم سعد الله – رئيس مؤسسة المعاهد الفنية وكالة ، والدكتور عادل محمود حسن – مساعد رئيس المؤسسة للشؤون الادارية والمالية والدكتور مازن محمد علي جمعة – عميد معهد التكنولوجيا ، والسيد كامل تاج الدين – مساعد رئيس المؤسسة للشؤون العلمية سابقاً ، على دعمهم المتواصل لحركة التأليف والترجمة والتعريب .

ويتقدم المؤلف بجزيل الشكر الى الاستاذ المساعد المهندس مكرم انور مراد الشيخ على مساعدته القيّمة في رسم بعض اشكال المساقط وخط نصوص الاشكال لفصول مسودة الكتاب بالاسلوب الكوفي الهندسي . كما ويستحق كل من الانسة انوار محمد يحي المصرف والسيد فخري الجالدي وافر الشكر على قيامهما برسم بعض الاشكال الواردة في الكتاب

واني اذ اقدم هذا الجهد الى طلبتي الاعزاء ، والمختصين في علوم المساحة والجغرافية ، آمل ان اكون قد وفقت باعداد هذا الكتاب ، وارجو مخلصا ان يوافيني زملائي الاساتذة وغيرهم بملاحظاتهم عنه ، لكي نأخذ بها في الطبعة القادمة .

والله ولي التوفيق

الدكتور هاشم محمد يحي المصرف

قسم المساحة – معهد التكنولوجيا – بغداد

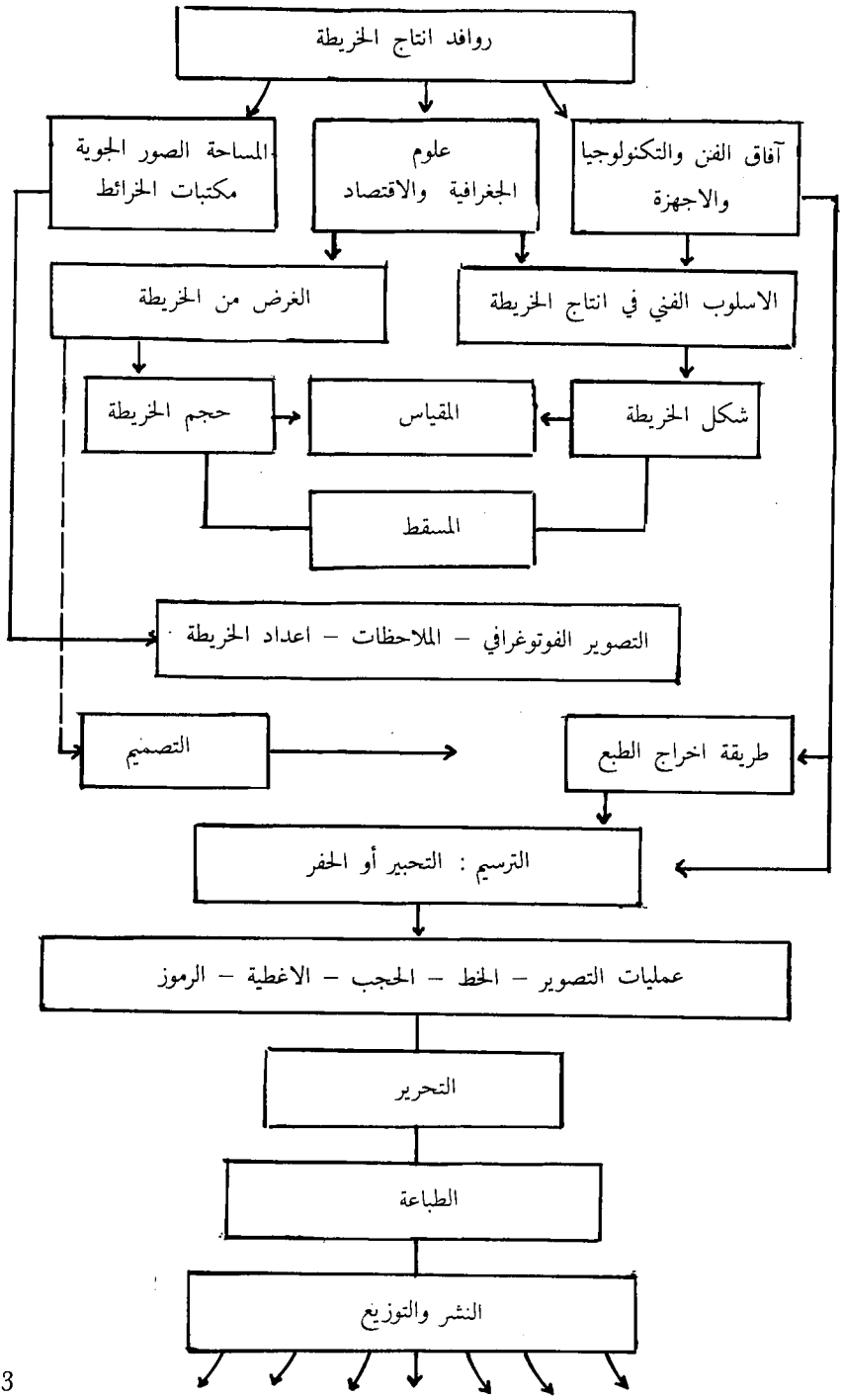
تموز – سنة 1980

المقدمة

أ – **علم الخرائط** : هو العلم الذي يضم العمليات المتعلقة بأعداد الخرائط ، ابتداء من تهيئة الخرائط الاساسية (Original base map) في الحقل بواسطة طرق المساحة المستوية والطوبوغرافية أو باستخدام طرق المساحة الجوية لغاية طباعتها ونشرها . ويتضمن هذا العلم الطرق المختلفة والمتعلقة بأعداد الخرائط كطريقة تحويل المخططات الاولية الحقلية (Field sketchs) الى خريطة او نقل العوارض والتفاصيل الطوبوغرافية المختلفة من الصور الجوية الحديثة مباشرة الى خريطة مطبوعة سابقا . ويشمل ايضا طريقة اعداد الخرائط الصغيرة المقياس من الخرائط الكبيرة المقياس والمتوفرة في المكتبات ، مثال ذلك اعداد خارطة الوطن العربي بمقياس 1 : 5 مليون من خرائط البلدان العربية المنشورة سابقا بمقياس 1 : مليون .

ولقد كثر استعمال الخرائط في الوقت الحاضر ، فالجغرافيون يفسرون الظواهر والعوارض الطوبوغرافية الطبيعية منها والصناعية ويستخلصون من خرائط البلدان معلومات كثيرة عن معالمها الطبيعية والصناعية والبشرية ، وهكذا يفعل بقية العلماء حيث يلجأون الى الخرائط في شرح ما يسطرون من معلومات في كتبهم ومقالاتهم . وغالبا ما يطلب السواح الخرائط التي ترشدهم الى المناطق السياحية والطرق المؤدية اليها ، وغيرها من المعلومات . ان صنع الخرائط قد تطور كثيرا في السنين الاخيرة بفضل المعدات والوسائل الحديثة التي ادخلت في عمليات صنع الخرائط ، بحيث ادى ذلك الى تخصص صناع الخرائط بجانب معين منها ، لاحظ الشكل (م – 1) . ان المساح (Surveyor) يجمع المعلومات من الحقل ، اي يقوم بتسقيط العوارض الطوبوغرافية على لوحة الخريطة ، او بتخطيط تلك العوارض من الصور الجوية وذلك باستخدام اجهزة خاصة واساليب فنية خاصة معينة تتعلق بالمساحة الجوية (Photogrammetry) ، ثم يقوم الرسام (Draftsman) بأعادة ترسيم معالم الخريطة مستخدما الرموز القياسية المناسبة تحت اشراف عالم الخرائط (Cartographer) الذي يقوم بانتخاب العوارض الطوبوغرافية وتبسيط اشكالها وتقدير اهميتها وفق الغرض المنشود من الخريطة ومقياسها ، والاشراف على نسخها .

الشكل (م – 1) مجالات علم الخرائط



ب – فن وعلم انتاج الخرائط Art and science of map production

هل يعتبر صنع الخرائط فنّاً من الفنون التشكيلية ؟ وان صح ذلك فما هو الدور الذي تلعبه المقدرة الفنية في هذا المجال ؟ ان هذه الاسئلة لم تطرح للمناقشة في القرن الماضي لان عمل الخرائط كان فنّاً أصيلا ، وقد تجلى ذلك في خرائط القرون الوسطى المزوقة بمختلف الرسوم والزخارف والخط الجميل واستخدام الالوان ، وهكذا كانت المقدرة الفنية شرطاً اساساً لصانع الخرائط . اما في الوقت الحاضر فأن طرق الترسيم وآلاتها الكثيرة والمتنوعة جعلت من عملية صنع الخرائط عملية يسيرة لطلاب هذا الفن والعاملين فيه .

ان اغلب الخرائط تخدم اغراضا عملية في العصر الحاضر ، حيث يتم تصميمها وفق هذه الاغراض ، وغرضها الاساسي هو تحقيق فكرة او علاقة علمية (هندسية ، جغرافية ، الخ) ولا تستعمل لتزيين الجدران . واذا طغت الامور الفنية على الجانب العلمي في اخراج الخارطة فأنها ستنبه المشاهد الى جمال شكلها فقط وتجعله غافلا عن مضمونها . وتعتبر كل خارطة مسألة علمية وفنية في حد ذاتها ، اذ تحتاج الى دراسة مستقلة في حقل التصميم الفني وتتطلب اسساً علمية لاخراجها .

ان المهارة والطرق الفنية المتبعة في صنع الخرائط تعتمد على ما تقدمه العلوم من معلومات واختراعات ، وهذه تنقسم بدورها الى قسمين : اولها ملموس (مادي) والاخر سايكولوجي (يتعلق بالشعور) اي تنبيه ذهن قارئ الخريطة او شعوره البصري نحو مضمونها .

ان عملية التلخيص (Generalization) مثلا هي احدى العمليات الصعبة في تسقيط العوارض الطوبوغرافية ، والتي تتميز كثيرا عن عملية الترسيم (Drafting) . فاذا رسم خط يمثل الساحل وبمقياس صغير فأنه يجب معرفة صفات ذلك الساحل . واذا اريد تلخيص الخط الذي يمثل النهر فيجب معرفة حالته وخصائصه ، هل انه جاف او لا زالت تجري فيه المياه ؟ وما هي انعطافاته وفروعه وسعته والعوامل الاخرى التي جعلته متميزا عن بقية الانهار المبينة في الخريطة ؟ وقد يسأل عالم الخرائط عن حالة قنوات الري وبناءا على ذلك يستطيع عالم الخرائط ان يختار الخط المناسب من حيث الشكل والحجم والانتظام وكذلك اللون في حالة صنع الخرائط الملونة لتمثيل العوارض الطوبوغرافية اصدق تمثيل . ويحتاج صانع الخريطة دائما الى ان يكون حسن التدريب في كل حقل من حقول تحضير

الخرائط . وعليه ان يستخدم المنطق (كيف ولماذا واين ومتى ؟) والقياس عند انتخاب مساقط الخرائط وقيامه بالتلخيص وانتقاء انواع وحجوم الرموز وتحديد نوعية الخط (Lettering) وحجمه وغير ذلك فيما يتعلق بأسماء العوارض الطوبوغرافية وغيرها من فقرات الخريطة المختلفة . وهو في هذه الحالة عالم تطبيقي يشبه المهندس الى حد كبير الذي يدرس خصائص مواد بناءه ويعرف الطرق والوسائل التي تؤدي الغرض المنشود . ان معرفة العلاقات البصرية في صناعة الخرائط وخاصة الملونة ضرورية ايضا ، حيث يتفاعل قراء الخريطة بطرق معينة مع المنبهات البصرية الموجودة في الخرائط . وبواسطة معرفة قوانين تلك العلاقات التي تتحكم في هذه التفاعلات يتم تصميم الخرائط بشكل جيد وفق الغرض المنشود . ولقد وضعت في السنين الاخيرة مبادئ كثيرة عن التصميم البصري (Visual design) . ان انتخاب حجم وشكل الرموز للتعبير عن العوارض الطوبوغرافية واستخدام الالوان ودرجاتها المختلفة للتعبير عن تدرج مقادير تفاصيل الخريطة هي بعض الامثلة لتلك المبادئ .

ومن الوسائل التي يلجأ اليها صناع الخرائط عادة ، هي الرجوع الى الخرائط المماثلة للخرائط التي ينتجونها لعلهم يجدون فيها بعض التجارب النافعة . ولكي تكون خارطتهم غنية بالمعلومات فأنهم يحتاجون الى تقدير وتدقيق المعلومات الاحصائية واستخدام الصور الجوية والسجلات المختلفة . ان صنع الخرائط ليس علما تجريبيا كمفهوم علوم الكيمياء والفيزياء ، كما انه لا يبحث عن الحقيقة كالعلوم الانسانية بل انه علم يتميز بفرضياته ومقاييسه في بناء الخريطة . اذ تشتق مبادئه من فنون المساحة وعلوم الجغرافية والفيزياء والكيمياء والنفس وغيرها لكي يتم غاياته بطريقة مادية ملموسة وبقياس بصري .

ج – انتاج الخرائط في العراق

تعتبر المنشأة العامة للمساحة الجهة الرئيسة التي تضطلع بأعداد وانتاج الخرائط الطوبوغرافية وغيرها في العراق . الا ان بعض الدوائر الرسمية والمكاتب الاستشارية الهندسية الخاصة تساهم هي الاخرى وضمن نطاق محدود في هذا المجال بعد ان كان مقتصرا الى عهد قريب بالمنشأة المذكورة . ولقد مضى على تأسيس نواة هذه المنشأة مدة قد تزيد عن نصف قرن ، شهدت خلالها الكثير من التوسع والتطور في حقل انتاج الخرائط .

ان السمات الهندسية للخرائط الطوبوغرافية ، التي تنتجها المنشأة العامة للمساحة جيدة حسب الامكانات المتاحة فيها . اذ تطبق في اقسامها العديدة احدث الطرق الفنية في انتاج الخرائط . والتي تشتمل على اعمال المساحة الجوية والارضية لغرض اعداد الخرائط الاساسية .

ان القطر العراقي – ومنذ مطلع الخمسينات – قد تم تغطيته بالصور الجوية وبمقاييس مختلفة (1 : 20000 – 1 : 60000) . كما ويجري اعادة تصوير بعض المناطق لاغراض احصائية وزراعية وهندسية ، ومن ضمنها اعمال التحشية للخرائط الحديثة . ولقد اعتزمت هذه المنشأة على تغطية جميع المحافظات بالخريطة الطوبوغرافية الاساسية (مقياس 1 : 25000) ذات الالوان الاربعة[1] . اذ يفسح هذا المقياس مجالا مناسبا لتمثيل شكل العوارض الطوبوغرافية بصورة حقيقية وتامة . على ان تعد من هذا المقياس بقية المقاييس (1 : 50000 –1 : 100000 – 1 : 1250000 – 1/مليون) وبعد تطبيق عمليات تلخيص التفاصيل الطوبوغرافية وادخال الرموز المناسبة لاجل هذه المقاييس . كما اصدرت خرائط طوبوغرافية ذات مقياس اكبر (1 : 10000) في المناطق المأهولة بالسكان والمناطق الصناعية والمدن الكبيرة . ومن الطرق الفنية في تحضير الخرائط والمستعملة في المنشأة المذكورة طريقة الحفر (Scribing) على صفائح اللدائن ، اضافة الى طريقة التحبير . كما وتستعمل حجب التلامس (Contact screens) في تمييز الدرجات اللونية المختلفة . وتمارس طريقة التظليل البلاستيكي في تمثيل التضاريس الارضية ايضا . ولقد صممت مفاتيح قياسية للرموز (Symbols) حسب مقياس الخرائط الطوبوغرافية . وفي تنضيد حروف متن (Text) الخرائط وغيرها تستعمل اجهزة حديثة مثل (Typophot) ويجري نسخ الخرائط بطريقة الاوفسيت . اذ تعتبر مطبعة المساحة اول مطبعة عراقية استخدمت هذه الطريقة .

---

(1) تعد المنشأة العامة للمساحة خرائطاً متنوعة مثل الخرائط الطوبوغرافية ، الكادسترائية ، والخرائط الخاصة الاخرى . ولقد ذكرت الخرائط الطوبوغرافية فقط بأعتبارها المعيار القياسي لبقية الخرائط .

ان تأسيس اقسام المساحة في الجامعات والمعاهد العراقية ، فضلا عن مجالات التدريب والدراسة في معاهد الدول المتقدمة في مجال علم الخرائط سوف يكون لها دورا حاسما في رفع المستوى التقني للخرائط وتطوير انتاجها .

الفصل الأول

ادوات ومواد الترسيم

Drawing Tools and Materials

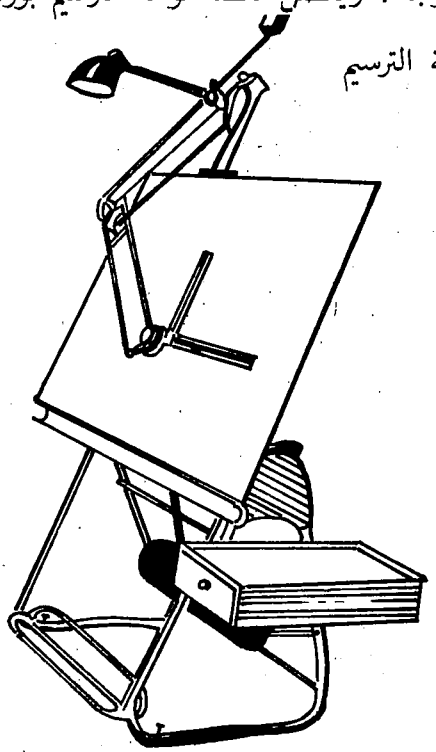
ادوات ومواد الترسيم
Drawing Tools and Materials

1 – 1 ادوات ومواد الترسيم

ان الادوات والمواد التي يستعملها رسام الخريطة بسيطة الاستعمال نسبيا ، اذ صممت بأعتناء بحيث يمكن التوصل بسهولة الى الدقة المنشودة في صنع الخرائط . وتحتاج الى مقدار ضئيل من المهارة لاستخدامها بصورة مرضية . وغالبا ما يعتمد الشكل النهائي للخرائط على جودة تصميمها . وتتطلب عملية الترسيم بعض التمرين والصبر ايضا .

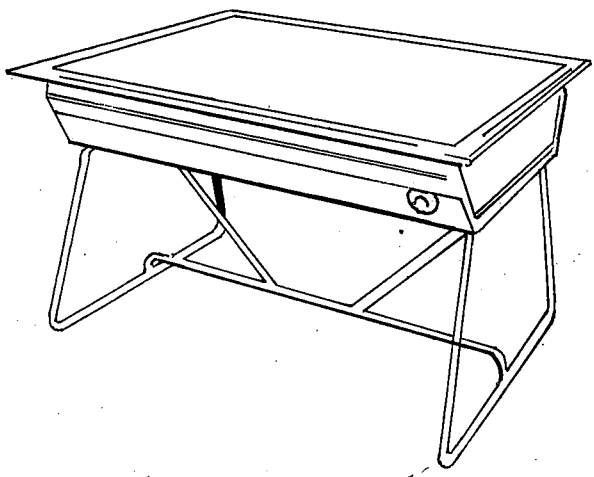
ان المواد والاجهزة والادوات المتنوعة المستعملة في اعداد الخرائط كثيرة جدا الا أن عدداً قليلا منها يكفي لترسيم واعداد الخريطة . ومن الجدير بالذكر ان هذه الادوات مصنوعة بصورة جيدة غالبا ، وان الاعتناء بنظافتها وصيانتها وحفظها في صناديقها او عليها امر مهم جدا .

وترسم الخرائط والمرتسمات المختلفة على لوحة تدعى لوحة الترسيم (شكل 1–1) فيها ذراع متحرك تتصل به مسطرتان مدرجتان او غير مدرجتين ومثبتتان بالذراع المتحرك بواسطة منقلة دائرية مدرجة . ويفضل تغطة لوحة الترسيم بورق ملّون باهت وذلك



الشكل 1 – 1 لوحة الترسيم

للحصول على رؤية جيدة وكذلك لضمان سلامة عين الرسام . وتلصق ورقة الرسم عادة اما بأستخدام الشريط اللاصق (Adhesive tape) او بواسطة دبابيس خاصة . والطريقة الاولى افضل كثيرا ، اذ يمكن المحافظة على سلامة لوحة الرسم من اثار الدبابيس وضمان حركة المرتسم اثناء العمل بسهولة اكبر . وفضلا عن لوحة الترسيم توجد منضدة الانارة (Light table) (الشكل 1–2) . وتستعمل عند استخدام الورق المعتم كورق الرسم الاعتيادي ولاغراض اخرى . ويكون اللوح الزجاجي عادة غير شفاف ومن تحته توجد المصابيح . ويجب تجنب الالواح الزجاجية الشفافة والمصابيح الشديدة الانارة لئلا يتمدد ورق الرسم من جراء الحرارة المتولدة من ضوء المصابيح وتتأثر عين الرسام . وينبغي ان



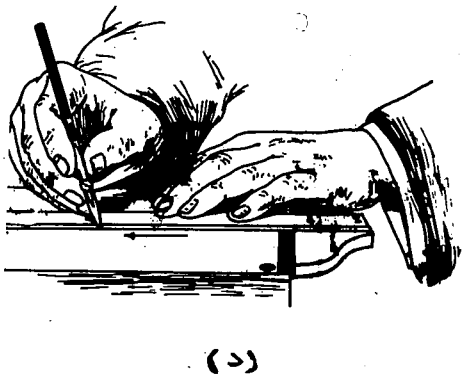
الشكل 1 – 2 منضدة الانارة

تكون الانارة في غرف الترسيم جيدة ومريحة للاعصاب . وتستعمل اثناء عملية الترسيم مسطرة خاصة ذات زاوية قائمة [1] ومثلثات واقواس مختلفة الاشكال والاحجام .

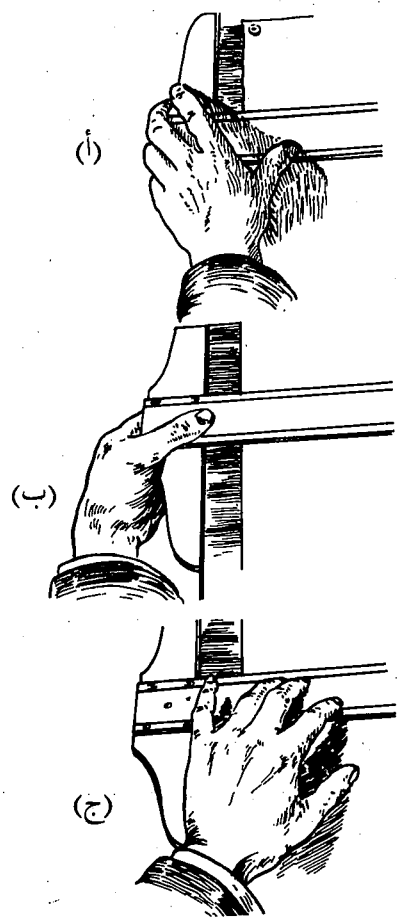
---

(1) T – Square مسطرة على شكل حرف T ذات زاوية قائمة ، وفضلنا تسميتها بمسطرة الترسيم .

ويفضل ان تكون المسطرة ذات حافة شفافة وكذلك المثلثات والاقواس لضمان رؤية الخطوط بصورة جيدة اثناء العمل . ويثبت رأس مسطرة الترسيم بقوة لكي يحاذي الحافة اليسرى المستقيمة لمنضدة الترسيم ، ثم تحرك على امتدادها (الشكل 1–3) . وعند رسم الخطوط الافقية تثبت المسطرة بواسطة اليد اليسرى ثم يرسم الخط من اليسار نحو اليمين بحيث يكون القلم مائلاً قليلاً الى اليمين . ولفحص استقامة مسطرة الترسيم ، نرسم خطا مستقيما بحيث تكون المسطرة في وضعها الاعتيادي ، ثم نقلبها ونقارن استقامة حافتها الثانية بالخط المرسوم اولا .

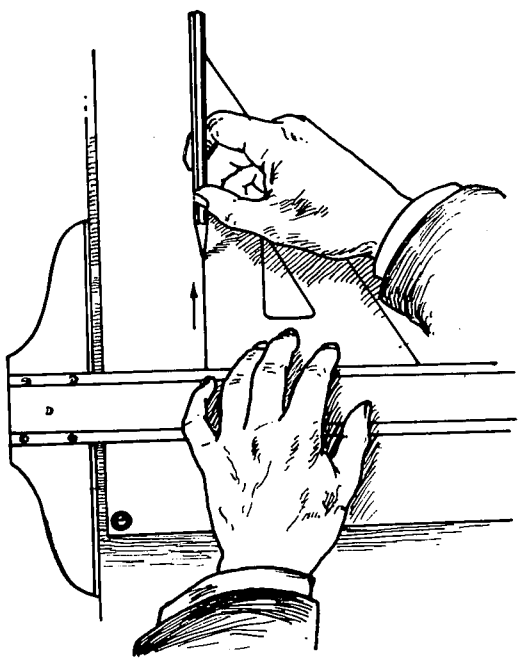


(د)

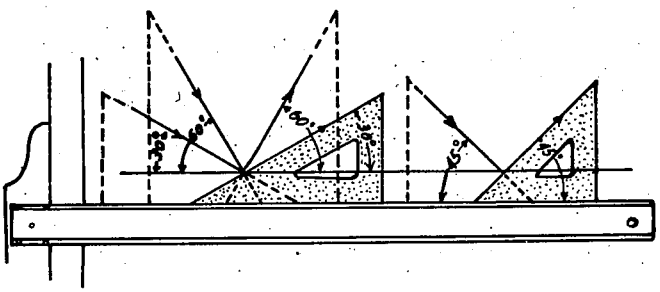


الشكل 1 – 3 استعمال مسطرة الترسيم (أ ، ب ، ج) ، الوضع الصحيح لاستخدام اقلام التحبير (RULING PENS) (د) .

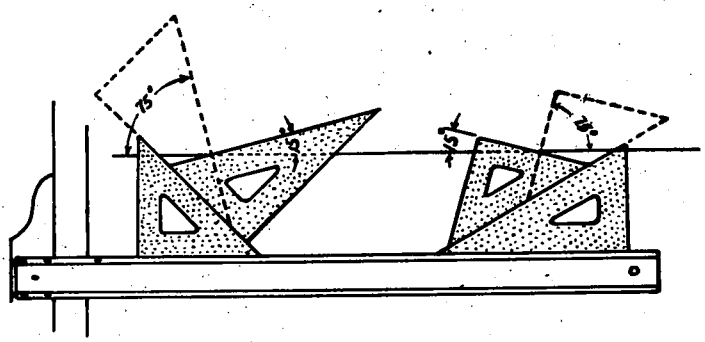
وتستعمل المثلثات مع مسطرة الترسيم عادة عند رسم الخطوط الشاقولية والمائلة مبتدئين من الاسفل نحو الاعلى دائما (لاحظ الشكل 1–4أ) . ولغرض فحص استقامة المثلثات ومقادير الزوايا المرسومة بواسطتها ، نرسم خطين على امتداد احد اضلاع المثلث بوضعين مختلفين ، وعندئذ يكون مقدار الخطأ مضاعفاً عند وجوده . ويستعمل المثلث 30–60 (الشكل 1–4 ب) لرسم الزاوية 30 درجة ومضاعفاتها بينما يستعمل المثلث 45 لرسم الزاوية 45 درجة ومضاعفاتها . ويستعمل المثلثين المذكورين لرسم الزاوية 15 درجة ومضاعفاتها (الشكل 1–4 جـ) . اما الاقواس فتستعمل لرسم الخطوط المنحنية ، وهناك اشكال كثيرة منها ، وعند رسم المنحنيات الكبيرة تستعمل الاقواس القابلة للالتواء (Flexible Curves) لاحظ (الشكل 1–5) . وهناك ادوات اخرى يستعملها الرسام عند ترسيم الدوائر والاشارات مصنوعة من اللدائن (البلاستيك) . وعادة يستعمل الرسامون عدسات خاصة اثناء ترسيم التفاصيل الدقيقة في الخرائط والمرتسمات . ان ادوات الترسيم يمكن الحصول عليها اما بصورة منفردة او مجموعة (Inset) . والاخيرة تكون مفضلة ، اذ يمكن المحافظة عليها الا انها ليست ضرورية . وتتكون ادوات الترسيم من ثلاثة



(أ) رسم الخطوط الشاقولية



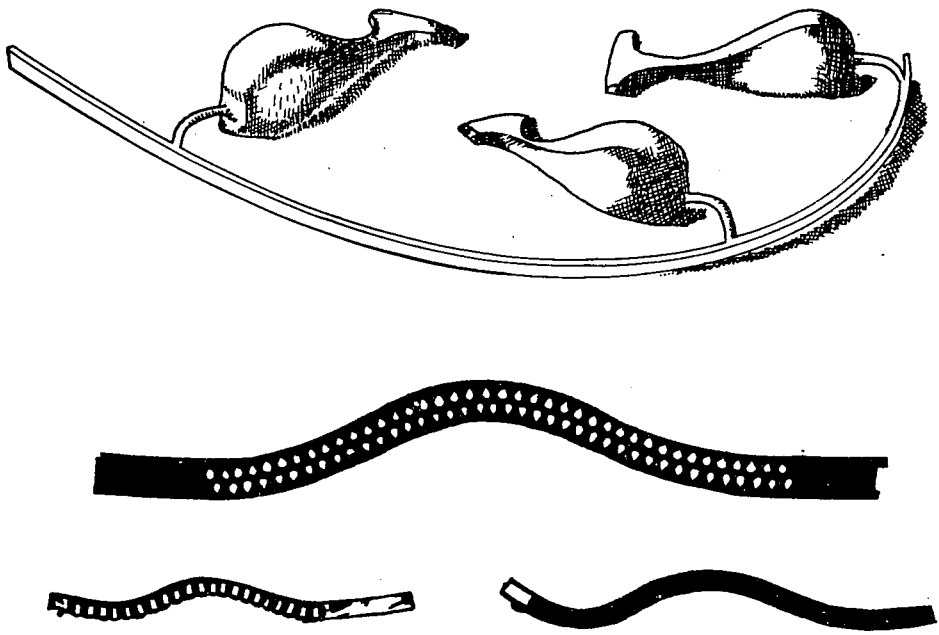
(ب) رسم الزاويتين 45°، 30° ومضاعفاتهما



(ج) رسم الزاوية 15° ومضاعفاتها

الشكل 1 – 4 استعمال المثلثات ومسطرة الترسيم في تخطيط الزوايا والخطوط الشاقولية

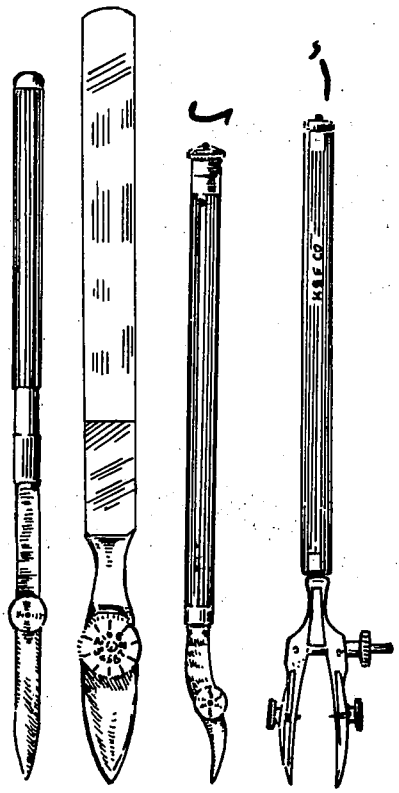
اصناف وهي : اقلام التحبير (Ruling pens) (الشكل 1–6) ، والفراجير (Compasses) (شكل 1–7) ، وادوات مثل المنقال (Divider) (شكل 1–7 ب) . وربما تكون اقلام التحبير اكثر الادوات شيوعا ويجب استعمال الانواع الجيدة منها . كما ينبغي المحافظة عليها نظيفة وبحالة جيدة . وفي طرف هذه الادوات سكينتان يمكن التحكم



الشكل 1 – 5 رسم الخطوط المنحنية بواسطة الاقواس القابلة للالتواء .

بالفتحة التي بينهما بواسطة مسمار ملولب مدرج او غير مدرج ، بحيث نستطيع الحصول على خطوط مختلفة السمك . ويوضع الحبر عادة بواسطة القطارة بين السكينتين . وتشحذ اطراف اقلام التحبير باستعمال حجر صلد Arkansas(الشكل 1–8) ، بحيث يكون شكل طرف القلم اهليليجيا منتظماً . وليس حاداً لا يسيل الحبر منه ، او بيضوياً او مسطحاً يسبب سيلان الحبر عند اطراف الخطوط كما في (الشكل 2–1) .

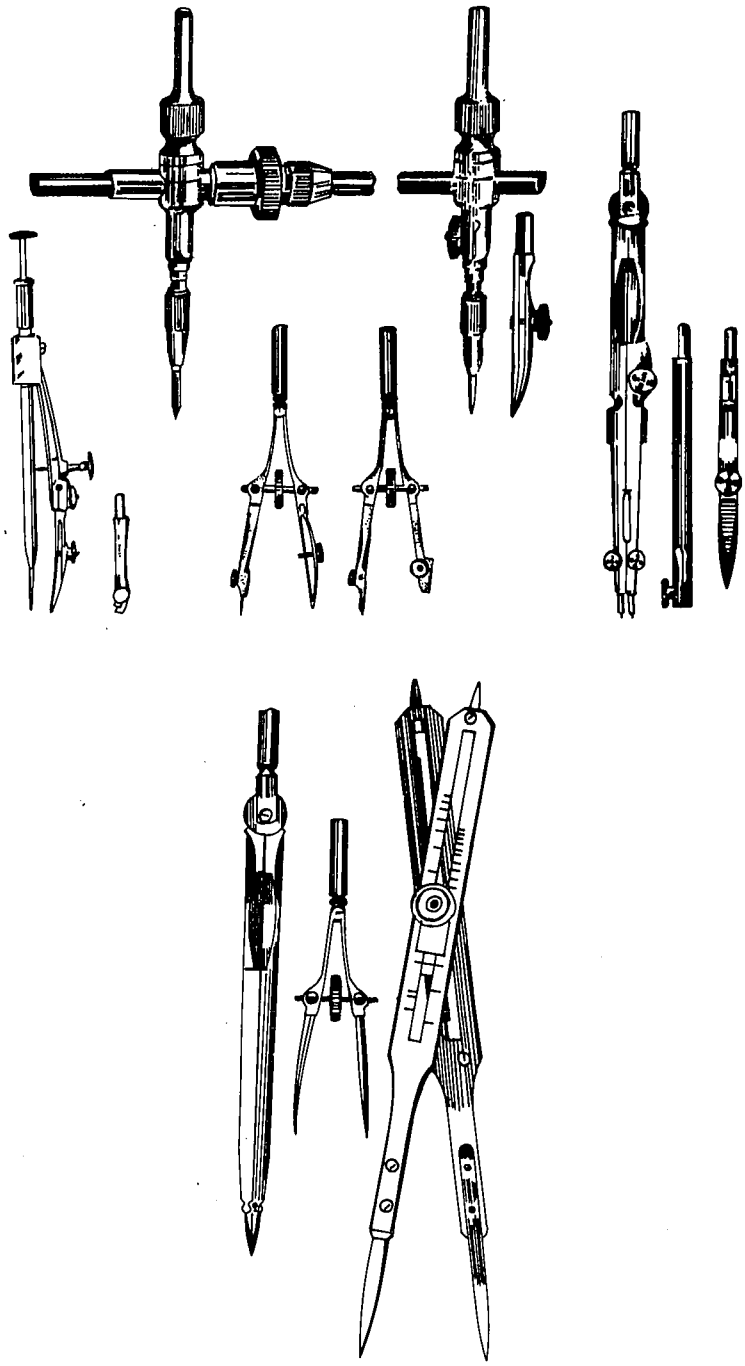
وتكون قناني الحبر مجهزة بالقطارة غالبا ، ويجب تنظيفها بين حبن واخر بواسطة قطعة قماش اثناء عملية الترسيم وألا تراكم الحبر عند جفافه عليها وادى الى خطوط غير منتظمة



الشكل 1 – 6 اقلام التحبير.

(RULING PENS)

السمك . ان بعض اقلام التحبير لها مقابض دوارة (Swivel) مما يجعلها مفيدة لاغراض ترسيم المنحنيات كخطوط الكنتور (شكل 1–6 ب) . وهناك اشكال منها ثنائية الرؤوس تستخدم لرسم الخطوط المتوازية كالطرق وغيرها (شكل1 – 6أ).وتستعمل اداة المنقال في نقل المسافات المطلوبة من المسطرة الى الخارطة وبالعكس . وكذلك لتقسيم الخطوط الى اجزاء متساوية اثناء الترسيم . اما الفراجير (الشكلين 1–9 ، 1–10) فانها تستعمل عادة في رسم الدوائر والاقواس ، وتوجد انوع مختلفة منها . وعند ترسيم الدوائر يمسك الفرجار بصورة مائلة نحو اتجاه قوس الدائرة ، ويتم تدوير طرف رأس الفرجار المسنن بواسطة الاصابع . وعند رسم الدوائر الكبيرة يثنى ساقي الفرجار عند مفصليهما لكي يصبح كل منهما عموديا على لوحة الترسيم . وتستعمل الاذرع الاضافية للفرجار لهذا الغرض

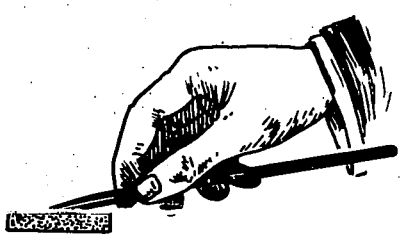


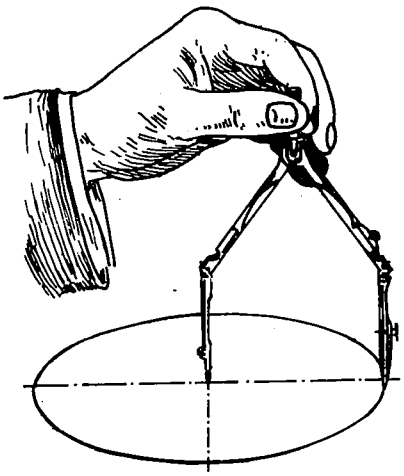
الشكل 1 – 7 الفراجير (COMPASSES) (أ) ، والمنقال (DIVIDER) (ب)

ايضا . حيث تثنى الساقان والذراع عند مفصليهما لضمان الوضع العمودي لها ، وتستعمل اليدان عند ترسيم الدوائر او الاقواس الكبيرة . وينبغي تنظيم طرف ساق الفرجار الكبير بالنسبة الى طرف قلم التحبير او قلم التخطيط لكي يتمركز الفرجار بصورة عمودية . وكذلك يمكن قياس المسافة بين ساقي الفرجار–نصف قطر الدائرة– بواسطة حافة مسطرة المقياس . وفي الوقت الحاضر تطورت اقلام التحبير كثيرا ، اذ توجد الان سلايات (Leroy)حيث صممت لاجل الخط الا انه يمكن استخدام انواع منها للرسم ايضا . وهذه السلايات تتكون من قمع يسكب فيه الحبر ، وفي داخله ابرة قابلة للحركة وذلك لضمان انسياب الحبر من نهاية القمع التي تشكل ابرة الخط او الرسم . وتوجد اقطار مختلفة حسب سمك الخط المطلوب (الشكل 1–11) . وهناك سلايات (البانتوغراف) ولها نفس خصائص السلايات السابقة (الشكل 1–12) .

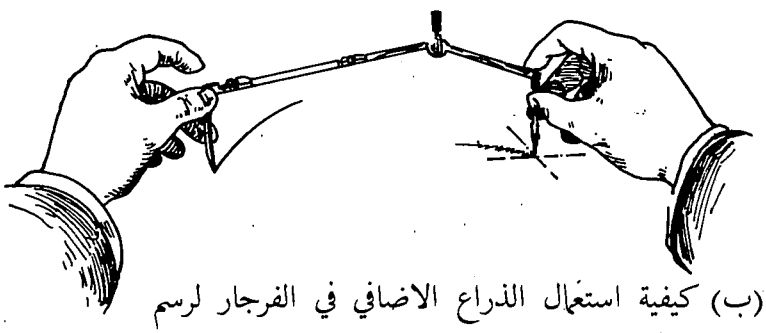
ان الاقلام الاعتيادية (Pencils) ينبغي اختيارها حسب نوعية الورق ، حيث تستعمل الاقلام الصلبة (5H) مثلا عند رسم الخطوط على الورق الجيد النسجة . وبصورة عامة يجب استعمال الاقلام الصلبة نسبيا والتي لا تترك اثرا للاوساخ وغيرها . ويجب عدم استعمال الاقلام الصلبة جدا والتي تؤدي الى احداث اخاديد في سطح الورق . وتصنع اقلام الكرافيت الرصاصية (Graphite lead pencils) بصلادة متنوعة ، حيث تتدرج من (6B) اي القلم الاسود اللّين جدا (Very soft)الى : B , 2B , 3B , 4B , 5B وكذلك F , HB وهي الاقلام المتوسطة الصلادة ثم تليها الاقلام الصلدة وتتدرج ايضا من , 8H 7H , 6H , 5H , 4H , 3H , 2H , H واخيرا 9H الصلد جدا .

الشكل 1 – 8 شحذ اطراف اقلام التحبير
باستعمال حجر صلد

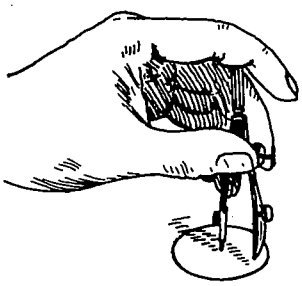




(أ) كيفية رسم الدوائر الكبيرة

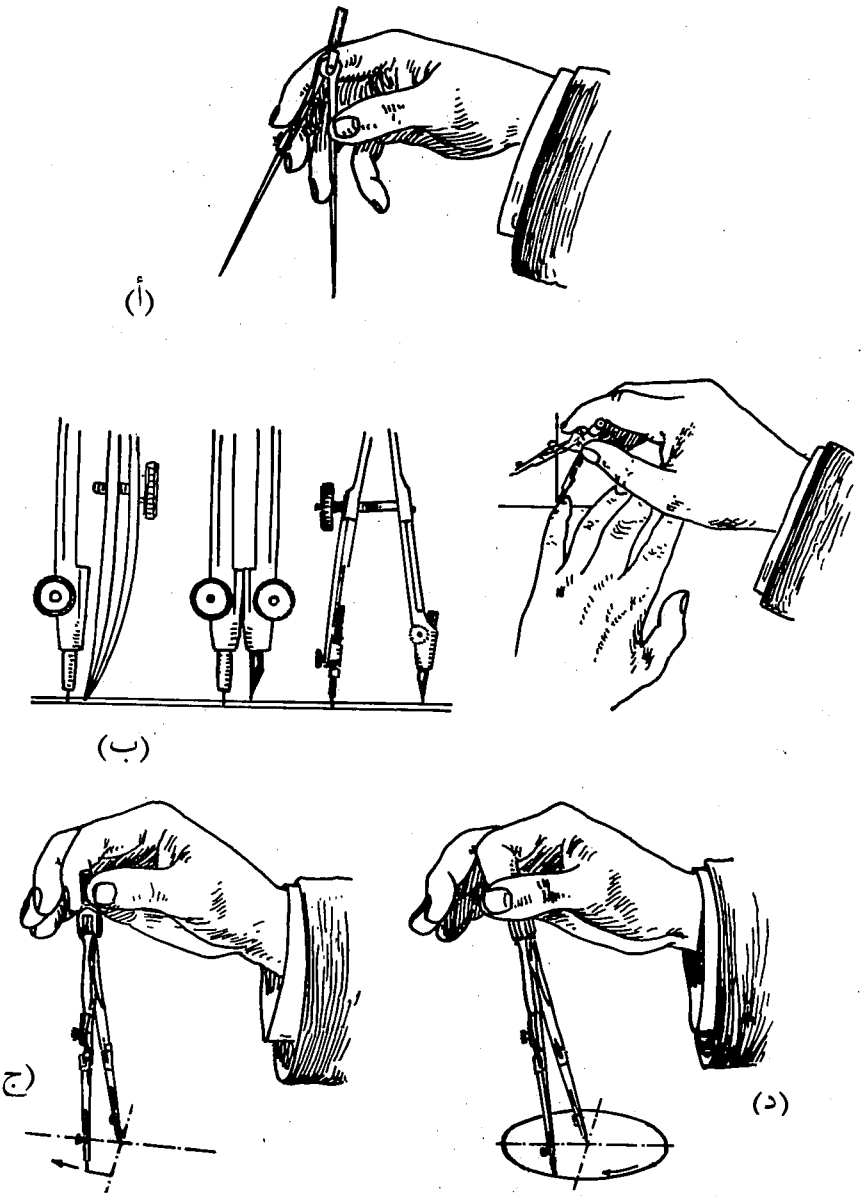


(ب) كيفية استعمال الذراع الاضافي في الفرجار لرسم الدوائر الكبيرة

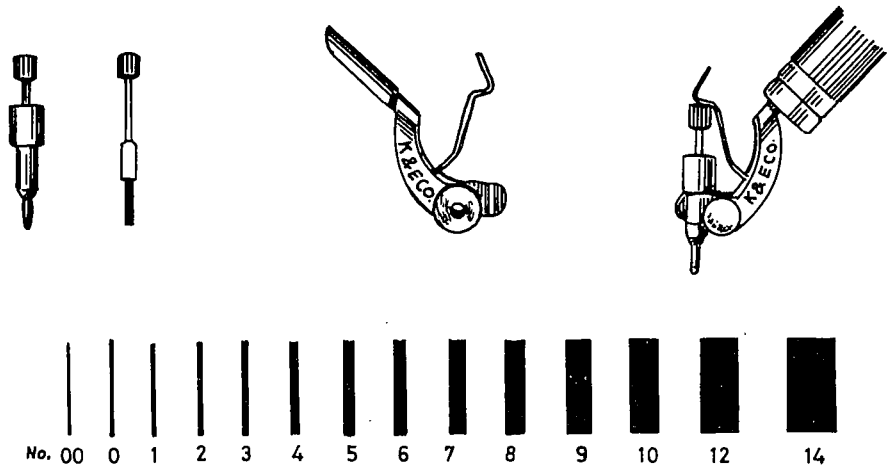


(جـ) تنظيم قلم تحبير الدوائر الصغيرة والاقواس

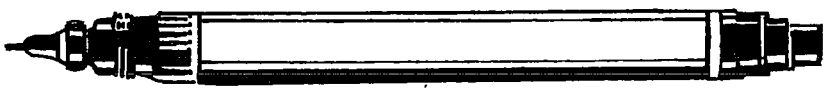
الشكل 1 – 9 كيفية استعمال الفراجير في رسم الدوائر الكبيرة والصغيرة



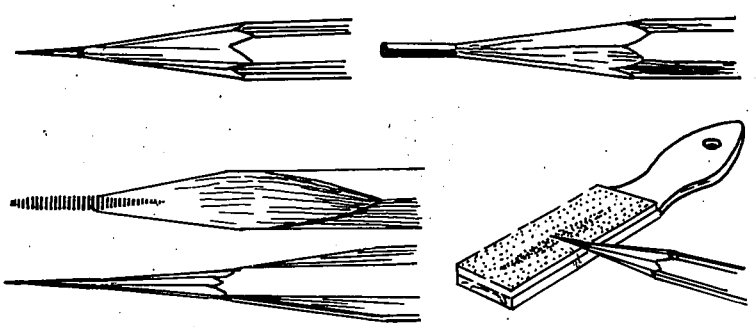
الشكل 1 – 10 كيفية مسك المنقالَ (أ) ، ورسم الدوائر باستعمال الفراجير ، وكيفية توجيه الطرف المدبب لها (ب) ، والمباشرة برسم الدائرة (ج) ، الانتهاء من رسمها (د) .



الشكل 1 – 11 سلايات التحبير والخط (LEROY) ، لاحظ
امكانية تغيير سمك الخطوط



الشكل 1 – 12 اقلام التحبير الحديثة



الشكل 1 – 13 شحذ اطراف اقلام الكرافيت

وتستعمل الاقلام اللينة (Soft)، لاغراض ترسيم المخططات الاولية وأستنساخ الرسوم المختلفة ، اما الاقلام الصلبة (Hard) فتستعمل لاجل ترسيم تصاميم الاجهزة . وتغلف عيدان الكرافيت الرصاصية بغلاف خشبي كاقلام الكتابة مثلا . وتستعمل ادوات مختلفة لبري هذه الاقلام ، بعضها ميكانيكي ، وقد تستعمل السكاكين او شفرات الحلاقة لهذا الغرض ايضا . وتهذب اطرافها بواسطة الورق المرمل (الشكل 1 – 13) بعد ازالة القشرة الخشبية . وهناك اقلام مصنوعة من اغلفة او مقابض معدنية او من اللدائن تنزلق خلالها عيدان الكرافيت الرصاصية والتي تكون اطرافها مدببة بصورة مخروطية .

ان حبر الترسيم (Drawing ink) من المواد المهمة جدا . ويصنع محلول الحبر من اضافة مسحوق الكاربون الدقيق الى محلول الصمغ العربي او الاصطناعي ، وذلك لجعل الحبر لا يتأثر بالماء بعد جفافه ولكي لا يسيل بسهولة من اقلام التحبير ايضا ، ان حبر الترسيم المخفف بالماء المقطر يستعمل في رسم الخطوط الرفيعة جدا وكذلك لتحبير المساحات في الرسوم والتصاميم المختلفة . ومن المفضل وضع قناني الحبر داخل حاملة خاصة (Holder) لمنع سقوطها من منضدة الرسم او انسكاب الحبر من فوهتها عند رفع غطائها اثناءعمليةالترسيم . وتصنع قناني الحبر بأشكال مختلفة بعضها مزود بقطارات وبعضها الاخر برقبة ضيقة وقصيرة من اللدائن . وتوجد ايضا انابيب (Tubes) من اللدائن مملؤة بالحبر يسهل ضغطها وانسياب سائل الحبر من فوهتها . وميزة هذه الانابيب هي منع تبخر سائل الحبر .

1 – 2 ورق الترسيم وصفائح اللدائن (Drawing papers and plastic Sheets)

قبل البدء بعملية الترسيم ، يطرح عالم الخرائط على نفسه بعض الاسئلة ، مثل – ما هي اهمية المرتسم والغرض منه ؟ هل هو خارطة طوبوغرافية ، او خارطة خاصة او خارطة علمية او هو مرتسم بسيط ؟ اذن ما هي المادة الواجب استعمالها في الترسيم ؟ الورق الاعتيادي ، الورق المصفح (Laminated)[1] او صفائح البلاستيك ؟

– ما هو عدد النسخ المطلوب اعدادها من ذلك المرتسم ؟

– ما هي طريقة الترسيم ؟ التحبير (Ink drawing) او الحفر (Scribing) ؟

– ما هي طريقة الطبع ؟ الاوفست او طريقة الاستنساخ ؟

فاذا كان المرتسم خارطة خاصة ، وعدد النسخ المطلوب منها قليل فان صفائح اللدائن الرخيصة واستنساخها بطريقة (الهليو) مثلا يكون وافيا بالغرض .

اما الخرائط الطوبوغرافية فانها تتطلب صفائح اللدائن او الورق المصفح وذلك لضمان الجودة والدقة اثناء عمليات الطبع . وان مواد الترسيم المذكورة اعلاه يجب ان تتصف بالميزات المدونة ادناه ، الا انها بطبيعة الحال تختلف فيما بينها بالسعر .

أ – ثبات الابعاد (Dimensional Stability) عدم تغير ابعاد (الطول والعرض) المادة كثيرا نتيجة الحرارة والرطوبة . ويعتبر الزجاج اكثر المواد ثباتا عند حفر تفاصيل الخرائط على صفائحه . وعادة يكون التغير في طول المادة اكثر من التغير الحاصل في عرضها .

ب – التصاق مادة الحبر : (Ink adherence) ان الحبر المستعمل في الترسيم يجب ان يكون له خاصية الالتصاق بالسطح الذي يوضع فوقه ، اما سرعة جفافه فأمر متروك لرغبة الرسام حسب الظروف الجوية وطبيعة العمل الذي يقوم به . أن احبار بليكان (Pelican) من الانواع الجيدة للترسيم ، وهناك انواع عديدة وبألوان متباينة يمكن تجربتها. ومن الجدير

---

(1) الورق المصفح Laminated paper : عبارة عن رقائق من الالمنيوم مغطاة بورق جيد على كلا الوجهين .

بالذكر ان بعض الاحبار يصيبها التلف ، اذ تتقشر من سطح صفائح اللدائن بعد مضي اشهر عديدة ، وهكذا تصاب تلك الرسوم المرسومة بهذه الاحبار بتشوهات جسيمة . وتلعب الظروف الجوية دورا فعالا في مثل هذه الامور .

جـ – الشفافية : (Transperency) يجب ان تكون الصفائح المستعملة لاغراض الترسيم شبه شفافة ، وذلك لضمان سهولة الرؤية عند وضع المرتسمات الاصلية تحتها اثناء عملية الترسيم ، وكذلك جودة الاستنساخ المباشر منها .

د – نوعية السطح : (Surface quality) يفضل ان يكون سطح مادة الترسيم ناعما لدرجة تسمح باستخدام ادوات الرسم بيسر ، وكذلك متينا لاجراء الاصلاحات الناتجة عن الاخطاء .

هـ – المتانة : (Strength) ان متانة الصفائح المستعملة ضرورية ، حيث تتعرض هذه الى كثير من الطي والنقل وغير ذلك اثناء عمليات الترسيم والطباعة ، وكذلك عدم تعرض هذه الصفائح للتجعد نتيجة التحبير او التلوين .

الفصل الثاني
الطرق الفنية في رسم الخرائط
Technical Methods Of Map Drawing

الطرق الفنية في رسم الخرائط
Technical Methods Of Map Drawing

2 – 1 التحبير (Ink drawing)

من مستلزمات عملية التحبير هي مادة الاساس كالورق او صفائح اللدائن او الورق المصفح بالرقائق المعدنية (Laminated paper) . وان اكثر المواد شيوعا هي صفائح اللدائن التي تحدثنا عن صفاتها في الفصل الاول . وهذه الصفائح اما ان تكون شفافة (Transparent) او شبه شفافة (Translucent) او معتمة (Opaque) ، ويكون سطحها اما صقيلا لماعا (Glossy) او غير صقيل (Mat) . وهذه الصفة قد تكون لوجه واحد او لكلا الوجهين ، وصفائح اللدائن مختلفة السمك ايضا (0.05 – 0.5 مم) . ان انتخاب هذه الصفائح يعتمد على الغرض من المرتسم او الخريطة وكذلك الطريقة المتبعة في الاستنساخ او الطباعة . وتتمدد صفائح اللدائن نتيجة للحرارة والرطوبة ، وان معامل تمددها يختلف حسب انواعها المختلفة . وان ثبات (Stability) ابعاد الصفائح ضروري جدا للاسباب الاتية :

أ – ان اشتقاق المسافات والمساحات من اللوحات الهندسية او الخرائط الكبيرة المقياس ينبغي ان لا يتأثر بتمدد او تقلص مادة الاساس المستعملة في عملية الترسيم .

ب – خلال عملية الترسيم يجب ان لا تنحرف مواقع نقاط الضبط الارضي (Ground control points) نتيجة تمدد وتقلص مادة الاساس .

جـ – في الخرائط الملونة يجب ان تكون المساحات ضمن حدودها تماما . ويطلق العاملون في طباعة الخرائط على هذه الحالة بالتحكم التام بعلامات المطابقة (Registering marks) . وان ضمان تطابق المساحات اللونية في طباعة الخرائط الملونة في غاية الاهمية ولذلك يجب ان تكون مادة الاساس غير قابلة للتمدد والتقلص نسبيا .

د – ان بعض لوحات الخرائط تتكون من عدة صحائف (Sheets) ، واذا ما اريد لصق هذه القطع مع بعضها للحصول على لوحة واحدة لتلك الخرائط ، فانه من الضروري ان تكون مادة الاساس ثابتة ، لكي تتصل صحائف الخريطة مع بعضها بدون انحراف .

ان عملية التحبير على صفائح اللدائن ليست يسيرة للغاية ، بل هناك بعض الصعوبات ، منها عدم التصاق مادة الحبر بسطوح هذه الصفائح ، مثل الحبر الصيني الاعتيادي الذي لا يلتصق تماما ، وتكون الخطوط مختلفة السمك وهذا ما يحدث تحت الظروف المناخية المتبدلة كما يحدث في بلادنا . ان انتخاب الحبر يعتمد على ثلاثة اسس هي :

نوعية المادة المستعملة في الترسيم ، والظروف المناخية ، ثم ذوق الرسام . ويلجأ الرسامون عادة الى تخفيف تركيز محلول الحبر بمواد خاصة مثل المحلول التجاري (Pelican vks) او بالماء لتجنب جفاف الحبر في اطراف اقلام التحبير . وتنتج الشركات انواع كثيرة من مادة الحبر . وتوجد انواع خاصة للترسيم على صفائح اللدائن واخرى خاصة للترسيم على الورق .

ان الصفات غير المرغوبة في صفائح اللدائن هي :

أ – ان صفائح اللدائن صلبة السطح ولذلك تبلى اطراف ادوات الترسيم بسرعة .

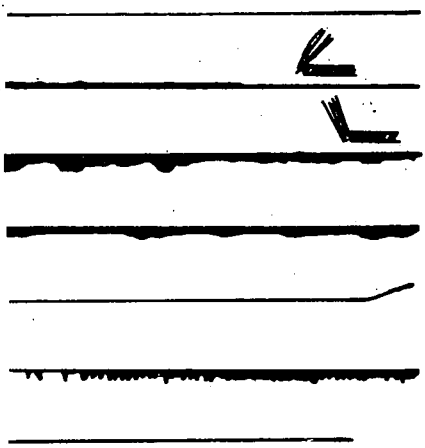
ب – صعوبة رؤية ثقوب المنقال (Divider) وخاصة في الانواع الشفافة .

جـ – تلوث سطوح الصفائح بسرعة . وعليه يقوم الرسامون عادة بمسح الصفائح بمحاليل خاصة ضد الغبار(Anti - dust) او بأستعمال بودر خاص لازالة الاوساخ للحصول على خطوط جيدة ذات سمك ثابت .

د – ان الدرج المعدني الخاص بحفظ الخرائط والذي يحتوي على صفائح كثيرة يشحن بشحنة كهربائية مستقرة (Statical electricity) .

وعلى المبتدئ ان يتعلم استعمال ادوات التحبير جيدا وان ينفذ بدقة التعليمات الواردة في نشرات الشركات التي تنتجها . ان مسك اقلام التحبير ينبغي ان يكون عموديا تقريبا على لوحة الترسيم وذلك لضمان انسياب الحبر والحصول على تخطيط جيد لتفاصيل الخريطة . ان حافات المساطر والمثلثات والاقواس الخاصة بالتحبير تحتوي عادة على حافة خاصة لا

يلتصق طرفها مباشرة باللوحة وذلك لضمان عدم انسياب الحبر تحتها . كما يجب رفع هذه الادوات بكل عناية عند الانتهاء من التخطيط لكي لا تحدث تشويهات في اللوحة (لاحظ الشكل 2 –1) . ومن المفضل سحب اقلام التحبير بسرعة معتدلة لكي يكون سمك الخط متجانسا . كما يجب ان يكون اتجاه التحبير من الخارج باتجاه جسم الرسام للحصول على نتائج افضل . وان تمسح اطراف اقلام التحبير من حين لاخر للحيلولة دون جفاف الحبر عليها . ويلجأ الرسامون عادة الى مسح ادوات التحبير كافة بقطعة من القماش الناعم المبللة بمحلول الكحول لازالة اثار الحبر والاوساخ عنها عند نهاية عملهم اليومي .



قلم التحبير يضغط بقوة قبالة مسطرة الترسيم

القلم مائل بعيدا عن حافة مسطرة الترسيم

القلم قريب جدا من حافة المسطرة بحيث ينساب الحبر تحتها

وجود الحبر على السطح الخارجي لنصل قلم التحبير عند الترسيم

عدم مسك قلم التحبير بصورة متوازية مع مسطرة الترسيم

انزلاق مسطرة الترسيم والمثلثات على الخطوط الندية

عدم وجود حبر كاف لاكمال رسم الخط

الشكل 2 – 1 اخطاء شائعة لدى المبتدئين في استعمال اقلام التحبير

2 – 2 الحفر (Scribing)

تعتبر طريقة الحفر على صفائح اللدائن او الزجاج احدى الطرق الفنية في ترسيم الخرائط وغيرها من الرسوم المختلفة حيث تطلى هذه الصفائح بطلاء خاص شبه شفاف ، وتحفر تفاصيل الخارطة بواسطة الات خاصة . وتبدو الصفائح عند الانتهاء من الحفر كالافلام السلبية (Negative) التي يتم تحضيرها فوتوغرافيا . ولقد استخدمت هذه الطريقة على نطاق واسع في تحضير الخرائط بعد عام (1940) الا انها قديمة ترجع الى اواخر القرن الماضي ، حيث استخدمت على صفائح النحاس والخشب والحجر . وتمتاز طريقة الحفر عن الترسيم(Drafting) بالآتي :

أ – تكون الخطوط المحفورة متقنة جدا ، ويمكن الحصول على خطوط رفيعة وذات عرض ثابت .

ب – تعتبر طريقة الحفر سريعة ، وعليه فان الوقت اللازم يكون اقصر بمقدار 30 – 60٪ من الوقت الذي تتطلبه طريقة الترسيم وبالتالي قلة التكاليف المالية .

جـ – عند تحضير صفيحة الزنك لاجل الطباعة ، فانه يمكن استعمال صفيحة اللدائن المحفورة عوضا عن الفلم السالب الواجب تحضيره فوتوغرافيا وعليه فان العملية الاخيرة غير ضرورية وبالتالي تقل الكلفة ايضا . كما ان الصفيحة المحفورة افضل كثيرا من الفلم الفوتوغرافي ، ذلك لأن كافة تفاصيلها تكون واضحة وشفافة ، وان ارضيتها – الاجزاء غير المحفورة – تكون معتمة جدا للضوء الاكتيني ، وقلما تحتاج الى عملية الروتشة .

د – يكون الوقت اللازم للتدريب اقل بكثير مما عليه في طريقة الترسيم .

وعند مقارنة طريقة الحفز بطريقة الرسم بالقلم (Pencil drafting) فان الطريقة الاخيرة اسرع قليلا ولكن دقة العمل اقل بكثير من طريقة الحفر . حيث ان الخطوط المرسومة بالقلم تختلف في الوزن[1] (Weight) والكثافة (Density) ، وعند الطباعة فان المرتسم الناتج من الصفيحة المحفورة يكون واضحا ودقيقا ، بينما تكون الخطوط في المرتسم

---

(1) المقصود بالوزن هو عرض الخط المرسوم .

الناتج عن الصفيحة المرسومة بالقلم غير واضحة وتظهر مساحات ممسوحة (Erased areas) . وعند المقارنة مع طريقة الرسم بالحبر (Inking) يكون الاختلاف في عرض الخط ملموسا في هذه الطريقة ، نتيجة الى اقلام التحبير غير الدقيقة ، فضلا عن التلوث الناتج من اعادة تحبير المناطق الممسوحة عند حدوث الاخطاء .

2 – 3 متطلبات طريقة الحفر

ان متطلبات طريقة الحفر ثلاثة وهي : الطلاء (Coat) ، الاساس (The base) ، والات الحفر (Scribing tools) .

أ – الطلاء :

ان مادة الطلاء المستعملة في طريقة الحفر يجب ان تتضمن الشروط الاتية :

1 – رقيقة

2 – لا تتأثر بسرعة بالخدوش ، حتى يتم تجنب الحفر غير المقصود .

3 – ذات صلابة معينة .

4 – ذات طراوة كافية بحيث لا تتصلب مادة الطلاء خلال وقت قصير (بضعة اشهر) .

5 – ذات شفافية ، تساعد الرسام على استخدام الدليل (Key) بسهولة عند عملية الحفر .

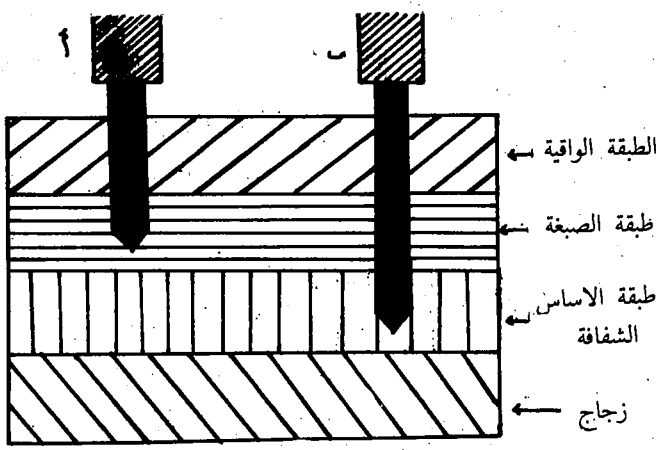
6 – تمنع مرور الضوء الاكتيني (Actinic light) في حالة الحفر السالب .

7 – غير مؤثرة على ادوات الحفر بحيث تجعلها تبلى (Wear) بسرعة .

8 – ذات قوة التصاق بمادة الاساس .

ان مادة الطلاء المستخدمة على صفائح الزجاج عادة تحتوي على ثلاثة طبقات، وهي : طبقة الاساس الشفافة ، طبقة الصبغة الملونة المعتمة للضوء الاكتيني ، واخيرا الطبقة الواقية . ان استعمال طبقة الاساس الشفافة ضروري في حالة الحفر الناقص (شكل 2 –2) . حيث ان استخدام طبقة الصبغة اللونية مباشرة على صفيحة الزجاج سوف يجعل احتمال وجود بقايا الصبغة ملتصقة بلوح الزجاج في حالة الحفر الناقص قائم ، مما يؤدي الى تكون خطوط غير متقنة عند الطبع . وتنتج الشركات المختصة من مادة الطلاء الوانا مختلفة (الاحمر ، البرتقالي ، الاصفر ، الابيض ، الازرق) وذات درجات متباينة في الصلابة

منها الصلب واللين حسب طبيعة الخطوط وطريقة الحفر اذا كان موجبا او سالبا كما سيأتي ذكره لاحقا .



الشكل 2 – 2 طبقة الطلاء المستعملة في الحفر على الزجاج
(أ) الحفر الناقص (ب) الحفر التام

ب – الاساس .

ان المادة المستعملة كاساس في عملية الحفر يجب ان تكون :

1 – ثابتة الابعاد اي غير قابلة للتمدد نسبيا نتيجة العوامل الجوية كالحرارة والرطوبة .

2 – شفافة .

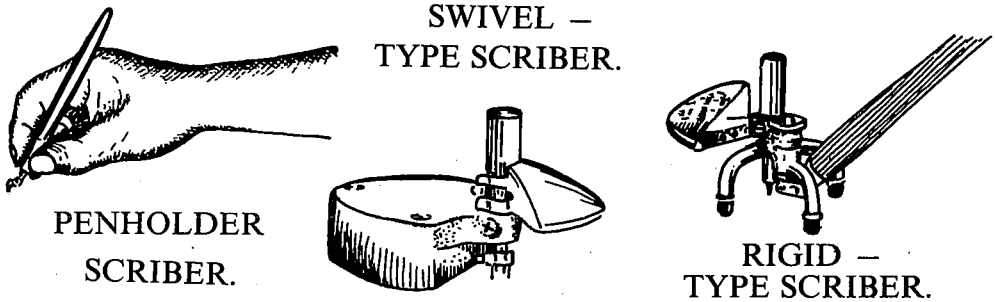
3 – صلدة (Hard) .

ان صفائح الزجاج يمكن ان تتضمن الصفات المارة الذكر ، الا انها ثقيلة الوزن ومعرضة للكسر ويصعب تداولها اثناء عمليات الترسيم والطبع والخزن . ويفضل عليها صفائح اللدائن ، ولو انها اقل ثباتا وصلادة نسبيا . وتفضل بعض دوائر صنع الخرائط الحفر على الصفائح الزجاجية بدلا عن صفائح اللدائن . وذلك لثبات ابعاد الصفائح الزجاجية ، وسهولة اجراء عملية الحفر عليها مقارنة بصفائح اللدائن .

ان صفائح اللدائن المصنوعة من الملح العضوى المتعدد (Polyester) ، والكلوريد المتعدد الفنيل(Polyvinyl chloride) تستخدم على نطاق واسع الان ، الا ان صفائح مايلر (Mylar) [1] لا يمكن استخدامها للحفر الموجب (Positive scribing) . اذ لا يلتصق بها الحبر والصبغة اللونية . وتنتج صفائح خلات كلوريد الفنيل (Vinylchloride acetate) بسمك يتراوح من 0.0127 سم – 0.3175 سم ، وبوتيرة 0.0127 سم . وان السمك المستعمل على نطاق واسع يتراوح من 0.0254 – 0.0381 سم .

جـ – الات الحفر : (Scribing tools)

هناك انواع مختلفة من الات الحفر منها البسيط ، مثل الحافرة الشبيهة بالقلم (Pen holder scriber) . وهي حافرة بسيطة متكونة من ابرة كالتي تستعمل في جهاز الحاكي من الطراز القديم ومقبض ، لاحظ (الشكل 2 –3 ا) ، ومنها المعقد ، المركب على عجلات دوارة وفيها عدسة مكبرة مثل الحافرة المحورية (Swivel scriber) (شكل 2 –3 ب) . ان جميع هذه الالات لها صفة مشتركة وهي الوضع العمودي للابرة ، حيث ان نوعية الخط المحفور تعتمد على الاتي :



الحافرة الشبيهة بالقلم الخاصّة بالخطوط الرفيعة

أ

الحافرة المحورية لأجل الخطوط الرفيعة والغليظة ، المفردة أو المزدوجة المستقيمة أو المنحنية . وفيها عدسة تكبير

ب

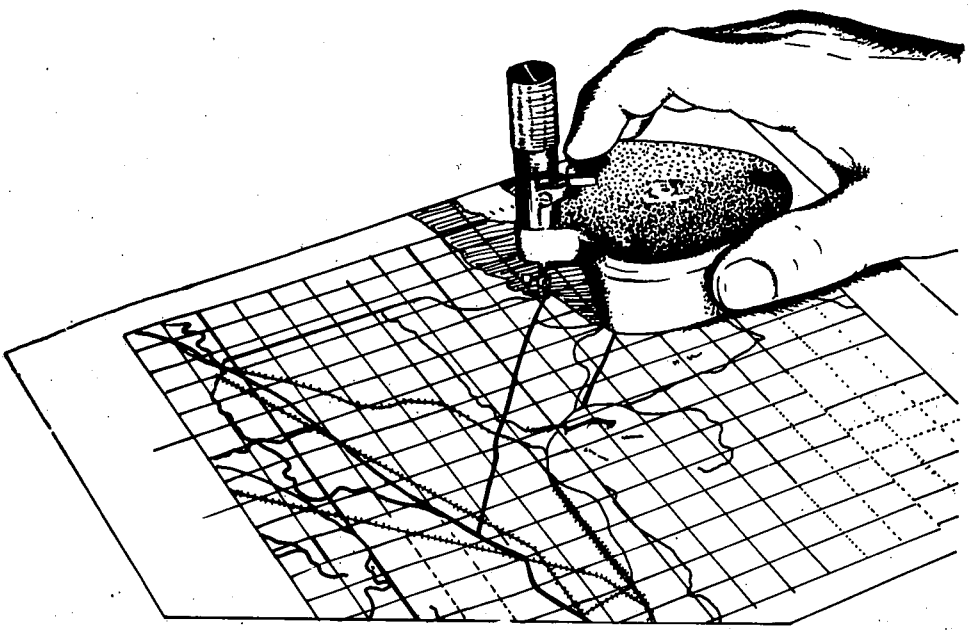
الحافرة الصلبة لأجل الخطوط المستقيمة والمنحنية وفيها عدسة مكبرة

جـ

الشكل 2 – 3 ادوات الحفر

(1) Mylar : ضرب من البلاستك .

1 – الوضع العمودي الثابت للابرة .
2 – الضغط الثابت المسلط على الة الحفر (الشكل 2 –4) .



الشكل 2 – 4 حفر تفاصيل الخارطة المطبوعة على صفيحة اللدائن (PLASTIC SHEET)

ومن الممكن استعمال الات حفر مختلفة للحصول على دوائر أو مربعات لتمثيل مراكز المدن وغيرها ، كما يمكن استبدال ابرها لتأمين خطوط مختلفة السمك . كما أن هناك الات يمكن تثبيت ابرتين فيها للحصول على خطين متوازيين لتمثيل الطرق وغيرها من الرموز . وتحتاج هذه الالات الى صيانة معقولة ، حيث تشحذ ابرها بين حين واخر ، اذ ان الات الحفر وسلايات التحبير تبلى نتيجة الاحتكاك بصفائح اللدائن . ان حفر تفاصيل الخريطة يتم كما يأتي :

تحفر الخطوط التي وزنها (عرضها) 0.015 سم أو أقل بواسطة الحافرة الشبيهة بالقلم ، حيث يمكن استعمالها يدويا وبصورة طليقة (Free hand) ، أو مع ادوات الترسيم

كالمساطر والاقواس وغيرها . ويمكن استعمال الحافرة المحورية والصلبة لهذا الغرض ايضا . وعندما يزداد وزن الخط عن ذلك المقدار المذكور اعلاه ليبلغ 0.038 سم ، عندئذ تستعمل الحافرة الصلبة (Rigid) ذات الابرة المخروطية الطرف ، ويمكن استعمالها بصورة غير مقيدة أو مع ادوات الترسيم . واذا زاد وزن الخط عن 0.038 سم ، فأن عملية الحفر تصبح يسيرة عند استعمال الابرة الازميلية الطرف (Chisel – shaped point) . وتحفر الخطوط المتقطعة في بادئ الامر بصورة مستمرة ، ومن ثم تقطيعها بواسطة مادة الطلاء . كما وتستخدم حافرة النقاط (Dot graver) لأجل تحفير النقاط أو الخطوط المنقطة ، حيث تحتوي هذه الحافرة على ابرة تتحرك بصورة رحوية . وتستعمل مساطر خاصة (Templates) معدنية أو من اللدائن مع الحافرة الصلبة أو الشبيهة بالقلم عند حفر الرموز الطوبوغرافية وغيرها في الخرائط . ويفضل عمليا عند تحفير بعض الرموز القياسية المتكررة استعمال المساطر المقولبة (Molding templates) .

ويلجأ علماء الخرائط ، عند تنفيذ الخط وبعض الرموز المعقدة نسبيا ، الى استعمال افلام جاهزة يمكن لصقها على الصفائح المحفورة وتدعى افلام الانسلاخ (Stripping films) . وتتضمن صورة سلبية للحروف والكلمات والرموز المعقدة . وعند لصق هذه الافلام ينبغي ازالة طبقة الطلاء من الموقع المطلوب لصقها فيه . اما الرموز المساحية على شكل مساحات واسعة (Area symbols) والتي تشاهد في بعض الخرائط كمساحة ملونة أو على نمط خاص (Pattern) فيمكن حفرها باستعمال احد الطرق الآتية :

(أ) تزال مادة الطلاء ، حيث تحفر الحدود الخارجية لتلك المساحة اولا ، ثم تزال المادة من بقية اجزائها . أو بواسطة طلي المناطق المحيطة بها بمادة حافظة للطلاء (Solvent resistant material) – ثم غسل تلك المساحة التي تشغلها الاشارة بالمذيب (Solvent) .

(ب) تقشير (Peeling) الطبقة الملونة من الافلام ذات الطلاء القابل للتقشير (Peel coat films) بعد حفر أو قطع حدود الرمز .

وعند استخدام انماط معينة من الرموز تستعمل الحجب الخاصة بها ضمن المناطق المحددة لها في صفيحة اللدائن المحفورة . وهناك طرق اخرى يمكن الرجوع اليها في نشرات الشركات المنتجة لمواد الحفر .

2 – 4 الحفر الموجب والسالب (Positive and negative scribing) :

حينما يكون الطلاء على صفائح اللدائن والزجاج معتما للضوء الاكتيني فأنه ينتج نسخة سالبة ، وهكذا يمكن استخدامها في تحضير الصفيحة الخاصة بطبع الخرائط (صفيحة الزنك أو الالمنيوم) . كما يمكن تحويل هذه النسخة السالبة الى نسخة موجبة كما يأتي :

تطلى الصفيحة بعد حفرها بصبغة سوداء حيث تلتصق بمادة الاساس في الاماكن المحفورة كالخطوط وغيرها ثم تغسل الصفيحة بمحلول يزيل مادة الطلاء مع الصبغة السوداء التي عليها ، وعندئذ تشاهد الخطوط وكأنها مرسومة بطريقة التحبير . وعندما تكون مادة الاساس شفافة فأنها تدعى حينئذ بالفلم الموجب الشفاف . إن الحفر الموجب ينبغي ان يكون على صفائح اللدائن فقط ، وانه متميز على الحفر السالب حيث يمكن لصق الحروف والرموز وغيرها بصورة اعتيادية على صفائح الفلم الموجب الشفاف . كما يمكن اضافة المصطلحات وغيرها من الرتوش اليها باستعمال قلم التحبير . أما عيوب طريقة الحفر الموجب فهي الحاجة الى احواض للغسيل ومحاليل وصبغات وما يرافق ذلك من اوساخ .

2 – 5 الدليل (Key) :

ان عملية الحفر تحتاج الى الخارطة الاصلية (Original map) لاستعمالها كدليل ، وهكذا توضع الصفيحة المطلية فوق الدليل باستعمال منضدة الانارة ، ثم يزاول الرسام عملية الحفر . وفي حالة اخرى يمكن طبع تفاصيل الخارطة الاصلية على الصفيحة المعدة للحفر والمغطاة بطلاء حساس للضوء (Sensitizer) بواسطة الاستنساخ بالتلامس (Contact copying) ، وهكذا يمكن حفر التفاصيل المطلوب طبعها . ان صفائح اللدائن المحسسة للضوء متوفرة في الأسواق في الخارج كغيرها من الصفائح ، وهي تستعمل عند فصل الالوان بصورة خاصة .

2 – 6 طريقة فنيكا للحفر الموجب (Wieneke positive scribing) :

تطلى صفائح اللدائن من نوع استرالون[1] (Astralon) بطلاء ازرق اللون يدعى

---

(1) Astralon ضرب من صفائح اللدائن التجارية

تجاريا (Depsor – blue) ، وان هذا الطلاء خاص بالحفر الموجب . وهناك ثلاث درجات لصلابة الطلاء وهي :

الطلاء الصلب (Hard) الخاص بالخطوط المستقيمة ، وعند وجود كتابة ورموز كثيرة فأنه يستحسن استعمال الطلاء المتوسط الصلابة . اما الطلاء الطري فأنه مخصص للخرائط الكنتورية التي تستوجب الكثير من حرية يد الرسام .

وبعد الأنتهاء من عملية الحفر تنظف الصفيحة بقطعة من القطن المشبعة بمحلول السبرتو (جزء من السبرتو النقي + جزئين ماء) لاجل ازالة اثار مادة الطلاء من الخطوط والمساحات التي تم حفرها . وبعدها تطلى الصفيحة بمحلول اسود اللون يدعى تجاريا (Depsor – S) ولاجل فحص نتيجة الحفر ينظف جزء من الصفيحة بقطعة من القطن مع كمية قليلة جدا من البنزين . وعندما تكون نتيجة الفحص حسنة تزال مادة الطلاء بواسطة غطس الصفيحة كليا في حوض مملوء بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه (2 – 3٪) وينبغي استعمال قفازات مطاطية للمحافظة على اليدين من تأثير المحلول المذكور . ويستمر ذلك لمدة عشرة دقائق . وبعدها تنظف الصفيحة بالماء مع استعمال فرشاة ناعمة .وهكذا يتم الحصول على صفيحة موجبة شفافة (Diapositive) والتي تكون جاهزة لوضع الرموز والكتابة .

الفصل الثالث

تمثيل شكل سطح الارض على الخرائط

Representation of Land Form on Maps

تمثيل شكل سطح الارض على الخرائط
Representation Of Land Form On Maps

ان تمثيل شكل سطح الارض على الخرائط هو ترسيم العوارض الطوبوغرافية الطبيعية والصناعية على لوحة الخريطة وانتخاب المقياس والاشارات المناسبة للتعبير عن ابعادها واشكالها . ولقد وجد ان تمثيل سطح الارض على الخرائط الصغيرة المقياس (1 : مليون) لا يكون حقيقيا ، ذلك لان عالم الخرائط ينتخب فقط بعض العوارض الطوبوغرافية وكذلك بعض تفاصيلها المهمة ويمثلها برموز مبسطة ، مهملا التفاصيل الثانوية والعوارض غير المهمة حسب الغرض من الخريطة . حيث يستحيل ترسيم جميع العوارض الطوبوغرافية مع تفاصيلها ضمن ذلك المقياس الصغير ، لانها سوف تتشابك وتبدو الخريطة عندئذ معقدة الشكل ، وهكذا يلجأ علماء الخرائط الى عملية التلخيص[1] (Generalization) . ويعتبر المقياس (1 : 25000) من اكثر المقاييس تمثيلا لشكل سطح الارض بصورة عامة . وفي المناطق الماهولة بالسكان يفضل استعمال المقاييس مابين (1 : 10000 ، 1 : 20000) .

3 – 1 التلخيص (Generalization) :

يحدد المقياس غالبا مقدار المعلومات (التفاصيل الطوبوغرافية) التي يمكن بيانها في الخرائط ، والتي تعتبر صورة مصغرة للسطح الطوبوغرافي والظواهر الاخرى المتعلقة به . أن عملية التلخيص – حذف بعض التفاصيل – تتبع عملية تصغير المقياس مباشرة . ويزداد تأثير التلخيص كلما صغر المقياس . ان تفاصيل الخريطة تضم عنصرين اساسيين : الموقع والمضمون ، وكلاهما يخضع الى عملية التلخيص ، وكذلك ينبغي الفصل بينهما عند تحليل اهمية التلخيص في صنع الخرائط . ان حجم الفراغ اللازم لبيان العوارض الطوبوغرافية في

---

(1) Generalization : معناها التعميم ، قاموس المورد 1971 ، وقد فضلنا كلمة التلخيص التي هي اقرب الى واقع الحال .

الخرائط يقل كلما صغر المقياس . وهكذا لا يمكن تقديم معلومات دقيقة جدا عن موقع بعض العوارض سواء كانت بصورة مستقلة أو مجتمعة ، وعندئذ يصار الى تطبيق عمليات التلخيص وهي : اولاً – التبسيط (Simplification) ، أي انتخاب (Selection) العوارض الطوبوغرافية ، وتجميعها ، ثم تبسيط اشكالها وفق الرموز المناسبة لها . ويتضمن التبسيط ايضاً حذف التفاصيل غير المرغوبة حسب الغرض المنشود من الخارطة ، وفي بعض الحالات يشمل اعادة تنظيم وتشكيل أو تحوير المعالم الجغرافية للحصول على تمثيل حقيقي وفق المقياس المحدد . وعندما تتخطى عمليات التلخيص الحدود المعقولة فأنها ستؤدي الى انحراف العوارض الطوبوغرافية وازاحتها عن مواقعها وحدودها وربما تفقدها مضمونها ايضاً .

ولذلك وضع توبفر وبلفيزر (Pillewizer, Topfer[1]) معادلة رياضية حول التلخيص لحساب مقدار التفاصيل التي يمكن انتخابها وبيانها في الخارطة حسب المقاييس المختلفة كما يأتي :

$$nf = na\sqrt{Ma/Mf}$$

حيث يمثل nf عدد العوارض أو المفردات في الخارطة الجديدة ،

ويمثل na عدد المفردات في الخارطة الاصلية ،

ويمثل Ma مقام كسر المقياس في الخارطة الاصلية ،

ويمثل Mf مقام كسر المقياس في الخارطة الجديدة .

وفي الخرائط العلمية يطبق اسلوب آخر حول عملية التلخيص . فمثلاً لا تتضمن خرائط التربة (Soil maps) اية تفاصيل ، أي انواع الترب ، تكون مساحتها على الخارطة اقل من مساحة وحدة الخارطة القياسية (Basic mapping unit) ذات الابعاد 5 × 5 أو 2 × 10 مم ، لكي لا تبدو الخارطة معقدة الشكل وعسيرة الفهم والادراك نتيجة لكثافة تفاصيلها . ومن الامور التي ينبغي ان يلتفت إليها عالم الخرائط عند اجراء عملية التبسيط

---

(1) F. Topfer and W. pillewizer المذكورين في كتاب Robinson and sale 1969 .

هي ضمان وجود المعالم الجغرافية المهمة بالنسبة الى الغرض المنشود من الخارطة . فعند اعداد خارطة طرق المواصلات – على سبيل المثال – فأن قرار عالم الخرائط سيتضمن قبل كل شيء انتخاب المعالم الخاصة بالطرق والتفاصيل المتعلقة بها وعدم حذف اي منها . كما يجب مراعاة توزيع المعالم الجغرافية التي تم انتخابها في لوحة الخارطة بحيث لا يدع مجالاً لحصول فراغات كثيرة فيها . ولذلك فأن عالم الخرائط لا يحذف المعالم الجغرافية بحجة صغر حجمها وفق مقياس الخريطة ، ذلك لأنها قد تكون مهمة .

ثانياً – الرمز (Symbolization) ، اي الايجاز التصويري وتدوين الخصائص الضرورية للمعالم الجغرافية وحسب اهميتها ومواقعها النسبية . وان تمثيل العوارض الطوبوغرافية بواسطة الرموز هو في الواقع تلخيص لهيئتها وحجمها وتفاصيلها الحقيقية . ويزداد هذا التلخيص كلما صغر مقياس الخارطة .

ثالثاً – التصنيف (Classification) ، اي تدريج وتوحيد الظواهر الجغرافية ، وذلك لتجنب التعقيدات التي تسببها طبيعة هذه الظواهر ، مثل تصنيف العوارض الى طرق ، وانهار ، الخ . ثم معالجة تلخيص هذه الاصناف بالتعاقب حسب الغرض المنشود من الخارطة .

رابعاً – الاستقراء (Induction) ، ويعني استخدام الطريقة المنطقية للاستدلال في علم الخرائط . ويلجأ الى هذه العملية عند معالجة المعلومات الاحصائية وبيانها على شكل خرائط احصائية أو رسوم بيانية (راجع الفصل الثامن) .

وتختلف العمليات الاربعة المذكورة اعلاه من خارطة الى اخرى حسب الظوابط (Controls) الاتية والتي تؤثر على تطبيق هذه العمليات وهي :

1 – الغرض ، ان الغرض المنشود من الخارطة له تأثير كبير على تصميمها ، وكذلك المستوى الثقافي لقراء الخرائط ، وفيما اذا كانت الخارطة مصممة لوضعها في اطلس ، أو استعمالها كوسيلة ايضاح للدرس ، أو لوضعها في كتاب . ولذلك فأن هذه الامور يجب ان يحسمها عالم الخرائط قبل اجراء عملية التلخيص .

2 – المقياس ، يعتبر المقياس العامل الاساسي في تقدير شدة التلخيص ، وكقاعدة عامة ، انه كلما صغر المقياس فأن التلخيص تزداد شدته .

3 – الحدود الترسيمية (Graphic limits) ، أي امكانية الانظمة أو الوسائل المستعملة لأجل توصيل المعلومات الى القارئ ، مثل الرموز والخط .

4 – نوعية المعلومات ومصادرها ، اي حقيقة ودقة المعلومات المتباينة الانواع والتي تتضمنها الخارطة .

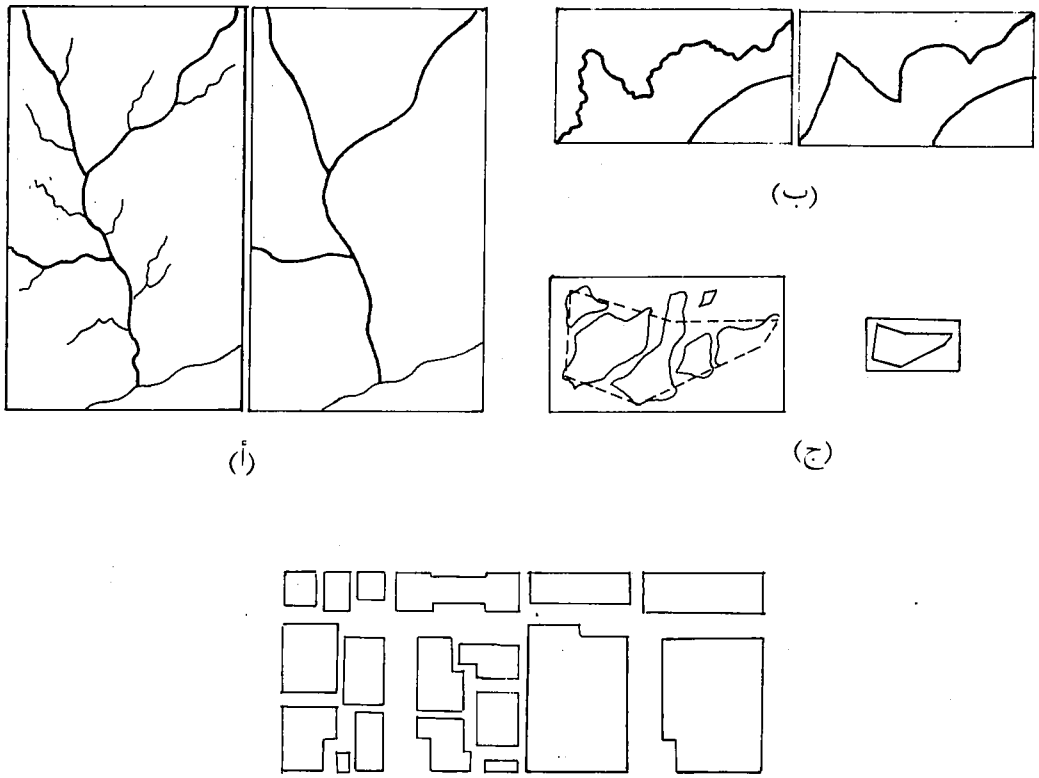
ولقد وجد انه من الحكمة ان يتذوق عالم الخرائط خريطته بعد اجراء عملية التلخيص على جزء منها قبل اعدادها بصورتها النهائية . وبواسطة هذه الطريقة يمكنه تقدير التلخيص المناسب. ولايضاح عملية التلخيص وعلاقتها بمقياس الخارطة نبين بعض الامثلة كما يأتي :

(أ) أن تمثيل المباني المستقلة وانواع الطرق في المدينة يمكن تحقيقها على الخرائط الطوبوغرافية ذات المقياس الكبير (1 : 20000) ، الا انه يمكن تمثيل بعض انواع الطرق وقطاعات الابنية (Blocks) الرئيسية فقط على الخرائط التي تتراوح مقاييسها بين (1 : 50000 – 1 : 200000) واما في الخرائط الاصغر مقياساً ، فأنه يمكن بيان الحدود الخارجية للمدينة فقط (لاحظ الشكل 3 – 1) .

(ب) ان تمثيل التفاصيل الكاملة لسلاسل التلال والجبال يمكن تحقيقه على الخرائط الطوبوغرافية . ذات مقياس (1 : 25000) ، اما تمثيلها على مقياس (1 : 100000) فأنه يؤدي حتما الى حذف الكثير من تفاصيلها ، والتي تخضع الى عملية التلخيص .

(جـ) تخضع الحقول الزراعية عادة الى عملية التلخيص ، وعند تمثيلها على خرائط ذات مقياس (1 : 50000) فأنه يستلزم تبسيط هيئتها المعقدة ، ومن دون مسخ الصفات الجغرافية لها .

(د) ان تلخيص الانهار والطرق الملتوية تتطلب معرفة جيدة بطبيعة هذه العوارض ، حيث يقوم عالم الخرائط بتهذيب (Smoothing) منحنياتها الثانوية عند تحضير خرائط ذات مقياس اصغر (لاحظ الشكل 3 – 1) ، ويمكن ان تطبق نفس العملية على الخطوط الكنتورية .



الشكل 3 – 1
تلخيص العوارض الطوبوغرافية . لاحظ كيفية انتخاب وتبسيط التفاصيل الثانوية للانهار (أ) ، وتبسيط الرموز الخطية (ب) ، وانتخاب وتجميع وتبسيط الرموز المساحية (ج) ، ثم تبسيط حدود المناطق السكنية (د)

(هـ) ويؤثر التلخيص ايضا على تصنيف الرموز المستعملة وفق المقياس المحدد للخرائط ، ففي الخرائط الكبيرة المقياس يمكن بيان عدة انواع من الطرق حسب خصائصها المختلفة ، وعند تصغير مقياسها فقد لا يتسع المجال في هذه الخرائط لبيان انواع الطرق جميعا ، وهكذا يحذف بعضها وعادة يطبق ذلك على الانواع الثانوية . ولكنه لا يعتبر قاعدة ضرورية .

3 – 2 الازاحة الموقعية (Exaggeration) Locational displacement :

تتعرض بعض العوارض الطوبوغرافية وخاصة الحضارية منها كالطرق والمباني الى الازاحة عن مواقعها والاختلاف عن حجومها الحقيقية نتيجة الى المقياس والحدود البصرية للرموز المستعملة . ان طرق المواصلات ترسم عادة على الخرائط بخط أو بخطين حتى تبدو واضحة الى عين القارئ ضمن الحدود البصرية . ان الطريق الذي يبلغ عرضه على سبيل المثال عشرة امتار ينبغي تمثيله بخط سمكه 0.10 مم على الخارطة التي مقياسها (1 : 100000) لضمان الدقة في تمثيله ، الا ان هذا السمك يتعارض مع وضوح معالم الخريطة وسهولة قراءة محتوياتها (لاحظ فقرة الوضوح في الفصل الخامس) . مما يستوجب في هذه الحالة استعمال خط اكثر سمكا لتمثيل الطريق . وقد ينتج عن ذلك انحراف في العوارض الطوبوغرافية الاخرى الواقعة على جانبيه مباشرة ، ومن ثم تفقد الخارطة بعضا من مضمونها الهندسي . كما ان تمثيل بعض الطرق الموازية لخطوط السكك الحديدية ينشأ عنه بعض الانحراف في مواقع هذه العوارض . ولقد وجد ان الازاحة تزداد في المقاييس الصغيرة ، وبناء عليه يجب عدم تكبير مقياس الخرائط والتي انتهى طبعها وتوزيعها حسب مقياس معين لئلا يتضاعف ذلك الانحراف .

3 – 3 الرموز (Symbols) :

تعتبر الخارطة رمزا (Symbol) يمثل واقعا معينا وليس صحيحا اعتبار بعض مكوناتها اشارات أو رموز . ان سواحل البحار ومجاري الانهار والمستنقعات والطرق والتلال وغيرها لا يمكن بيانها على الخرائط كماهي في الطبيعة بل ينبغي تمثيلها برموز تدل على واقعها فقط . وهذا التمثيل يعتبر احد الاختلافات الجوهرية بين الخرائط والصور الجوية (راجع فصل التصوير الجوي) . حيث تبدو العوارض الطوبوغرافية على الصور الجوية وخاصة الموزائيك المضبوطة المقياس من دون انحراف أو تمثيل أو تلخيص . وهكذا يكون من واجب عالم الخرائط ان يدرك اهمية العلاقات بين الرموز وتأثيراتها وصلاحيتها لتمثيل العوارض على الخرائط . ان استعمال الرموز في الخرائط قد تطور عبر القرون . ولقد استقرت اشكال الكثير من الرموز بالنسبة لمقياس بعض الخرائط (مثلا الخرائط الطوبوغرافية ذات المقاييس

الكبيرة) واصبحت هذه الرموز قياسية ومتعارفاً عليها بين علماء الخرائط . أن تثبيت اشكال الرموز القياسية أمر يجب الاقتناع باهميته ، ذلك لانها بمثابة لغة الخريطة .

ولقد ساعدت الرموز المطبوعة والجاهزة للصّق على ورق الخرائط على استقرار أشكال الرموز . وهناك بعض الخرائط التي تختلف في مقاييسها واغراضها العلمية ، مما يحتم على علماء الخرائط اختيار وتصميم رموز عديدة وفق تلك الأغراض والمقاييس المختلفة . ففي خرائط التربة مثلا توجد جداول خاصة بالرموز القياسية للعوارض الطوبوغرافية كما ان الخرائط الجيولوجية تتضمن رموزا مختلفة تدل على الظواهر والتكوينات الجيولوجية .

انواع الرموز (Kinds of symbols) :

تقسم الرموز الى قسمين : الرموز النوعية والرموز الكمية ، وذلك بالنسبة الى تمثيلها للعوارض أو الظواهر (Phenomena) المختلفة ، وتنقسم الرموز (الشكل 3 – 2 أ) بدورها الى ثلاثة اقسام وهي : الرموز الموقعية ، والخطية ، والمساحية (Point, Line and area) . وتنقسم الرموز في الخرائط الطوبوغرافية الى اربعة مجاميع رئيسة (الشكل 3 – 3) وهي : –

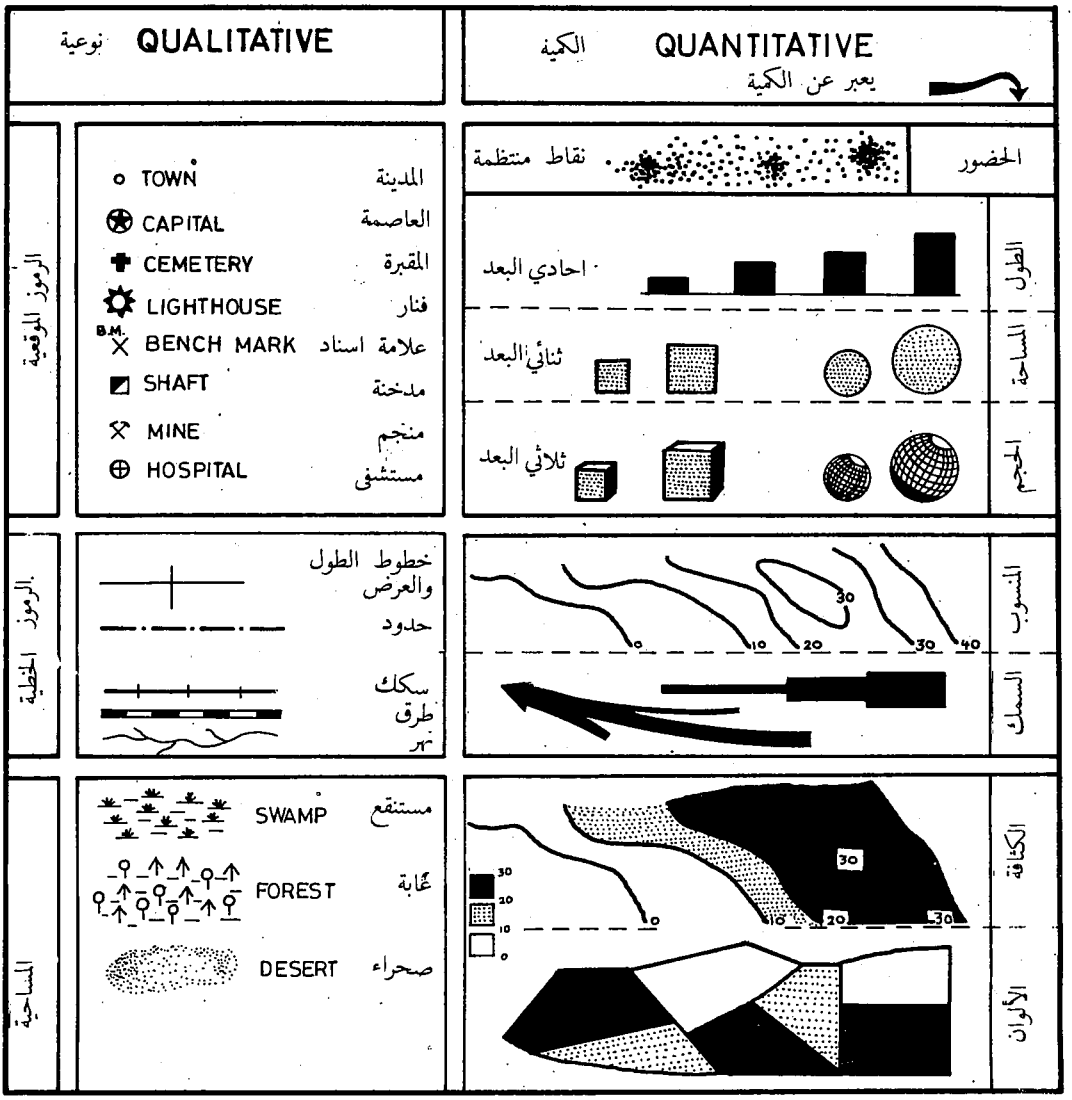
(أ) الرموز الخاصة بالمعالم الاصطناعية كالطرق والخطوط الحديدية والمطارات والموانئ والمباني الخ .

(ب) الرموز الخاصة بالمعالم المائية .

(جـ) الرموز الخاصة بمعالم التضاريس الارضية (Relief) .

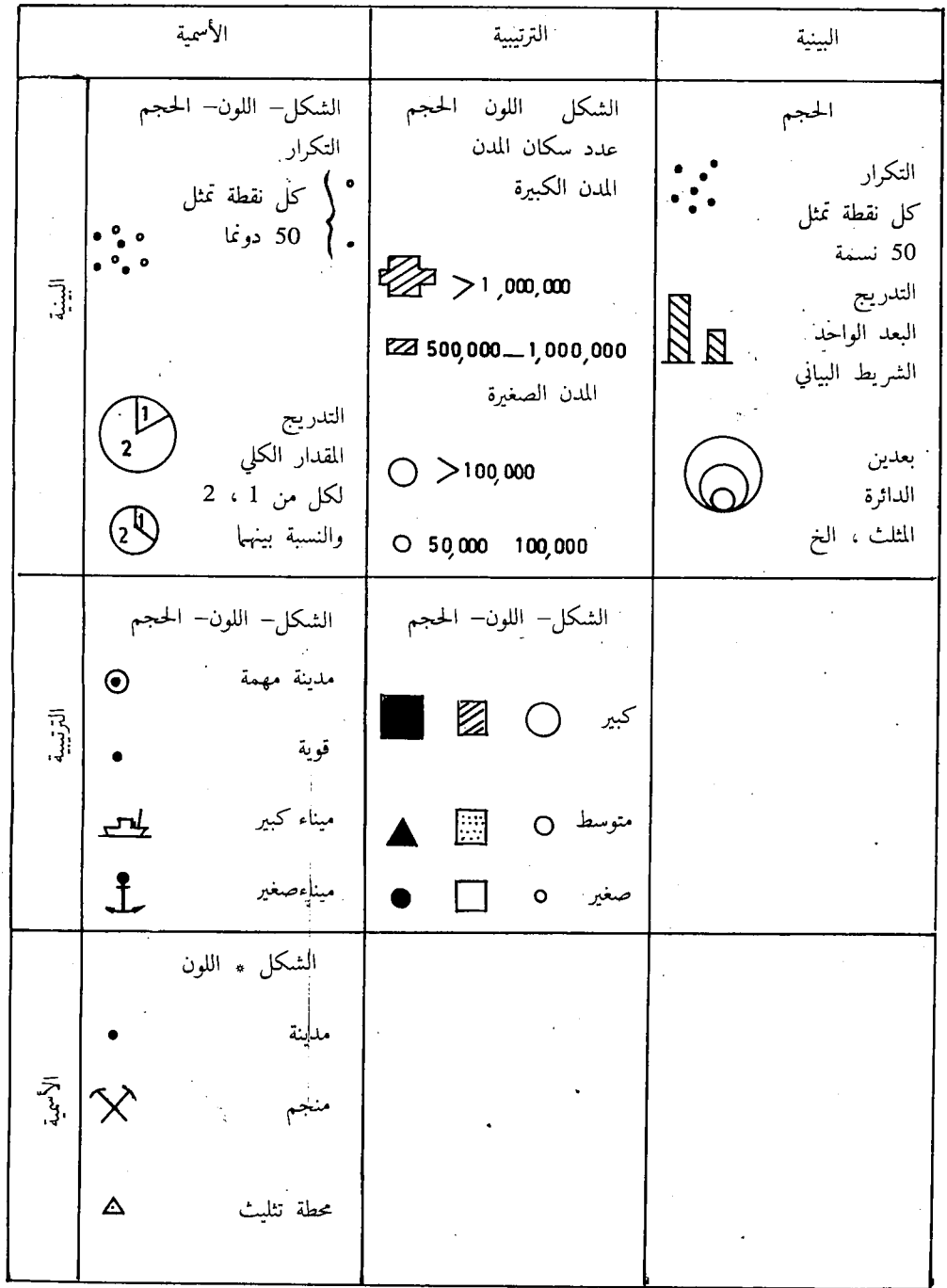
(د) الرموز الخاصة بالنباتات .

ويمكن تمثيل الظواهر الجغرافية المختلفة بأربع رتب من الرموز هي : النقطة ، والخط ، والمساحة ، والحجم . فالنقطة قد تمثل موقع المدينة ، والخط قد يشير الى الطريق ، والمساحة قد تعني قطعة من الارض ، اما الحجم فقد يرمز الى مقدار الامطار الساقطة على سبيل المثال . وهكذا فعند استخدام هذه الرموز ينبغي تعيين مواضعها بدقة في الخريطة ، وكذلك تمييز الاختلافات في الرتبة الواحدة وفق نظام مناسب . والنظام المفضل في علم الخرائط يرتكز على تقسيم الرتبة وفق المقاييس الاسمية (Nominal scales) والمقاييس



الشكل 3 – 2 أ

نماذج من الرموز الموقعية والخطية والمساحية المستعملة للاشارة الى النواحي الكمية والنوعية في الخرائط .



شكل 3 – 2 ب الطرق المختلفة في أستعمال الرموز الموقعية لتمثيل المقاييس أو الاختلافات الاسمية والترتيبية والبينية لها .

الترتيبية (Ondinal scales) والمقاييس البينية (Interval scales) . اذ تستخدم المقاييس الاسمية لأجل تصنيف الظواهر الجغرافية نوعيّاً ، مثل التميز بين مراكز المحافظة والقضاء والناحية ، أو بين الغابة والمرعى . بينما تتضمن المقاييس الترتيبية تصنيف الظواهر على اسس كمية مطلقة ، مثل تمييز المدن الكبيرة عن الصغيرة أو بين المناطق ذات المناخ الحار والبارد ، أو بين الاراضي الجيدة والرديئة . اما في المقاييس البينية فتستعمل وحدات قياسية (Standard units) للتعبير عن مقدار الاختلاف بين الظواهر الجغرافية ، مثل استعمال الامتار المربعة للاشارة الى مساحات الاراضي المختلفة ، أو درجات الحرارة بالنظام المئوي للتعبير عن المناخ الحار والبارد . ومن الممكن اجراء تصنيف مختلط (Cross classification) للظواهر الجغرافية يبيّن الرتب الاربعة والمقاييس الثلاثة المذكورة اعلاه وكما مبيّن ادناه . وهذا التصنيف مفيد لعالم الخرائط عند استخدامه الرموز المختلفة لتمييز الظواهر الجغرافية وتدريجها .

		النقطة	الخط	المساحة	الحجم
المقاييس	الاسمية	المدينة	الطريق	الارض	المطر
	الترتيبية	مدينة كبيرة	طريق رئيسي	ارض جيدة	مطر غزير
	البينية	مقدار سكان المدينة	مقدار النقل على الطريق	السعة الانتاجية للارض	عدد المليمترات الساقطة سنوياً

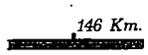
ان تصميم الرمز مهم للغاية ، حيث ان الرموز التي لا يمكن ادراك مضامينها بسهولة على الخارطة لا تحقق الفائدة المرجوة منها . ان هيئة الرموز يمكن تغييرها من خلال تدريج اشكالها وحجومها وألوانها . ويمكن الاشارة الى جميع الظواهر الجغرافية بواسطة الرموز الموقعية والخطية والمساحية . وتشير الرموز الموقعية – اكثر من غيرها – الى الموقع ، ويمكن الاشارة الى الاختلافات الحاصلة بينها بواسطة تغيير اشكالها أو خصائصها المرئية ، مثل استخدام المربع ، والدائرة ، واللون ، والحجم . وتمثل الرموز الموقعية موضع اية ظاهرة

الشكل 3 – 3

بعض الرموز القياسية الخاصة بالمعالم الاصطناعية والطبيعية المستعملة في الخرائط الطوبوغرافية ، مقياس 1 : 25000 (المصدر المنشأة العامة للمساحة – بغداد) .



Dual highway (with highway number)
طريق رئيسي ذو ممرين (مع رقم الطريق)



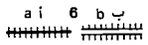
Main highway (with highway distance stone)
طريق رئيسي (مع علامة كيلومتر)

Secondary highway
طريق درجة ثانية

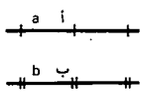
Unpaved highway
طريق رئيسي غير مبلط

Track
طريق ترابي

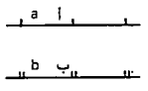
Changeable track
طريق وقتي



Embankment : a–protective b–road or railway (with relative height in metres)
(مع ارتفاع نسبي بالامتار) ب- طريق أو سكة حديد أ- سدة واقية سدة ترابية



Standard gauge railway : a – single track b – double track
ب – ذات العرضين أ – ذات العرض الواحد سكة حديد (عرض قياسي)

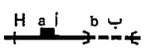


Narrow gauge railway : a – single track b – double track
ب – ذات العرضين أ – ذات العرض الواحد خط رفيع

Railway under construction or abandoned
سكة تحت الانشاء او متروكة



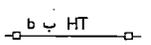
Station with sidings
محطة لتبديل الخطوط



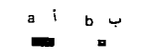
a– Halt b–Tunnel
ب- نفق أ- موقف ، محطة



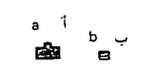
Power line : a – conventional tension b – high tension
ب – ضغط عالي أ – ضغط واطيء خط كهرباء



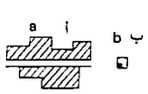
Telephone line and Telegraph line
خط برق و خط هاتف



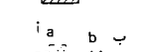
Single building a– large b– small
ب – صغيرة أ – كبيرة بناية مفرده



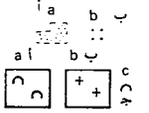
Main public building: a– large b – small
ب – صغيرة أ – كبيرة بناية حكومية



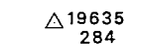
a – Built–up area b – Single farm
ب– حقل منفرد ا– منطقة سكنية



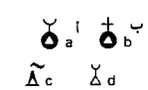
Ruins : a– large b – small
ب – صغيرة أ – كبيرة خرائب



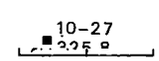
Cemetery : a – moslem b – christian c – isolated grave
ج – قبر منفرد ب – مسيحي أ – مسلم : مقبرة



Triangulation Station (with number and height a.s.l.)
محطة تثليث (مع رقم وارتفاع فوق مستوى سطح البحر)



Triangulation point on : a – mosque b – church
ب – على كنيسة أ – على جامع نقطة تثليث
c – factory chimney d – minaret or tomb
د – على منارة او مزار ج – على مدخنة معمل



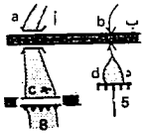
Bench – mark (with number and height a.s.l.)
(رقم تسمية وارتفاع فوق مستوى سطح البحر)

195 Spot height a. s. l.
نقطة ارتفاع فوق مستوى سطح البحر

أ ب ج — a – Oil , gas well b – Oil , gas tank c– Filling station
أ ـ بئر نفط،غاز ب ـ خزان نفط،غاز جـ ـ محطة تعبئة

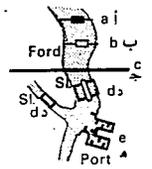
أ ب ج — a – Water wheel b – Water pumping station c – Water tank
أ ـ ناعور ب ـ محطة ضخ الماء جـ ـ خزان ماء

أ W ب ج — a – Well b – Water tower c – Spring
أ ـ بئر ب ـ برج خزان الماء جـ ـ عين ماء



a – Bridge b – Culvert
أ ـ جسر ب ـ قنطرة

c – Large masonry dam d – Small masonry or earth dam
جـ ـ سد كبير د ـ سد صغير او كومة ترابية

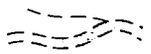


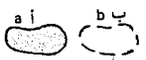
a – Vehicular ferry b – Pedestrian ferry
أ ـ عبارة سلكية ب ـ عبارة ذات قوارب

c – Ford d – Sluice e – Port, harbour
جـ ـ مخاضة نهر د ـ بوابة هـ ـ مرسى او ميناء

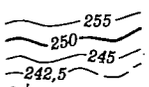

Narrow river and canals
نهر ضيق وقنوات


Wadi (valley)
وادي

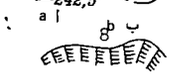

Seasonal wadi bed
قعر وادي موسمي



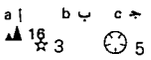
a – Lake b – Seasonal lake
أ ـ بحيرة ب ـ بحيرة موسمية



Contour lines
خطوط المنحيات

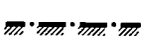


a – Cliff b – Slope (with relative height in metres)
أ ـ قطع جبلي ب ـ منحدر (مع ارتفاع نسبي بالامتار)



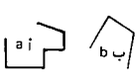
a – Prominent rock b – Hill c – Pit (with relative height in metres)
أ ـ صخر بارز ب ـ تل جـ حفرة (مع ارتفاع نسبي بالامتار)


International boundary demarcated
حدود دوليه مثبتة


International boundary undemarcated
حدود دولية غير مثبتة

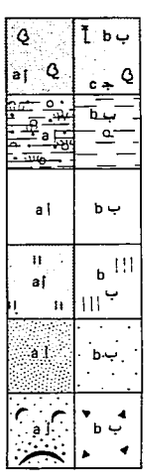
Muhafadha boundary
حدود محافظة

16
128
Boundary pillar (with number and height a.s.l.)
دعامة حدود (مع رقم وارتفاع فوق مستوى سطح البحر)



a – Wall , stony fence b – Other permanent fence
أ ـ حائط ، سياج صخري ب ـ سياج دائمي آخر

Cultivated area
منطقة زراعية



a – Forest , wooded area b – Palm–orchard c – Other–orchard
أ ـ غابة ب ـ بستان نخيل جـ ـ بستان آخر

a – Scrub , undergrowth b – Single bush , dwarf tree
أ ـ احراش ، قابلة للنمو ب ـ ايكة منفردة ، شجيرة

a – Swamp , marsh b – Flood area
أ ـ مستنقع ب ـ ارض معرضة للغرق

a – Seasonal cultivated area in wadi valley b – Salt marsh
أ ـ منطقة زراعية موسمية في الوادي ب ـ مستنقع ملحي

a – Flat sandy area b – Scattered sandy area
أ ـ ارض رملية منبسطة ب ـ ارض ذات اجزاء رملية مبعثرة

a – Crescent – shaped sand dunes b – Stony area
أ ـ كثبان رملية هلالية ب ـ منطقة صخرية

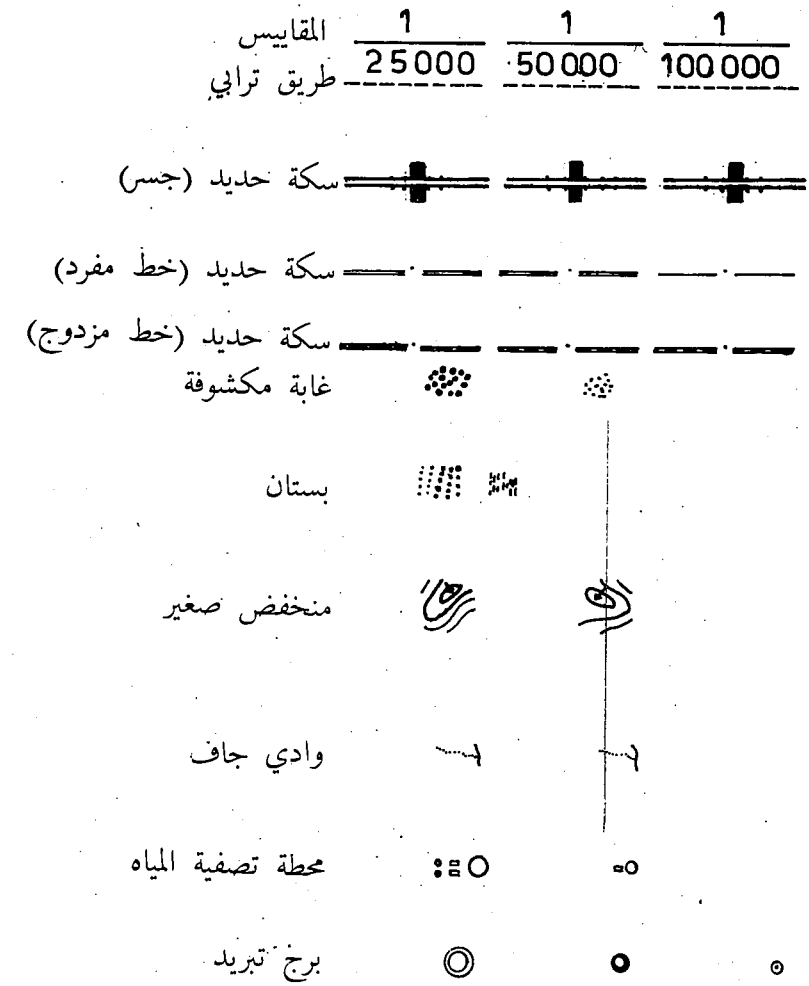
جغرافية تمتلك ابعاد معينة . فالنقطة ربما تستعمل لتمثيل المدينة ، والمثلث لتمثيل محطة تثليث (Triangulation station) ، والدائرة للتعبير عن حجم سكان المدينة أو أنتاج حقل صناعي . كما ان الاختلافات في الرموز الموقعية وأستعمالاتها كثيرة جداً . فالرمز الموقعي قد يمثل الصفة الاسمية للظاهرة الجغرافية ، وقد يشمل التدريج البيني والترتيبي لها كما موضح ذلك في الشكل (3 – 2 ب) . وعادة تجمع الخصائص الاسمية مع البينية أو الترتيبية . ومن الممكن ايضاً تجميع الخصائص الثلاثة . حيث يمثل لون الرمز الموقعي مثلاً الصفة الاسمية للظاهرة الجغرافية . بينما يمثل شكل الرمز الصفة الترتيبية لها ، اما حجمه فيمثل الصفة البينية .

وتستخدم الرموز الخطية على نطاق واسع في رسم تفاصيل الخريطة ، وان أستعمالاتها متعددة الجوانب . ومن الممكن استعمالها لتمثيل الخصائص الاسمية والترتيبية والبينية للمعلومات الجغرافية كما موضح ذلك في الشكل (3 – 2أ) . وتتضمن المفردات الاساسية للرموز الخطية على اختلافات في اشكالها والوانها واحجامها . وتستعمل هذه الرموز لتمثيل الظواهر الجغرافية الخطية الشكل . مثل الانهار والطرق والحدود وغيرها . كما يمكن ان تعبر عن الخصائص الترتيبية والبينية ، مثل حركة المواصلات والنقل وتدفق السلع وغيرها وذلك بواسطة تغيير عرض الخط أو تدريج اهميته البصرية بواسطة الالوان .

وتستعمل الرموز المساحية اسوة بالرموز الموقعية والخطية في تمثيل التدريج الاسمي والترتيبي والبيني للظواهر الجغرافية . حيث يمكن تحقيق التصاميم المختلفة لهذه الرموز باللجوء الى تغيير اللون والنمط (Pattern) . اذ يمكن استخدام درجات لونية مختلفة أو انماط من الحجب (Screens) ذات نقاط أو خطوط متباينة الكثافة لأجل التعبير عن الخصائص الترتيبية والبينية (الكمية) للرموز المساحية . ولقد دأبت الدوائر المعنية في انتاج الخرائط على أستعمال رموز مختلفة حسب مقاييس الخرائط (الشكل 3 – 4) اذ تكون اشكال هذه الرموز اكثر تفصيلا في المقاييس الكبيرة (1 : 10000) . بينما تكون أكثر تبسيطا في المقاييس الاصغر .

وتستعمل الالوان عند تصميم بعض الرموز ايضا ، وذلك للدلالة على مضامين هذه الرموز . فمثلا يستعمل اللون الازرق للتعبير عن المياه . كما مبين في الرموز الخاصة بالمعالم

المائية . ويستعمل اللون الاخضر للدلالة على الغطاء النباتي . وقد تستعمل بعض الالوان لتأكيد اهمية بعض الرموز ، مثل أستعمال اللون الاحمر للطرق ، واللون البني للخطوط الكنتورية .



الشكل 3–4 أختلاف بعض الرموز القياسية حسب المقاييس المختلفة للخرائط الطوبوغرافية وحذف بعضها في المقاييس الأصغر من مقياس 1 : 25000 (المصدر دائرة المساحة الطوبوغرافية السويسرية– 1977) .

3 – 4 تمثيل التضاريس الارضية (Representation of the relief) :

ان تمثيل التضاريس الارضية كالجبال والتلال والهضاب والسهول والوديان وغيرها مهم جدا في دراسة بعض العلوم وخاصة الجغرافية وطبقات الارض والتربة ، حيث يدرك القارئ بواسطة هذه الخرائط والرسوم العلاقات بين العوامل المختلفة بصورة واضحة وجلية . ففي علم التربة مثلا ، فان توضيح العلاقة بين الضرس (Relief) وطبقات الصخور والمواد المولدة (Parent materials) وبين انواع الترب واستغلالها زراعيا يمكن ان تكون مفيدة عند الدراسة والبحث .

ان تصوير الابعاد الثلاثة لسطح الارض له اهمية خاصة لدى صناع الخرائط ، اذ يعتبر فن مستقل بحد ذاته يختلف عن الطرق الفنية الاخرى المتعلقة باستخدام الرموز لكونه يحتاج الى كثير من المهارة . ولقد كافح صانعوا الخرائط طويلا للتغلب على مشاكل تصوير الابعاد الثلاثة للتكوينات المختلفة على سطح الارض وجعلها في بعدين فقط في لوحة الخارطة .

ان الشروط المطلوبة للخرائط الجغرافية والطوبوغرافية وغيرها والتي تمثل التضاريس بصورة مجسمة هي :

(أ) القدرة على اشتقاق القيم الحسابية للارتفاعات المختلفة (الخطوط الكنتورية ، نقاط الارتفاع) .

(ب) القدرة على تمييز الارتفاعات المختلفة للتضاريس (خطوط الهاشور ، التظليل البلاستيكي) .

(جـ) الحصول على تأثير بالابعاد الثلاثة (الشكل المجسم) للتضاريس الارضية (التظليل البلاستيكي) .

ان التضريس عبارة عن البعد أو المسافة الشاقولية لتكوينات سطح الارض من تلال ووديان وجبال وهضاب وغيرها . وللتضريس اربعة اعتبارات هي :

(أ) الارتفاع عن مستوى سطح البحر .

(ب) التضاريس النسبية ، اي ارتفاع الجبال عن السهول أو الوديان المجاورة .

(جـ) الانحدارات المعتدلة والشديدة في بعض المناطق .

(د) النسيج (Texture) ، اي صورة التفاصيل الثانوية لسطح الارض الناتجة عن الصخور الجرداء أو الكتل الجليدية في المناطق الجبلية أو الكثبان الرملية أو دلتا الانهار وغيرها ، والتي تعطي سطح الارض نسيجا معينا . ولقد استخدم هذا الفن في الخرائط الطوبوغرافية والجغرافية بصورة خاصة ، وقد اصبح تصوير الجبال في الخرائط من الطرق الجديدة في فن صنع الخرائط . ومن الطرق المهمة في تمثيل التضاريس الارضية هي :

(أ) الخطوط الكنتورية والشكلية (Contour and form lines) .

(ب) الالوان (Colours) .

(جـ) التظليل بخطوط الهاشور (Hachuring shading) .

(د) نقاط الارتفاع (Height points) .

(هـ) التظليل البلاستيكي (Plastic shading) .

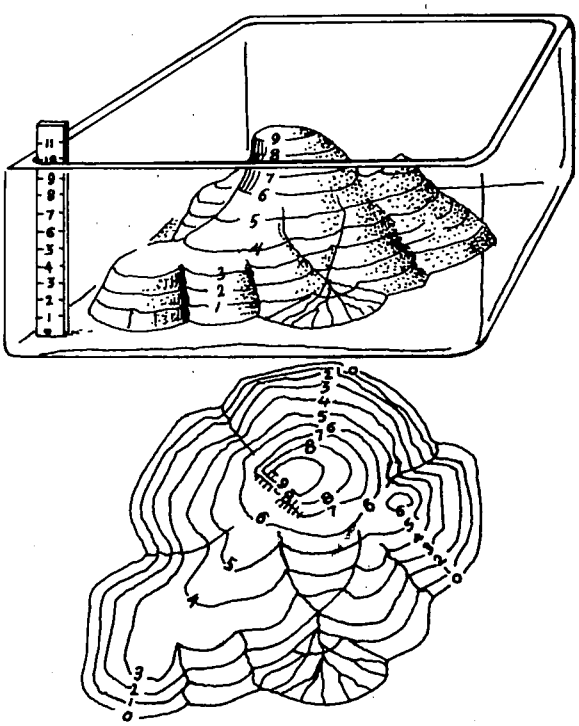
(و) الخرائط الضرسية (Relief maps) .

3– 5 الخطوط الكنتورية (Contour Lines) والشكلية (Form Lines) .

أن هذه الطريقة شائعة الأستعمال في تصوير التضاريس على الخرائط ولكي يفهم القارئ معنى الكنتور عليه أن يأخذ حوضا من الزجاج ويبني في داخله عدة نماذج للجبال من مادة الصلصال (الطين) ، وبعد ذلك يضع مقياسا عموديا (مسطرة) في أحد أركان الحوض . وهكذا يكون قعر الحوض بمثابة مستوى سطح البحر كما في (الشكل 3– 5) ثم يضاف الماء الى أن يصل العلامة الأولى في المقياس العمودي ويضاف بعدئذ قليل من الصبغة الزيتية لتساعد على تحديد مستوى الماء حول النموذج ، ليدل على الخط الكنتوري الأول والأسفل وبعد ذلك يضاف الماء الى حد العلامة الثانية في المقياس ويحدد الخط الكنتوري الثاني بنفس الطريقة السابقة . وهكذا الى أن يغطس النموذج كله بالماء . ثم يبزل الماء خارج الحوض وتفحص الخطوط الكنتورية . وأخيرا يصور النموذج فوتوغرافيا وبصورة عمودية لكي يتم الحصول على خارطة كنتورية كما يلاحظ في الشكل السابق .

ومن هذه التجربة تستخلص صفات الخطوط الكنتورية وهي :–

(أ) تكون مستويات الخطوط الكنتورية متوازية دائما وعمودية على محور الأرض .



الشكل 3–5 نموذج من الصلصال لجزيرة صغيرة موضوع داخل حوض . أن أضافة الماء الى الحوض وتغطية النموذج حسب الأرتفاعات المؤشرة على المسطرة سوف يساعد على أيضاح طبيعة الخطوط الكنتورية .

(ب) جميع الخطوط الكنتورية مغلقة ما لم تنتهي بحدود الخارطة .

(جـ) كلما كان المنحدر شديد الأنحدار كلما كانت الخطوط الكنتورية متقاربة فيما بينها والعكس صحيح .

(د) ترسم الخطوط الكنتورية عادة نحو الأعلى قليلا (عكس التيار) عند تقاطعها مع مجاري الأنهار وخط تجمع المياه .

(هـ) اذا كانت المسافات البينية بين الخطوط الكنتورية واسعة نوعما في المناطق الجبلية مثلا فأن التلال الثانوية ربما تخضع للتلخيص في المقاييس الصغيرة .

وتحسب قيمة الخطوط الكنتورية من معدل مستوى سطح البحر عادة . والذي يدعى بالمستوى الأساسي أو مستوى الأسناد (Base or datum level) .

والفترة الكنتورية هي المسافة العمودية بين مستوى خطين كنتوريين متعاقبين ، ويكون مقدارها ثابتا في جميع أطراف الخريطة عدا بعض الحالات حيث تستعمل فترتان أو أكثر ضمن الخريطة الواحدة نتيجة الى الأختلافات الكبيرة في تضاريس المنطقة الممثلة في الخريطة . وحينئذ ينبغي وصف تضاريس المناطق التي أستخدمت فيها فترات كنتورية مختلفة .

ويعتمد مقدار الفترة الكنتورية على طبيعة ضرس المنطقة وعلى مقياس الخريطة . ففي المناطق الشديدة الضرس (المناطق الجبلية) تستعمل فترات يتراوح مقدارها بين (15– 30– 60) مترا . وفي المناطق المتوسطة تكون مقاديرها (2– 5– 10) مترا . اما في مناطق التضاريس المستوية (Flat relief) فتكون الفترة الكنتورية مترا واحدا أو أقل . وعادة تستخدم فترات يبلغ مقدارها 25سم أو 50سم في المشاريع الزراعية الأروائية وذلك لأغراض تصاميم شبكات الري والبزل . وأما في الخرائط الصغيرة المقاييس فتستعمل فترات كبيرة ايضا حيث يتوقع وجود أختلافات واسعة في تضاريس المنطقة المطلوب تمثيلها وتسقيط عوارضها الطوبوغرافية ، وكذلك تزاحم الخطوط الكنتورية من بعضها البعض مما يؤدي الى صعوبة ترسيمها وأضطرار الرسام الى أستعمال رموز خاصة في المناطق التي تتشابك فيها الخطوط الكنتورية كسفوح الجبال الشديدة الأنحدار (Escarpment) .

وعند رسم الخطوط الكنتورية (Contour drawing) تستعمل أدوات التحبير ذات المقابض الدوارة لترسيم الخطوط الكنتورية . ويمكن أستخدام الأقواس كلما دعت الحاجة وذلك للحصول على نتائج أفضل . وفي معاهد ومكاتب الترسيم المتقدمة تستعمل طريقة الحفر (Scribing) في ترسيم الخطوط الكنتورية ، اذ تستخدم الحافرة الدوارة (Swivel type scriber) راجع طريقة الحفر،حيث يمكن أعادة ترسيم الخطوط الكنتورية من اللوحة الأولية التي أعدها المساح الطوبوغرافي في الحقل أو من اللوحة الأولية المرسومة بواسطة أجهزة المساحة الجوية ومهما كانت كثافة الخطوط . ويلجأ الرسام عادة الى تكبير مقياس الخارطة في طريقة التحبير وذلك لضمان نتائج جيدة . ولا يكون هذا التكبير ضروريا في طريقة الحفر .

وتكتب أرقام الارتفاعات الخاصة بالخطوط الكنتورية اما فوقها أو داخل فراغات بين خطوطها وتكون متوازية مع الخط الكنتوري . ومن الناحية الفنية توضع أرقام الخطوط الكنتورية على أمتداد خط مستقيم وهمي أو قوس يقطعها بزاوية قائمة وذلك لسهولة مقارنة قيم الخطوط مع بعضها البعض . وتكتب قيم الخطوط الكنتورية عدة مرات في لوحة الخريطة الكبيرة . وفي الخرائط الصغيرة المقياس يكتفى بترقيم الخط الكنتوري الخامس ، وعادة يكون هذا الخط أكثر سمكا من الخطوط الاخرى . وترسم الخطوط الكنتورية للمنخفضات بصورة خاصة ، اذ تضاف زوائد متجهة نحو مركز المنخفض وتدعى بالأنكليزية (Hachured or depression contours) . وعند وضع الخطوط الكنتورية على فترات واسعة (Wide intenvals) يكون من الضروري رسم الخطوط الكنتورية البينية بصورة تخمينية (Interpolation) . والخطوط البينية ينبغي ترسيمها بصورة مميزة عن باقي الخطوط ، حيث ترسم بصورة منقطة (Dotted Lines) .

أن تعيين قيمة أرتفاع النقاط الواقعة بين الخطوط الكنتورية يعتمد على مقدار بعدها أو قربها من الخط الكنتوري . حيث يمكن أن تكون قيمة النقطة الواقعة في منتصف المسافة بين خطين كنتوريين تساوي نصف مجموع قيمتيهما . اما تقدير أرتفاع نقطة القمة (Summit) لجبل أو تل فتعتمد على قيمة الخط الكنتوري الأعلى وكبر مساحتها والفترة الكنتورية المستعملة . وفي القمم العالية تضاف نصف الفترة الكنتورية عادة الى قيمة الخط الكنتوري الأعلى عند تقدير أرتفاعها . وفي المنحدرات المنتظمة يمكن أن تجري عملية تخمين الخطوط الكنتورية البينية بين الخطوط الكنتورية الرئيسية بواسطة الطرق الأتية :

(1) طريقة حساب المواقع البينية .

بعد حساب الفرق بين قيمتي خطين كنتوريين ، نقسم المسافة بينهما الى أجزاء متساوية بحيث تمر من نقاط التقسيم الخطوط البينية . فاذا كان الفرق بين خطين خمسة أمتار وكانت قيمة الخط الأسفل خمسة عشر مترا مثلا ، فتكون قيم الخطوط الكنتورية البينية هكذا ، 16– 17– 18– 19– عند تقسيم المسافة الى خمسة أقسام . ولكن هذه الطريقة مملة وتفضل الطريقة التالية :

(2) الطريقة الميكانيكية :

وتتلخص هذه الطريقة بأخذ ورقة شفافة مرسوم عليها عدد من الخطوط الشعاعية ، بحيث تكون الزوايا المحصورة بينها متساوية . وتوضع فوق الخريطة الكنتورية ، اذ توضع الخطوط الشعاعية الطرفية فوق خطين كنتوريين مباشرة ، ثم تحدد نقاط التقسيم بواسطة بقية الخطوط الشعاعية بأستعمال الدبوس . وأن ميزة هذه الطريقة هي سرعة تقسيم المسافات بين الخطوط الكنتورية .

وتستعمل الخرائط الطوبوغرافية التي تتضمن الخطوط الكنتورية في مجالات هندسية عديدة مثل :

(1) رسم المقاطع الطولية أو العرضية للطرق والانهار .

(ب) تقدير مدى الرؤية .

(جـ) تعيين أتجاه الأنحدارات .

(د) قياس مساحة الأرض المؤثرة حول مجاري الأنهار أو الوديان .

(هـ) تحديد مقاطع السطوح .

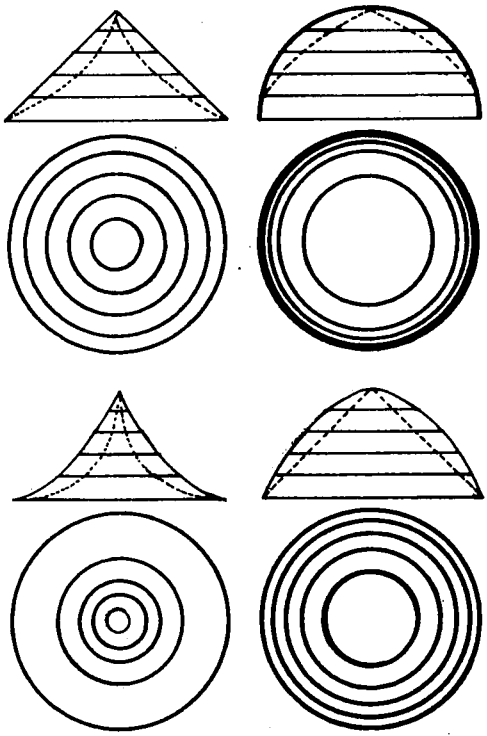
(و) قياس الكميات الترابية .

(ز) تصميم شبكات الري والبزل والطرق وغيرها

3 – 6 قراءة الخريطة الكنتورية

لا يفقه كثير من الناس قراءة الخريطة الكنتورية ، وحتى بعض الجغرافيين لا يتصورون جيدا طبيعة التضاريس الأرضية من الخارطة الكنتورية . ويرجع سبب ذلك الى عدم تعودهم على رؤية سطح الأرض من الجو مباشرة ، وعدم دراستهم الصور الجوية فضلا عن عدم وجود خطوط في الطبيعة متوافقة مع الخطوط الكنتورية . وفي الخرائط الكنتورية نلاحظ بعض الأجزاء وقد تقاربت الخطوط كثيرا فيما بينها وفي أجزاء أخرى وقد بعدت عن بعضها البعض ، وهذا يعود الى أرتفاع سطح الأرض وأنبساطها في المنطقة الممثلة في الخارطة الكنتورية .

والشكل (3–6) يوضح كيفية تصور الخطوط الكنتورية حيث تلاحظ الأشكال الدائرية (الكنتورية) ورسومها الجانبية ، اذ من السهل تصور الأشكال الدائرية من هذه الرسوم .



الشكل 3–6 أشكال هندسية تمثل الخطوط الكنتورية . الخطوط المتقطعة تمثل منحنيات الأرتفاعات النسبية للتضاريس الأرضية للمناطق المحصورة بين الخطوط الكنتورية .

ولكي يتصور المرء ذهنيا خارطة كنتورية تمثل صورة التضاريس الأرضية ، فأنه يحتاج الى تمارين كثيرة . وأن المرء لا يجد صعوبة في قراءة الخرائط المجسمة التضاريس ، بينما في الخرائط الكنتورية فأن قراءة قيم الخطوط ودراسة كثافتها ضرورية لخلق التصور ، اذ يحتاج الى رسم مقاطع جانبية في مخيلته . وهذا التمرين يجعل كل واحد قادر على قراءة الخريطة الكنتورية .

3 – 7 الألوان

أن تمثيل الأرتفاعات المختلفة في الخرائط الصغيرة المقياس لا يتم بأستعمال الخطوط

الكنتورية التي تلخص عادة في هذه الخرائط بحيث تفقد خواصها الأصلية وتبقى فقط معبرة عن الأرتفاع فوق سطح البحر بصورة تقريبية . وعليه يستعاض عنها بالألوان للتعبير عن الأرتفاع كما يأتي[1] :

الأرض التي تحت مستوى سطح البحر أخضر زيتوني Olive green .

0–150 متر فوق مستوى سطح البحر أخضر Green

150– 300 متر أخضر مصفر Yellowish green

300– 600 متر أصفر Yellow

600 –900 متر برتقالي Orange

900 –1500متر بني فاتح Light brown

1500 –2400 متر بني Brown

2400 –3600 متر بني محمر Reddish brown

3600 –4800 متر أحمر Red

4800 < متر أبيض White

أن هذا الأسلوب مطبق عالميا في خرائط الأطالس وتتبعه معظم دوائر الترسيم . أن تصور هذه الألوان الدالة على الأرتفاعات يجب أن يكون جيدا . ولقد أستعمل هذا الأسلوب في النمسا أولا ، حيث كانت تلون الوديان باللون الأخضر والجبال باللون البني وهكذا تبدو الجبال قريبة من عين القارئ . وعليه يلجأ الفنانون الى تلوين الأشياء القريبة بالالوان الحارة الطويلة الموجة كالاحمر والبني والبرتقالي ، اما الاشياء البعيدة فتلون بالألوان الباردة كالأزرق الفاتح والأخضر للحصول على تأثير البعد أو العمق . وأن من مميزات هذا الأسلوب في الطباعة هو ظهور اللون الأسود بوضوح فوق الألوان الخضراء والصفراء ، حيث أن الكثير من الكتابات الدقيقة لأسماء المدن وغيرها من العوارض

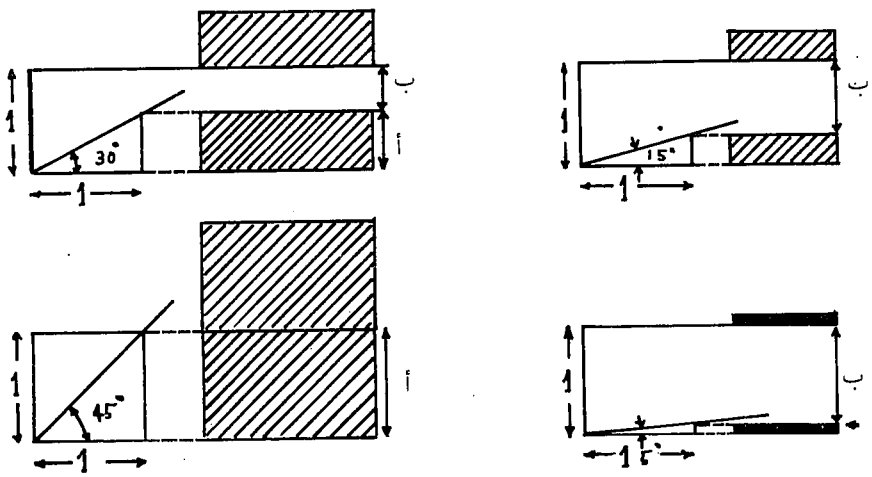
---

(1) لقد وجد أختلاف في الألوان ومناسيب التضاريس التي تمثلها بين الأطالس المختلفة . وقد تختلف مناسيب التضاريس في الأطلس ذاته ، إلا أن تدرج الألوان يبقى ثابتا في جميع الأطالس . أن الألوان المذكورة أعلاه والمناسيب التي تمثلها مرجعها كتاب 1962 – Raisz .

الطوبوغرافية تكون في الوديان والسهول الخضراء اللون . وبالرغم من هذه الميزات فأن هناك بعض العوامل المحدة لها كصعوبة التمييز بين اللون الأخضر للوديان واللون الأخضر الخاص بالنباتات ، كما أن الجبال المكسوة بالغابات تخلق مشكلة أخرى وغير ذلك . ومن الناحية النفسية قد تعني الوديان الملونة بالأخضر خصوبة التربة ووجود النباتات وقد يكون ذلك مخالفا للواقع .

3 – 8 التظليل بالخطوط (Hachuring) .

لقد أستعمل هذا الأسلوب في مطلع القرن التاسع عشر لتمثيل التضاريس الأرضية ، ولا يزال يستخدم في بعض الخرائط ، لأنه لا يؤدي الى التعقيدات التي تسببها الخطوط الكنتورية وقد أستعمل في الخرائط الطوبوغرافية الكبيرة المقياس . والتظليل بالخطوط عبارة عن أستخدام خطوط قصيرة متوازية تقريبا ، سميكة ومتقاربة في المنحدرات الشديدة ، ورفيعة ومتباعدة في المنحدرات البسيطة للتعبير عن مناطق الظل والنور . والشكل (3–7) يبين طريقة تقدير سمك خطوط الهاشور ومقدار الأنحدار . ولقد وجد



الشكل 3–7 كيفية تغير سمك خطوط الهاشور بالنسبة الى زاوية أنحدار التضاريس الأرضية ، لاحظ صغر المسافة بين خطوط الهاشور (ب) كلما كبرت زاوية الأنحدار الى أن تنعدم هذه المسافة عندما تبلغ زاوية الأنحدار 45 درجة فأكثر .

بأنها تنسجم جيدا مع خطوط التعرية (Erosion) وتكون أكثر ادراكا من قبل الناس عموما . ولا يمكن بطبيعة الحال التعرف على قيمة الأرتفاعات بواسطة هذه الخطوط . وهكذا فهي أقل فائدة من الخطوط الكنتورية . ولقد أصبح أستعمال هذا الأسلوب نادرا منذ أختراع الطباعة بطريقة النمط المنقط (Halftone) . ولقد أحتل اسلوب التظليل البلاستيكي المجسم (Plastic shading) مكان الأساليب القديمة ، ويطبق الان في المنشأة العامة للمساحة في بغداد .

3 – 9 نقاط الأرتفاع (Height spots) .

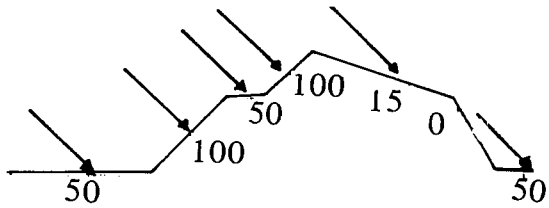
تمثل نقاط الأرتفاع على الخرائط بواسطة أحدى الرموز الموقعية ، مع الأشارة الى قيمة الأرتفاع بالأمتار– هكذا (50.) . وتنتشر هذه النقاط في الخارطة على قمم الجبال والتلال وسفوحها وعلى أمتداد الطرق ايضا . وفي بعض الحالات تذكر بجوارها رموز مثلثة الشكل تشير الى علامات المنسوب (Bench marks) في المسح الطوبوغرافي ، وتذكر نقاط الأرتفاع أحيانا في الخرائط الطوبوغرافية أضافة الى الخطوط الكنتورية .

3 – 10 التظليل البلاستيكي (Plastic shading) .

يبنى التظليل البلاستيكي على مبدأ تنوير الشكل المجسم ، والذي يؤدي الى حدوث درجات أنارة متباينة لمنحدراته المختلفة (الشكل 3–8) . كما ويسبب أتجاه مصدر التنوير أختلافا مهما في الشكل المذكور ، حيث تسبب الأضاءة العمودية أقصى درجة من الأنارة للسطوح الأفقية ، وأدنى درجة منها للسطوح العمودية . وهكذا تكون المنحدرات الجبلية الشديدة أكثر ظلمة في الخرائط المظللة وفق هذا الأسلوب . بينما تولد الأنارة المائلة اسلوبا اخر ، حيث تتباين انارة المنحدرات بدرجات متفاوتة . ولقد وجد أن الأنارة لغرض التظليل ينبغي أن تكون من جهة الشمال الغربي . لكي تبدو المناطق العالية كالجبال مرتفعة نحو الأعلى والمناطق المنخفضة كالوديان متجهة نحو الأسفل .

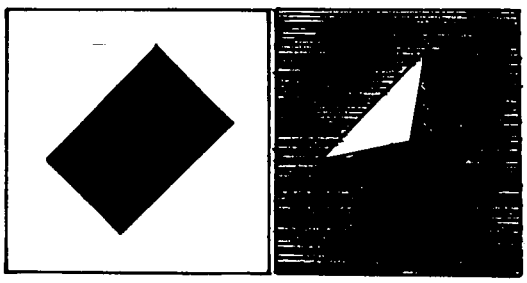
وتستعمل الخارطة الكنتورية كدليل لأنشاء لوحة التضاريس (Terrain Plate) ، حيث يقوم الرسام بتظليل سفوح التلال والجبال والمنحدرات يدويا بواسطة أقلام كاربونية (Carbon pencils) أو فحمية (Charcoal) . وقد أستعيض عنها في الوقت الحاضر بالفرشاة الهوائية ، وهي عبارة عن أنبوبة متصلة بخزان مملوء بمحلول الحبر الأسود ، ويربط

النسبة المئوية لدرجة الأنارة– نظريا



25	0	20	0	50	80	25

النسبة المئوية للشدة التقريبية للتضليل – واقعياً



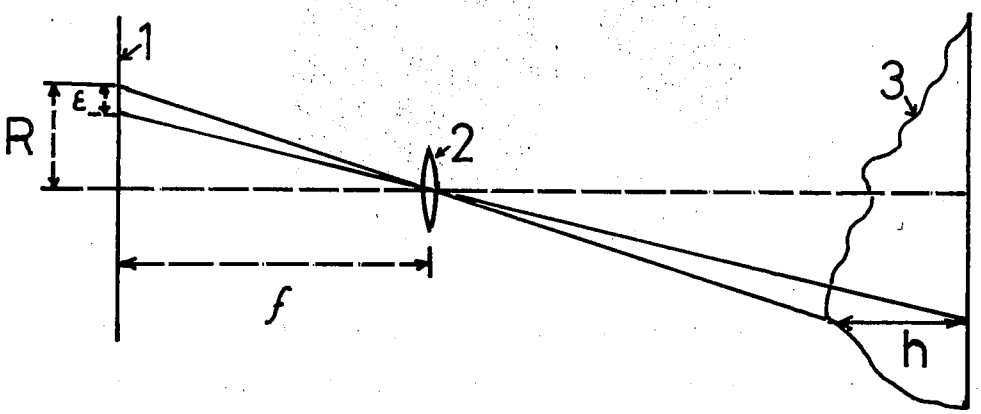
الشكل 3–8 طرق التظليل العمودي والمائل

بها أنبوب يمر خلاله الهواء المضغوط من مصدر خاص به . وهكذا يتطاير رذاذ الحبر من فتحة الأنبوبة . ويمكن التحكم بحجم قطرات الحبر بواسطة تنظيم نسبة الهواء الى كمية الحبر المطلوبة . ويستطيع الرسام حينئذ تسديد فتحة الأنبوبة نحو خارطة الخطوط الكنتورية المصورة على ورق مصفح (Laminated paper) لتظليل السفوح والمنحدرات الجنوبية الشرقية وتستعمل الصور الجوية أحيانا لجعل التظليل أكثر واقعية . وتتطلب هذه الطريقة مهارة فنية وتمرينا طويلا ولذلك تقوم بعض الدوائر بأستعمال طريقة النماذج الجبسية .

ولتحقيق ظلال التضاريس الأرضية بواسطة هذه الطريقة . تصنع مجسمات ضرسية

(Relief models) من مادة الجبس أو من رقائق خشبية أو بلاستيكية. ولتشكيل هذه المجسمات ينبغي الأسترشاد بالخطوط الكنتورية ايضا كما في الطريقة اليدوية السالفة الذكر. اذ تستعمل الخطوط الكنتورية كدليل للمكائن الخاصة مثل (Frasing machine) . وتعمل هذه المجسمات على شكل طبقات ، يتناسب سمكها مع مقدار الفترة الكنتورية . وعند الأنتهاء من عملية قطع طبقات المجسم الجبسي ، يشرع بصقل سطح المجسم وطلاءه بالألوان المائية بغية تصويره مع توجيه الأنارة بشكل مناسب لتكوين الظلال المطلوبة . ويجبذ أن يكون البعد البؤري طويلا لغرض تقليل أثر الأرتفاع على مقدار الأزاحة الضرسية (Relief displacement) راجع الفصل التاسع – وكما مبين في الشكل (3–9) .

الشكل 3–9 تصوير النموذج المجسم لتحضير صفيحة الطبع



$$\varepsilon = \frac{M \times hR}{f} \qquad (M)$$

1 الفلم السالب

2 العدسة

3 النموذج المجسم

وعند الحصول على الرسم المظلل يدويا أو الفلم السالب للمجسم يشرع بتحضير صفيحة الطبع (Printing plate) الخاصة بظلال التضاريس الأرضية ، وبأستعمال حجب النمط المنقط (Halftone)– راجع الفصل العاشر . وعند طباعة الظلال بلون مغاير الى ألوان تفاصيل الخارطة يتم تحضير صفيحة طبع مستقلة . أو تعد صفيحة طبع واحدة تتضمن خطوط تفاصيل الخارطة مع حجب النمط المنقط لظلال التضاريس عند طباعة الخارطة بلون واحد .

3 – 11 الخرائط الضرسية (Relief maps) .

بعد طبع الخريطة الطوبوغرافية أو غيرها على لوح رقيق من اللدائن يوضع اللوح فوق نموذج عكسي (Negative model) مثقب مصنوع من الجبس ، يمثل التضاريس الأرضية الخاصة بالخارطة . وموضوع داخل اطار خوائي (Vacuum frame) . ثم يعرض اللوح الى الحرارة المنبعثة من المصابيح الكهربائية لكي يصبح لينا . وهكذا يساعد تفريغ الهواء على سحب اللوح اللين نحو سطح النموذج وتشكيله حسب التضاريس المطلوبة خلال ثوان معدودة .

ويصنع النموذج الجبسي بواسطة ماكنة قطع دوارة (Rotary cutting machine) حيث تكون الخارطة الكنتورية دليلا لذراع الجهاز الذي تقوم ذراعه الأخرى بحفر قالب الجبس وأزالة هذه المادة خارج الخط الكنتوري . وبعد تكرار هذه العملية أبتداءا من الخط الكنتوري الأعلى يمكن الحصول على نموذج موجب (Positive model) للتضاريس الأرضية وعمل نموذج عكسي منه . ولقد صنعت المنشأة العامة للمساحة في بغداد خارطة ضرسية ملونة للعراق بمقياس 1 : مليون بموجب الطريقة الموجزة المبينة أعلاه تقريبا لأجل أن يستفيد منها الجغرافيون والمهندسون وغيرهم .

الفصل الرابع

الخط

Lettering

الخط
Lettering

4 – 1 المقدمة

يعتبر الخط من الرموز المستعملة في الخرائط لاغراض تسمية الاماكن والعوارض الطوبوغرافية والفقرات التي يتضمنها جدول المصطلحات ، وعنوان ومضمون الخريطة . كما انه عنصر من عناصر تصميمها . ان عالم الخرائط يستطيع ان يوجه الانتباه نحو بعض تفاصيلها من خلال انتخاب نمط الحروف وحجمها وموقعها . وفي الحقيقة ان دقة الخط تعتبر احدى المؤشرات المهمة في تقويم الخرائط من الناحية الفنية .

ان اسلوب خط الحروف في الخرائط قد تغير كثيرا . وقبل اختراع الطباعة في اوربا كان خط الحروف على الواح الخرائط يدويا ، ومن قبل الحفار (Engraver) الذي ينقش حروفه بصورة عكسية (Reversed) على الواح النحاس او الحجر المعدة لطبع الخرائط . ولقد تغيرت اساليب الخط في القرن الماضي . ولازالت في تطور مستمر . حتى ادخلت المكننة وفنون التكنولوجيا في عمليات الخط ، ان معاهد انتاج الخرائط تستعمل اليوم الملصقات الكتابية Stick up lettering ومساطر الخط (lettering templates) والخط الفوتوغرافي (Photo – lettering) . وبالرغم من تلك الاساليب المتطورة فان الخط اليدوي لازال يستعمل بصورة محدودة . ان بعض مواصفات الخط المبينة ادناه تتعلق بالخط الانكليزي ، وبعضها الآخر يمكن تطبيقه على الخط العربي ايضا .

4 – 2 مواصفات الخط .

ان طريقة خط الحروف وتصميمها وحجمها تتطلب اعتبارات وهي : –

ا – اسلوب ونمط الخط .

ب – شكل الخط .

جـ – حجم الخط .

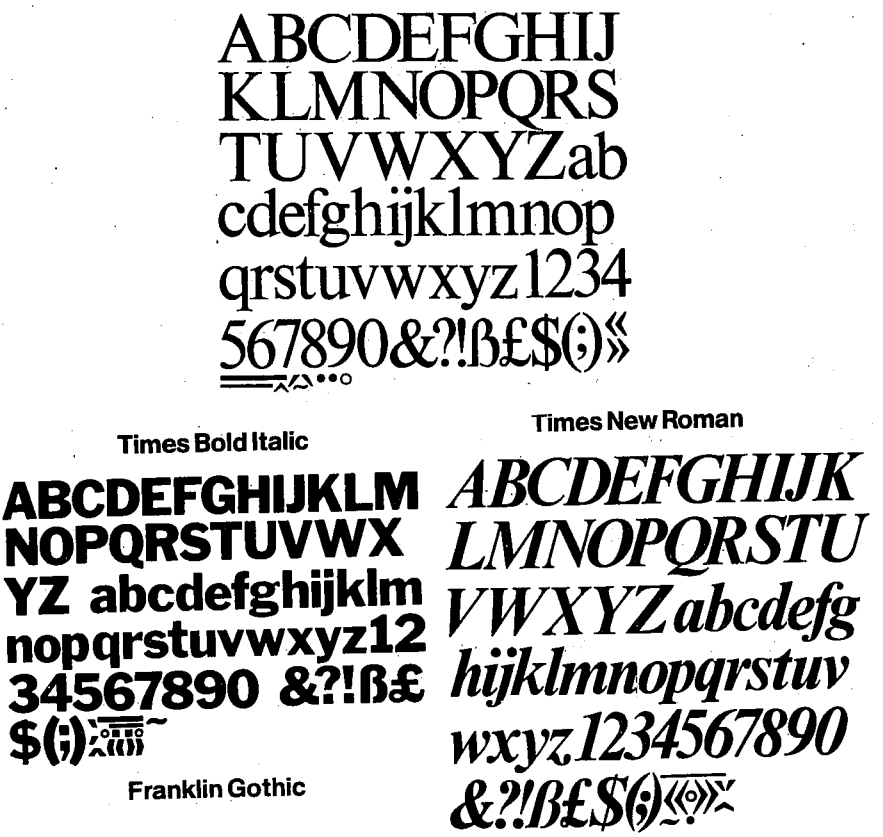
د – لون الخط وخلفيته .

هـ – طرق الخط .

و – ترتيب حروف الخط .

ز – علاقة الخط بطريقة نسخ الخريطة .

ان اسلوب الخط يشير الى مظهر الحروف من ناحية التصميم ، اي سمك اجزاء الحرف المختلفة ، ووجود الذنابات (Serifs) او عدم وجودها (الشكل 4 – 1) اما الشكل فهو ما يقصد بالحرف الاستهلالي (Capital) او الصغير (Lower case) ، مائل (Inclined) او مستقيم ، او مركب من هذه الحروف جميعا . واما طرق الخط فأنها تشير الى الطريقة اليدوية او الميكانيكية او الملصقات الكتابية او التصويرية ويتعلق ترتيب الحروف بالمكان الذي توضع فيه على لوحة الخريطة .



الشكل (4 – 1 أ) بعض اساليب الخط الانكليزي



الشكل (4 – أ ب) بعض اساليب الخط العربي

4 – 3 اسلوب الخط Style of lettering

هناك ثلاثة مجاميع من اساليب الخط الشائعة الاستعمال في خط الخرائط وهي الاسلوب القديم (الكلاسيكي) والحديث والخط العديم الذنائب (Serif)[1] .

وان اهم النقاط التي ينبغي لعالم الخرائط الانتباه اليها هي وضوح وسرعة قراءة الحروف وهكذا فان الخط المزخرف (Fancy) ليس واضحا .

ان الكتابة الانكليزية المستعملة في الوقت الحاضر قد اشتقت من الحروف الرومانية الاستهلالية (Capitals) ، والاساليب المستعملة في الوقت الحاضر هي : –

---

(1) Serif الذنابة وهي خط رفيع يضاف الى نهاية بعض الحروف .

ا – الروماني (Roman) الحروف مختلفة السمك ولها ذنابات .
ب – الايطالي (Italic) الحروف مختلفة السمك ولها ذنابات ومائلة .
جـ – القوطي (Gothic) الحروف متجانسة السمك وعديمة الذنابات .

ان سرعة القراءة او سهولة ادراك مضمون التفاصيل المختلفة للخريطة تعتمد كثيرا على استعمال اساليب معينة من الخط وعلى تميز ذلك الاسلوب عن غيره من الاساليب الكثيرة . فمثلا اعتادت الدوائر الامريكية على انتاج خرائط طوبوغرافية تكون فيها الظواهر الهيدرولوجية (الانهار والبحيرات الكبيرة والمحيطات والخلجان والموانئ . . .) مكتوبة بالخط الايطالي المائل وبالحروف الاستهلالية . اما الانهار الصغيرة وفروعها والعيون والخلجان البحرية الصغيرة والبحيرات الصغيرة والمستنقعات والاهوار فانها تكتب بنفس الخط ولكن بالاحرف الصغيرة عدا الحرف الاول فانه يكتب بالشكل الاستهلالي .

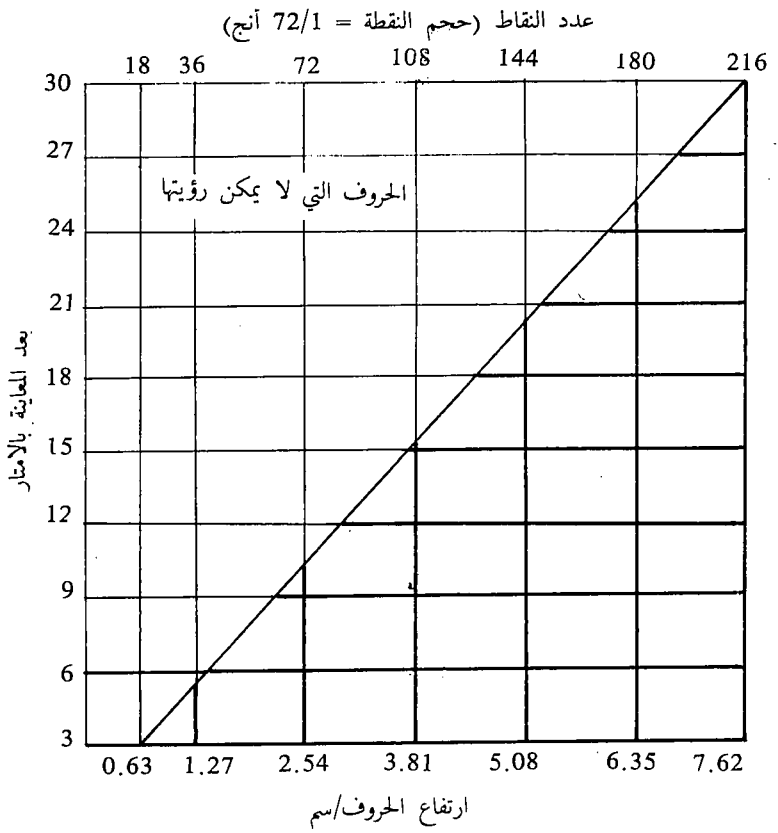
اما الظواهر الارضية كالجبال والهضاب والوديان الكبيرة . . . ، فانها تكتب بالخط القوطي ، وبالحروف الاستهلالية . وتكتب الظواهر الحضارية بالخط الروماني . وهكذا يكون بالامكان استعمال اساليب معينة من الخط العربي لمثل تلك الظواهر في الخرائط الطوبوغرافية وغيرها التي تنتجها دوائر المساحة في العراق والبلدان العربية بعد الاتفاق على ذلك . ان اسلوب الخط ليس هو العامل المحدد في اختيار الخط المناسب للخريطة ، بل هناك اعتبارات اخرى يجب الانتباه اليها كشكل الخط وحجم حروفه ومكانها المناسب .

4 – 4 شكل الخط Form of lettering

هناك نوعين مختلفين من الحروف اللاتينية وهما : –
الحروف الاستهلالية Capitals والصغيرة Lower case ، فالعناوين والاسماء المهمة عادة تكتب بالحروف الكبيرة ، اما الاسماء غير المهمة فانها تكتب عادة بالحروف الصغيرة . والاسماء التي تفصل حروفها بمسافات بينية واسعة تكتب عادة بالحروف الكبيرة ايضاً كأسم المحيط او البلد . ولقد اعتادت معظم معاهد الخرائط في الغرب ان تكتب اسماء التفاصيل الطوبوغرافية الطبيعية بالخط الايطالي المائل اما الصناعية فتكتب بالخط المستقيم .

4 – 5 حجم الخط Size of lettering

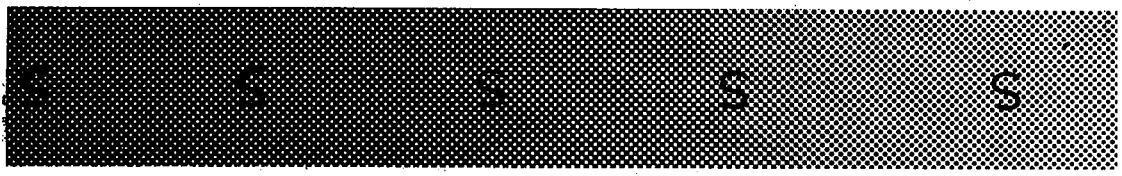
ان مسألة تقدير حجم الحروف تتطلب حلا جيدا من قبل عالم الخرائط بالنسبة الى التفاصيل المختلفة والمتباينة في الاهمية . وقد اتفق على أن أسماء التفاصيل الكبيرة الحجم تكون حروفها كبيرة ايضا والعكس صحيح . ان النقد يوجه دائما نحو حجم الحروف المستعملة في محتوى الخريطة . ولقد اتفق على ان حجم الحروف ينبغي قياسه بالنقطة التي تساوي 72/1 أنج . والحرف الذي ارتفاعه 0.25 أنج يساوي 18 نقطة . وقد وجدت علاقة بصرية بين حجم الحرف وبعد العين التي ينبغي لها ان ترى الحرف بوضوح – لاحظ الشكل (4 – 2) .



الشكل 4 – 2 العلاقة بين حجم الحروف المعبر عنه بالارتفاع والنقطة والمسافة التي يمكن رؤية الحروف منها

4 – 6 لون الخط وخلفيته (Colour of lettering and background)

ان وضوح حروف الخط يعتمد ايضا على لونها ولون خلفيتها . فبعض الاسماء تكون ذات اهمية واحدة ولكن قد تختلف درجة وضوحها نتيجة الى اختلاف طبيعة خلفيتها . ولذلك يجب ان ينتبه عالم الخرائط الى هذه الناحية لكي يبدل المكان او ربما حجم الحروف ايضا . ان الحروف السوداء المكتوبة على خلفية بيضاء تمتلك اعلى درجة في الوضوح ، وهكذا تقل هذه الدرجة كلما اقترب لون الحرف من لون خلفيته . لاحظ الشكل (4 – 3) .



الشكل 4 – 3 علاقة الخط بخلفيته (Back ground)

4 – 7 ترتيب حروف الخط Positioning of lettering

ان طريقة رصف الحروف وتثبيت مواقعها على لوحة الخريطة مهمة جدا ، وغالبا ما تؤثر على قوة تصميمها . ان كل خارطة لها نظام شبكي (Grid) للاحداثيات مكون من خطوط تمتد طولا وعرضا . وعليه ينبغي الحذر من عدم تطابق او توازن الاتجاه العام لحروف الكتابة مع تلك الخطوط . وان العرف المتبع في علم الخرائط هو ان تكون الحروف متوازية مع خطوط العرض للنظام التشبيكي .

ان التفاصيل الكبيرة كالمحيطات او البحيرات او سلاسل الجبال يجب ان توزع حروف اسمائها حتى تشملها كليا ، وربما ترسم على خط مستقيم او على منحني ويجب ان لا تتعارض مع باقي الاسماء المتناثرة على لوحة الخريطة . ان اسم الانهار ينبغي ان تكون حروفه منفردة باتجاه خط جريانه . اما اسماء العوارض او التفاصيل الطبيعية الملونة كالبحيرات

والجزر وغيرها فينبغي وضع اسمائها في داخلها او خارجها تحقيقا لوضوحها . ومن المستحسن خط عنوان الخريطة على ورقة منفصلة ثم وضعها في اماكن مختلفة من أعلى الخريطة ، وعند الانتهاء من تقرير الموقع الملائم تخط كلمات العنوان في ذلك الموقع . اما اسماء المدن وغيرها من الرموز الموقعية (Point symbols) ، فينبغي وضعها فوق او اسفل الرمز قليلا ولا تكون موازية لها لكي لا يحصل اي تداخل بينها وبين الحروف .

4 – 8 طرق الخط Methods of lettering

يمكن تقسيم طرق الخط الى اربعة اقسام وهي : –

(ا) الطريقة اليدوية Free hand lettering

يتطلب الخط اليدوي معرفة جيدة بمبادئ تصميم الحروف واساليب الخط المختلفة وان هذه المبادئ والاساليب لا يمكن معالجتها في هذا الفصل لانها مفصلة في كتب وكراسات خاصة يمكن الرجوع اليها سواء في الخط العربي او الانكليزي .

(ب) الملصقات الكتابية Stick – up lettering

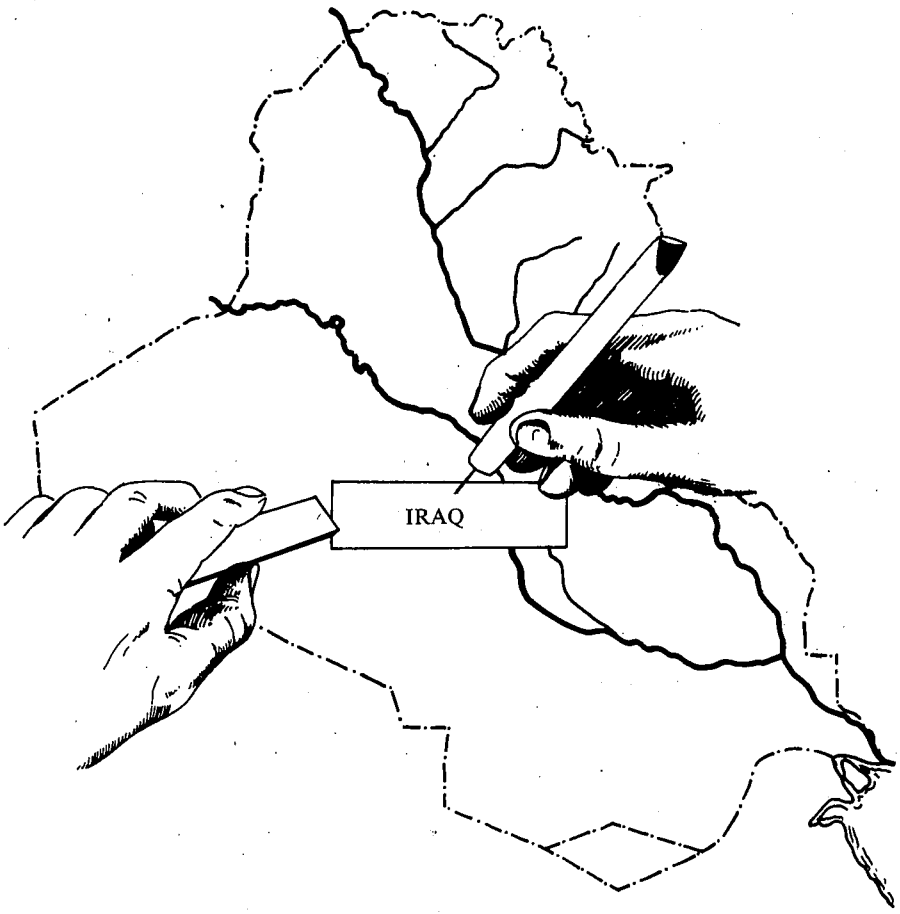
تعتبر طريقة لصق الحروف او الكلمات الجاهزة اول الطرق التقنية التي استعملت منذ ربع قرن تقريبا في خط اسماء تفاصيل الخرائط . وكان السبب في استعمال هذه الطريقة والطرق الفنية التالية هو كثرة انتاج الخرائط المتنوعة ، اضافة الى قلة عدد الرسامين ذوي المهارة الجيدة في الخط .

وتتوفر الملصقات الكتابية الان في الاسواق على شكل رقوق شفافة او بيضاء مطبوعة عليها الحروف والارقام باساليب متنوعة ، وقد تكون موجبة الصورة او سالبة . ان اوراق او افلام الملصقات الكتابية تكون عادة مطلية بالصمغ او الشمع لكي يسهل لصقها على لوحة الخارطة . ومن هذه الملصقات خاص بالخرائط التي تستنسخ بالطريقة الديازوية ، حيث ينبغي ان تتحمل بعض الحرارة نتيجة تعرضها الى الضوء الشديد اثناء التعريض (Exposure) . وتنتج الشركات فضلا عن الملصقات الكتابية رموزاً وحججاً جاهزة يستطيع الرسام لصقها على لوحة الخارطة بسرعة ، بدلا من ترسيمها بنفسه كرمز اتجاه الشمال والمقياس الخطي وغيرها من الرموز . كما تستطيع هذه الشركات ان تجهز دوائر

الترسيم بالجمل والكلمات التي تتضمنها الخارطة حسب هذه الطريقة عند الطلب (Order) ، لكنها تكون باهضة التكاليف عند تحضير خارطة واحدة او عدد قليل من الخرائط . ونتيجة لذلك اخذت تحضر دوائر الترسيم الكبيرة ما تحتاجه من الملصقات الكتابية بنفسها لكي تتصرف بتصميمها . وفيما يلي احدى الطرق المتبعة من قبل بعض الدوائر الفنية في هولندة والتي مارسها المؤلف في تحضير الخرائط العلمية (خرائط مسح التربة) والتي يمكن استعمالها للخرائط الطوبوغرافية وغيرها ايضا :

يطبع مضمون تفاصيل الخريطة (اسماء المدن وغيرها من العوارض الطوبوغرافية وجدول المصطلحات وعنوان الخريطة) بواسطة آلة كاتبة (Type Writer) من نوع IBM (electic ribbon – ، او مثلها ، والتي من اهم ميزاتها دقة اشكال حروف الكتابة والارقام ، والتي تكاد تشبه حروف المطبعة الاعتيادية . ويستعمل اثناء الطبع ورق ابيض صقيل وزنه 100 غم/م^2 . ثم تصور الكتابة فوتوغرافيا بواسطة الكاميرا (Process Camera) ، حيث يمكن التحكم بحجم الحروف . وبعدها يتم تحضير رق موجب من الرق السالب . وتستعمل لهذا الغرض افلام الانسلاخ الفوتوغرافية مثل (Kodalith Transparent Stripping Film) .

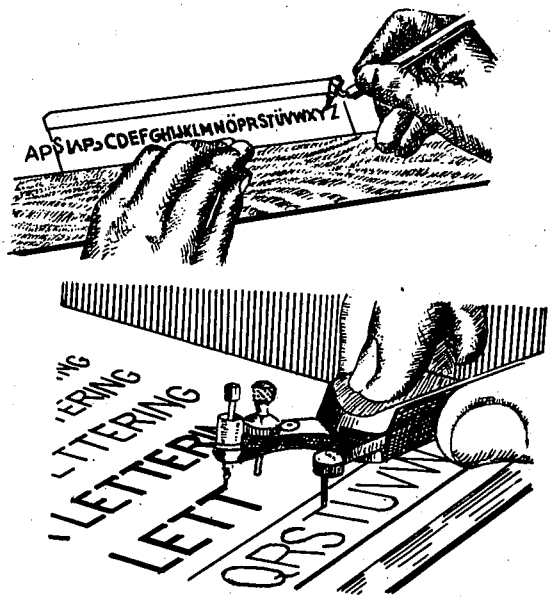
وهكذا يتم تقشير الجزء المطلوب من هذا الرق بواسطة سكينة حادة وملقط اعتيادي ويلصق مباشرة على لوحة الخريطة الاصلية ، لاحظ الشكل (4 – 4) . ولما كانت الخرائط العلمية ومنها خرائط مسح التربة تتطلب الكثير من الحروف (المختصرات) الدالة على وحدات الخارطة المختلفة (Mapping Units) فقد استعملت رقوقا خاصة تدعى تجاريا (Kleet films) تتكون من ورق اسمر مكسو برق شفاف مطلي بمادة شمعية . واذا ما اريد استنساخ العديد من تلك الحروف فأن هذه الرقوق الحساسة يمكن استخدامها باتباع طريقة الاستنساخ الديازوية التي سنأتي على ذكرها في الفصل العاشر.



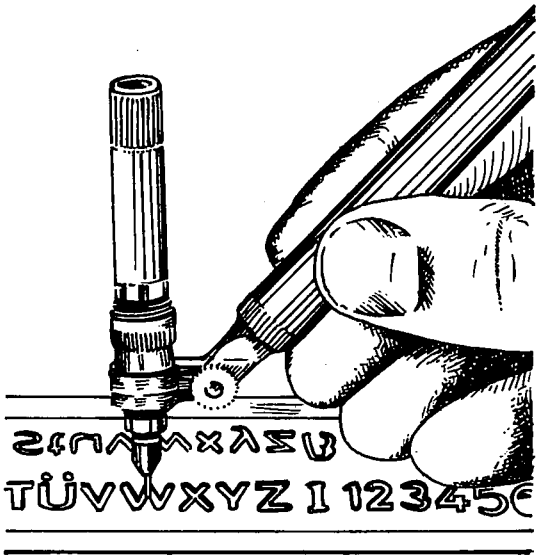
الشكل 4 – 4 الملصقات الكتابية وكيفية لصقها على لوحة الخرائط

(ج) مساطر الخط Lettering templates

تستعمل في هذه الطريقة بالاضافة الى مساطر الخط اقلام تحبير خاصة ، تحرك ميكانيكيا او يدويا ومن اشهر الاجهزة المتعلقة بهذه الطريقة جهاز لروي (Leroy) (الشكل 4 – 5) . الذي يتكون من مجموعة من المساطر حفرت فيها حروف الهجاء والارقام وبمختلف الحجوم حتى تكون دليلا لجهاز الخط . وتتحرك المساطر على امتداد حافة مسطرة الترسيم (T – Square) ، اما مسار جهاز الخط فانه يتعقب مسار الحروف المحفورة في مساطر الخط ، وحينئذ ترسم الحروف امام مسطرة الخط . اما المسافات بين الحروف فيستطيع الرسام التحكم فيها . ويمكن انتاج الحروف الاستهلالية (Capitals) والصغيرة (Lowercase) بواسطة استعمال المساطر واقلام التحبير المختلفة الاحجام . ان اسلوب الخط في مساطر (Leroy) هو القوطي (Gothic) او بدون ذنابة (Serif) . كما يمكن ان يكون مستقيما او مائلا . وهناك اجهزة اخرى مثل جهاز (Rotring) ، تكون مساطر الخط في جميعها الدليل الذي بواسطته ترسم الحروف والارقام ، (الشكل 4 – 6)



الشكل 4 – 5 نماذج من أدوات الخط ، (Leroy)



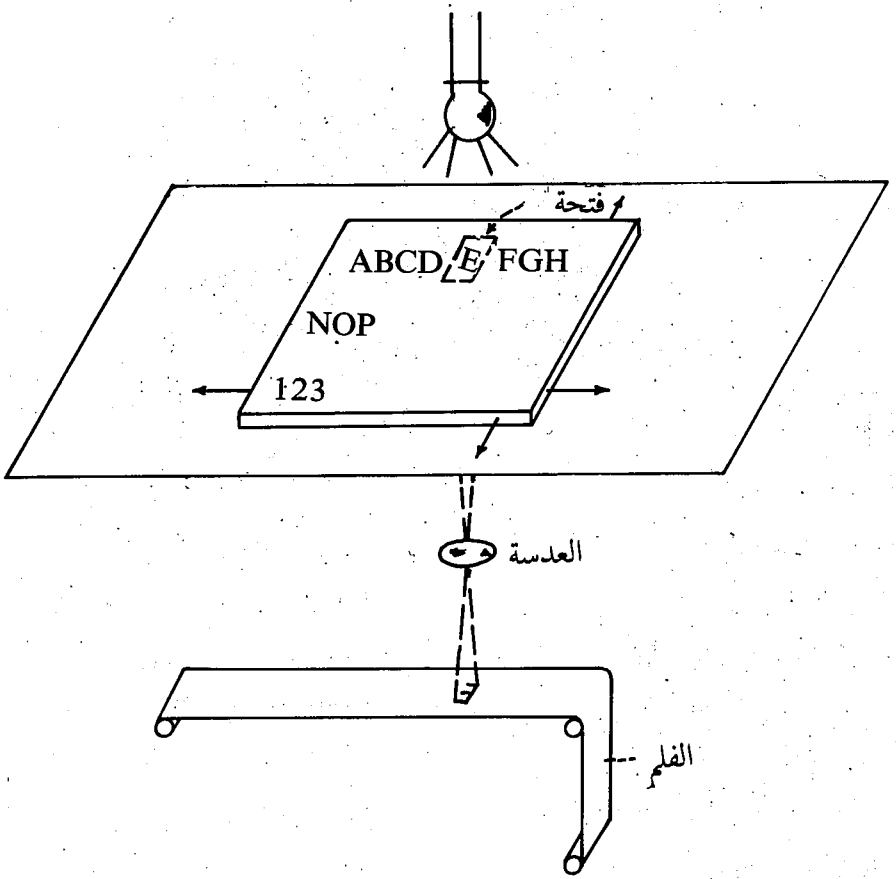
الشكل 4 – 6 اقلام روترنك للكتابة

(د) التنضيد التصويري Photo Setting

ان اسماء تفاصيل الخريطة ونصوصها يمكن تصويرها على افلام خاصة . يجري تقطيعها بعد التظهير ولصقها على لوحة الخريطة الاصلية المرسومة على صفائح اللدائن ، أو تحضير افلام بقدر مساحة لوحة الخريطة تحتوي على جميع كلمات الخريطة وارقامها وفق المواضع المطلوبة لتطبع سوية مع النسخة الاصلية للخارطة على لوحة الطبع (Printing Plate) . وتعمل اجهزة التنضيد التصويري بصورة ميكانيكية ، وبعضها الاخر يعمل بصورة ذاتية وتستعمل في المطابع الكبيرة . وفيما يلي وصفا موجزا لبعض هذه الاجهزة التي تختلف عن اجهزة التنضيد التصويري الخاصة بنصوص الكتب والمجلات .

(1) جهاز (Typophot)

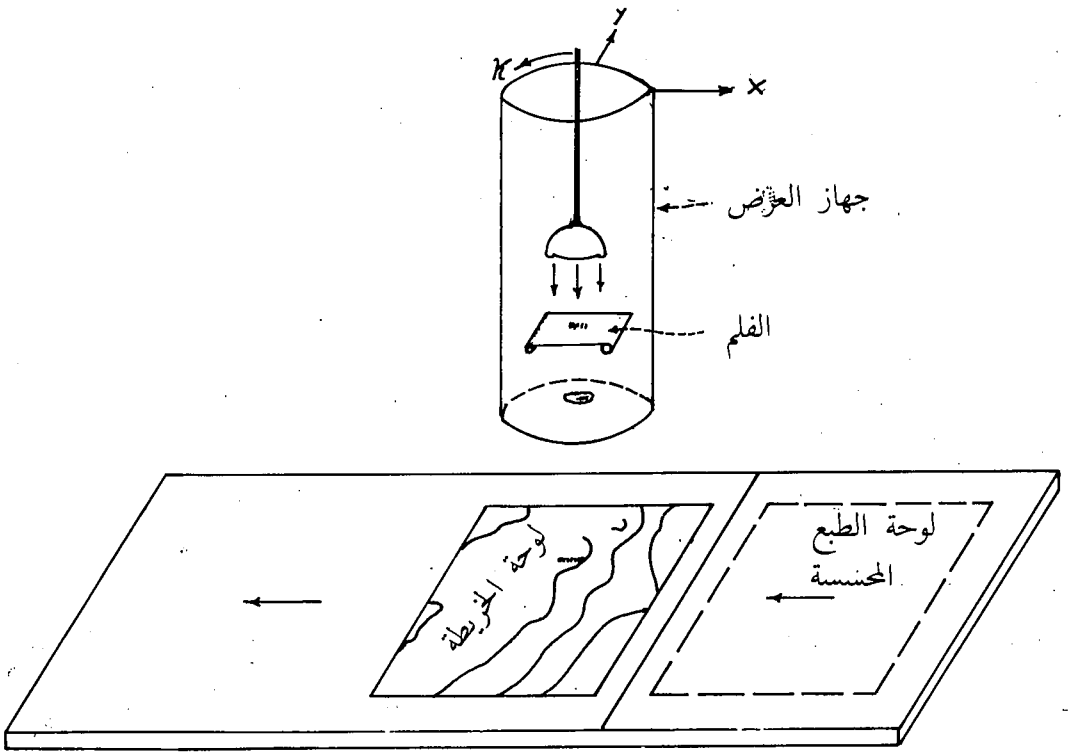
يتكون الجهاز من صفيحة زجاجية تحتوي على حروف الهجاء والارقام بأسلوب معين (الشكل 4 – 7) حيث يتم ترتيب الحروف ميكانيكيا من خلال فتحة مضيئة تضاء بواسطة مصباح . وتصور الكلمات حرفا حرفا على الفلم وبعد التعريض يحرك الفلم مسافة معينة لكي يطبع الحرف الثاني ، وهكذا الى أن تطبع نصوص الخريطة . كما يمكن التحكم بحجم الحروف بواسطة تغيير المسافات بين العدسة والزجاجة والفلم . كما ان وقت التعريض يتغير بصورة اوتوماتيكية .



الشكل 4 – 7 جهاز التنضيد التضو يري (TYPOPHOT)

(2) جهاز (Kartolux)

قبل استعمال هذا الجهاز ينبغي تحضير متن الخريطة (Map text) على فلم فوتوغرافي بواسطة الجهاز السابق . وفي هذا الجهاز تعرض الكلمات والارقام بواسطة آلة العرض الصغيرة (Projector) على منضدة العرض (الشكل 4 – 8) حيث توجد الخارطة التي تحتوي على الخطوط والتي تساعد في تثبيت الكلمة او الحرف في المكان المناسب في الخريطة . وينبغي تشغيل الجهاز في غرفة مظلمة . ان آلة العرض الصغيرة يمكن تحريكها يمينا ويسارا او نحو الاعلى والاسفل كما يمكن تحريكها حركة دائرية حول محورها الشاقولي . ان هذه الحركة نحو الجهات المختلفة تساعد على تثبيت الكلمات في المكان المطلوب . وبعد



الشكل 4 – 8 جهاز التنضيد التصويري (KARTOLUX)

التأكد من هذا المكان يطفئ نور آلة العرض حيث تستبدل لوحة الخريطة بصفيحة من اللدائن محسسة فوتوغرافيا (Sensitized Sheet) والتي تحتل بصورة ميكانيكية نفس المكان الذي كانت تشغله لوحة الخريطة . وتكون لوحة الخريطة والصفيحة المحسسة موضوعة فوق لوحة من الزجاج ، وبعد ان يتم التعرض للضوء تعاد لوحة الخريطة لغرض عرض الكلمة التالية في المكان المناسب ، وهكذا الى ان يتم تعريض كافة كلمات متن الخريطة ، وبعدها تحمض الصفيحة المحسسة ويصبح لدينا لوحة الخريطة بخطوطها واشاراتها ، ولوحة أخرى تتضمن متن او نص الخريطة .

وان اهم ميزات هذا الجهاز هو اختصار الوقت اللازم الى لصق الحروف والكلمات كما حدث في الطرق السابقة .

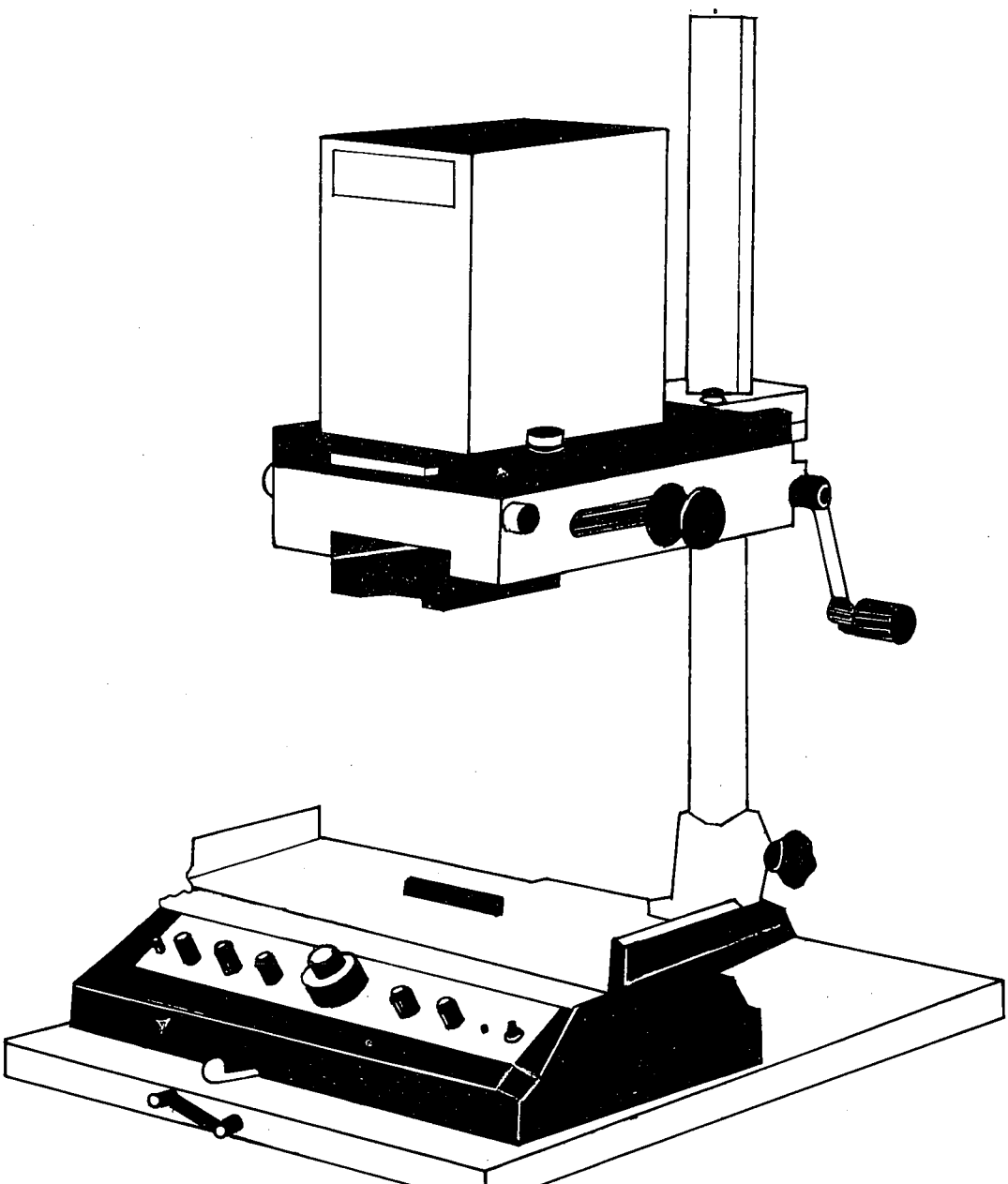
(3) جهاز (Letterphot)

ان اجهزة التنضيد التصويري متشابهة تقريباً بالاساس ، ألا انها تختلف قليلا من ناحية التصميم . ففي هذا الجهاز يجري حفظ الصور السلبية للحروف الابجدية والارقام اما حول قرص (الشكل 4 – 9) او على امتداد مساطر خاصة . ويمكن تدوير القرص لكي يحتل الحرف المطلوب مكانه الصحيح عند تعريض حروف الأسماء الى الفلم الفوتوغرافي . ويتم عرض صور الحروف والارقام عامة من خلال عدسة لغرض التحكم بالحجم المطلوب . كما يمكن تنظيم تباعد الحروف عن بعضها البعض بصورة ميكانيكية بواسطة علامة خاصة لكل حرف تمكنه من احتلال موضعه المناسب بجانب الحرف الاخر أو وفق المسافة البينية المطلوبة . ان الفلم الفوتوغرافي المستعمل في هذه الاجهزة من النوع القابل للانسلاخ ، حيث يحفظ داخل صندوق يمكن رفعه من الجهاز (الشكل 4 – 10) ويمكن ان تكون صورة الحروف على هذا الفلم اعتيادية أو معكوسة . والحجم القياسي لهذا الفلم هو (35 – مم) . وبعد تعريض الفلم تتم عملية تظهيره حسب الطرق التقليدية في طريقة التصوير الفوتوغرافي .

ان حجم الحروف والارقام الذي يمكن الحصول عليه في هذه الاجهزة يتراوح من 2 – 110 مم . كما يمكن توزيع حروف الاسماء وفق مشيئة الرسام . وتتوفر اقراص اضافية تحتوي على حجب مختلفة الانماط ، وكذلك على رموز وعلامات يمكن استعمالها لمختلف الاغراض المتعلقة بتصميم الخرائط وغيرها من المرتسمات . وتتوفر ايضا اقراص اساليب مختلفة من الخط العربي ايضا .



الشكل 4 – 9 قرص جهاز التنضيد التصويري. كل حرف له علامة خاصة تساعده على احتلال مكانة المناسب بجانب الحرف الآخر ضمن المسافة البينية الصحيحة ، وتحجب هذه العلامات اثناء فترة التعريض للضوء .



الشكل 4 – 10 جهاز التنضيد التصويري (LETTERPHOT) لتحضير نصوص الخرائط وغيرها حيث يمكن ان تكون النصوص على افلام او اوراق فوتوغرافية ويتراوح حجم الحرف من 2 الى 110مم .

(4) جهاز (Concord)

في السنين الاخيرة ظهرت بعض أجهزة التنضيد التصويرية تخص طباعة الخرائط وتؤدي وظيفتها بصورة ذاتية من خلال لوحة مفاتيح خاصة لتنضيد الاحرف (Key Board) . اذ يتم انتخاب الحرف المطلوب ، وتنظيم حجمه ، وتباعده عن الحرف المجاور بصورة ذاتية ، اضافة الى عرضه على الفلم الفوتوغرافي . وتجري هذه العملية من خلال شريط ورقي مخرم في مشغل (Operator) لوحة مفاتيح تنضيد الاحرف . ويتم تعيين موقع الكلمات والاسماء وفق نسق احداثي على صورة الخريطة ، وتسجل مواقعها بواسطة المشغل المذكور .

وفي بعض مكائن التنضيد التصويري المستعملة لاغراض نصوص الخرائط توضع نسخة الخريطة الاصلية (المطلوب طبعها) ، كدليل على أسطوانة جهاز التنسيق الاحداثي (Coordinatograph) . وتتحرك عتلة نقل على سطح الاسطوانة ، تتضمن فتحة قابلة للتدوير والتنظيم . بحيث يمكن وضعها في المكان المطلوب وفق الدليل ، بمساعدة تدوير الاسطوانة وانزلاق عتلة النقل (Carriage) . وهكذا يضع المشغل الفتحة المذكورة على احد رموز الخريطة او معالمها ، ثم يطبع الاسم المطلوب بعد تعيين حجمه واسلوب حروفه بواسطة مفاتيح لوحة تنضيد الاحرف .

ويجري تسجيل الموقع الاحداثي للشكل المتوازي الاضلاع ، الذي يمثل الفراغ الذي سيشغله الاسم ، على شريط مخرم . وبعدئذ يمكن الحصول على فلم سالب يتضمن جميع الاسماء والارقام الخاصة بنص الخريطة . ثم يوضع داخل الجزء الخاص بالتعريض (Exposure) في جهاز التنسيق الاحداثي الذي يعمل ذاتيا . ولغرض وضع الاسماء في مواقعها الصحيحة يجري سحب عتلة النقل لجهاز التنسيق الاحداثي نحو الموضع المسجل على الشريط المخرم ، وعندئذ يتم تعريض الاسماء على فلم فوتوغرافي آخر ، يستعمل بعد تظهيره مع النسخة الاصلية للخارطة والمرسومة على صفائح اللدائن الشفافة لغرض تحضير لوحة الطبع (راجع الفصل العاشر) .

الفصل الخامس

تصميم الخرائط

Map Design

تصميم الخرائط
Map Design

5 – 1 المقدمة :

التصميم – في علم الخرائط هو التخطيط العام لتفاصيل الخريطة . ويتضمن تنسيق وتنظيم عناصر الخريطة المختلفة وانتخاب الرموز المناسبة لتفاصيلها . ويعتبر تصميم الخرائط من الامور المهمة . ولكي تكون تفاصيل الخريطة من الخطوط والرموز والالوان والانماط والحروف واضحة ومعروفة لقارئ الخريطة فأنه يجب اختيار مواصفاتها بعناية قبل المباشرة بترسيمها . وغالبا ما يتأثر الناس – على مختلف مستوياتهم الثقافية – بالخرائط الجميلة الشكل والمتقنة التصميم ، ولذلك يحرص صانع الخريطة على ان تكون تفاصيلها منسقة ورموزها صحيحة من الناحيتين الرياضية والهندسية ، وواضحة وبسيطة ومفهومة ايضا . ومن المعروف ان الخرائط تحقق اغراضاً علمية ، وقد يستعملها بعض الناس في تزيين جدران غرفهم ومكاتبهم ، كما حدث للخرائط المنتجة في القرون السابقة . اذ تتضمن الكثير من الزخارف والرسوم والالوان التي تجعلها قريبة الشبه من اللوحات الفنية . ان مبادئ تصميم الخريطة قد لا تختلف كثيرا عن اسس تصميم اللوحة الفنية التي تعالج الشكل والمضمون . ويتضمن صنع الخرائط بعض مبادئ فنون التخطيط (Graphic) ، ولكن علم الخرائط لا يعتبر فناً جمالياً (Aesthetics art) ، كفنون الرسم والنحت .

ويتطلب انتخاب عناصر الخريطة المختلفة ، وتنسيقها وفق الغرض العلمي المنشود ، الى معلومات عديدة تبدأ من العلوم الرياضية والهندسية وتنتهي بافاق الفنون الرحبة . وليس ضروريا ان يكون المرء فنانا لكي يصبح مصمماً بارعاً في علم الخرائط ، بل يكفي ان يلم صانع الخريطة بالمبادئ الاساسية للتصميم . اذ ان وظيفة التصميم هي توصيل المعلومات التي تتضمنها الخريطة الى المستفيد منها بشكل فعال . ولذلك ينبغي ان تعالج هذه الوظيفة جميع العوامل والظروف التي تؤثر عليها ، مثل مستوى الادراك الذي يتمتع به المستفيد من الخريطة ، ومدى حاجته اليها ، والغرض من استعمالها ، ودرجة تعقد

محتوياتها ، والامكانات الفنية المتاحة وكلفها ، وغير ذلك من المؤشرات . ومن الممكن تحقيق التصميم الجيد على مستويين اثنين :

ففي الاول توجد اعتبارات عامة عديدة تؤثر على هيئه الخريطة وطريقة تحضير محتوياتها . اما في المستوى الثاني فهناك قرارات مفصلة ينبغي اتخاذها بشأن الرموز المختلفة التي تعبّر عن المعلومات بأشكال تخطيطية ، تكشف عن مقدرة صانع الخريطة على تطبيق مبادئ التصميم . وعلى سبيل المثال ، ضرورة مناقشة القرارات الرئيسة حول الهيئة التخطيطية (Graphic appearance) للخارطة الطوبوغرافية او غيرها ، بالنسبة الى محتواها ومجالات استخدامها . حيث تجري المناقشة بين الجهات ذات العلاقة ، مثل الجهة التي قامت بعمليات المساحة ، والجهة التي تطلب الخارطة ، والمستفيدة منها ، والجهة التي تصنعها . وينبغي عدم التوقف عند توفير وحصر الامكانات الفنية والمبالغ المطلوبة ، بل يجب ان يتعدى ذلك الى تحديد المستوى الفني الذي يجب ان تبلغه الخريطة . ان محتوى الخريطة والغرض منها تحدده الجهة المستفيدة أو مؤلف الخارطة (Map author) الذي ربما يجهل مبادئ صنع الخريطة . بينما تبقى النواحي التخطيطية والتصميم من مسؤولية صانع الخريطة . وبسبب العلاقة الموجودة بين مقياس الخريطة ومحتواها ورموزها ، فأنه لا يمكن الزعم بأمكانية فصل التصميم عن محتوى الخريطة عدا تلك الحالات المتعلقة بالخرائط الصغيرة المقياس غير الملونة .

ومن المفروض دراسة العوامل التي تؤثر على تصميم كل خريطة قبل اتخاذ القرارات التفصيلية بشأن انتاجها .

5 – 2 مبادئ تصميم الخرائط :

(أ) مضمون الخريطة : (Map content)

ان دراسة مضمون الخريطة من الامور الضرورية جدا بحيث تشمل العوارض الطبيعية والحضارية وخاصة في المناطق الكثيفة التفاصيل . وكذلك دراسة التداخل والتعارض المحتمل بين العوارض أو التفاصيل المتنوعة . ففي الخرائط التي تبين استغلال الاراضي (الاراضي المزروعة بالحبوب ، البساتين ، المراعي ، الارض المتروكة بورا ، الخ) ، ينبغي

دراسة التداخل بين هذه التفاصيل وبين الرموز المستعملة لتمثيل العوارض الطوبوغرافية كالطرق وقنوات الري وحتى الخطوط الكنتورية . وعندما يرغب عالم الخرائط تمثيل التضاريس الارضية بواسطة التظليل البلاستيكي في مثل هذه الخرائط ، فأن الدراسة ستكون اكثر صعوبة لتحقيق التصميم الجيد . وعليه يجب تطبيق التلخيص المناسب وبحذر شديد حسب الغرض المنشود .

(ب) المستويات البصرية : (Visual levels) :

في تصميم الخرائط المختلفة ينبغي توفر مستويات بصرية متفاوتة حسب اهمية العوارض الطوبوغرافية ، وفقرات الخريطة الاخرى ، وحسب الغرض المنشود منها جميعا . لذلك تكون رموز التفاصيل المهمة (حسب الغرض) بارزة من ناحية الترسيم كصورة امامية (Foreground image) بينما تكون بقية التفاصيل الثانوية الصورة الخلفية لها ، (Background image) وبعبارة اخرى تمثل التفاصيل الثانوية المستوى الادنى بصرياً (Lower visual level) . ولتحقيق ذلك يلجأ عالم الخرائط الى عنصر التباين (Contrast) للتمييز بين التفاصيل الرئيسية والثانوية بواسطة استخدام اشكال مختلفة من الرموز أو تغيير سمك الخطوط كما في الشكل (5 – 1) .

ان تقسيم محتويات الخريطة من التفاصيل المختلفة حسب اهميتها يتطلب بالضرورة التأكيد على تلك التفاصيل المهمة حسب الغرض من الخريطة ، بحيث تبدو واضحة لعين القارئ وذلك من خلال تطبيق مبدأ التباين . وعند معالجة هذا المبدأ يجب ان تستعمل اقل الدرجات اللونية (Tone) أو الخطوط الاقل سمكا للتفاصيل الثانوية بينما تستعمل الدرجات اللونية الاكثر شدة أو الخطوط الاكثر سمكا للتفاصيل الرئيسية . وهكذا نستطيع تحقيق التباين المطلوب ، ولكن ينبغي ايضا تحقيق عنصر التوازن بينهما .

ان تقدير المستويات البصرية للرموز المختلفة الممثلة للعوارض الطوبوغرافية ليست عملية سهلة ، وعليه يجب الانتباه الى القواعد الآتية :

(1) مدى اختلاف الرموز عن الصورة الحقيقية للعوارض . فكلما كبر الاختلاف زاد الاهتمام بها .

الشكل 5 – 1 تباين الخطوط والتشكيلات

(2) تعقيدها النسبي (Relative complexity) كلما كانت الرموز معقدة الرسم ، زاد اهتمام القارئ بها .

(3) حجمها النسبي : كلما كان كبيرا وضحت رؤيتها وزاد الاهتمام بها .

(4) وضوحها النسبي : ان الرموز الواضحة التي تبرز عما يجاورها من معالم اخرى انما تجتذب المشاهد لاستشفاف مكنونها ، فالبقعة البيضاء تبدو اكثر سطوعا من المناطق أو المساحات الملونة بالالوان الفاقعة أو الفاتحة ، والمحيطة بها أو القريبة منها .

(5) موقع الرموز بالنسبة لبقية مكونات الخريطة : فالرموز التي تقع ضمن مركز الخريطة تجتذب عين القارئ اولا ، ثم ينتقل ببصره بين فقراتها المختلفة .

وبناء على هذه الاعتبارات يمكن تصميم الرموز حسب اهميتها بالنسبة للغرض المنشود من الخريطة . ويمكن ان نطلق على هذه الاعتبارات أو القواعد بمقياس الاهمية البصرية (Scale of visual significance) .

وبموجب هذا المقياس ايضا يمكن تحقيق التباين بين الرموز حسب اهميتها للغرض المطلوب من الخريطة . ان اختلاف سمك الخطوط (لاحظ الشكل 5 – 1 أ) يلعب دورا بارزا في تحقيق عنصر التباين للرموز الخطية (Line symbols) وكذلك يمكن استعمال الشدة اللونية في تحقيق التباين . وفي المثال الآتي نبين كيفية تقويم عناصر الخريطة المطلوب اعدادها لأجل ايضاح اهم الوحدات الفيزيوغرافية المتعلقة بطبيعة الاراضي والتأكيد على الجزء الاسفل من وادي الرافدين فيها . وعلى ضوء القواعد المتعلقة بالمستويات البصرية المذكورة آنفا :

(1) المكان : العراق

(2) العناصر المطلوب التأكيد عليها حسب الغرض : الجزء الاسفل من وادي الرافدين .

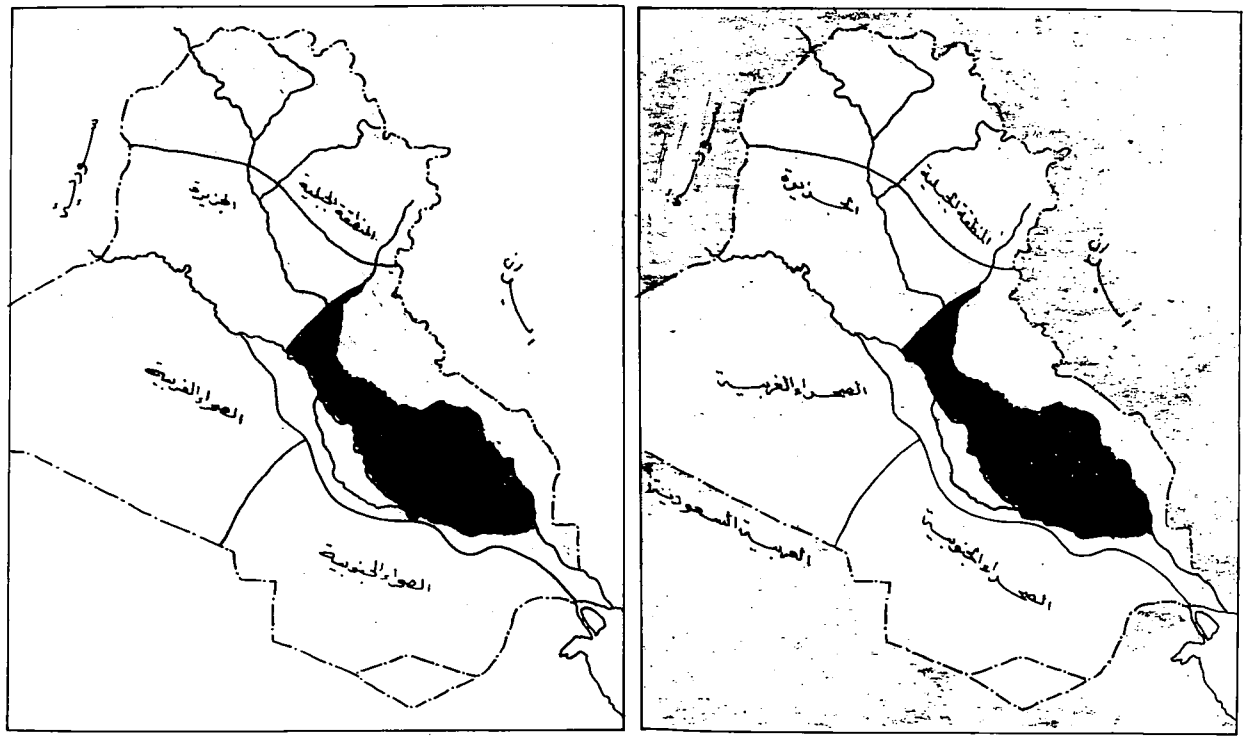
(3) الموقع والوضوح النسبيان لهذا الجزء .

ان الوصول الى التصميم الامثل لمثل هذه الخريطة يتحقق من خلال تصميم خرائط تجريبية (Trial maps) وذلك لاتخاذ قرار حاسم بشأن التصميم الافضل (لاحظ الشكل 5 – 2) .

ب
ايران
المنطقة الجبلية
الجزيرة
الصحراء الغربية
الربع الخالي
الصحراء الشرقية
ا

الشكل 5 – 2 خارطة العراق مرسومة وفق ترتيب الحدود البصرية المختلفة – ترتيب الحدود البصرية في الخارطة – ب – هو الأمثل

لأن تصميمها يؤكد حدود العراق اولاً وحدود الجزء الاسفل من وادي الرافدين ثانياً ثم يوضح موقع هذا الجزء بالنسبة الى خارطة العراق وفق الغرض من الخارطة .



(جـ) الوضوح : (Clarity)

في تصميم الخرائط ينبغي ان تكون عناصرها المختلفة واضحة ومفهومة وقابلة للتفسير . ان الفرق بين قراءة الخريطة والمقالة العلمية أو القصة الادبية هو ان القارئ يرى جميع عناصر الخريطة مرة واحدة ، ويتأثر بجمال تصميمها ، بينما يدرك مضمون الاخيرة تدريجيا من خلال الاسلوب والفكرة الى ان ينتهي من قراءتها . وينتقي الكاتب الجيد الكلمات الصحيحة والمناسبة للتعبير عن افكاره . وهكذا يتعامل صانع الخرائط مع الرمز الذي يأخذ مكان الكلمة للتعبير عن العارض الطوبوغرافي .

ان صفة الوضوح يمكن ان تتحقق من خلال الاختيار الجيد للخطوط والاشكال والالوان للتعبير عن مضمون الخريطة . وهذا الاختيار يتعلق ايضا بالحجم المناسب للرموز ، فمهما كان الخط جميلا ، فأن الرموز تبقى بدون فائدة مادام حجمها صغيرا يعيق رؤيتها بوضوح . وهناك حد ادنى للحجم ، بحيث لا يمكن تشخيص الاشكال والرموز غير الشائعة دونه . والجدول التالي يبين العلاقة بين حجم (سمك) الرمز ، سواء كانت رموزا موقعية او خطية أو مساحية ، ومقدار البعد الذي يمكن قراءتها أو مشاهدتها منه بوضوح .

الحجم (السمك/سم)	المسافة/متر
0.025	0.45
0.075	1.50
0.175	3.00
0.350	6.00
0.700	12.00
1.050	18.00
1.400	24.00
1.750	30.00

ولقد اصبحت بعض اشكال الرموز تقليداً تتبعه معظم دوائر المساحة واعداد الخرائط كتصميم اشارة الشمال أو المقياس البياني . بالاضافة الى مواقع هذه الاشارات وغيرها ، حيث توضع مثلا اشارة المقياس البياني (Graphical scale) وسط الضلع الاسفل لحدود الخارطة .

فهما تكون هذه الرموز صغيرة ، فأن قراءتها والتعرف على مكنونها يكون ميسورا بالنسبة للقارئ وذلك لتعوده على وجود تلك الرموز في نفس الموقع من الخرائط المختلفة . أن الشكل له تأثير كبير أيضا في تمييز الأشارات عن بعضها البعض أيضا (لاحظ الشكل 5 – 1 ب ز) .

5 – 3 تصميم وتباين الأنماط (Design and contrast of patterns)

يلجأ الرسامون وصناع الخرائط الى أستعمال تصاميم مختلفة من الأنماط (Patterns)الخاصة بالرموز المساحية (Area symbols) . وتكون هذه الأنماط أما من الخطوط أو النقاط أو كلاهما أو من أشكال متباينة . ولا توجد قواعد ثابتة حول تأثير هذه الأنماط على العين ، والمقدرة على التمييز بينها وعليه فأن صانع الخريطة ينبغي أن يعتمد قاعدة الخطأ والصواب في ذلك ، فمثلا الأنماط المتكونة من الخطوط المتوازية لها تأثير على العين يختلف تماماً عن تأثير الانماط المتكونة من النقاط . ففي الأولى تنتقل العين بصعوبة نسبيا بين المساحات المخططة ، بينما يكون تمييز المساحات سهلا في الأنماط المنقطة ، كما تكون الحدود الفاصلة واضحة أيضا (لاحظ الشكل 5–1هـ . د) . أن الرسام حينما يلجأ الى أستعمال الخطوط في تصميم الرموز المساحية في الخرائط غير الملونة ، ينبغي عليه تجنب الخطوط التي يكون سمكها أكثر من المسافات البينية وذلك لأنها تؤثر على أعصاب العين . وبناء على ذلك يحاول الرسام أختيار نماذج مختلفة من هذه الأنماط وصولا الى التصميم الجيد .

5 – 4 تصميم الرموز في الخرائط (Design of map symbols)

أضحت الرموز المستعملة في الخرائط المختلفة قياسية ، وأصبح أستعمالها ملزما لعلماء الخرائط والرسامين . وهذه الرموز مصنفة حسب طبيعة العوارض الطوبوغرافية وحسب الظواهر المورفولوجية للعلوم المختلفة . وهذا التصنيف يساعد الى حد كبير في أتقان تصميم الخريطة حسب أغراضها ومقاييسها . وتلجأ دوائر المساحة ومنها المنشأة العامة للمساحة في بغداد الى وضع جداول بالرموز المستعملة للعوارض الطوبوغرافية وفق المقاييس المختلفة . كما يلجأ الرسامون الى أستعمال الرموز القياسية في الخرائط العلمية والخرائط الجيولوجية مثلاً وذلك لأن الرموز هي لغة الخريطة (لاحظ الفقرة 3–3) .

5 – 5 دور الألوان في الخرائط

يستطيع عالم الخرائط أن يقرر الطريقة التي ينبغي أتباعها في التلوين حينما يكون ملماً بمبادئ أستعمال الألوان في أنتاج الخرائط ، وخاصة عند تأكيد الأعتبارات الأقتصادية . حيث يمكن أنتاج صف من الظلال المتباينة من لون واحد بواسطة لوحة طبع واحدة عند أتباع طريقة اللون الثابت ، (Flat colour process) ولكن أنتاج الخرائط الملونة تكون كلفتها أكثر عند اتباع الألوان المركبة الأربعة (Four colour process) . أن انتخاب وأستعمال الألوان يجب أن يخضع للأنفعالات الاعتيادية والغرض المنشود من الخارطة الملونة . أن الألوان المؤثرة على العين لها خصائص عديدة وهي :

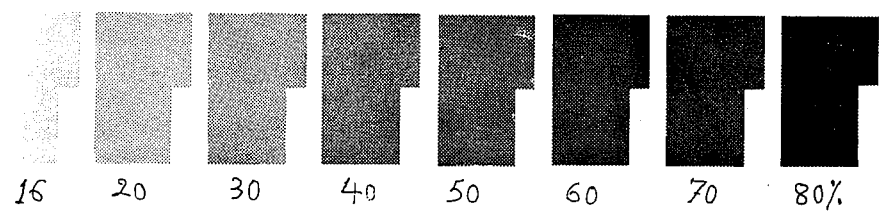
(1) علاقة اللون بالعين : يتغير اللون بالنسبة الى خصائصه في الطيف سواء كان اللون المتغلب (Hue) في الطيف الشمسي ، أخضر أو أحمر أو أصفر ، اذ يتفاعل المرء الأعتيادي بطرق متباينة بالنسبة الى ألوان الطيف . وأن أدراك هذه الأنفعالات ضروري لمعرفة أنسب الألوان عند التلوين .

(2) يتغير كل لون حسب قيمته (value) ، وكذلك بالنسبة الى درجة شدته (Intensity) أو التشبع النسبي للمساحة الملونة (Relative saturation of coloured area) . أن دراسة الخواص الفيزياوية للألوان ضرورية بالأضافة الى دراسة المشاعر الناتجة من تفاعل العين مع الألوان .

5 – 6 تباين القيمة اللونية (Contrast of colour value)

أن التباين (Contrast) كما مر ذكره من العناصر البصرية المهمة جدا في تكنولوجيا الخرائط . والتدرج من الحالة الغامقة (Dark) الى الحالة الفاتحة ، وسواء كان الشيء ملونا أو غير ملّون مهم في تصميم الخرائط . أن تباين القيمة يمكن أن يشير الى تباين التفتح . (Brightness contrast) او تباين درجة اللون ، (Tone contrast) كما يدعوه المصورون . وعندما يكون اللون أكثر تفتحا تكون قيمته عالية (High value) ، وهكذا يعتبر اللون الأبيض أقصى قيمة للألوان كافة . أن

تباين القيمة من العناصر المهمة جدا في تمييز وتشخيص الأشياء ، وهي أيضا تلعب دورا كبيرا في تصميم الخرائط . حيث أن فقراتها مثل جدول المصطلحات والرموز والخطوط (Lettering)تختلف في قيمتها اللونية . أن وضوح الرؤية يتغاير طرديا مع تباين القيمة ، والشكل (4–3) يوضح هذه العلاقة جيداً . ولقد وجد بأن العين ليست قادرة على تمييز تباين القيمة الى درجات عديدة . وأن ثمان درجات أو ظلال بين الأسود والأبيض يمكن تمييزها بوضوح فقط (الشكل 5–3) ، وهكذا ينبغي لعالم الخريطة أن لايتعدى ذلك . واذا تعدى هذا العدد فأن عليه أن يستخدم لوناً اخراً أو يستعمل أنماطاً مختلفة كالنقاط والخطوط تضاف الى المساحة الملّونة لتمييزها .



الشكل 5 – 3 سلسلة من الرموز المساحية المنقطة(Dot area symbols) تبين اختلاف القيمة اللونية للرمز ، اي النسبة المئوية للمساحة المحبرة

5 – 7 أنتخاب الألوان Choice of colours

أن الخارطة الملونة تشبه الى حد كبير اللوحة الفنية الملونة وخاصة اللوحة التجريدية . وبناء على ذلك ينبغي على عالم الخرائط أن ينتخب الألوان على أساس الأنفعال الذي تحدثه مع العين وعلى بعض العلاقات المتعارف عليها كعلاقة اللون الأخضر بالنبْت ، والازرق بالمياه اضافة الى اهمية تباين القيمة التي مر ذكرها . ان اللون الاحمر كما هو معروف من اكثر الالوان حساسية للعين يليه اللون الاخضر ثم الأصفر والأزرق والأرجواني . وهذا التدرج بالحساسية يمكن أن يتبعه عالم الخرائط

بالنسبة الى أهمية المعلومات التي يود أن يبينها على الخرائط . وتعطي الألوان الأساسية والثانوية أفضل النتائج في تلوين الخرائط حيث تحقق أنسجاما وتوافقا مقبولاً (Harmony) ، كما يمكن أستخدامها للتعبير عن الأغراض الكمية (Quantitative) . اذ أن أستعمال قيم اللون الواحد لاتعطي أفضل النتائج ، مثال ذلك قيم اللون الأصفر . وهكذا يصبح من الضروري مزج الألوان للحصول على قيم قابلة للتمييز بسهولة ووضوح ، بشرط أن يكون هناك نوعاً من التوافق فيما بينها . وتتسم ألوان الخرائط بالهدوء بشكل عام ، وذلك لتجنب صناع الخرائط أستعمال الألوان الحارة والكتل اللونية كما يحصل ذلك في اللوحات الفنية .

5 – 8 تلوين الخرائط (Map Colouring)

أن طرق طباعة الخرائط الملونة سوف يتم شرحها في فصل طباعة الخرائط . وفي هذه الفقرة شرح لأحدى الطرق الفنية اليدوية في تلوين الخرائط بأستعمال أحبار أيكولين (Ecoline) . حيث أن هذه الطريقة اليدوية تستعمل في المؤسسات العلمية والجامعات الأوربية ، وقد أدخلها المؤلف أول مرة عام 1962 في وحدة الترسيم التابعة الى المؤسسة العامة للتربة وأستصلاح الأراضي ، حيث تدرب عليها عام 1961 في هولندة . ولازالت هذه الطريقة تستعمل بنجاح في تلوين خرائط مسح التربة وتصنيف الأراضي وغيرها من الرسوم .

وتستعمل في هذه الطريقة الأحبار الخاصة بالألوان الأساسية الثلاثة وهي الأصفر والأزرق والوردي (الأحمر) حسب جدول يحتوي على 196 درجة لونية يمكن تحضيرها من مزج نسب مختلفة من تلك الألوان ، بالأضافة الى أستعمال مقادير مختلفة من الماء كما مبين في الجداول المثبتة في ملحق التمارين التطبيقية . ويفضل أن يكون وزن ورقة الخارطة (150 غم/م^2) أو أكثر حتى يمكن الحصول على تلوين متجانس ، ثم نبلل ورقة الخارطة بالماء بواسطة قطعة من الأسفنج وبعدها يتم تثبيت جوانبها الأربعة بواسطة شريط لاصق وعندئذ يتم تجفيفها بالمجففة الكهربائية ، الى حين أستوائها مرة ثانية وذلك لتحقيق تجانس جيد عند التلوين . وبعدها يبتدأ بالتلوين بأستعمال الفرشاة. ويفضل أن تكون لوحة الترسيم التي تثبت عليها ورقة

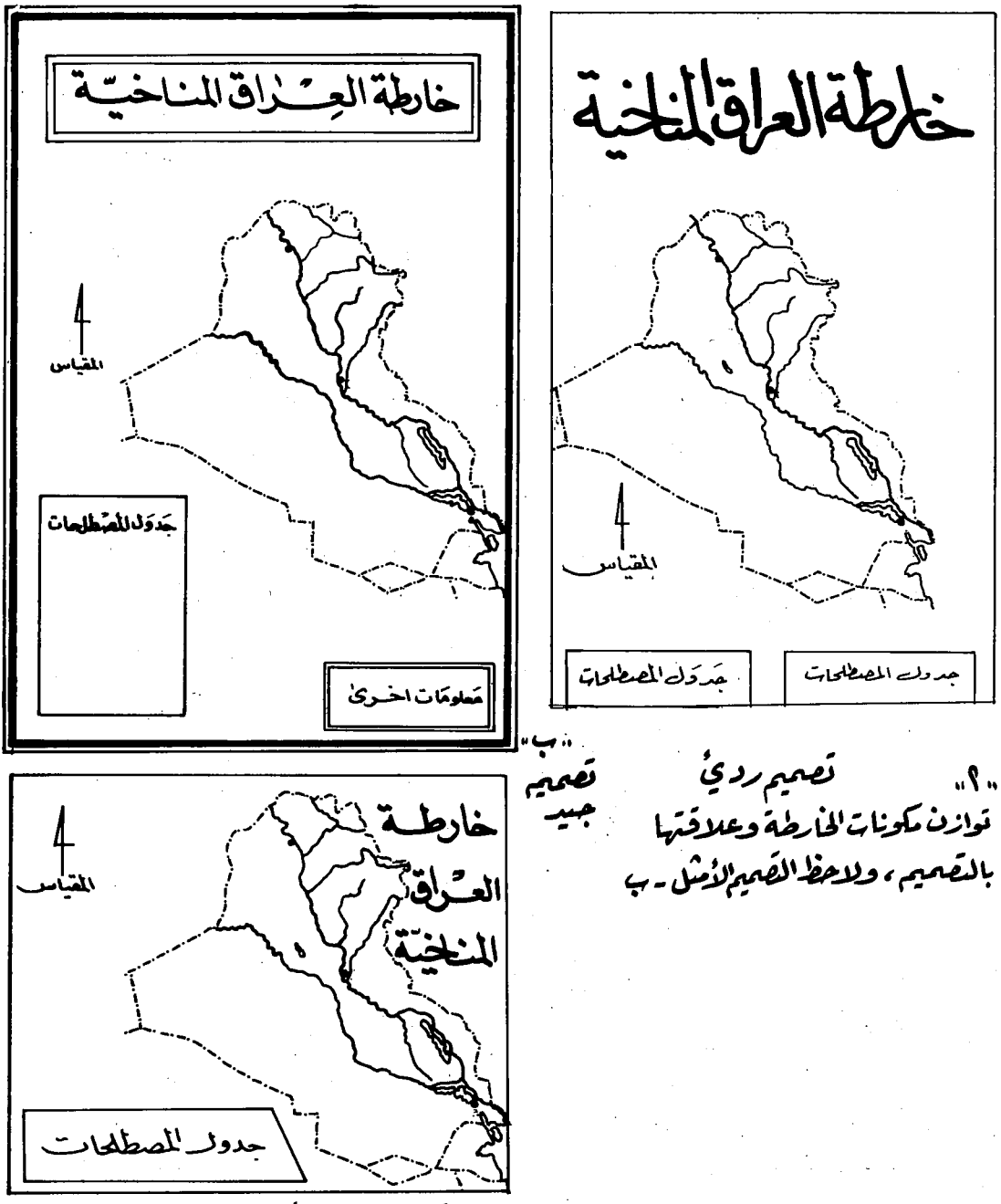
الخارطة مائلة بمقدار بسيط . ولا ينصح بأستعمال ورق النشاف للتجفيف بل يفضل أن تترك الخارطة لتجف في الهواء ، ويكتفى فقط بأزالة الكمية الزائدة من الحبر الملون من الجزء الصغير جداً للمساحة الملّونة بواسطة الورق المذكور .

5 – 9 توازن مكونات الخريطة (Balance of map components)

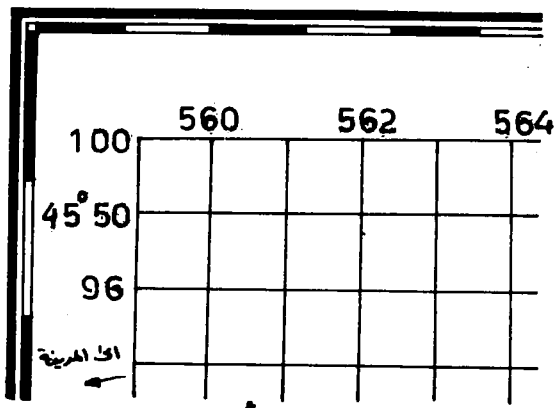
يواجه عالم الخرائط عند التصميم مسألة كيفية تعيين التوازن بين مكونات الخارطة كافة ، أبتداء من حجم وشكل لوحة الخريطة (Format) ، وجدول المصطلحات (Legend) ، والأطر التي تحيط بالشروحات ، والعناوين التي تتضمنها الخارطة ، والمساحات الملّونة وغيرها . أن التوازن في التصميم البصري (visual design)هو كيفية توزيع مكونات الخريطة المذكورة أعلاه . بحيث تحتل المواقع المناسبة لها ضمن لوحة الخريطة ، حتى يتحقق رضا المشاهد . ولذلك فأن التوازن يعتمد أساساً على الأهمية البصرية لتلك المكونات وعلى موقعها بالنسبة الى لوحة الخارطة . ولتحقيق الأهمية البصرية يلجأ صانع الخريطة– على سبيل المثال– الى تصميم أحجام مختلفة لجدول المصطلحات أو العناوين ومحاولة تنسيقها بطريقة أو بأخرى لكي تحتل الموقع المناسب في لوحة الخريطة كما في الشكل (5–4) . ثم أنتخاب التصميم الأفضل الذي يحقق التوازن وفق الغرض المنشود من الخارطة .

5 – 10 تصميم لوحة الخريطة واطرافها

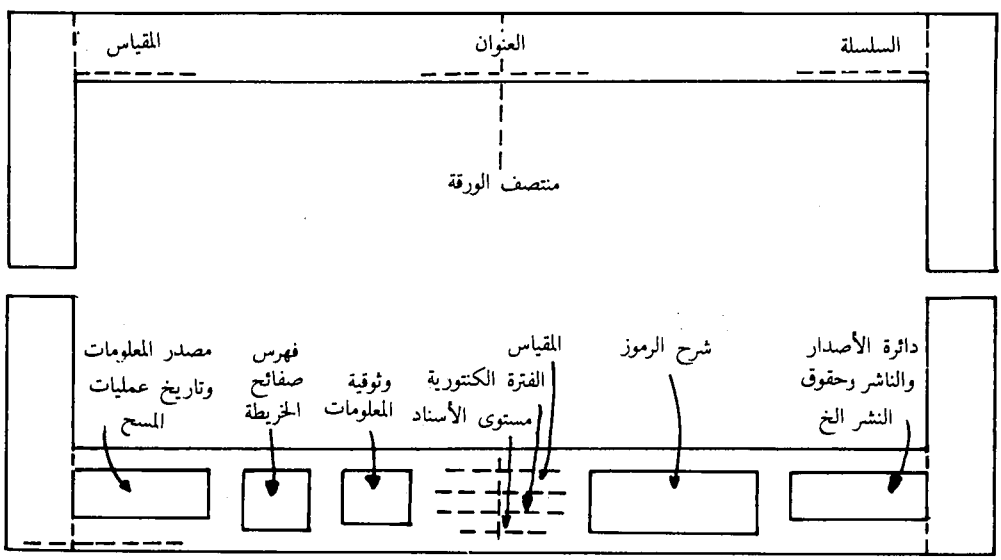
على الرغم من أن تصميم رموز الخريطة هو الوظيفة الأساسية للتصميم بصو عامة ، الا أن كيفية عرض محتويات الخريطة ضمن مساحة معينة (حجم اللوح يتطلب بعض الأعتبارات أيضاً . ومن المألوف أن أطراف لوحات الخرائط تتضم ثلاثة أنواع من الخطوط غالبا (الشكل 5–5أ) . الأول عبارة عن خط دقيق مج الى أقسام متساوية تتعلق بالنظام الشبكي (Grid) ويحيط بمضمون أو بمنطة الخارطة ، وعلى بعد (1.5–2سم) منه يوجد الخط الثاني الداخلي الذي يقسم وف درجات خطوط الطول والعرض ، ثم يليه الخط السميك الذي يحدد صور مضمون الخريطة . ويتضمن الفراغ الموجود بين الخط الأول والخطين الاخرين أرقاماً تشير الى درجات خطوط الطول والعرض ، والنظام الشبكي ، وعلى بعض



الشكل 5 – 4 توازن مكونات الخارطة وعلاقتها بالتصميم ، ولاحظ التصميم الأمثل ب



(أ)



ب

الشكل 5 – 5 تنظيم حدود الخرائط (أ) ، والمعلومات الهامشية للخرائط الطوبوغرافية(ب

السهام للدلالة على أتجاه بعض الطرق ، وبعض الكلمات والجمل التي تساعد على تفسير تفاصيل الخريطة . وفي الخرائط التي تحتل لوحة واحدة ، تضاف عادة بعض المعلومات ضمن الفراغ الموجود في منطقة الخريطة ، وفي هذه الحالة قد لاتوجد ضرورة الى وجود معلومات أضافية خارج حدود الخارطة . أما في الخرائط التي تشغل سلسلة (Series) كاملة من اللوحات ، بحيث تكون منطقة الخريطة مشغولة بالمضمون تماماً ، عندئذ يصبح من الضروري تقديم المعلومات الأضافية في أطراف الخريطة ، مع أخذ المساحة التي ستشغلها بنظر الأعتبار عند الطبع .

والنظام الشائع هو وضع عنوان السلسلة ، وعنوان لوحة الخريطة ، والمقياس في الطرف العلوي الضيق لورقة الخريطة ، مع تضمين المعلومات الأخرى داخل رقع (Panels) مختلفة الشكل في الطرف الأسفل العريض منها (الشكل 5–5ب) . وقد تتضمن المعلومات الهامشية (Marginal information) فقرات عديدة بالنسبة الى نوع الخريطة ، وحاجة اللوحة الى بيانات مفصلة عن الرموز . والمعلومات الضرورية الواجب أضافتها الى الخرائط هي :–

تاريخ أجراء المسوحات ، وتاريخ تنقيح هذه المسوحات (أن وجد) ، جهة النشر ، وتعريف بأنظمة القياسات المستعملة في المسح مثل مقدار الفترة الكنتورية والمقياس البياني . ويفضل بيان الرموز على شكل مجاميع ، وتوضع المعالم الطبيعية ضمن مجموعة مستقلة ، كما وتوضع المعالم الحضارية في مجموعة أخرى . وعند أنحراف أتجاه الشمال عن خطوط تراصف (Alignment) الخريطة ، عندئذ يشار الى ذلك بوضوح . وأضافة الى هذه الفقرات الأساسية قد توجد فقرات أخرى حسب نوع الخريطة . وبناء على ذلك ينبغي الأهتمام بتنظيم هذه المعلومات بصورة جيدة بحيث ترتب بشكل متماثل (Symmetrical) وموزون وذلك بالأستعانة بالخط الوسطي والخطوط الطرفية للخريطة . وينبغي أن يكون تصميم المعلومات الهامشية واحداً لجميع لوحات السلسلة . ويفضل تجنب التفاصيل غير الضرورية مثل عبارة مفتاح المصطلحات (Legend) . ولغرض حفظ الخرائط يرجح أمناء المخازن والمكتبات تكرار عنوان السلسلة واللوحة والمقياس بحروف صغيرة في طرف الحافة السفلى من الخريطة للرجوع اليها بسهولة .

الفصل السادس

مقياس الخرائط

Map Scale

مقياس الخرائط
Map Scale

مقياس الخرائط Map scale :

تتضمن قراءة الخرائط معرفة عدة اعتبارات منها مبادئ مقاييس الخرائط ، والمقياس الذي يمثل النسبة بين المسافة الممثلة على لوحة الخريطة الى المسافة الحقيقية على الارض .

6 – 1 صور التعبير عن المقياس :

(1) المقياس المباشر (Direct scale) :

وهي ابسط الطرق للتعبير عن المقاييس ، حيث تذكر وحدات الطول (Length units) مباشرة ، اذ يقال مثلا بأن سنتمتراً واحداً يساوي خمسة كيلومترات . وهذه الجملة تعني سنتمتراً واحداً على الخارطة يساوي خمسة كيلومترات على الارض . وهذه الصورة لا تستخدم في الخرائط الطوبوغرافية .

(2) المقياس النسبي (Fractional scale) :

حيث يعبر عن المقياس بواسطة النسبة ، ويكون البسط والمقام لهذه النسبة متماثلاً في وحدة القياس ، والبسط يكون واحداً عادة . ويطلق عليه ايضا الرمز (R.F)[1] . ويقوم قارئ الخريطة بتحويل المقياس النسبي الى وحدات قياسية بالنظام المتري لقياس المسافات على الخارطة وتعيين المسافة الحقيقية على الارض . ولو فرضنا ان المقياس النسبي كان (1 : 100000) فأنه يعني ان كل كيلومتر واحد على الارض يمثل سنتمتراً واحداً على الخريطة .

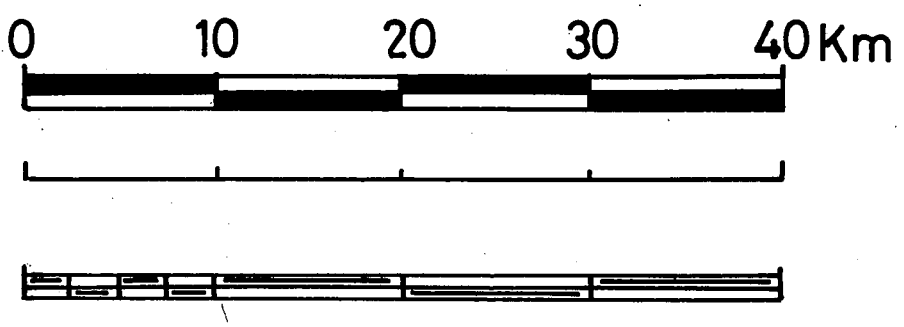
---

(1) Representative Fraction = R.F

(3) **المقياس الخطي أو البياني (Line or graphical scale) :**

ان هذه الصورة أكثر استعمالا في الخرائط الطوبوغرافية ، وغيرها من الخرائط المستعملة للاغراض التطبيقية . حيث يكون تصميم هذا المقياس في الحاشية السفلى من لوحة الخريطة ، ويذكر المقياس النسبي عادة فوق المقياس الخطي أو البياني . وهو عبارة عن خط أو شريط يبلغ طوله حوالي ثلث الضلع الافقي للخريطة الطوبوغرافية ، ويختلف في الخرائط الاخرى حسب طريقة التصميم التي يفضلها عالم الخرائط . وهذا الخط أو الشريط يقسم الى اجزاء متساوية يتم ترقيمها من الاعلى حسب (الشكل 6 – 1) .

ويمسك قارئ الخريطة المسطرة أو الحافة المستقيمة لقطعة من الورق على امتداد المسافة المطلوب قياسها على الخريطة ويؤشر ابعاد هذه المسافة ومن ثم يضع المسطرة أو حافة الورقة على امتداد المقياس البياني ويقرأ المسافة المطلوبة مباشرة . ويلجأ قراء الخرائط الى استنتساخ المقياس البياني من الخريطة على ورقة مستقلة لوضعها مباشرة بين النقاط المطلوب معرفة ابعادها وذلك لاختصار الوقت .



الشكل 6 – 1 بعض تصاميم المقياس البياني أو الخطي

وينبغي على قراء الخرائط ممارسة تحويل المقاييس من صورة الى اخرى كما في الامثلة الآتية :

(1) تحويل المقياس النسبي الى وحدات طول (المقياس المباشر) .

كم يساوي المقياس النسبي (1 : 100000) بالوحدات المترية (سم/كم) ؟

الحل : $\frac{\text{المسافة على الخريطة}}{\text{المسافة على الارض}} = \frac{\text{1 سم على الخريطة}}{\text{100000 سم على الارض}}$

ولكي تكون المسافة على الارض بالكيلومترات يقسم

$\frac{100000}{100000} = 1$ (1 كم = 100000 سم)

وهكذا يقال سنتمتراً واحداً على الخريطة يساوي كيلومتراً واحداً على الارض .

(2) تحويل وحدات الطول الى المقياس النسبي :

كم يكون المقياس النسبي للمقياس الذي مقداره سنتمتراً واحداً يساوي ثلاثة كيلومترات ؟

الحل : $\frac{\text{1 سم على الخريطة}}{\text{3 كم على الارض}}$

وعند تحويل قيمة المقام الى سنتمترات يكون $\frac{\text{1 سم على الخريطة}}{\text{300000 سم على الارض}}$

عندئذ يكون الكسر الممثل $\frac{1}{300000}$

(3) ارسم مقياساً بيانياً للمقياس النسبي 1 : 1130000 ، اي 1 سنتيمتر يساوي 11.3 كم على الارض .

الحل :

يرسم خط افقي ويقسم الى اجزاء متساوية ، طول الجزء سنتمتراً واحداً . ونرقم

الاجزاء هكذا (0، 11.3 ، 22.6 ، 33.9 كم) . الا ان هذا الترقيم غير مرغوب فيه ، ويفضل استعمال الارقام المتوالية المدورة ، مثال ذلك : 0 ، 10 ، 20 ، 30 ، 40 ، كم .

ولذلك يتبع الحل الآتي :

$$\frac{1 \text{ سم}}{11.3 \text{ كم}} = \frac{\text{س سم}}{10 \text{ كم}} \quad \text{؛ س} = \frac{10}{11.3} = 0.89 \text{ سم}$$

والان يمكن تقسيم خط المقياس البياني الى اجزاء متساوية طول احداها 0.89 سم وكل جزء يساوي عشرة كيلومترات .

(4) ارسم مقياساً بيانياً اجزاؤه بالسنتمترات للمقياس النسبي (1 : 50000) .

الحل :

$$\frac{\text{1 سم على الخريطة}}{\text{50000 سم على الارض}} = \frac{\text{1 سم على الخريطة}}{\text{0.5 كم على الارض}}$$

وعليه فأن كل سنتمترين على الخريطة يساوي كيلومتراً واحداً على الارض . ثم يقسم المقياس البياني الى اجزاء ابعادها سنتمتران .

(5) اذكر المقياس النسبي للمقياس البياني المبين في الشكل (6 – 1) .

الحل :

يقاس جزء من المقياس البياني (الشكل 6 – 1) بالمسطرة وليكن طوله (2.5 سم) . وهكذا فأن (2.5) سم على الخريطة تساوي (10) كيلومترات على الارض .

$$\frac{2.5 \text{ سم}}{10 \text{ كم}} = \frac{2.5}{1000000} = \frac{1}{400000}$$

ومن المعروف ، عند التمييز بين المقياس الكبير والاصغر منه ، ان المقياس (1 : 10000) اكبر مرتين من المقياس (1 : 20000) الا ان هذه الحقيقة تنطلي

على بعض الطلبة وقراء الخرائط ، لانهم بدون وعي يعتقدون ان الرقم الكبير يدل على المقياس الكبير. ومن المفضل ان يطرح السؤال التالي :
اي الكسور اكبر $\frac{1}{4}$ أو $\frac{1}{2}$ وذلك للتخلص من هذا الالتباس .

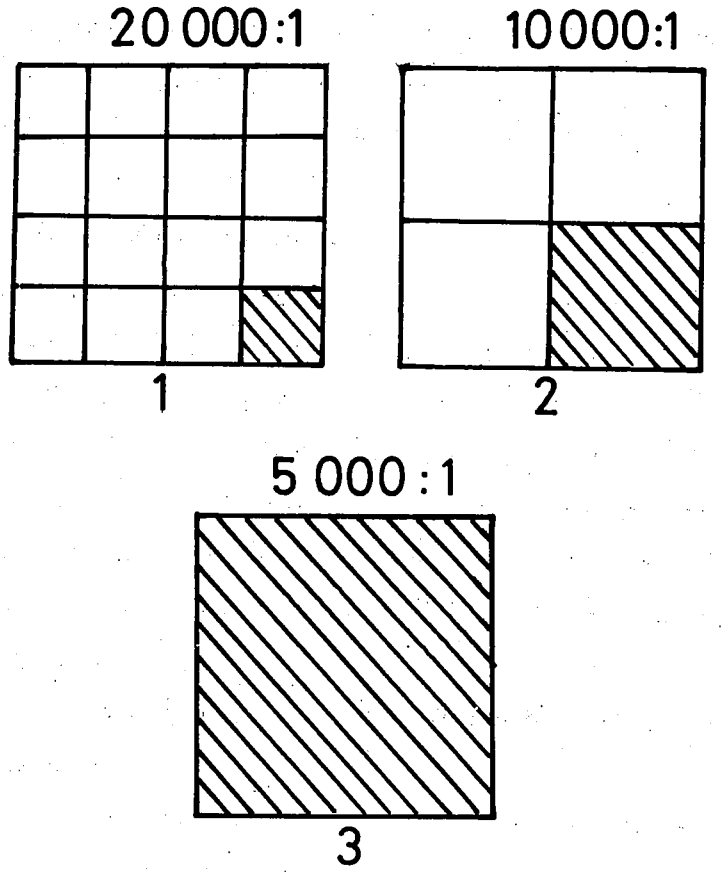
6 – 2 العلاقة بين المقاييس والمساحات

لو فرض وجود خارطتين مختلفتين في مقياسها ومتماثلتين في ابعاد لوحتيهما ، فماهي العلاقة بين المساحتين الممثلتين فيهما ومقياس كل منهما ؟ في الشكل 6 – 2 ثلاث لوحات من الخرائط المتماثلة الابعاد ، ومقاييسها على التوالي 1 : 20000 ، 1 : 10000 ، 1 : 5000 من اليسار نحو اليمين . ان الخارطة رقم (3) تبين ربع المساحة الارضية الممثلة في الخارطة رقم (2) بالرغم من ان مقياس الخارطة الثالثة ضعف قيمة مقياس الخارطة الثانية. وكذلك فأن مقياس الخارطة رقم (3) يساوي اربعة اضعاف مقياس الخارطة رقم (1) لكنها تغطي من المساحة بقدر $\frac{1}{16}$ من المساحة الممثلة في الخارطة الاولى . من ذلك كله يمكن اشتقاق القانون الآتي :

ان المساحة الارضية المبينة على لوحة الخارطة الثابتة الابعاد ، تتغاير عكسياً مع مربع اختلاف قيمة المقياس .

وهكذا فعند تصغير المقياس الى الثلث ، فان المساحة الارضية التي يمكن بيانها على الخارطة بعد التصغير سوف تزداد تسعة امثال رقعتها الاولى عند المحافظة على ابعاد لوحة الخريطة . وهذا يؤدي ايضا الى زيادة مقدار العوارض الطوبوغرافية المبينة على الخريطة بعد تصغير مقياسها والمحافظة على ابعادها (ابعاد لوحة الخريطة الاصلية) وعليه لا ينصح تكبير مقاييس الخرائط كي لا يحصل فراغ كبير خال من العوارض إلا لاغراض التحشية واعداد خارطة جديدة بمقياس جديد .

وهناك علاقات مباشرة اخرى بين المقياس من جهة ومقدار العوارض وتفاصيلها ، والغرض من الخريطة ، واستعمالاتها ودقتها وابعادها من جهة اخرى . اذ كلما كبر المقياس أزداد مقدار تفاصيل العوارض التي يمكن بيانها في الخارطة اما بالنسبة للخرائط الطوبوغرافية فأن المقاييس (1 : 20000 – 1 : 50000) تعتبر الحدود المناسبة لمعظم



الشكل 6 – 2 العلاقة بين المقياس والمنطقة الممثلة على الخريطة والتي تقل مساحتها كلما كبر المقياس

الاغراض ، حيث يمكن بيان العوارض المهمة لسطح الارض ، مثل المباني والطرق وغيرها التي يراها المساح أثناء تجواله في الحقل ، وفي بعض الاحيان تظهر الحاجة واضحة الى خرائط ذات مقياس اكبر من المقياس الذي تم حسابه لها ، وذلك للحصول على فراغ (Blank) في الخارطة لاضافة بعض التفاصيل في المستقبل ، وهذا مايحدث في خرائط انشاءات الطرق والخطوط الحديدية في المحطات وشبكات المجاري وغيرها .

وعند ترسيم الخرائط الطوبوغرافية التي تتراوح مقاييسها (1 : 10000 – 1 : 200000) يكون مقياس الرسم كبيرا ، وذلك لمساعدة الرسام في رسم تفاصيل الخريطة بسهولة وتقليل الاخطاء الناجمة عن الرسم غير الدقيق ، وعند تصغير المقياس الى النسبة المطلوبة فأن هذه الاخطاء ستتلاشى تقريبا . اذ تبدو صغيرة جدا بحيث لا تؤثر على جودة الرسم ، مثل عدم تجانس سمك بعض الخطوط . ومن عمليات ترسيم الخرائط المتعلقة بالمقياس هما عمليتي التلخيص والانحراف – راجع الفصل الثالث . اما علاقة المقياس بنوع الخريطة فأمر معروف وواضح ، فاذا كانت الخريطة طوبوغرافية فالمقاييس المفضلة لها هي (1 : 25000، 1 : 50000 ، 1 : 100000 ، 1 : 250000) ، واذا كانت خرائط كادسترائية فأن المقياس المفضل هو 1 : 10000 . واما علاقة المقياس بدقة الخريطة فأنها علاقة طردية . اذ كلما كبر المقياس اصبح مقدار الخطأ عند حساب المسافات وابعاد العوارض ضئيلا . فضلا عن بيان تفاصيل العوارض بدقة اكثر.

ويقرر صانع الخريطة نوع العلاقة بين حجم لوحة الخريطة ومقياسها . حيث يخضع حجم اللوحة الى اعتبارات معينة منها : مواصفات ماكنة الطبع ، ورغبة مالك الخريطة ، وتحديد عدد لوحاتها وفق المقياس المناسب لتغطية المنطقة الممسوحة .

6 – 3 طرق تغيير المقاييس

تتضمن طرق تصغير أو تكبير مقياس الخرائط أو الرسوم المختلفة ما يأتي : –

(أ) طريقة العرض projection

(ب) التصوير الفوتوغرافي photography

(جـ) المنساخ (البانتوكراف) pantograph

(د) شبكة الخطوط المتوازية Rectangular grid

لما كانت الخرائط الاساسية سواء الطوبوغرافية أو العلمية بمقياس كبير ، فينبغي والحالة تلك تصغيره الى المقياس المطلوب . كأن تصغر الخرائط من 1 : 10000 الى 1 : 50000 . وتتم طريقة العرض بواسطة جهاز اسقاط (Projector) حيث تعرض تفاصيل الخارطة من خلال عدسة على لوحة زجاجية ، ومن خلال تغيير المسافة بين العدسة ولوحة الخريطة واللوح الزجاجي يتم الحصول على النسبة المطلوبة للتصغير أو التكبير . وتعتبر طريقة

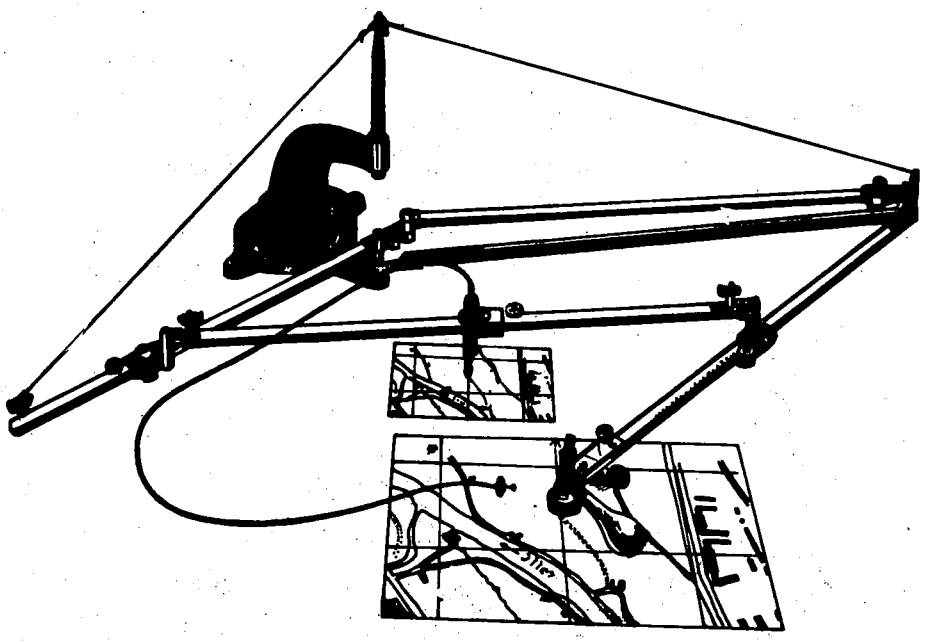
التصوير الفوتوغرافي ادق الطرق جميعا . وتتطلب كاميرا خاصة أو جهاز فوتوستات ، ولذلك يرتفع سعرها مقارنة بالطرق الاخرى .

وتستخدم طريقة المنساخ – المبينة ادناه – على نطاق واسع في المدارس والدوائر الفنية . كما يلجأ الطلبة احيانا الى طريقة شبكة الخطوط المتوازية في تغيير مقياس بعض الرسوم ، لكن نتائجها اقل دقة من الطرق المذكورة .

وفيما يلي شرح لطريقتي البانتوكراف وشبكة الخطوط المتوازية :

(1) طريقة البانتوكراف (المنساخ) :

يتكون جهاز البانتوكراف من اربعة اذرع تتصل مع بعضها بصورة مفصلية (لاحظ الشكل 6 – 3) بحيث تكون الاجزاء المحصورة منها بين محاور الاتصال



الشكل 6 – 3 جهاز تغيير مقياس الخرائط (المنساخ)

متساوية او تكون الاجزاء المتقابلة متساوية ، ويثبت مسمار التوجيه (Guiding nib) في الطرف البعيد ، اما طرف قلم الترسيم (Drawing nib) فيثبت في الثقب القريب من نقطة الارتكاز (Pole) ، وذلك عند عملية التصغير. اما عند تكبير المقياس فيحدث العكس . وينبغي ان تكون الاذرع متوازية مع سطح المنضدة التي يرتكز فوقها البانتوكراف . وعند الاستعمال يتم حساب اطوال ثلاثة اجزاء من الاذرع او جزئين حسب نسب التصغير او التكبير المبينة في جدول التعليمات المرفقة مع جهاز البانتوكراف . وتثبت اطوال الاجزاء المطلوبة من اذرع الجهاز بواسطة ثلاث ورنيات أو ورنيتين حسب الجهاز المستعمل ، وعند عدم وجود التقسيمات على اذرع الجهاز يمكن اجراء عملية التصغير والتكبير بواسطة المعادلتين الاتيتين [1] .

طول الجزء المطلوب من الذراع (سم) $= \frac{s}{S + s} K$ (عند التكبير)

طول الجزء المطلوب من الذراع (سم) $= \frac{S}{s + S} K$ (عند التصغير)

حيث K هو طول ذراع البانتوكراف المستعمل بالسنتمترات ، s, S مقام كسر المقياس الكبير والصغير على التوالي ، هذا وينبغي ان تكون منضدة الترسيم واسعة بحيث يمكن تثبيت لوحة الخارطة ولوحة الترسيم بحيث تكون اضلاعها المتماثلة متوازية . وكذلك تمر الخطوط المستقيمة التي تربط الزوايا المتماثلة فيهما خلال نقطة ارتكاز جهاز البانتوكراف . ويجب ان يمس القلم سطح الورقة عندماينزلق طرف المسمار على تفاصيل الخريطة .

(2) شبكة الخطوط المتوازية

ترسم في هذه الطريقة شبكة من المربعات بواسطة قلم الرصاص الصلب على لوحة الترسيم . وأن اضلاع المربعات تساوي سنتمتراً واحداً على الاقل . ثم ترسم

---

(1) مناخ OTT – 500 . نقطة الارتكاز في الوسط .

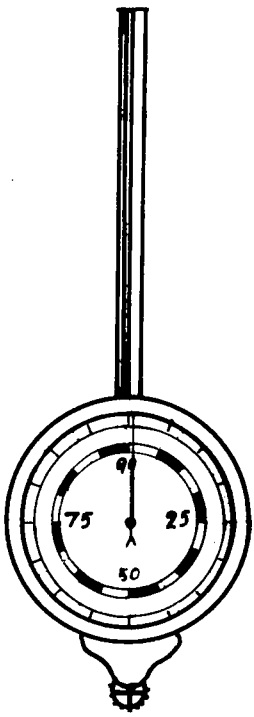
شبكة من المربعات على الخريطة المطلوب تكبير مقياسها مثلا . ويكون طول ضلع المربع عليها مساو الى $R \frac{S}{s}$

وتكون وحدة الطول بالسنتمترات (s,S) : مقام المقياس الكبير والصغير ، اما (R) فهي مساحة المربع المرسوم على لوحة ورق الترسيم وتساوي 1 سم^2 . واخيرا تنقل تفاصيل الخريطة الى لوحة الترسيم مربعاً بعد مربع .

6 – 4 قياس المسافات والمساحات

تتطلب الدراسات المتعلقة بعلم الخرائط الى اجراء القياسات المختلفة على لوحة الخريطة . فقياس ابعاد العوارض واطوال الخطوط المستقيمة ليست بالعملية الصعبة ، اذ يمكن قياسها بالمسطرة الاعتيادية ، بينما قياس الخطوط والمساحات ذات الاشكال غير المنتظمة قد يؤدي الى حدوث بعض الاخطاء ما لم تستعمل الاجهزة المناسبة ، ومع ذلك فعند قياس الابعاد على الخارطة لا بد من حدوث بعض الاخطاء التي تعزى الى مسقط الخريطة (راجع الفقرة 7 – 6 من الفصل القادم) ، والتضاريس الارضية ، فضلا عن احتمال تمدد لوحة الخريطة نتيجة لتعرضها الى الظروف المناخية . وتعتبر الخرائط الطوبوغرافية الكبيرة المقياس اصلح انواع الخرائط للقياس لانها تمثل وحدات مساحية صغيرة ومطابقة لسطح الارض الى حد كبير .

ولغرض تحديد طول الخط المتعرج تستعمل اداة مقياس الخرائط (Map measure or opisometer) . اذ تتكون من عجلة صغيرة (الشكل 6 –4) ، يتم تدوين عدد دوراتها على قرص مدرج(Dial) ، وعند اجراء القياس لا بد من التأكد ان العقرب يشير الى الصفر ، وتحرك العجلة الصغيرة على امتداد الخط تماما في الخريطة وعندئذ يمكن تحويل مقدار الطول الذي سلكته العجلة والمدون على القرص المدرج الى وحدات الطول وحسب مقياس الخارطة ووفق الجدول الاتي . وتتضمن بعض ادوات مقياس الخرائط على مجموعة من المقاييس الشائعة الاستعمال ، مدونة على القرص المدرج ، لكي يمكن الحصول على الاطوال المختلفة مباشرة وفق المقاييس المتباينة .



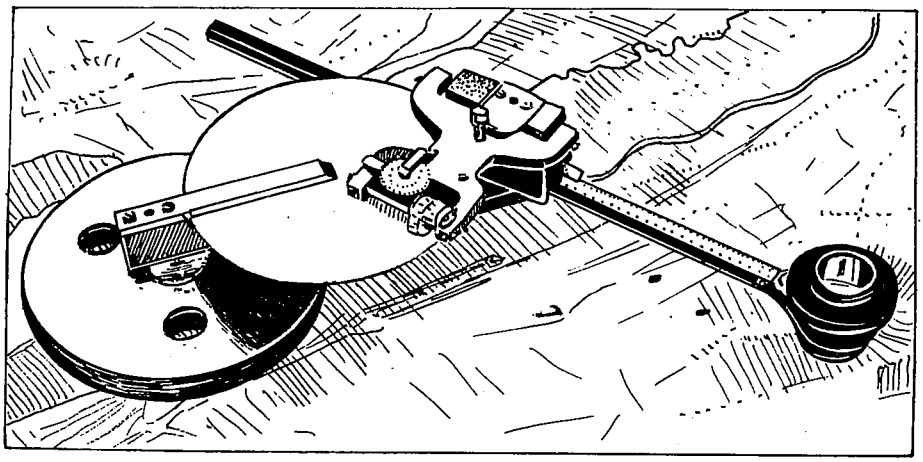
الشكل 6 – 4 اداة قياس الخرائط
(Map measure or opisometer)

جدول 6 –1 : المقاييس الشائعة الاستعمال وما يكافئها من وحدات

مقياس الخريطة	سنتمتر واحد على الخارطة يمثل	كيلو متر واحد على الارض يمثل بواسطة
1 : 1000	10 م	100 سم
1 : 2000	20 م	50 سم
1 : 5000	50 م	20 سم
1 : 10000	100 م	10 سم
1 : 20000	200 م	5 سم
1 : 25000	250 م	4 سم
1 : 50000	500 م	2 سم
1 : 100000	1.0 كم	1 سم
1 : 250000	2.5 كم	4 مم
1 : 1000000	10.0 كم	1 مم

اما حساب مساحة الاشكال غير المنتظمة في الخريطة فهناك وسائل عديدة ابسطها تقسيم مساحة الاراضي الى اشكال هندسية مثل طريقة المربعات التي تتضمن وضع ورق بياني فوق المنطقة المطلوب قياسها واحصاء عدد المربعات واجزائها ضمن حدودها . ولكن هذه الطريقة تعتبر غير دقيقة .

كما توجد طرق اخرى يمكن الرجوع اليها في كتب المساحة مثل ، طريقة المضلع (Polygon mothod) ، وقاعدة شبه المنحرف (Trapezoidal) ، وطريقة الشرائح (Strip method) ، وقاعدة سمبسن (Simpson's rule) ، وطريقة الاحداثيات وضعف المسافة الهاجرية اي مضاعف خط الطول . وبالاضافة الى هذه الطرق يمكن استخدام الالات لمعرفة مساحة الاشكال المختلفة من الخرائط ، وهي بدون شك اسرع من الطرق التخطيطية المذكورة انفا واكثر دقة . ولذلك يفضل استعمال مقياس المسطحات (Planimeter) ولا يتطلب هذا الجهاز (الشكل 6 –5) سوى استشفاف حدود المنطقة



الشكل 6 –5 بلانيمتر قرصي لحساب مساحة وحدات الخارطة

بواسطة المؤشر (Pointer) ، وقراءة الوحدات المربعة من خلال القرص المدرج ، والاسطوانة المدرجة مع الورنية (Vernier) الملحقة بها ايضا . وتسجل بعض اجهزة مقاييس المسطحات عدد السنتمترات المربعة للمنطقة المقيسة ، بينما تستطيع اجهزة اخرى تقديم ارقام الوحدات البلانيمترية (Planimetric units) التي يمكن تحويلها الى الوحدات المساحية مثل الدونم او المشارة والفدان وغير ذلك . ان مهمة الورنية في مقياس المسطحات القطبي(Polar planimeter) مثلا هي تسجيل احاد الرقم الذي يتم الحصول عليه من عملية القياس ، اما الاسطوانة المدرجة فتقرأ عليها عشرات الرقم ومئاته ، بينما

يقرأ على القرص المدرج الوف الرقم . فلو كانت الوحدة البلانيمترية – حسب مقياس الرسم – تساوي (50 مترا مربعا على سبيل المثال ، فعندئذ يضرب الرقم المأخوذ من الجهاز بعد اجراء القياس بالرقم (50) ، للحصول على عدد الامتار المربعة لمساحة الشكل غير المنتظم . ويمكن ايضا تقسيم الرقم الاخير على (2500) للحصول على عدد الدونمات لمساحة ذلك الشكل .

اما قيمة وحدة الورنية في مقياس المسطحات القرصي(Disc planimeter) فأنها تختلف حسب مقياس الخارطة ، كما يلاحظ في الجدول الاتي :

الجدول 6 –2 : قيمة وحدة الورنية بالامتار المربعة او الدونمات ، للاساس (10) .

المقياس	وحدة الورنية	المقياس	وحدة الورنية
1 : 500	0.5 متر مربع	1 : 25000	0.50 دونم
1 : 1000	2.0 متر مربع	1 : 50000	2.0 دونم
1 : 2000	8.0 متر مربع	1 : 100000	8.0 دونم
1 : 2500	0.005 دونم	1 : 500000	200 دونم
1 : 5000	0.02 دونم	1 : 800000	512 دونم
1 : 10000	0.08 دونم	1 : 1000000	800 دونم
1 : 20000	0.32 دونم		

الدونم = 2500 متر مربع

الفصل السابع

مساقط الخرائط

Map Projections

مساقط الخرائط
Map Projections

7 – 1 المقدمة

مسقط الخارطة هو تمثيل شبكة خطوط الطول والعرض على سطح مستو ، ويستعمل كأساس لرسم الخرائط ، وله خصائص معينة واغراض محددة . ولقد اتفق علماء المساحة والخرائط على حل المسائل الاساسية المتعلقة بتحويل الشكل الثلاثي الابعاد وغير المنتظم للكرة الارضية الى السطح المستوي للخارطة الثنائي الابعاد ، وذلك بأنتخاب شبه الكرة (Spheroid)[1] لأنها اقرب الاشكال الهندسية للمجسم الأرضي (Geoid)[2] ، لاحظ الشكل (7–1) وتحويل السطح الكروي الى سطح مستو بواسطة المساقط .

وينبغي أن تبين خارطة العالم جميع أجزاء القارات والبلدان من غير أنحراف في المقياس والأتجاه كما تكون أشكال ومساحات القارات والبلدان حقيقية . ولكن لا يمكن تحقيق جميع هذه الصفات في مسقط خارطة العالم .

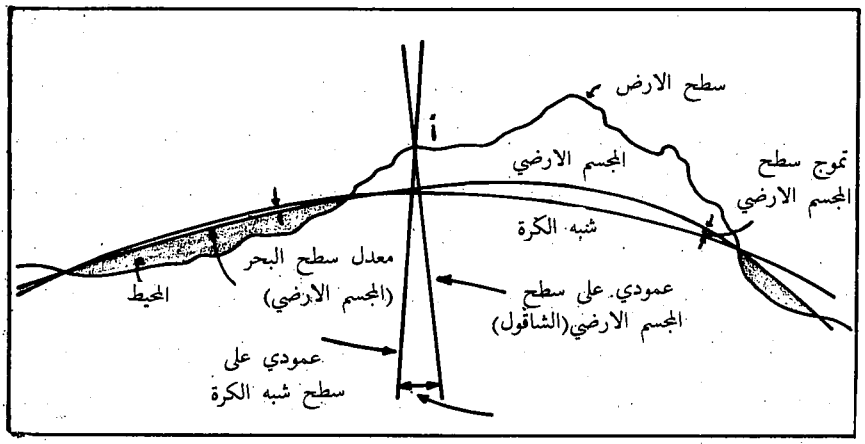
أن تمثيل العوارض الطوبوغرافية لجزء صغير المساحة من سطح الأرض (كمساحة مدينة مثلا) بأستعمال مسقط تربيعي (Rectangular Projection) قد لا يؤدي الى حدوث أنحرافات في المقياس والشكل والمساحة والأتجاه حيث لا تؤثر عليها كروية الأرض . ويمكن أن تمثل الكرة الجغرافية السطح الكروي للأرض . وقد تكون مفيدة وخاصة في القاعات الدراسية لأنها تعطي المشاهد صورة تقريبية لأشكال القارات ومساحاتها وأتجاهاتها . وبالرغم من ذلك فأن صانع الخرائط وغيره يفضل أنتاج الخرائط

---

(1) شبه الكرة Spheriod : نتيجة لعدم انتظام المجسم الارضي Geoid فانه لا يصلح لان يكون سطح اسناد Reference Surface لاغراض المساحة واعداد الخرائط . ولذلك اتخذ المساحون اقرب الاشكال الهندسية للمجسم الارضي وهو شبه الكرة او الكرة المفلطحة للحسابات .

(2) المجسم الارضي Geoid : هو السطح المتكون من معدل منسوب المحيطات ، والممتد خلال الكتل الارضية ليحيط بالارض ، والذي يتحدد شكله بواسطة التأثير المشترك لجاذبية الكتلة الارضية ، والقوة الطاردة المركزية نتيجة لدوران الارض . وبسبب التوزيع المتباين لكتلة الارض ، فأن سطح المجسم الأرضي غير منتظم .

المنبسطة الأعتيادية لسهولة تداولها وقلة تكاليفها . ولكن هذه الخرائط تتضمن بعض الأنحرافات المذكورة سابقا . فمثلا تبين خارطة العالم المبينة على أسس مسقط مركيتر



الشكل 7–1 العلاقة بين سطحي المجسم الارضي (Geoid) وشبه الكرة (Spheroid) والتي تبين انحراف الشاقول نحو المجسم الأرضي وتسببه في تموج سطح المجسم الارضي .

(لاحظ الشكل 7–13) أبتعاد الساحلين الشماليين لمنطقتي سيبيريا والاسكا كثيراً عن بعضهما وهذا خلاف الواقع كما يلاحظ ذلك في الحالة القطبية للمساقط السمتية (لاحظ الشكل 7–21) . وتبدو مساحة جزيرة (كرين لاند) – على سبيل المثال– أكبر من مساحة أمريكا الجنوبية في خارطة العالم المرسومة على مسقط مركيتر مع العلم أن الأخيرة تساوي تسعة أمثال مساحة الجزيرة المذكورة . وسوف يتضح للقارئ الكثير من هذه الأنحرافات المتعلقة بالمقياس والمساحة والشكل والأتجاه عند دراسته أنواع المساقط في هذا الفصل .

أن مسألة رسم خطوط الطول والعرض للكرة الأرضية على لوحة الخريطة المستوية يمكن حلها بالطرق الرياضية الهندسية . ويمكن تصور ذلك عمليا عند أحاطة الكرة الممثلة

للأرضِ بأسطوانة أو مخروط ومن ثم تقطيعها ونشرها وملاحظة شكل نظام خطوط الطول والعرض (لاحظ الشكل 7–10) . أن ترتيب هذه الخطوط سيختلف بالنسبة للأسطوانة والمخروط كما أنه مختلف تماما عما هو عليه في الكرة الأرضية . ويعتقد بعدم وجود طريقة هندسية يمكن بواسطتها تسقيط تفاصيل السطح الكروي على سطح مستوي من دون تلك الأنحرافات المذكورة سابقا .

ولقد وجد أن مقدار الأنحرافات في الشكل والمساحة والمقياس قليل جدا على أمتداد خط الطول الوسطي للمسقط ، ثم يزداد كلما أتجه نحو أطرافه ، ونتيجة لذلك أستعمل بعض علماء الخرائط عدة خطوط طول لتحقيق أقل أنحراف ممكن في خارطة العالم .

وتستخدم مساقط الخرائط للأغراض الأتية :

(أ) أعداد خرائط العالم في الأطالس .

(ب) حسابات النظام الشبكي الجغرافي (Geographical grid system) المتخذ كأساس للخرائط الطوبوغرافية .

(جـ) حساب أحداثيات الخارطة عند وجود الأحداثيات الجغرافية .

وقبل الدخول في موضوع أقسام المساقط وأنواعها وخصائصها وبنائها لابد أن تستذكر بعض المعلومات المتعلقة بشكل الأرض والأنحرافات الحاصلة في المساقط ، وطبيعة خطوط الطول والعرض ، وغيرها من المعلومات المتعلقة بموضوع المساقط .

7 – 2 شكل الأرض وقياساتها والعلاقة بين المجسم الارضي وشبه الكرة

ان شكل الأرض كروي تقريبا ، لكنه اهليليجي مسطح عند القطبين ، وقطره الاستوائي يزيد عن قطره القطبي بمقدار 45 .43 كم تقريباً . والجدول الآتي يبين قياسات الكرة الارضية .

جدول (7–1) : قياسات الكرة الأرضية (ERWIN RAISZ 1962)

نصف قطر الارض الاستوائي :	6. 378. 3 كم
نصف قطر الارض القطبي :	6. 356. 6 كم
نسبة اهليليجية الارض[1] :	298/1
محيط الأرض الاستوائي :	40. 075. 9 كم
محيط الأرض القطبي :	40. 008. 4 كم

تتمة الجدول في الصفحة التالية

(1) من الممكن تعيين الاطوال الحقيقية لدرجات اقواس الطول والعرض عند الاتفاق على ابعاد ونسبة اهليليجية الارض . إلا ان هذه القيم تختلف حسب المصادر المبينة ادناه . واذا كان نصف قطر الارض الاستوائي = ا ، ونصف قطر الارض القطبي = ب ، فأن اهليليجية الارض تساوي $\frac{ا-ب}{ب}$

المصادر	نصف قطر خط الاستواء (متر)	نصف قطر الارض القطبي (متر)	التفلطح $\frac{ا-ب}{ب}$	نسبة اهليليجية الارض	المناطق المستعمل فيها
Astrogeodetic					
Fischer 1960	6,378,160	6,356,778	0,003,352	298/1	
International					آسيا ، شمال افريقيا ، اوربا
Hayford 1909	6,378,388	6,356,912	0,003,367	297/1	
Clarke 1866	6,378,206	6,356,584	0,003,390	295/1	امريكا الشمالية
Clarke 1880	6,378,301	6,356,584	0,003,408	293/1	وسط وجنوب افريقيا
Bessel 1841	6,377,397	6,356,079	0,003343	299/1	اليابان واندونيسيا
Everest 1830	6,377,276	6,356,075	0,003,324	301/1	الهند

مصدر الجدول :

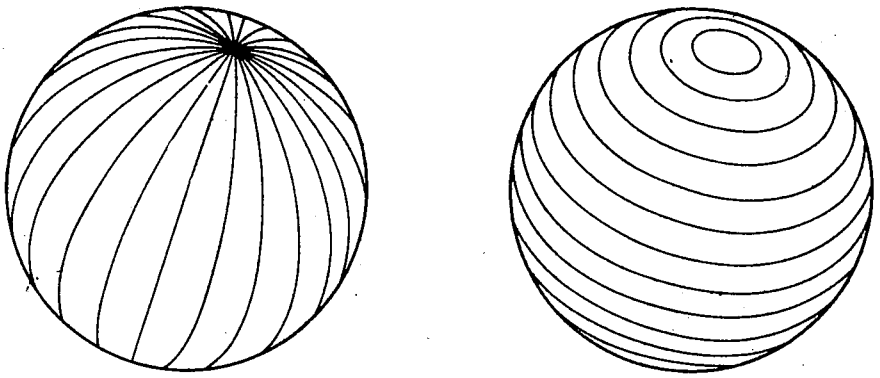
Departments of the U.S Army and the Air Force, in STRAHLER, A.N.1969.

طول درجة واحدة لقوس الطول (Longitude) عند خط الاستواء :	111. 294 كم
طول درجة واحدة لقوس العرض (Latitude) عند خط الاستواء :	110. 538 كم
طول درجة واحدة لقوس العرض عند القطبين :	111. 680 كم
المساحة الكلية للارض تقريبا :	316. 881. 280 كم^2

ولتوضيح العلاقة بين المجسم الارضي وشبه الكرة المذكورين سابقا ، يعتقد علماء المساحة التطبيقية (Geodesy) بأن حسن أختيار الشكل شبه الكروي ، سوف يؤدي الى تناسب سطحه مع سطح المجسم الارضي ، كما مبين في الشكل (7–1) ، اذ يغطس سطح المجسم الارضي غير المنتظم ثم يعلو احيانا فوق السطح المستوي للشكل شبه الكروي .

7 – 3 خطوط الطول والعرض (Meridians And Parallels)

ان نظام الاحداثيات الارضية قد نشأ بصورة طبيعية عن الاتجاهات الرئيسية ، وهي الشرق–الغرب–الشمال والجنوب ، والتي تعتبر من اقدم الفرضيات التي وضعها الانسان . ولقد ثبتت نقطتي القطبين الشمالي والجنوبي على سطح الكرة الارضية ودعيت الخطوط الوهمية الموصلة بينهما خطوط الطول ، لاحظ (الشكل 7–2) ، كما سمي الخط المحيط بالكرة من الشرق الى الغرب ماراً بمنتصف المسافة بين القطبين بخط الاستواء (Equator) ، أما الخطوط الموازية له فسميت بخطوط العرض . وقسم البابليون خط الاستواء ودائرة خط الطول الى 360 درجة ، وكل درجة الى 60 دقيقة ، وكل دقيقة الى 60 ثانية . ودعيت دوائر خطوط الطول وخط الاستواء بالدوائر العظمى (Great Circles) ، بينما دعيت دوائر خطوط العرض بالدوائر الصغرى (Small Circles) . وبالاشارة الى هذه الخطوط (الطول والعرض) يمكن تحديد مواقع النقاط والاماكن المختلفة على سطح الارض . ويتم تقويم خطوط الطول والعرض بالدرجات واقسامها



خطوط الطول　　خطوط العرض

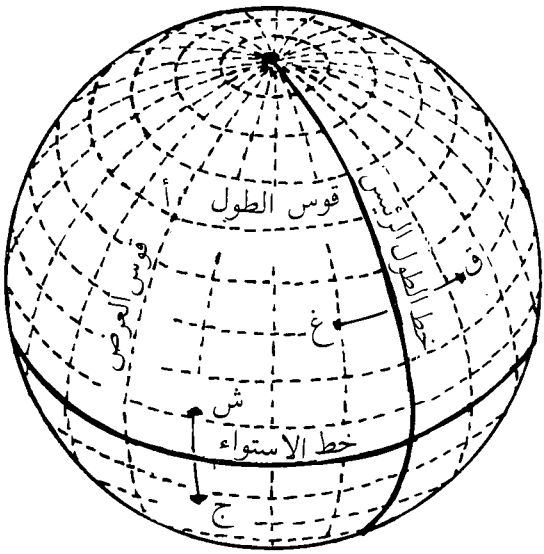
الشكل 7–2

(الدقائق والثواني) . ولقد اعتبرت قيمة خط الاستواء صفرا . كما تم الاتفاق على خط الطول المار بقرية كرنج (Green wich) في المملكة المتحدة على اعتبار قيمته صفرا ايضا . ودعيت المسافة الدائرية المقيسة بالدرجات شرق وغرب خط كرنج بقوس الطول (Longitude)[1] ، كما دعيت المسافة الدائرية المقيسة بالدرجات شمال وجنوب خط الاستواء بقوس العرض (Latitude) . وهكذا قسمت الكرة الارضية الى نصفين بالنسبة للمسافة الاولى والى اربعة اقسام بالنسبة الى المسافة الثانية (لاحظ الشكل 7–3) . ان اعلى قيمة لخطوط الطول تبلغ 180 درجة شرقا او غربا ، واعلى قيمة لخطوط العرض 90 درجة شمالا او جنوبا . وان تحديد قيمة خطوط العرض بصورة تقريبية يتم عادة برصد زاوية ارتفاع الشمس او النجوم . كما ان معرفة قيمة خطوط الطرل يكون بالرجوع الى حساب فرق الزمن عن موقع كرنج . حيث تدور الارض حول محورها نحو (360) درجة

(1) نتيجة للتباين في تعريب المصطلحات التالية في المعاجم العربية ، يقترح ما يأتي :

خط عرض　Parallel　قوس عرض Latitude

خط طول　Meridian　قوس طول Longitude .



الشكل 7–3 قوس العرض وقوس الطول

خلال (24) ساعة ، اي خمسة عشر درجة كل ساعة ، وهذا يعني بالنسبة لموقع مدينة بغداد (3×15=45 درجة تقريبا) لقوس الطول (Longitude) ، حيث ان مقدار فرق الوقت لهذه المدينة عنه في لندن ثلاث ساعات .

ويمكن تلخيص صفات خطوط العرض والطول كما يأتي : –

(1) تتوازى خطوط العرض مع بعضها .

(2) تتباعد خطوط العرض عن بعضها البعض بمسافات متساوية تقريبا . لاحظ الجدول (2–7) .

(3) تكون خطوط الطول واقواس الدوائر العظمى مستقيمة عند مشاهدتها بصورة عمودية على سطح الارض .

(4) تتقارب خطوط الطول من بعضها البعض كلما اتجهت نحو القطبين وتنفرج عن بعضها

كلما اقتربت من خط الاستواء .

(5) تتباعد خطوط الطول عن بعضها بمسافات متساوية عند خطوط العرض كافة وتقل المسافات بينها كلما اتجهت نحو القطبين .

(6) تتباعد خطوط الطول والعرض عن بعضها البعض بمسافات متساوية تقريبًا عند خط الاستواء .

(7) تساوي المسافة بين خطوط الطول (الفرق بينهما درجة واحدة) عند قوس عرض درجة 60 ، نصف المسافة بين خطوط العرض تقريبا (الفرق بينهما درجة واحدة) وعند الدرجة المذكورة لقوس العرض .

(8) تتقاطع خطوط الطول والعرض بزوايا قوائم في كل مكان ، عدا القطبين ، نتيجة لشدة تقوس خطوط العرض .

جدول رقم (7–2) : المسافة بين خطوط العرض والطول .

المسافة بين خطوط العرض (كم)		المسافة بين خطوط الطول (كم)
اقواس العرض (Latitude)		اقواس الطول (Longitude)
0	110. 567	عند خط الاستواء 111. 321
10	110. 598	109. 641
20	110. 692	104. 649
30	110. 840	96. 448
40	111. 023	85. 396
50	111. 220	71. 698
60	111. 406	55. 802
70	111. 560	38. 188
80	111. 661	19. 394
90	111.699	عند القطب 0.0

7 – 4 طول درجة قوسي العرض والطول (Latitude and longitude)

ان طول درجة واحدة لقوس العرض يختلف قليلاً قرب خط الاستواء (110.5 كم) عما هو عليه قرب القطبين (111.6 كم) . ويعزى هذا الاختلاف الى تفلطح سطح الارض الذي ينحني بصورة اقل عند القطبين عما هو عليه عند خط الاستواء . ولذلك يمكن انطباق دائرة اصغر مع انحناء سطح الارض قرب خط الاستواء وتوافق دائرة اكبر عند القطبين . وعندئذٍ يتطلب رصد اختلاف درجة واحدة في ارتفاع جرم سماوي مسافة اقصر على امتداد خط الطول في المنطقة الاستوائية ، بينما يحتاج الى مسافة اطول في المنطقة القطبية . لأن طول قوس درجة واحدة يكون اكبر في الدائرة الكبيرة عنه في الدائرة الصغيرة . ولذلك فأن طول درجة واحدة لقوس العرض يصبح اكبر قرب القطبين وأقل قرب خط الاستواء . وهذا الاختلاف الذي لا يزيد كثيراً عن كيلومتر واحد قليل الاهمية في الخرائط الصغيرة المقياس ، ولكنه مهم في الخرائط الكبيرة المقياس المستعملة للمساحات الصغيرة .

ان طول درجة واحدة لقوس الطول يختلف من (111.2 كم) قرب خط الاستواء الى الصفر عند القطبين . ويتغاير قوس الطول مع جيب تمام قوس العرض حسب المعادلة الآتية :

1 درجة قوس الطول = 1 درجة قوس العرض × جيب تمام زاوية قوس العرض[1]

ولما كانت قيمة جيب تمام زاوية (60 درجة) تساوي (0.5) ، فأن طول درجة واحدة لقوس الطول على امتداد قوس العرض (60) تساوي نصف مقدارها عند خط الاستواء . وبعبارة اخرى ، تساوي المسافة بين خطوط الطول عند قوس عرض (60 درجة) نصف المسافة بين خطوط العرض عند الدرجة المذكورة .

7 – 5 قطاع الدائرة العظمى وخط الاتجاه الثابت (Orthodrome and Loxodrome)

عند الانتقال من نقطة الى اخرى على سطح الارض يتعين علينا استخدام اتجاه الدائرة العظمى او اتجاه البوصلة . فأذا كانت المسافة بين النقطتين لا تتجاوز عدة مئات من الكيلومترات ، فأن الاختلاف سيكون قليلا بين الاتجاهين ، ولكن المسافات الطويلة

---

(1) 1 Longitude = 1 Latitude × Cos φ , (φ = Lat. angle)

تؤدي الى اختلاف كبير بينهما . ويطلق الملاحون على خط الدائرة العظمى فوق سطح الارض بقطاع الدائرة العظمى (Orthodrome) . وفي الشكل (7–14) يبدو واضحا ان هذا القطاع يقطع خطوط الطول بزوايا مختلفة ، وهكذا يختلف سمته (Azimuth) [1] من نقطة الى اخرى . ولكون هذا القطاع اقصر مسافة بين نقطتين ، فأنه مهم بالنسبة للملاحة الجوية والبحرية . وتبدو جميع قطاعات الدوائر العظمى خطوطا مستقيمة في المسقط المزولي (Gnomonic Projection) .

ولغرض تعيين اتجاه الطريق بين نقطتين بواسطة البوصلة يقتضي رسم خط يقطع خطوط الطول بزاوية ثابتة ، يدعى خط الاتجاه الثابت (Loxodrome) ، وهو الخط الذي يكون انحرافه السمتي (Bearing)[2] ثابتا . كما هو الحال في خطوط الطول وخط الاستواء . ولكن ليست كل الخطوط التي يكون اتجاه البوصلة ثابتا على امتدادها تعتبر دوائر عظمى . فاذا حاولنا رسم اتجاه الشمال الشرقي للبوصلة فوق الكرة الجغرافية

---

(1) السمت (Azimuth) : في الملاحة يعتبر السمت الزاوية الافقية المقيسة من الشمال (0 – 360 درجة) والمقدرة مع اتجاه عقرب الساعة . بينما يقاس السمت المغناطيسي من الشمال المغناطيسي . وفي علم المساحة التطبيقية (Geodesy) والفلك يقاس السمت بأتجاه عقرب الساعة من الجنوب . وفي الاحداثيات التربيعية المستوية يمكن حساب زاوية السمت الشبكي (Grid azimuth) بواسطة المعادلة الاتية :

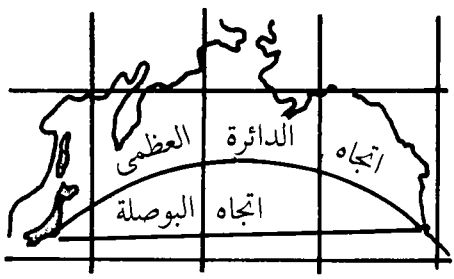
$$\text{ظا س} = \frac{\text{ق ب} - \text{ق أ}}{\text{س ب} - \text{س أ}}$$

حيث ان (س) زاوية السمت الشبكي لغرض تعيين الاتجاه من نقطة الشروع (أ) الى نقطة الوصول (ب) . كما ان (ق أ) ، (ق ب) تمثلان قيمتي تشريق النقطتين أ ، ب على التوالي .

بينما تمثل كل من (س أ) ، (س ب) قيمتي تشميل النقطتين أ ، ب على التوالي ايضاً ، وينبغي استخراج قيمة زاوية السمت الشبكي المقيسة بأتجاه عقرب الساعة من الشمال الشبكي (Grid north) من قيمة (ظاس) بواسطة جدول الدالة المثلثية . فأذا وقعت النقطة ب في ربع الدائرة الشمال الشرقي بالنسبة الى النقطة ا ، عندئذ تساوي قيمة ظاس مقدار زاوية السمت الشبكي ، اما اذا وقعت النقطة ب في الربع الجنوب الشرقي فأن زاوية السمت الشبكي تساوي 180 – ظا س . واذا وقعت في الربع الجنوب الغربي فأن زاوية السمت الشبكي تساوي 180 + ظا س ، واذا وقعت في ربع الشمال الغربي فأن قيمة زاوية السمت الشبكي تصبح 360 – ظا س .

(2) الانحراف السمتي (Bearing) : هو الاتجاه من نقطة الى أخرى ، ويعبر عنه عادة وفق الاتجاهات المعروفة للبوصلة مثل ، الشمال الشرقي .

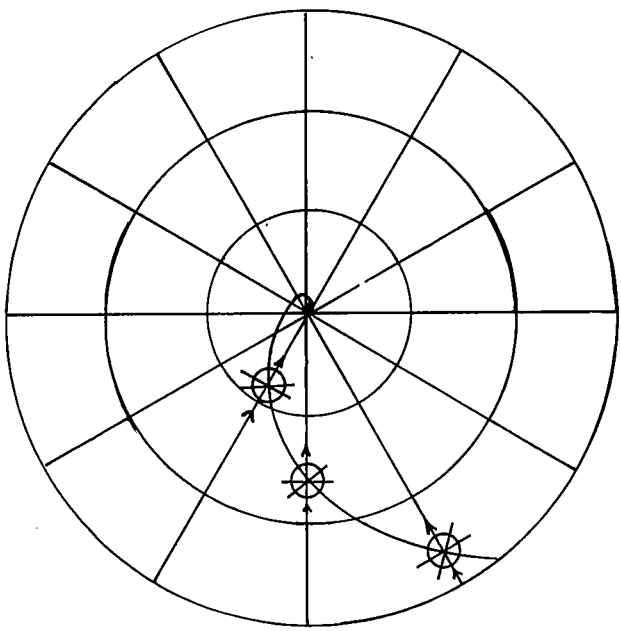
(Globe) ، عندئذ يتحول خط الاتجاه الثابت الى قوس لولبي الشكل حول القطب (الشكل 7–4 ب) . وتبدو خطوط الاتجاه الثابت مستقيمة في مسقط مركيتر ، ولذلك يعتمد هذا المسقط كأساس في عمل الخرائط الملاحية . وينقل الملاحون الذين يقطعون المسافات الشاسعة قطاع الدائرة العظمى من المسقط المزولي الى مسقط مركيتر . وبواسطة تغيير اتجاه البوصلة بصورة دورية يستطيعون بلوغ المكان الذي تنتهي اليه الرحلة بصورة اقتصادية ، مع أخذ تأثير الرياح والتيارات الاخرى بنظر الاعتبار .



(أ) قطاع الدائرة العظمى

الشكل 7–4

(ب)خط الاتجاه الثابت ، حيث يكون اتجاه البوصلة ثابتاً على امتداده .



6 – 7 المسافات (Distances)

تقدر المسافات على سطح الارض بواسطة اقواس الدوائر العظمى دائما ، ما لم توجد طريقة مناسبة غيرها . اذ لا تستطيع خرائط العالم تمثيل المسافات بصورة صحيحة بين جميع النقاط ، عدا الكرة الجغرافية التي تحدثنا عنها في مقدمة هذا الفصل . حيث يستخدم خيط او حافة قطعة من الورق لتكوين دائرة عظمى على الكرة الجغرافية عندما لا يتوفر المقياس على هذه الكرة بصورة مباشرة ، ثم ينقل الخيط الى احد خطوط الطول ويتحقق من طوله بواسطة درجات قوس العرض ، حيث ان جميع درجات اقواس العرض متساوية تقريبا (110 .56 – 111 .69 كم) ، وعندئذ يمكن تقدير طول القوس بالكيلومترات . ويمكن حساب طول القوس أوالمسافة المقوّسة بين موقعيّ نقطتين (أ ، ب) على سطح الكرة بواسطة المعادلة الآتية ، عندما يكون موقع هاتين النقطتين معلوما .

جتام = (جا φ ا × جا φ ب) + (جتا φ ا × جتا φ ب × جتا ق)

حيث م = المسافة المقوّسة بين النقطتين .

φ = قوس العرض .

ق = الفرق في درجاتَ قوس الطول بين النقطتين = (λ ب – λ ا) .

λ = قوس الطول .

وتحل هذه المعادلة بالطرق الجبرية عندما يكون موقع النقطتين (أ ، ب) على طرفي خط الأستواء ، أي يكون ناتج الجيوب سالبا (Negative) ، وعندما يكون (ق) أكبر من (90 درجة) ، عندئذ يكون ناتج الجيب تمام سالباً أيضاً . ويمكن حساب المسافة الشبكية المستوية (Plane grid distance) بين النقطتين (أ ، ب) في النظام الأحداثي المتوازي (Rectangular coordinate)وفق المعادلة التالية :

$$م = \sqrt{(س2-س1)^2 + (ص2-ص1)^2}$$

حيث م = المسافة الشبكية المستوية .

س1 ، س2 = تشريق النقطتين (أ ، ب) على التوالي .

ص1 ، ص2 = تشميل النقطتين المذكورتين .

7 – 7 الأنحرافات في المقياس الناتجة عن مساقط الخرائط

أن الكرة الجغرافية قد تمثل الكرة الأرضية من دون أنحرافات في المقياس نسبياً ، بينما لايمكن أن يمثل السطح المستوي للخريطة السطح التكروي للأرض من دون تلك الأنحرافات . وبناء على ذلك فأن توزيع أنحرافات المقياس في المساقط المختلفة يعتبر الأساس في بناءها وأستعمالها . أن السطحين الكروي والمستوي غير متطابقين . وعليه فأن أية طريقة من طرق بناء مساقط الخرائط ينبغي أن تتضمن تشويهاً نسبياً لأجزاء معينة من السطح الكروي– وبأسلوب ما– لتمثيلها على سطح مستو . ونتيجة لذلك ، لايمكن أن تكون المسافات المتساوية على السطح الكروي هي ذاتها على السطح المستوي أيضاً . ومع ذلك ، يمكن الحصول على زوايا متماثلة أو مساحات متساوية بين السطحين المذكورين عند تنظيم مقدار تكبير وتصغير المقياس في السطح المستوي للمسقط . وأذا كانت هاتين الصفتين (مساواة الزوايا والمساحات) غير مطلوبة في المسقط عندئذ تفضل عليهما أعتبارات هندسية أخرى مثل– مساواة الأشكال .

أن تغير المقياس – عند تحويل السطح الكروي الى سطح مستو– يؤدي الى أنحرافات عديدة ، في الزوايا ، والمساحات ، والمسافات ، والأتجاهات ، وبناءاً على ذلك فأن كل مسقط يتضمن بعض أو جميع الأنحرافات كما مبين أدناه .

1 – الزوايا المتساوية عند النقاط المختلفة على الأرض يمكن أن تكون متساوية أو قد تنحرف في مسقط الخريطة .

2 – يمكن تكبير أو تصغير رقعة جزء واحد من سطح الأرض بصورة تتناسب مع جزء آخر في منطقة أخرى .

3 – لايمكن بيان المسافات بين كافة النقاط على سطح الأرض من غير أنحراف على مسقط الخريطة .

4 – لايمكن بيان الأتجاهات بين النقاط المنحرفة من غير أنحراف على مسقط الخريطة .

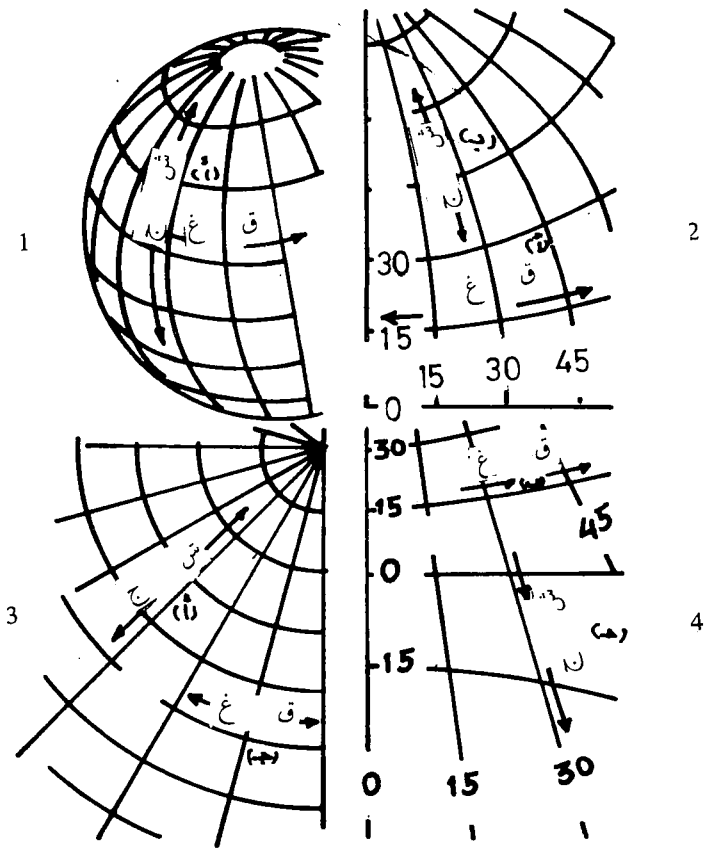
وهناك حالات معينة أخرى ربما يتضاعف تأثيرها أو يتغير بأختلاف مساقط الخرائط ، مثل خطوط العرض المتوازية ، وخطوط الطول التي تلتقي عادة عند نقطتي القطبين الشمالي والجنوبي ، والتقاطع العمودي لخطوط الطول والعرض ،

والقطبين الممثلين بنقطتين ، وهكذا وبالرغم من هذه الحالات تعتبر الأختلافات الأربعة المذكورة أعلاه النقاط الرئيسية التي ينبغي أدراكها . وفيما يأتي بعض التفصيل للأنحرافات الأربعة الأساسية .

(أ) أختلاف الزوايا

أن أتجاهات البوصلة– شمال– جنوب– شرق– غرب ، تبقى ثابتة حيثما تكون على سطح الكرة الأرضية عدا نقطتي القطبين . وبمعنى اخر تشكل هذه الأتجاهات الرئيسية مع بعضها زاوية 90 درجة . ويعزى ذلك الى تقاطع خطوط الطول والعرض بزوايا قوائم ، وقد عرف الأنسان الأتجاهات الأربعة على هذا النحو من الترتيب أيضاً . ومن الممكن– الى حد ما– ضمان العلاقات بين زوايا الأتجاهات وغيرها في مساقط الخرائط ، وعندئذ تدعى بالمساقط المتطابقة (Conformal or orthomorphic) أي لاتتعرض الزوايا المقيسة على سطح الأرض الى التحريف والتشويه عند تسقيطها على سطح مستو .

وتستعمل صفة التطابق للأتجاهات والزوايا ، ولا تستعمل للمناطق ومهما كانت أبعادها ، أذ لايمكن لأي مسقط أن يوفر شكلاً صحيحاً لهذه المناطق . ويتماثل المقياس في جميع الأتجاهات وعند كل نقطة على السطح الكروي للأرض ، ولكنه لعدم أنطباق السطح الكروي للأرض مع السطح المستوي للخارطة ، فلابد أن يحدث التمزق والتداخل للسطح الكروي عند أستوائه– كما مر ذكره– وعليه لايمكن أن يكون المقياس واحداً في كل موقع على المسقط (الشكل 7–5) . أن هذا التشويه الذي أصاب السطح الكروي يمكن تنظيمه بحيث يكون المقياس واحداً في جميع الأتجاهات وفي كل نقطة على المسقط المتطابق . وبالرغم من ذلك يبقى المقياس متغيراً من نقطة الى أخرى في جميع المساقط المتطابقة . وعندما يكون المقياس منتظماً في جميع الأتجاهات وفي كل نقطة من المسقط عندئذ تكون الأتجاهات الرئيسية صحيحة أيضاً . وبالأضافة الى ذلك تتقاطع خطوط الطول والعرض بزوايا قوائم في المساقط المتطابقة ، ولكن ليس ضرورياً أن يعتبر المسقط متطابقاً عندما تتقاطع فيه خطوط الطول والعرض بزوايا قوائم ، بل ينبغي أن تكون كافة الأتجاهات الرئيسية صحيحة أيضاً .



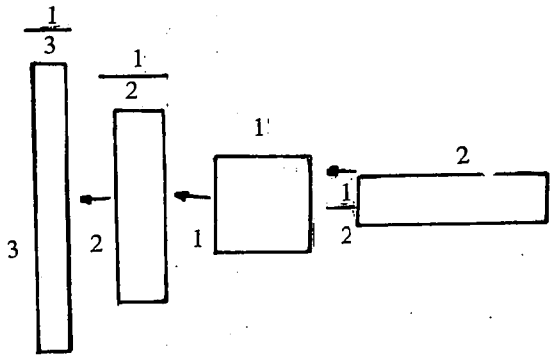
الشكل 7–5 تغير المقياس في مساقط الخرائط

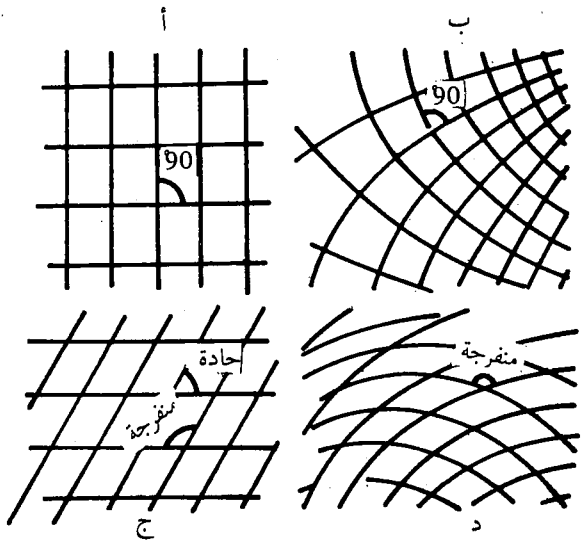
(أ) المقياس الحقيقي (ب) يكبر المقياس بأتجاه الشرق (ج) يكبر المقياس بأتجاه الجنوب

(ب) أختلاف المساحات

يكون المقياس واحداً في المساقط التي تحقق المساواة في المساحات (Area)وفي جميع الأتجاهات وعند نقطة واحدة أو نقطتين فقط ، أو على أمتداد خط أو خطين وهما خطيّ بناء المسقط . وعدا ذلك يكون المقياس مختلفاً تماماً في جميع الأتجاهات الأخرى ، وتكون الزوايا منحرفة أيضاً . ولذا يستطيع علماء الخرائط من تحقيق المساواة في المساحات بالرغم من أختلاف الشكل والزوايا لاحظ الشكلين (7–6 ، 7–7) .

الشكل 7–6 تأمين المساحات المتساوية عند تغيير شكل المناطق المسقطة والمقياس





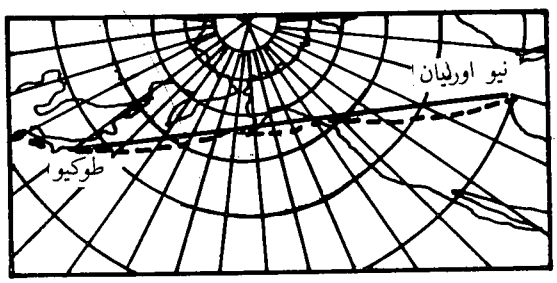
الشكل 7–7 جز المناطق أحدى عيوب العديد من المساقط المعروفة . لاحظ عدم حصول الجز (shearing) في (أ .ب) ووقوعه في (ج .د) .

(جـ) أختلاف المسافات

أن تسقيط جميع المسافات من السطح الكروي للأرض الى السطح المستوي للمسقط وضمن مقياس ثابت ، لايمكن تحقيقه ، ولذلك فأن تمثيل المسافات الحقيقية في المساقط يتعلق بصحة المقياس . ومن الممكن ضمان صحة المقياس في أتجاه واحد ، كأن يكون شمالاً ، جنوباً ، شرقاً ، أو غرباً . وعند تحقيق ذلك تعتبر خطوط الطول أو العرض قياسية . ويمكن كذلك ضمان صحة المقياس في جميع الأتجاهات من نقطة أو نقطتين في المسقط ، وتدعى المساقط المتساوية المسافة (Equidistant) .

(د) أختلاف الأتجاهات

لقد أصبح واضحا أنه لايمكن تسقيط كافة المسافات الأرضية ضمن مقياس ثابت في المساقط ، وكذلك لايمكن تمثيل جميع الأتجاهات الأرضية بصورة صحيحة بواسطة خطوط مستقيمة على مسقط الخريطة ، ومن المعروف أنه في المساقط المتطابقة – مثل مسقط مركيتر – يمكن أن تكون العلاقة بين الزوايا حول كل نقطة صحيحة ، كما يمكن رسم خط الأتجاه الثابت المستقيم (Loxodrome) والدوائر العظمى بعد تنظيم المقياس في المسقط . وعليه فعندما يقتفي مساراً معيناً على الأرض والذي يبدو خطا مستقيما على الخارطة وفق أتجاه البوصلة الثابت فأنه في الحقيقة يمر عبر أقواس على أمتداد ذلك الخط – لاحظ الشكل (7–8) ومن الممكن بيان الدوائر العظمى المسقطة على المساقط السمتية خطوطاً مستقيمة .



الشكل 7–8 تبدو الدوائر العظمى في المساقط السمتية القطبية خطوطا مستقيمة كما يبدو خط الأتجاه الثابت متموجا نوعا ما– الخط المتقطع

7 – 8 تصنيف المساقط (Classification of projections)

تنقسم المساقط عموماً بالنسبة الى الغرض الى ثلاثة مجاميع :

(أ) المساقط المتطابقة . (Conformal projections) وهي المساقط المستعملة لأغراض المساحة الطوبوغرافية والجيودسية ، حيث يكون المقياس فيها واحداً على أمتداد خطوط الطول والعرض . كما لاتتغير قيمة الزوايا التي يجري قياسها على سطح الأرض والمسقط المستعمل .

(ب) المساقط المتساوية المساحة (Equal – area projections)

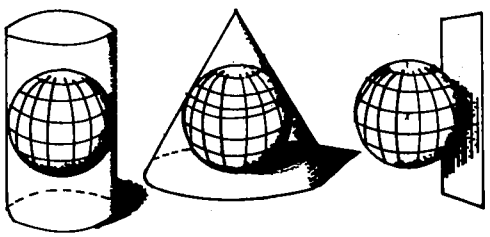
أن مساحة المناطق التي يجري قياسها على سطح الأرض لاتتغير عند قياسها على المسقط بالرغم من أختلاف أشكالها وتستعمل هذه المساقط كثيراً للخرائط الجغرافية والعلمية .

(جـ) المساقط غير المتطابقة والتي لاتحقق المساواة في المساحات وتستعمل لأغراض توضيحية . وتنقسم المجاميع الثلاثة المذكورة أعلاه حسب الشكل الهندسي الى ثلاثة أنواع (لاحظ الشكل 7–9) :

(أ) المساقط الأسطوانية (Cylindrical projections)

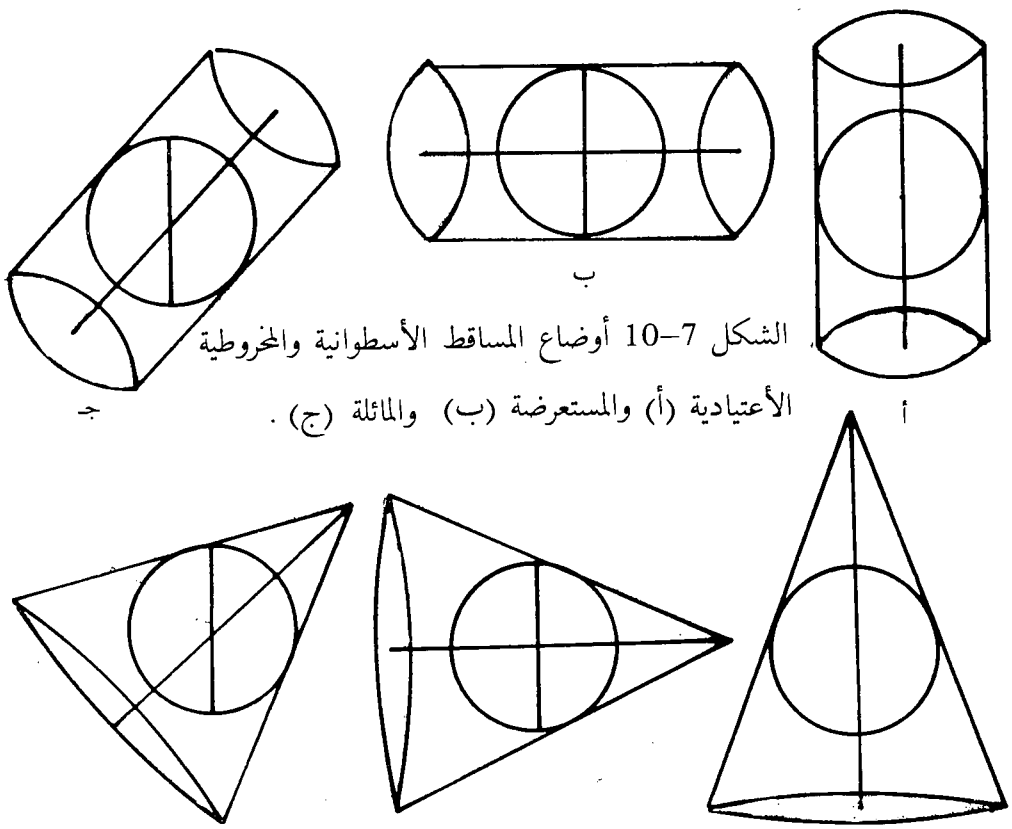
(ب) المساقط المخروطية (Conical projections)

(جـ) المساقط السمتية (Azimuthal projections)



الشكل 7–9 تتعلق معظم مساقط الخرائط بالشكل الأسطواني أو المخروطي أو المستوي

وبالاضافة الى هذه الأنواع الثلاثة توجد مساقط مستقلة غير هندسية الشكل . والمساقط الهندسية الشكل لها ثلاثة أوضاع أو حالات لغرض تقليل الأنحرافات في الشكل والمساحة والمقياس والأتجاه وهذه الحالات المبينة في الشكل (7–10) هي :



الشكل 7–10 أوضاع المساقط الأسطوانية والمخروطية الأعتيادية (أ) والمستعرضة (ب) والمائلة (ج) .

(أ) الحالة الأعتيادية : (Normal case)

عندما يكون محور الأسطوانة أو المخروط متداخلا مع محور الكرة الممثلة (Generating globe)

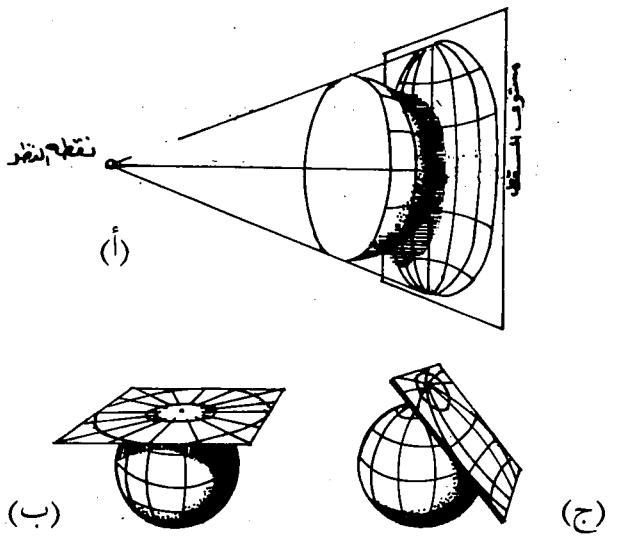
(ب) الحالة المستعرضة : (Transversal case)

عندما يكون محور الأسطوانة أو المخروط عموديا على محور الكرة الممثلة .

(جـ) الحالة المائلة : (Oblique case)

عندما يكون محور الأسطوانة أو المخروط بين الوضع الأول والثاني .

أما في المساقط السمتية ، فأن الحالات الثلاثة تدعى على التعاقب الحالة القطبية (Polar case) ، والحالة الاستوائية (Equatorial case) ، والحالة المائلة (Oblique case) ، لاحظ (الشكل 7–11) .



الشكل 7–11 أوضاع المساقط السمتية (أ) الوضع الأستوائي (ب) القطبي (ج) المائل

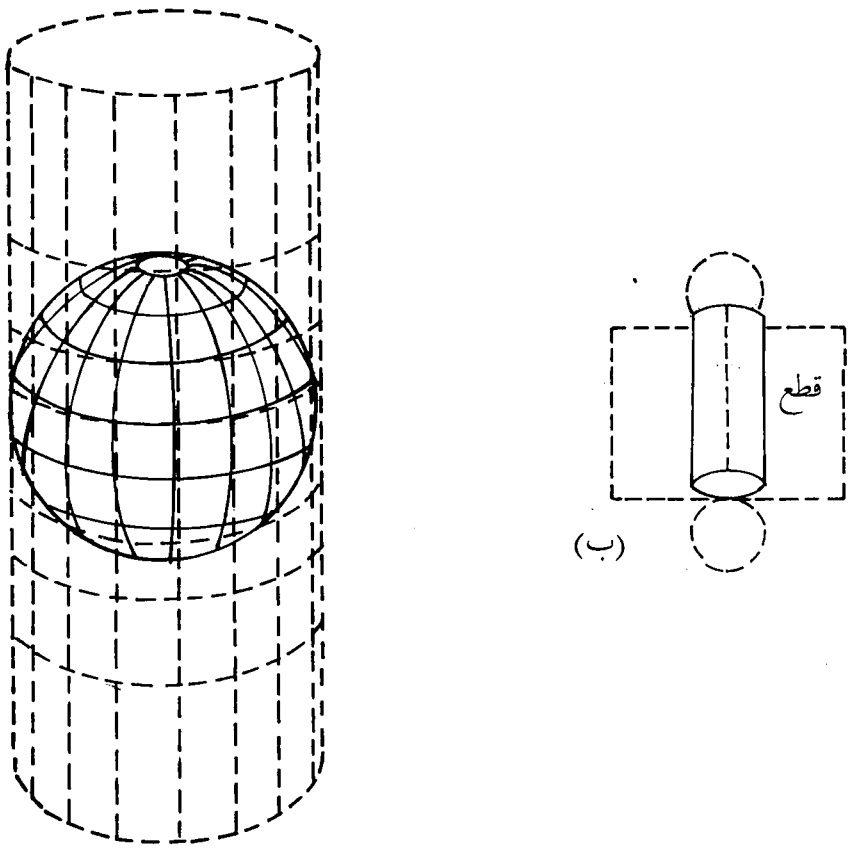
7– 9 المساقط الاسطوانية (Cylindrical Projections)

(1) مسقط مركيتر (Mercator projection)

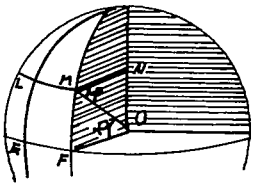
يعتبر هذا المسقط من المساقط المشهورة في حقل الخرائط . وقد صممه عالم الخرائط الهولندي [1] مركيتر . والذي دعى بأسمه عام (1569) . ويستخدم لأغراض الملاحة في المنطقة الأستوائية بالأضافة الى المنطقتين المعتدلتين الشمالية والجنوبية للكرة الأرضية . وكذلك يستعمل لأغراض أخرى . ويبنى المسقط على أساس تماس سطح الأسطوانة

(1) Gerardus Mercator (1512 – 1594م) رياضي وجغرافي فلمنكي (Flemish) الاصل . وتذكر بعض المصادر انه عالم خرائط هولندي .

بسطح الكرة الممثلة على أمتداد خط الأستواء ((لاحظ الشكل 7–12) . وبعد أنفراج السطح الأسطواني يلاحظ توازي خطوط الطول فيما بينها وتعامدها على خط الأستواء ، متباعدةً عن بعضها بمسافات متساوية أيضاً . اما خطوط العرض فتكون متوازية مع خط الاستواء لكن المسافات بينها غير متساوية . ولا يمكن بيان خطوط العرض المحصورة بين درجة قوس عرض (80) ونقطتي القطبين الشمالي والجنوبي ، وبالتالي عدم ظهور هذا الجزء من المنطقتين القطبيتين ، حيث يقع في اللانهاية (لاحظ الشكل 7–13) .



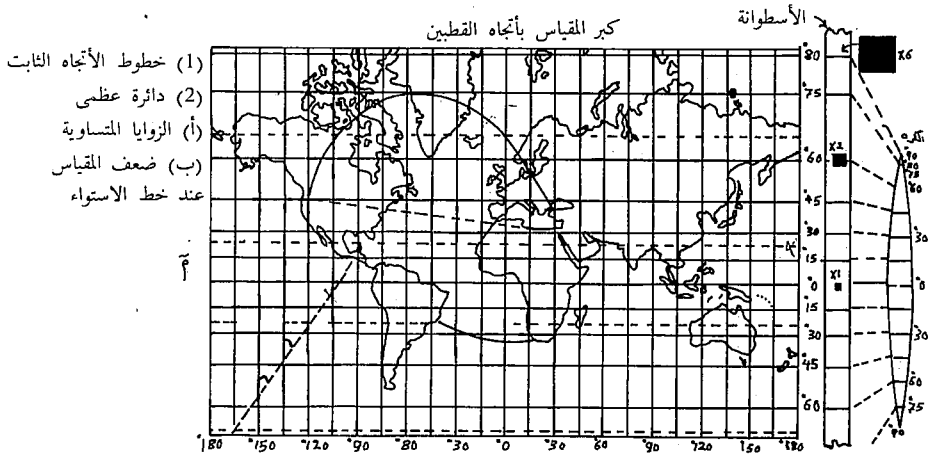
الشكل 7–12 بناء المساقط الاسطوانية بأستخدام الاسطوانة



$$\frac{LM}{EF} = \frac{MN}{FO} = \frac{MN}{R} = \cos\varphi$$

$$\therefore LN = EF\cos\varphi$$ (راجع الفقرة 7–9)

ب 13 - 7



الشكل 7–13 مسقط مركيتر الأعتيادى

أ 13 - 7

ولما كانت المسافات بين خطوط الطول متساوية بالأتجاه نحو القطبين ، فأن المقياس لايكون حقيقياً على أمتداد خطوط العرض . فعند قوس العرض (60) درجة مثلاً تكون المسافة بين خطوط العرض مساوية الى ضعف المسافة بين خطوط الطول (لاحظ الجدول 7–4) . وعند ضرب قيمة المسافات بين خطوط العرض بالمقدار (1/جتا φ) . فأن هذه المسافات تزداد بنفس النسبة للمسافات الحقيقية بين خطوط الطول . وبعبارة أخرى ، طول درجة قوس الطول عند خط الأستواء × جتا درجة قوس العرض يساوي طول درجة قوس الطول عند درجة قوس العرض المذكورة ، (الشكل 7–13ب) .

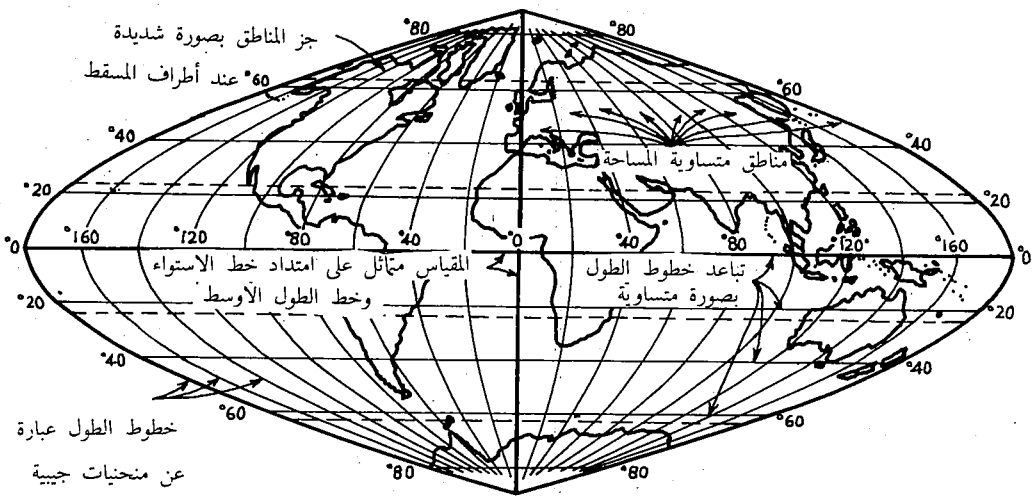
وهكذا يكون المقياس على أمتداد خطوط الطول والعرض واحداً ، ويكون المسقط عندئذ متطابقاً . وفي هذا المسقط تبدو المناطق في خطوط العرض العليا ذات مساحات مبالغ فيها ، أذ تلاحظ مساحة ألاسكا مساوية الى مساحة الولايات المتحدة بالرغم من أنها تساوي خمس مساحة الأخيرة . ويؤمن المسقط في المنطقة الأستوائية أقل الأنحرافات في المساحة والشكل والمقياس . أما الأتجاه فهو صحيح وعليه يستعمل لأغراض الملاحة .

(2) مسقط سانسون – فلامستيد (Sanson Flamsteed Projection)

وضع هذا المسقط عام 1606 ويدعى ايضا المسقط الجيبي (Sinusoidal) . وتتلخص طريقة بناءه بأقامة عمود على خط الأستواء يمثل خط الطول الرئيسي – خط كرنج في خارطة العالم– ثم يقسم كل منهما الى أجزاء وفق مقياس حقيقي لغرض رسم خطوط العرض الموازية لخط الأستواء وخطوط الطول المبينة في الشكل (7–14) . ويمكن أستعمال المعادلة الأتية لتقسيم خطوط الغرض لغرض أقامة خطوط الطول :

$$\frac{10}{360} \times \frac{2 \times \text{نصف قطر خط الأستواء}}{\text{مقام المقياس المستعمل}} \times \text{ظل تمام زاوية قوس العرض (φ) .}$$

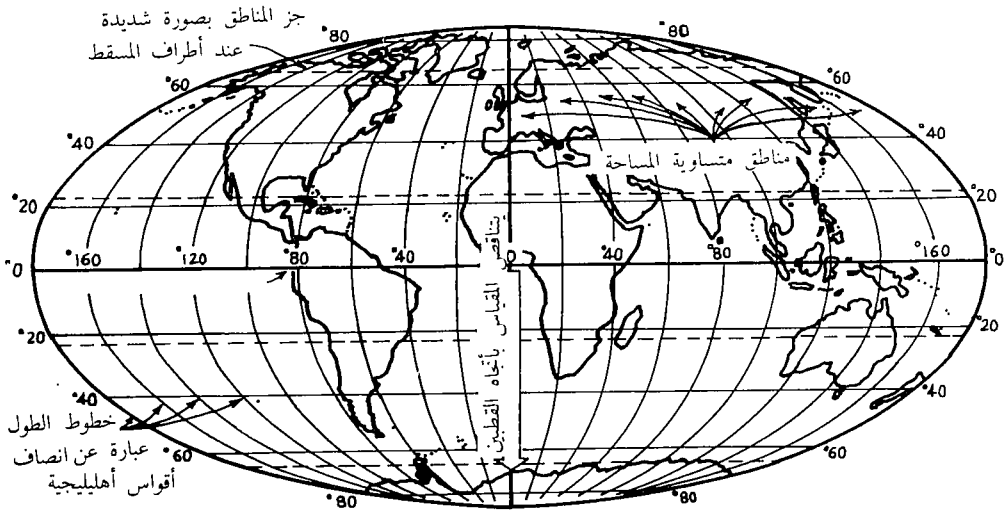
وعندئذ يتم تعيين المسافة بين خطين طوليين يبعدان عن بعضهما بمقدار عشرة درجات وعند قوس عرض معين . وعند ترسيم خطوط العرض بمسافات متساوية عن خط الأستواء فأن المسقط يحقق صفة تساوي المساحة . ومن الجدير بالذكر أن الأنحرافات في المنطقة القطبية ليست كبيرة ، اذ عندما توضع قارة أفريقيا أو أمريكا الجنوبية في وسط المسقط فأن مقدار الأنحراف بالمقياس والشكل يكون قليلا .



الشكل 7–14 مسقط سانسون أو الجيبي

(3) مسقط مولفايد المتساوي المساحات (Mollweide homolographic projection) .

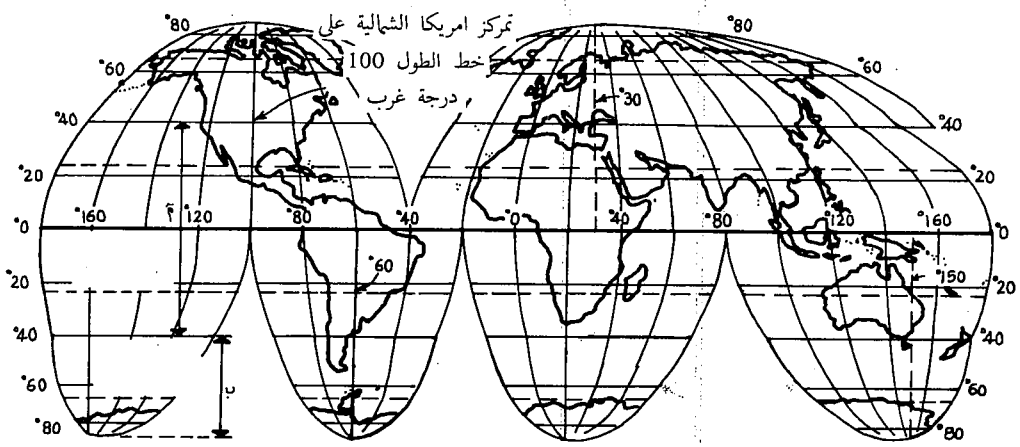
وهو من المساقط المشهورة التي تحقق المساحات المتساوية . وقد بني من قبل مولفايد Mollweide عام (1805) لاحظ الشكل (7– 15) . ففي هذا المسقط تكون جميع خطوط الطول عدا الخط الأوسط ، عبارة عن أقواس أهليليجية . وأن طول خط الأستواء يساوي ضعف مقدار خط الطول الأوسط ، وتكون خطوط العرض أفقية موازية الى خط الأستواء وتحدد ابعادها عنه بموجب جداول خاصة . ويلائم المسقط الخرائط الجغرافية عدا المناطق القطبية التي تتضمن أنحرافات كبيرة كما في المسقط السابق . ويستخدم في خرائط الأطالس وخاصة لقارتي أفريقيا وأمريكا . فعندما يتمركز المسقط في هاتين القارتين فأنه يمكن توزيع الأنحرافات على جانبي خط الطول الأوسط كما في المسقط السابق .



الشكل 7–15 مسقط مولفايد المتساوي المساحات

(4) مسقط كود المتقطع المتساوي المساحات_Goode's Interrupted homolo graphic projection)

يبنى مسقط كود الذي وضعه عام (1923) على أسس المسقطين السابقين (الشكل 7–16) . حيث يستعمل مسقط سانسون للمنطقة المحصورة بين (40) درجة شمال وجنوب خط الأستواء . اما مسقط مولفايد فأنه يستعمل للأجزاء الأخرى من المسقط . غير أن الأنحرافات الموجودة في المناطق القطبية في المسقطين السابقين يمكن تقليلها بواسطة أستعمال خمسة خطوط رئيسية بدلا من خط واحد . وتقسم خطوط العرض والطول حسب طريقة مولفايد أوسنسون . اذ يتم أختيار خمسة خطوط طول مركزية أثنان منها فوق خط الأستواء وهي (100 درجة غرب ، 80 درجة شرق) والثلاثة الباقية تحت خط الأستواء فهي : (60 درجة غربا 20 درجة شرقا 140 درجة شرقا) . وتمر هذه الخطوط عبر القارات الخمس . شمال وجنوب أمريكا . أسيا ، استراليا ، وأفريقيا .



(أ) تماثل المسقط مع االمسقط الجيبي في المنطقة المحصورة بين خطي عرض 40 درجة شمال وجنوب خط الأستواء .
(ب) تساوي المساحة من خط العرض نحو القطب

الشكل 7–16 مسقط كود المتقطع المتساوي المساحات

7 – 10 المساقط المخروطية (Conical Projections) .

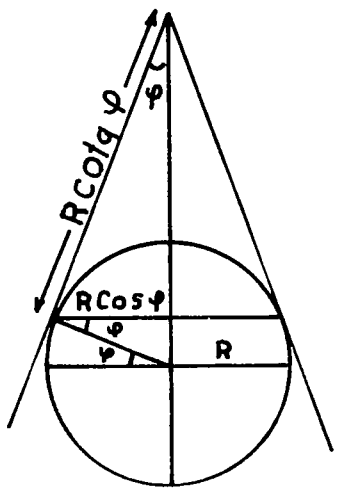
(1) المسقط المخروطي البسيط (simple conical projection) .

يتم بناء هذا المسقط بتماس مخروط لسطح الكرة على أمتداد خط عرض قياسي واحد[1] . ثم أفراج المخروط وتكوين مسقط الخريطة حيث تكون خطوط الطول مستقيمة ومتجهة نحو القطب (الشكل 7–17) . ويرسم عادة خط العرض القياسي على شكل قوس دائرة نصف قطرها يساوي :

(1) الخطوط القياسية (Standard lines) : هي الدوائر العظمى أو الصغرى في المسقط ، والتي يكون المقياس الخطي حقيقيا على أمتدادها . وغالبا تمثلها خطوط العرض أو الطول في النظام الأحداثي الارضي . ولذلك تدعى بخطوط العرض القياسية أو خطوط الطول القياسية .

ظل تمام زاوية قوس العرض × نصف قطر الكرة الأرضية .
أما بقية الخطوط العرضية فتكون على شكل أقواس دائرية متحدة المركز ، ويتلائم نصف قطرها مع طبيعة الخريطة وغرضها في التطابق أو تساوي المساحات .

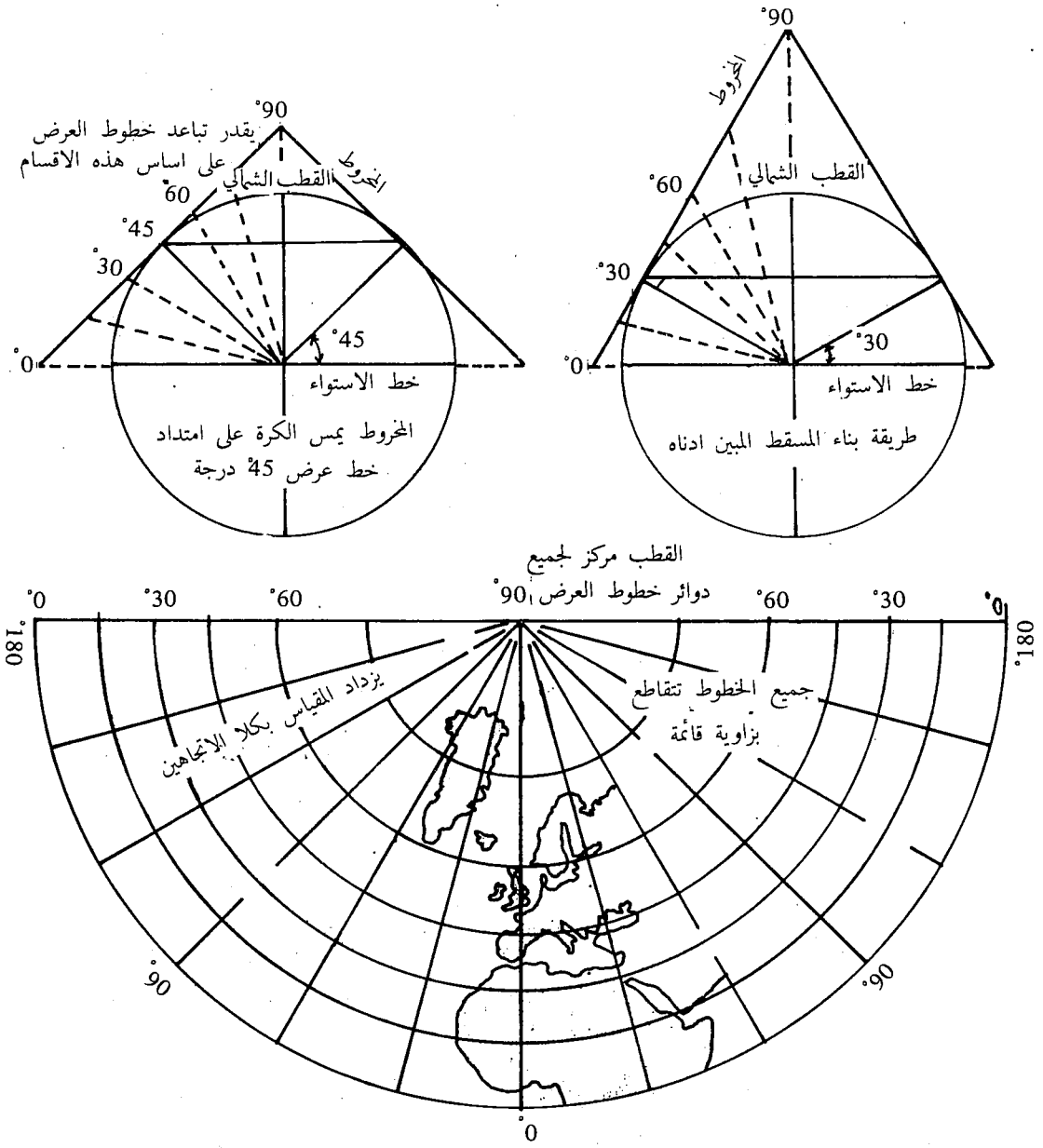
R cotg = ظل تمام زاوية قوس العرض (φ) × نصف قطر الكرة الممثلة للارض



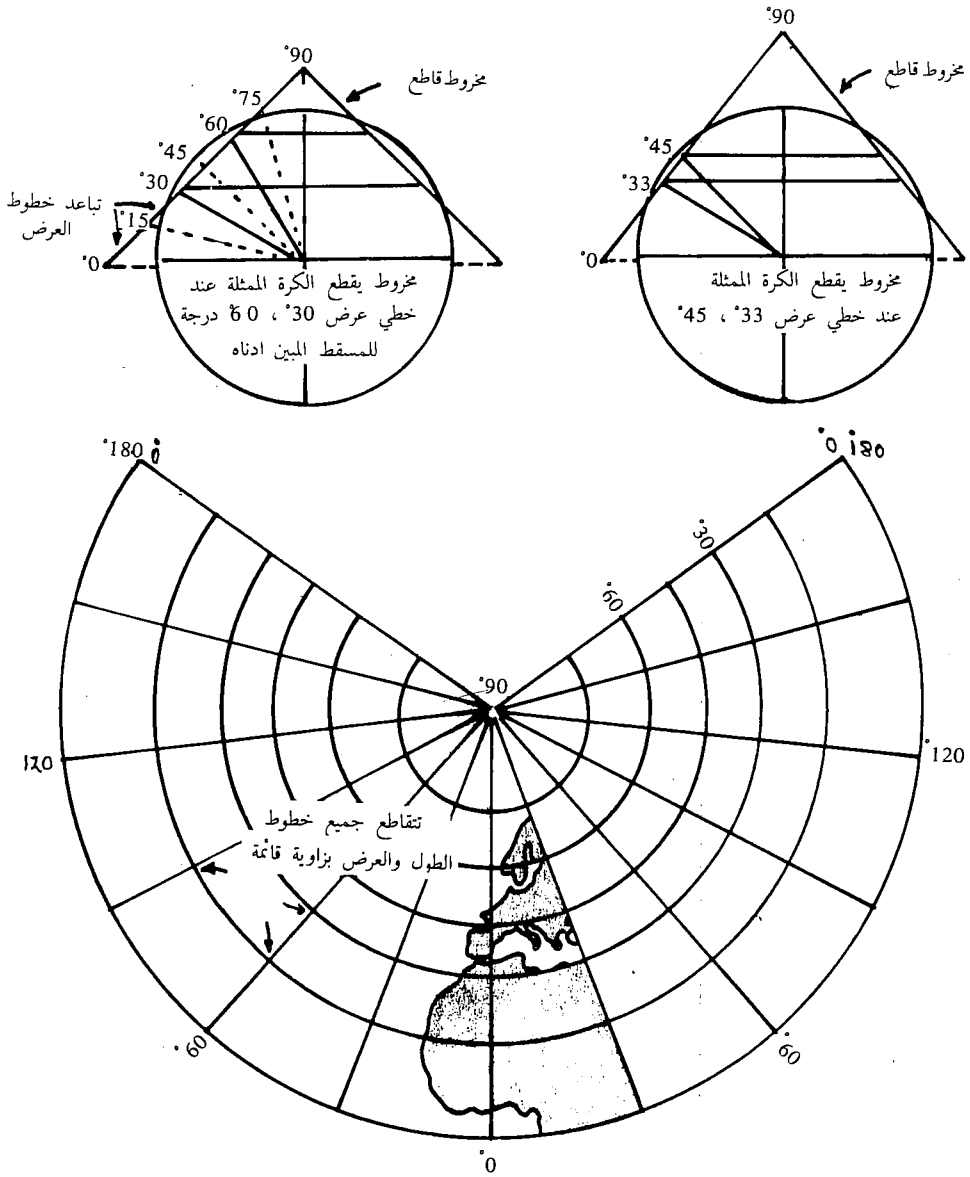
الشكل 7 – 17 المسقط المخروطي البسيط

(2) مسقط البرز المتساوي المساحة Albers equal area projection .
يكون تمثيل المساحات المختلفة صحيحا في هذا المسقط ، (الشكل 7–18 الذي تم تحويره من المسقط السابق) .
والمقياس حقيقيا على أمتداد خط العرض القياسي كما يزداد الأنحراف كلما أبعد عنه . وينحرف المقياس على أمتداد بقية الخطوط العرضية ، ويكون غير حقيقي على أمتداد الخطوط الطولية بأستثناءالخط الأوسط منها .

(3) مسقط لامبرت المتطابق (Lambert Conformal Projection)
يبنى مسقط لامبرت على اساس قطع سطح الكرة الممثلة بسطح المخروط على امتداد خطين عرضيين قياسيين ، بدلا من خط واحد كما في المسقط السابق . (الشكل 7 – 19) وتكون المسافة بينهما حقيقية ، اي مساوية الى نفس المسافة على الارض . اما بقية



الشكل 7 – 18 مسقط البرز المتساوي المساحة



الشكل 7 – 19 مسقط لامبرت المتطابق

الخطوط العرضية فانها تكون اقواسا لدوائر متحدة المركز والمسافة بينها حقيقية ايضا ، وتكون خطوط الطول مستقيمة والمقياس حقيقي على امتدادها ، وعليه يعتبر المسقط متطابق .

(4) المسقط المتعدد المخاريط (Ployconical Projection)

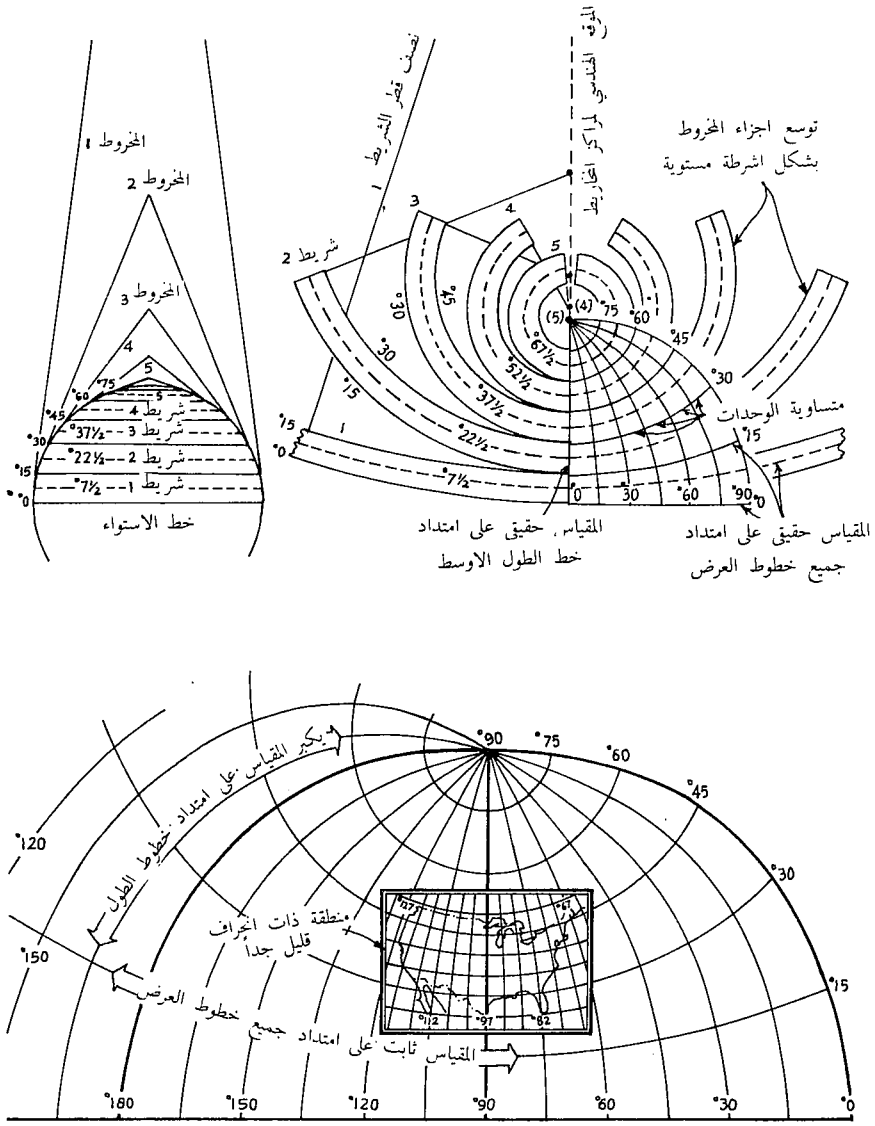
تقسم اقواس العرض (Latitutes) في هذا المسقط الى مناطق متعددة وتعتبر كل منطقة منها مخروطاً مستقلا يقطع سطح الكرة الممثلة على امتداد خطين عرضيين قياسيين (الشكل 7 – 20) . وهكذا فالمسقط عبارة عن مجموعة كبيرة من المخاريط (ومن ذلك اشتق اسم المسقط) تعتبر فيها خطوط العرض دوائر مستقلة غير متحدة المركز ، تقع مراكزها على امتداد خط الطول الاوسط ، الذي يجري تقسيمه الى اقسام حقيقية . وتكون نقاط التقسيم مراكز دوائر خطوط العرض التي يساوي نصف قطرها (ظل تمام زاوية قوس العرض × نصف قطر الكرة الارضية) . وتعتبر جميع خطوط العرض خطوطا قياسية ، اذ تقسم بصورة حقيقية لاقامة خطوط الطول من نقاط التقسيم . ان مقدار الخطأ في المقياس قليل قرب خط الطول الاوسط ، ويأخذ بالازدياد كلما يدنو من الجوانب . كما يكون المقياس حقيقيا على أمتداد خطوط العرض وعليه يعتبر المسقط متطابقا . ولذلك يستعمل في الخرائط الطوبوغرافية في كثير من الاقطار . كما ويستعمل للمناطق الصغيرة في خطوط العرض الوسطى . والنقص الوحيد في هذا المسقط هو عدم تطابق لوحات المناطق (Zones) المختلفة ، لان الضلع الاسفل للوحة العليا والضلع الاعلى للوحة السفلى لهما انصاف اقطار مختلفة ، بينما تتطابق على امتداد الاضلاع الجانبية .

7 – 11 المساقط السمتية (Azimuthal Projections)

لقد بحثت في موضوع المساقط الاسطوانية والمخروطية الحالة الاعتيادية ، اي عندما تكون فيها محاور الاسطوانة او المخروط متداخلة مع محور الكرة الارضية . ولاتستعمل الحالة المائلة في هذه المساقط الا نادراً . بينما تستعمل في المساقط السمتية الاوضاع الثلاثة بصورة متكافئة وهي الوضع القطبي ، والاستوائي والمائل (الشكل 7 – 11) . ونتيجة لاختلاف مراكز بناء هذه المساقط فأنها تتباين في بعض الخصائص ، الا انها تشترك في حالتها القطبية بصفات معينة وهي :

(أ) اعتبار جميع خطوط الطول (الدوائر العظمى) المارة بقطب الكرة خطوطا شعاعية مستقيمة ، ولها سمت (Azimuth) حقيقي .

(ب) تكون ابعاد النقاط المتساوية البعد عن نقطة القطب على الكرة الممثلة حقيقية



الشكل 7 – 20 المسقط المتعدد المخاريط واستخدامه للمناطق الصغيرة في العروض الوسطى

وتساوي نظيرتها على المسقط . وتدعى الدائرة التي تربط هذه النقاط بالدائرة الافقية (Horizon Circle) . وتعتبر جميع الخطوط العرضية في المساقط السمتية القطبية دوائر افقية .

(جـ) تساوي مقدار الانحراف في المناطق المتساوية البعد عن المركز وانعدامه قرب المركز عادة .

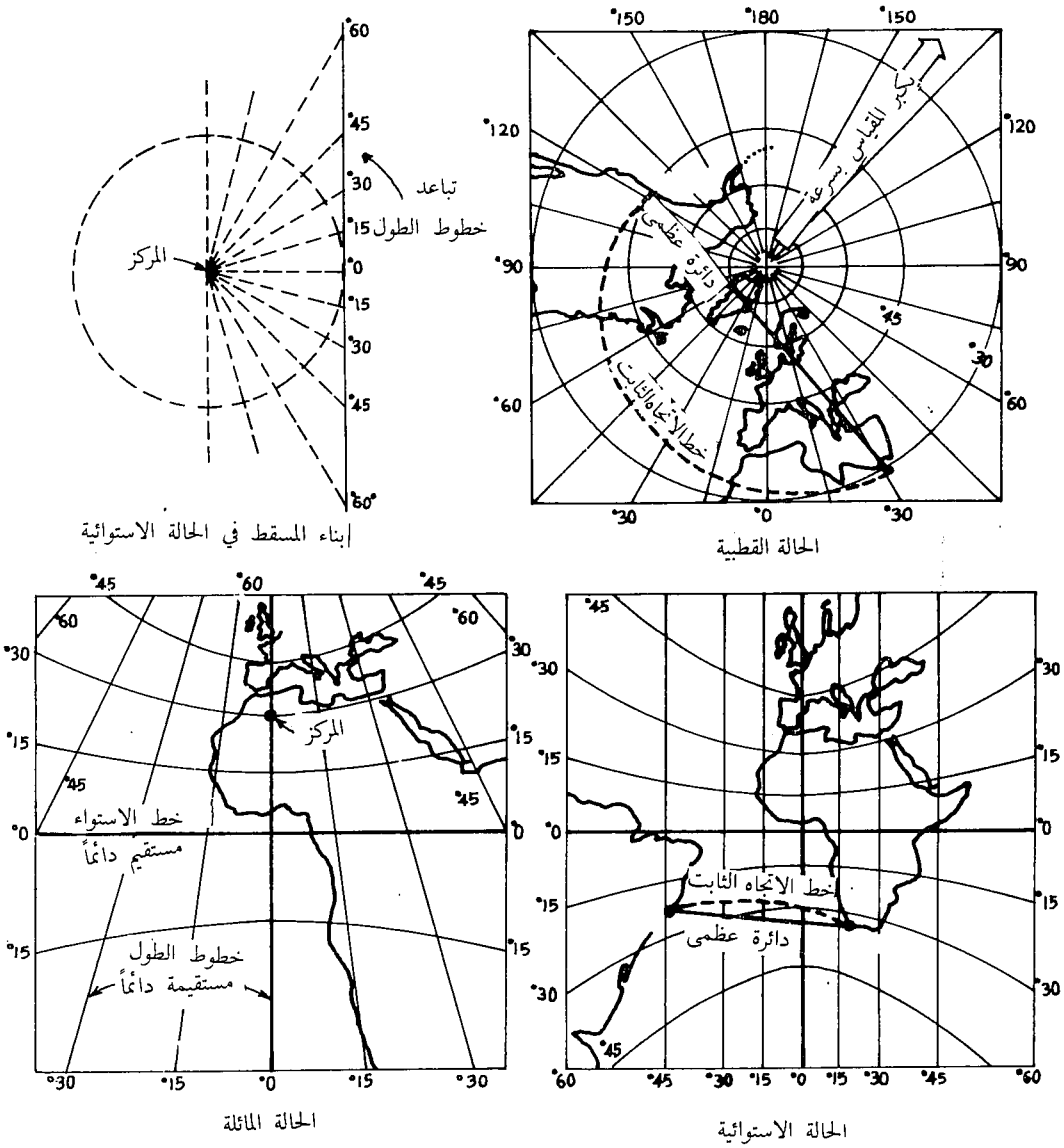
(د) اختلاف المساقط السمتية في حالاتها القطبية عن بعضها البعض في مقدار انصاف اقطار الدوائر الافقية فقط . وفيما يأتي بعض الامثلة على المساقط السمتية :

(1) المسقط المزولي (Gnomonic Projection)

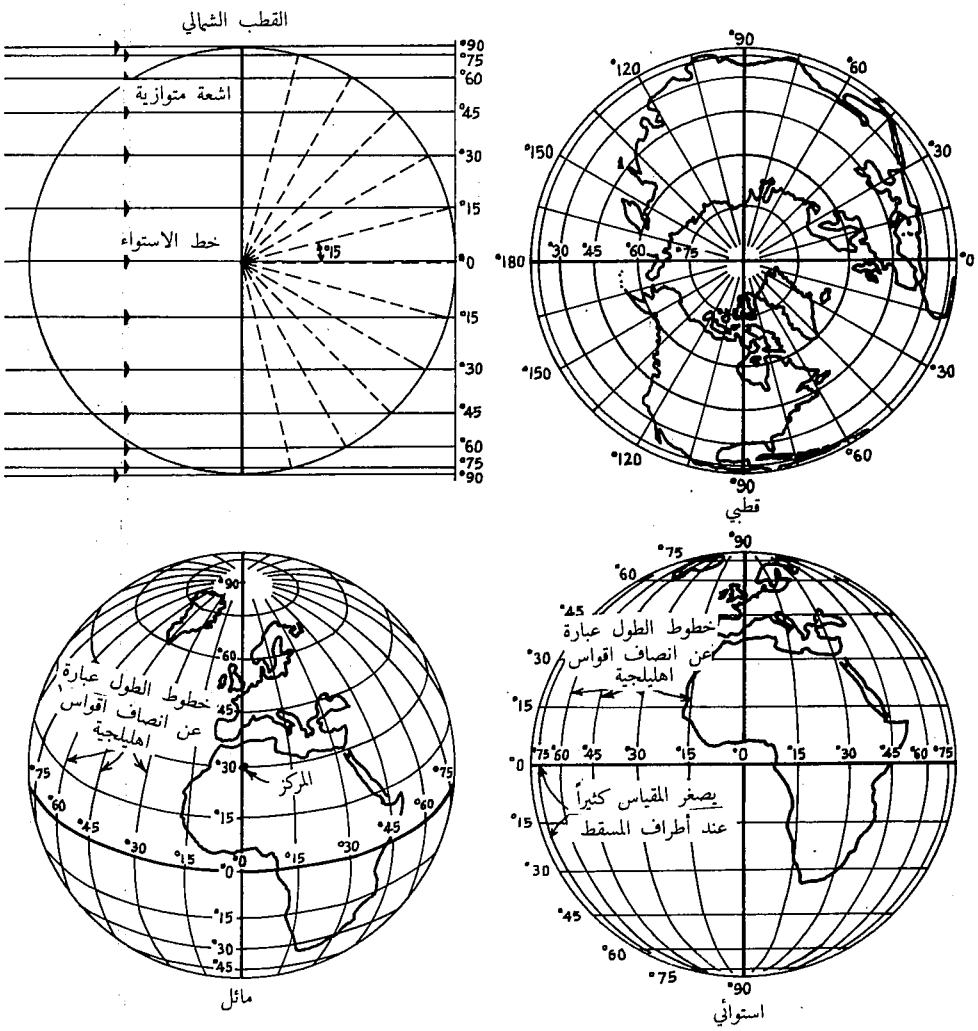
توضع عند بناء هذا المسقط ، نقطة النظر (Eye Point) في مركز الكرة الممثلة ، وبأستخدام قواعد الهندسة الوصفية يمكن بناء الحالتين القطبية والاستوائية ، (الشكل 7 – 21) . وتكون الدوائر العظمى (خطوط الطول) في جميع اوضاع المسقط خطوطا مستقيمة . ويكون المقياس متغيرا على امتدادها ، ويزداد الانحراف كلما اقترب من اطراف المسقط ، حيث تنحرف اشكال المناطق ايضا . ويستخدم المسقط في جداول الملاحة (Nautical Chart) لانه يبين اقل المسافات بين نقطتين على سطح الارض بشكل مستقيم . ويفضل استعماله لاغراض الملاحة مع مسقط مركيتر ، لان الاتجاه والانحراف السمتي (Bearing) في المسقط الاخير حقيقي .

(2) المسقط المتعامد (Orthographic Projection)

عند بناء هذا المسقط تكون نقطة النظر في اللانهاية (الشكل 7 – 22) . وتتقارب خطوط العرض من بعضها البعض عند اطراف المسقط في حالته القطبية ، وهذا التقارب بين خطوط العرض يميّز المسقط المتعامد عن غيره من المساقط السمتية في حالاتها القطبية . وفي الحالة الاستوائية تكون خطوط الطول اقواساً اهليليجية تتقارب من بعضها البعض عند اطراف المسقط ، بينما تكون خطوط العرض افقية مستقيمة تتقارب عند القطبين ايضا . ولذلك يكون المقياس متغيرا في هذا المسقط كما تزداد الانحرافات الاخرى عند اطرافه ايضا . ويعتبر الوضع المائل للمسقط المتعامد من اهم الاوضاع استعمالا للاغراض الفنية والايضاحية ، حيث يبدو المسقط وكأنه كرة منظورة . ويكون شكل خطوط الطول والعرض اهليليجيا .



الشكل 7 – 21 المسقط المزولي (Gnomonic Projection)



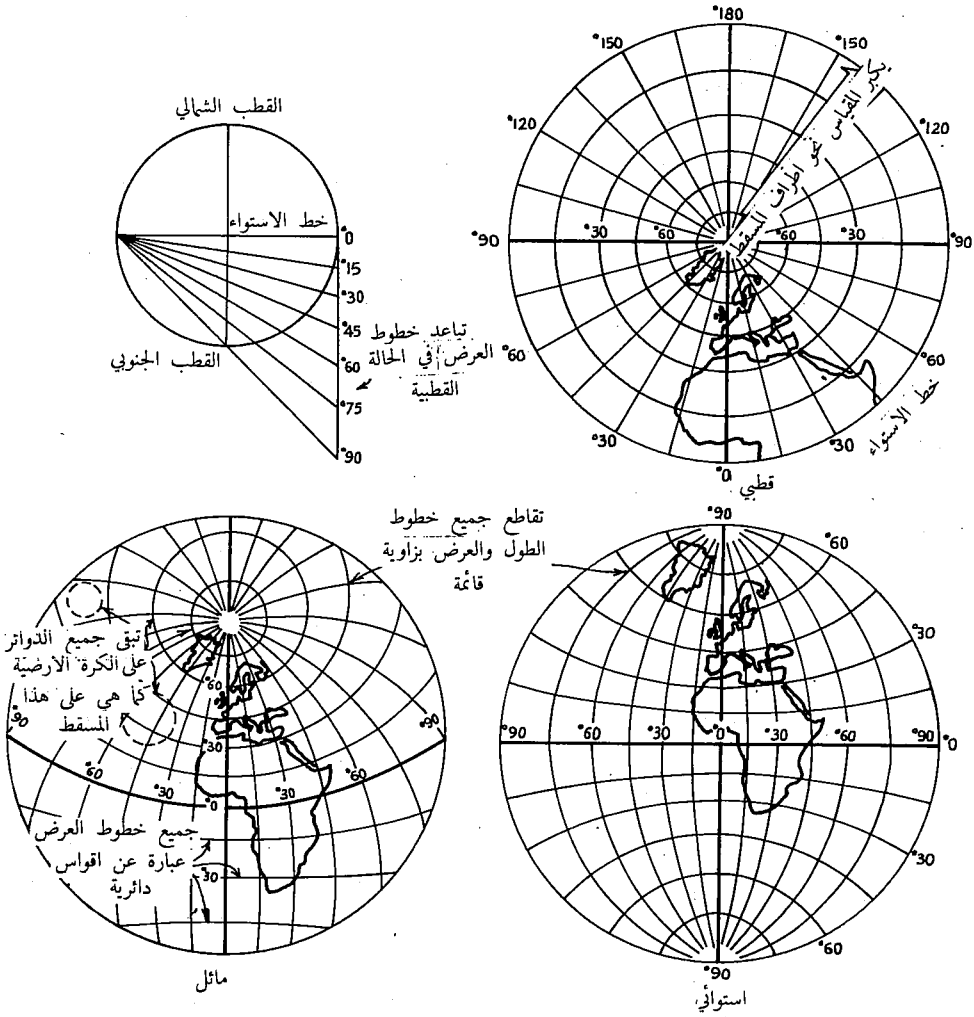
الشكل 7 – 22 المسقط المتعامد

(3) المسقط المجسم (Stereographic Projection)

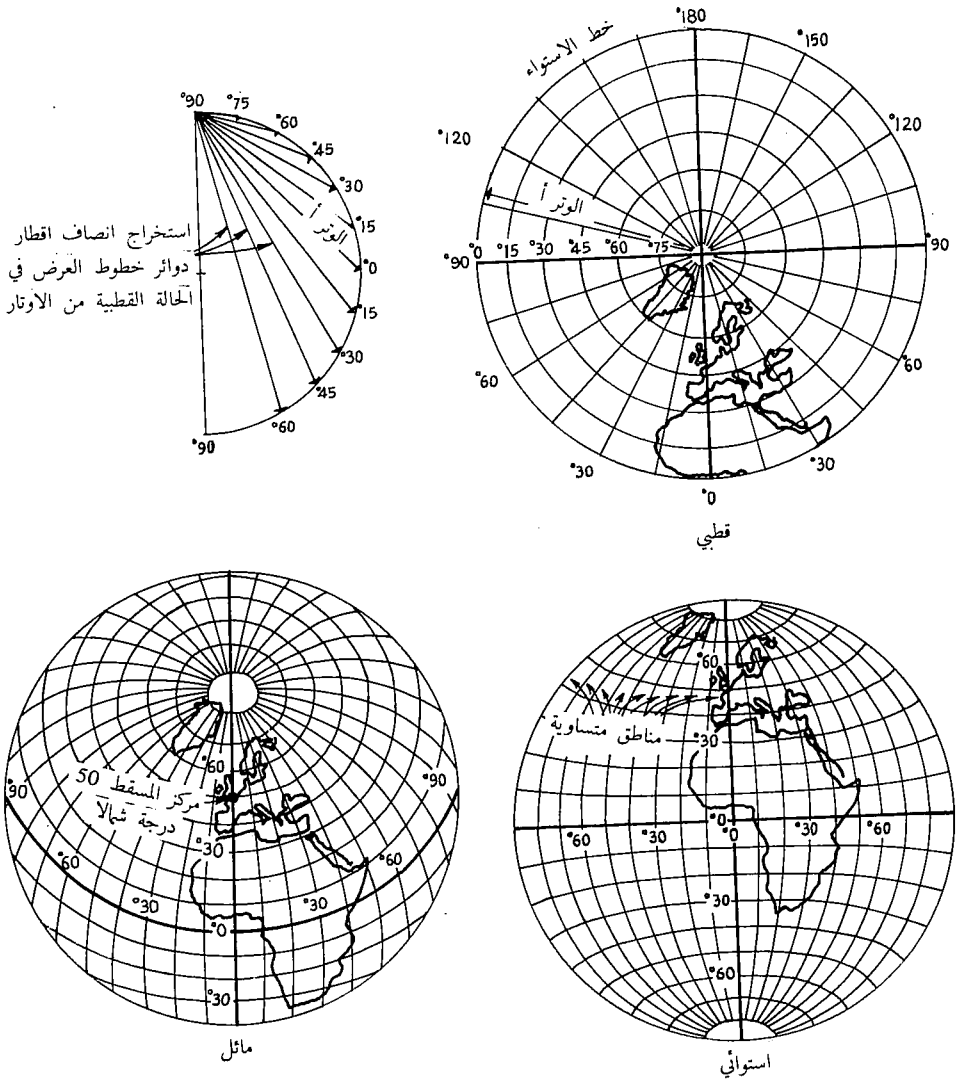
تقع نقطة النظر على سطح الكرة الممثلة مقابل مركز المسقط . وقد يكون هذا المركز نقطة تماس المستوى (الشكل 7 – 23) ، او مركز الدائرة الحاصلة من تقاطع المستوى مع الكرة حيث يكون المقياس حقيقيا على امتداد هذه الدائرة ، كما تكون الاتجاهات حقيقية في جميع اجزاء المسقط وعليه يحقق صفة التطابق (Conformity) . وتكون خطوط الطول والعرض في كافة حالات المسقط متقاربة من بعضها البعض عند مركز المسقط ، وتأخذ بالابتعاد كلما بعدت عنه . وعندما يستخدم المسقط لبيان قارات العالم ، فأن الامر يحتاج الى نصفي كرة (Hemispheres) بوضعه الاستوائي ، الذي تتعامد فيه خطوط الطول والعرض . وتستخدم حالته المائلة في خرائط الاطلس وذلك لبيان الارض بشكلها الكروي . اما الحالة القطبية للمسقط المجسم فتستعمل في النظام الشبكي العسكري الدولي (Universal Military Grid System) وذلك للمنطقة المحصورة بين درجة قوس العرض (80) والقطب (90 درجة) . حيث يستخدم في تتبع الطائرات في المناطق القطبية ، كما ويستخدم ايضا للخرائط المناخية لهذه المنطقة .

(4) المسقط السمتي المتساوي المساحة (Azimuthal equal-area projection)

لقد صمم هذا المسقط من قبل لامبرت (Lambert) عام 1772 . وتوضح الطريقة الهندسية (الشكل 7 – 24) كيفية حساب ابعاد خطوط العرض عن مركز المسقط في حالته القطبية . حيث تستعمل أوتار الاقواس المتساوية لمحيط الكرة الممثلة . وهكذا فأن طريقة اقامة خطوط الطول والعرض تحقق المساحات المتساوية في هذا المسقط . لذلك يستعمله الجغرافيون في الخرائط الاحصائية .



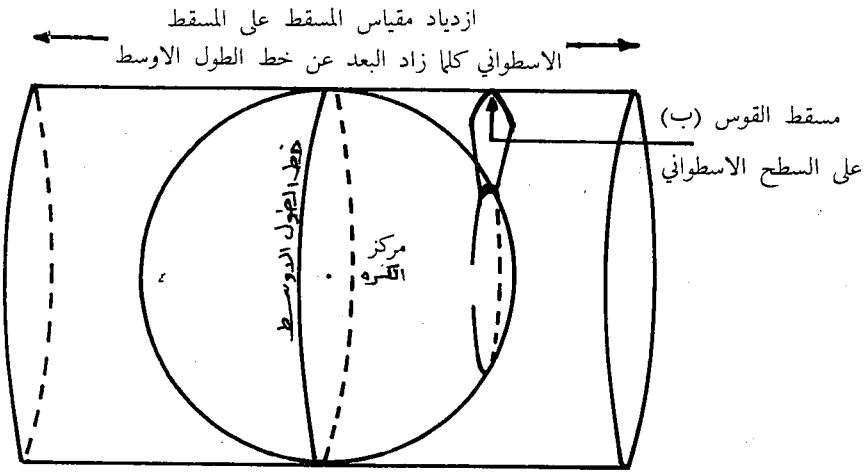
الشكل 7 – 23 المسقط المجسم – المسقط السمتي المتطابق



الشكل 7 – 24 المسقط السمتي المتساوي المساحة

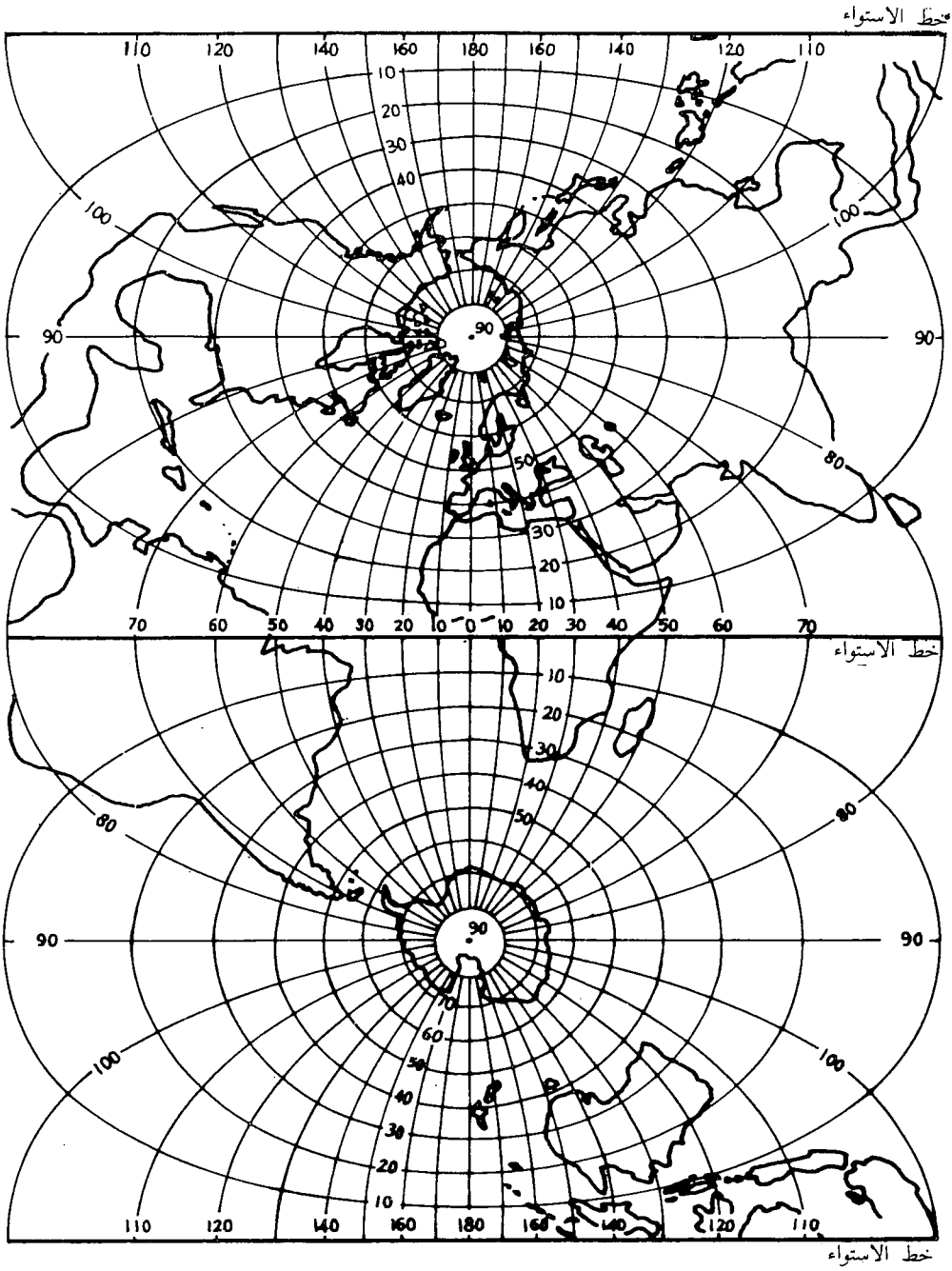
7 – 12 مسقط مركيتر المستعرض (Transverse Mercator Projection)

يبنى مسقط مركيتر المستعرض على اساس تلامس الاسطوانة للكرة على امتداد دائرة عظمى تمر خلال القطبين ، انها دائرة خط الطول (الشكل 7 – 25) ، وليس دائرة خط

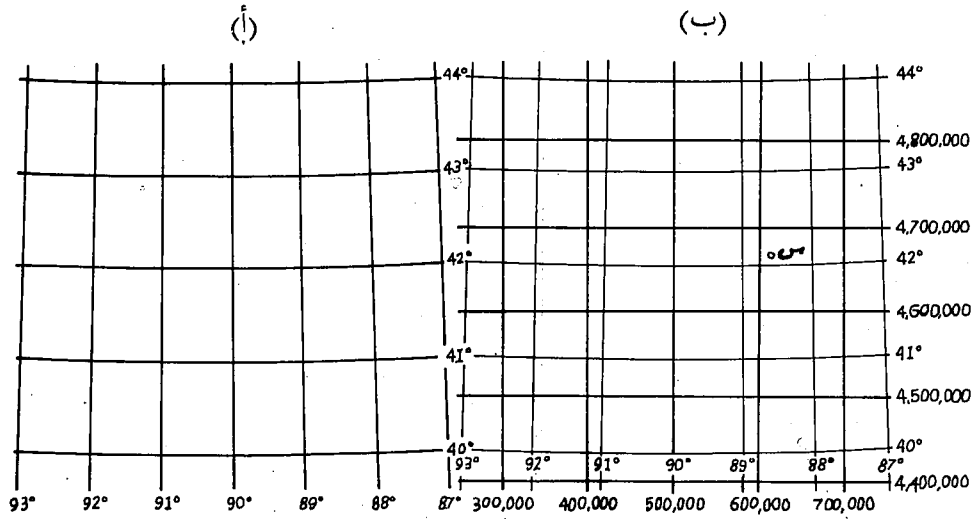


الشكل 7 – 25 مبدأ بناء مسقط مركيتر المستعرض ، حيث يمس السطح الاسطواني سطح الكرة الممثلة على امتداد خطي طول

الاستواء كما في مسقط مركيتر التقليدي المذكور سابقا . ويكون المسقط متطابقا ويبين المناطق الواقعة على امتداد دائرة خط الطول بشكل افضل ، مقارنة بالمناطق القطبية (الشكل 7 – 26) . ولا يمكن بيان غالبية الخطوط الثابتة الاتجاه (Loxodromes) بشكل خطوط مستقيمة في هذا المسقط . ويستخدم هذا المسقط كأساس للخرائط الطوبوغرافية على نطاق واسع ، وذلك لانتظام عوامل المقياس (Scale factors) على امتداد الخطوط الموازية للدائرة العظمى القياسية ، وبناء نظام احداثي فوق خارطة المسقط (الشكل 7 – 27) ، والذي يدعي بالنظام الشبكي لمسقط مركيتر المستعرض العالمي (UTM Grid System) . ونتيجة للشكل الأسطواني الذي ينشئ مسقط مركيتر الاعتيادي بموجبه ، فأن الخطوط المتساوية الانحراف تكون عبارة عن دوائر صغيرة توازي الدائرة العظمى القياسية لخط الأستواء ، وكذلك تكون هذه الدوائر خطوط العرض . بينما

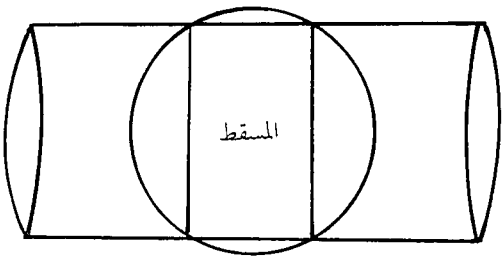


الشكل 7 – 26 مسقط مركيتر المستعرض

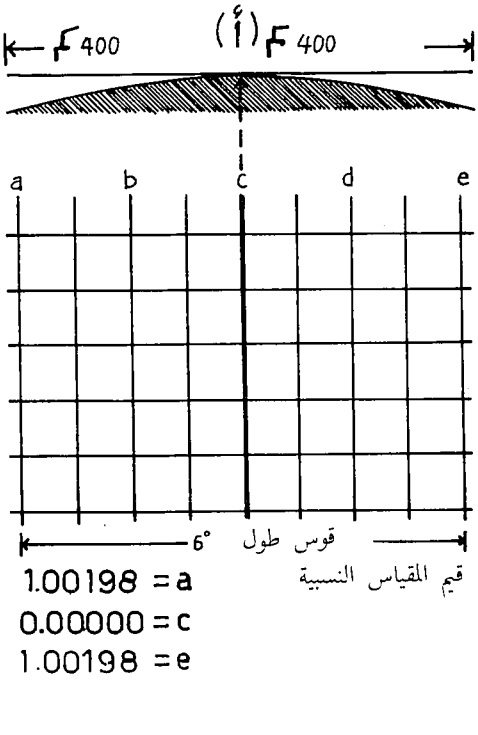


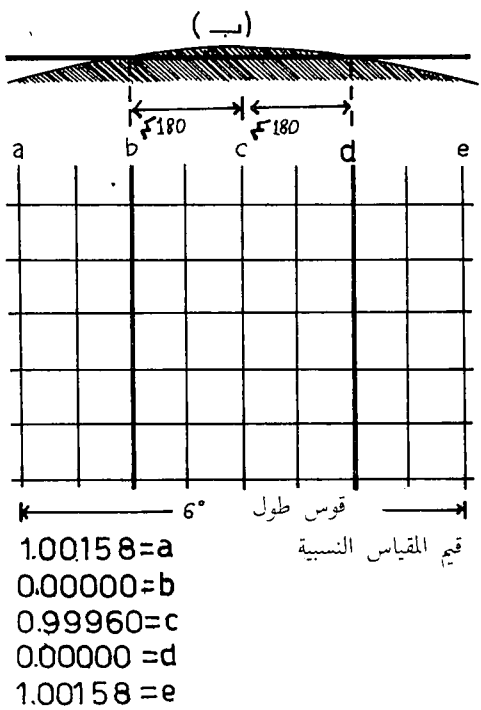
الشكل 7 – 27 النظام الاحداثي الارضي المبين في مسقط مركيتر المستعرض (آ) والنظام الاحداثي الشبكي لمسقط مركيتر المستعرض المرسوم فوق الاحداثيات الجغرافية (ب) . الاحداثيات الجغرافية للنقطة (س) تساوي 420730 شمال قوس العرض و 883730 غرب قوس الطول القياسي . اما الاحداثيات الشبكية (التربيعية) لنفس النقطة فهي 613.655 – 4.664.356

في مسقط مركيتر المستعرض تكون دائرة خط الطول هي الدائرة العظمى القياسية ، والدوائر الصغرى الموازية لها هي الخطوط المتوازية والمتعامدة للنظام الشبكي التربيعي . وتعتبر الخطوط الافقية للنظام الشبكي بمثابة الدوائر العظمى التي تتباعد عن بعضها بمسافات متساوية وتتعامد مع خط الطول الاوسط . ولتأمين اقل انحراف في المقياس على جانبي خط الطول الاوسط في نظام مركيتر المستعرض (UTM) تقرر ان يكون هناك خط طول وسطي لكل 6 درجات من اقواس الطول (Longitudes) . ولغرض تحسين خصائص المقياس في النظام المذكور بصورة اكبر ، اصبح سطح الأسطوانة المستعرضة قاطعا الكرة على امتداد دائرتين صغيرتين بدلا من الدائرة العظمى الوسطية . وبواسطة هذه الطريقة تمكن من توزيع الانحراف بصورة متساوية كما في الشكل (7 – 28) .



الشكل 7 – 28 تقليل مقدار الانحراف في المقياس لمسقط مركيتر المستعرض وذلك بتقاطع الاسطوانة والكرة الممثلة على امتداد دائرتين صغيرتين (ب) بدلاً من دائرة واحدة (أ)





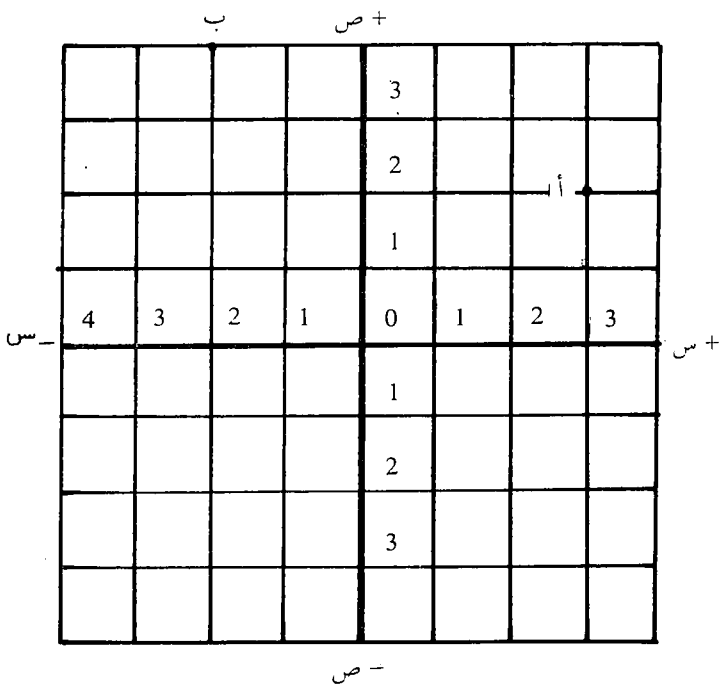
7 – 13 انظمة التشبيك التربيعية (Square-grid systems)

ان النظام الاحداثي الكروي ، المتكون من خطوط الطول والعرض مفيد للمساحات الشاسعة ، على الرغم من صعوبة اجراء حسابات المسافات والاتجاهات بالقياس الزاوي ، حيث تستعمل الدرجات والدقائق والثواني ، فضلا عن ان استعماله للمساحات الصغيرة ، ليس بالامر الهيّن .

ومع التطور الذي حصل في مدى سلاح المدفعية خلال الحرب العالمية الاولى وجد ان بلوغ السمت (Azimuth) الصحيح – سواء كان الانحراف السمتي او الاتجاه – والمسافات الدقيقة ، من الامور الصعبة ، اذ تتطلب حسابات معقدة نسبيا . ولغرض الحد من هذه المشكلة ، تمكن الفرنسيون من انشاء نظام تشبيك احداثي تربيعي يرسم فوق الخرائط ، سرعان مابدأت الدول الاخرى بأستعماله ، نتيجة الى سهولة حل المعادلات في الهندسة المستوية ، مقارنة بمعادلات الهندسة الكروية . وهكذا تطورت النظم الاحداثية التربيعية وكثر عددها واستعمالها . ولقد اضحى استخدام الانظمة الشبكية التربيعية نظاما قياسيا في المسوحات الطوبوغرافية .

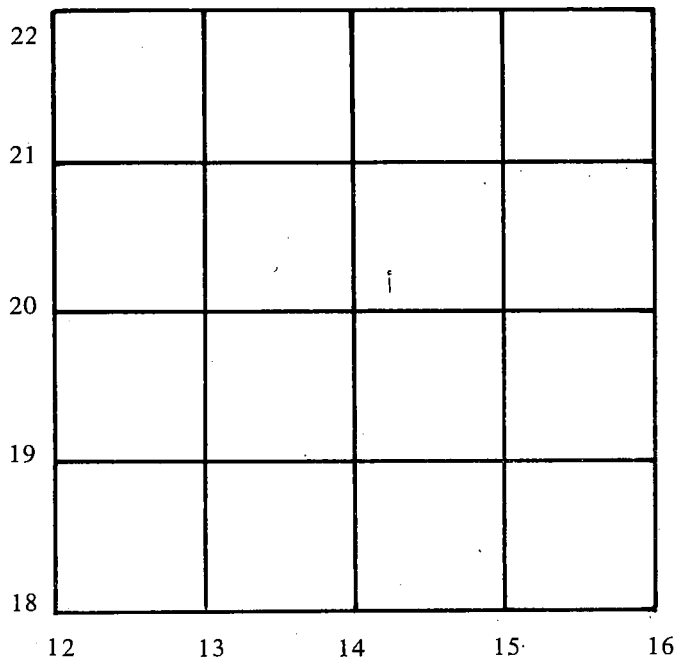
ويمكن تلخيص طريقة بناء هذه الانظمة كما يأتي : اولا ، الشروع بأعداد الخريطة وتحويل السطح الكروي الى سطح مستو بواسطة انظمة المساقط . وبعد الانتهاء من اعداد تفاصيل الخريطة ترسم فوقها شبكة من الاحداثيات المتعامدة .

حيث تتباعد الخطوط المتوازية والمتعامدة في هذه الشبكة بمسافات متساوية عن بعضها البعض . ولغرض تحديد موقع نقطة ما على هذه الشبكة يتطلب الامر الى تعين الاحداثين السيني والصادي بالدقة المطلوبة ووفق وحدات الطول القياسية المعروفة وبالنظام العشري عادة . وهذه الطريقة اسهل من استعمال الدرجات والدقائق والثواني لاقواس العرض والطول . ولغرض تبسيط طريقة تحديد الموقع ، يستعمل الجزء الذي تكون فيه الاحداثيات موجبة (الشكل 7 – 29) . وعادة يفترض مصدر الترقيم خارج منطقة الخريطة ، وبأتجاه الجنوب الغربي منها . وفي الاحداثيات التربيعية للخارطة تعطي عادة قيم الاحداثي السيني اولا ، والتي تدعى بالتشريق (Easting) ، ثم تليها قيم



الشكل 7 – 29 احداثيات النقطة (أ) هي 2 ، 3 .
بينما احداثيات النقطة (ب) هي 4 ، – 2 .
تشير الاحداثيات الصادية الى قوس العرض شمالاً وجنوباً ، بينما تشير الاحداثيات السينية الى قوس الطول شرق وغرب المصدر .

الاحداثي الصادي والتي تدعي بالتشميل (Northing) . وهكذا تقرأ القيم في هذه الانظمة من اليمين اولا ثم الشمال . وعليه تكون قيمة الاسناد الشبكي (Grid reference) للنقطة (أ) في الشكل السابق مساوية الى (32) . حيث تكون قيمة التشريق 3 بينما تكون قيمة التشميل 2 . ولكي يكون الاسناد الشبكي دقيقا فأنه يتضمن عدداً من الارقام يشير النصف الاول منها الى التشريق والنصف الاخر الى التشميل . فعندما يكون ضلع المربع في الشكل (7 – 30) مساوياً الى 1000 متر ، عندئذ تكون قيمة الاسناد للنقطة (أ) 145201 ، حيث تعبر هذه القيمة عن الموقع ضمن شبكة تربيعية طول ضلع المربع فيها يساوي 100 متر . وعند اضافة رقم آخر الى التشريق والتشميل يكون طول ضلع المربع في



الشكل 7 – 30 جزء من النظام الشبكي المستو . احداثيات النقطة (أ) 14562011

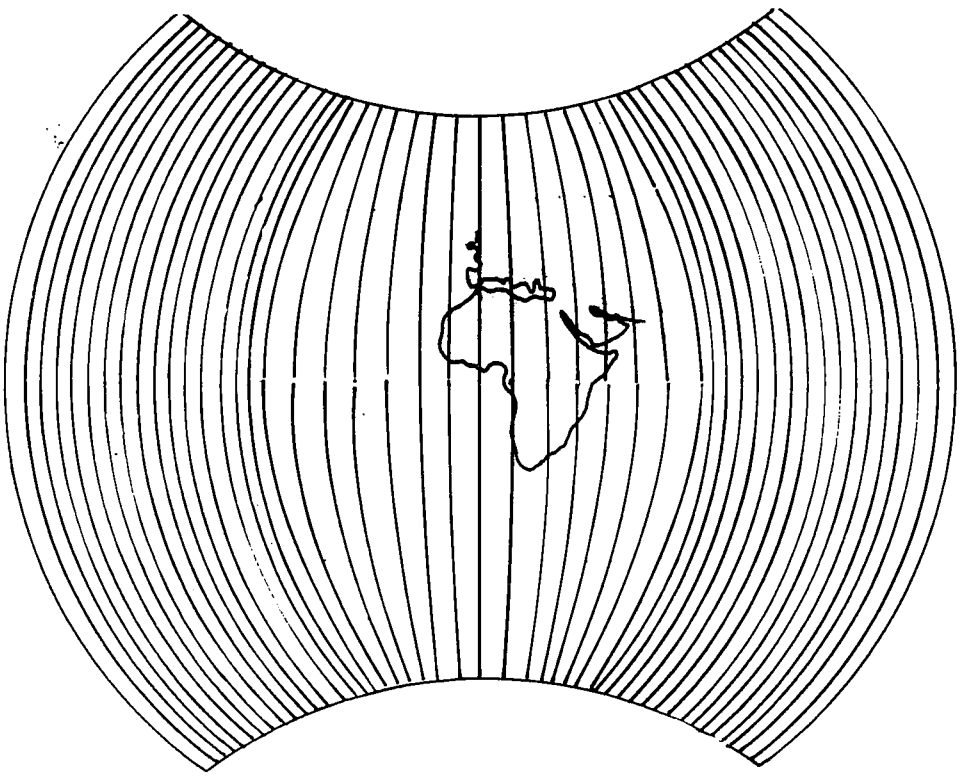
الشبكة التربيعية 10 أمتار . وتستعمل الاحداثيات التربيعية عادة في الخرائط الكبيرة المقياس فقط ، لان الانحرافات الناشئة عن تحويل السطح الكروي الى السطح المستوي تجعل الخرائط الصغيرة المقياس غير مفضلة لاغراض الاسناد المفصل وحساباته .

7 – 14 تشبيك مسقط مركيتر المستعرض العالمي (UTM)

لقد اصبح هذا النظام التشبيكي قياسيا في العراق وغيره من البلدان في العالم . اذ تم تقسيم سطح الكرة الارضية الى 60 منطقة (Zones) ، تمتد من الشمال الى الجنوب ، وعرض كل منها 6 درجات من درجات قوس الطول (Longitude) . وتحصر المناطق المذكورة بين قوسي عرض 80 درجة جنوبا ، 84 درجة شمالا[1] . وبناء على ذلك يحاط

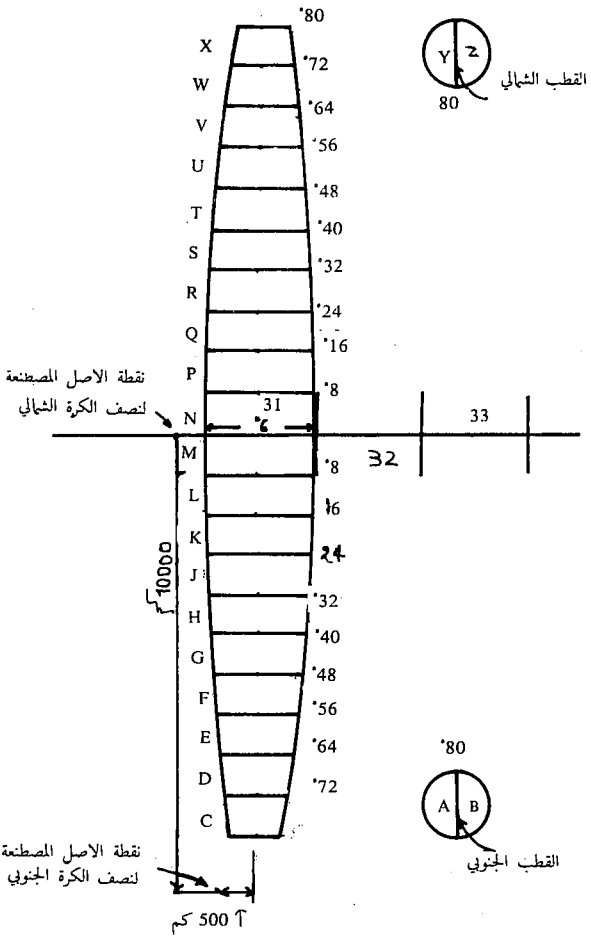
(1) بعض المصادر تذكر 80 درجة شمالا وجنوبا ، حسب مسقط مركيتر الاعتيادي . وان التقسيم المعمول به حالياً بالنسبة لمسقط مركيتر المستعرض العالمي في العراق هو 6 درجات للمناطق اي بالنسبة لخطوط الطول ، 4 درجات للاحزمة Belts بالنسبة لخطوط العرض وابتداء من خط الاستواء .

سطح الارض بستين منطقة متشابهة ومتجاورة ، من مناطق نظام مركيتر المستعرض العالمي (UTM) ، لاحظ الشكل (7 – 31) ، والتي تصلح الى ان تكون نظام اسناد عالمي تام (World reference system) وضمن حدود اقواس العرض المذكورة . بينما يستعمل نظام (UPS) المبنى على اساس المسقط المجسم القطبي (Polar stereographic) لمنطقتي القطبين . ويرسم مسقط مركيتر المستعرض لكل منطقة من المناطق المذكورة ، وكذلك ترسم شبكة من الكيلومترات المربعة فوق خطوط المسقط . تبدأ من تقاطع خط الاستواء وخط الطول الاوسط . وتقع نقطة الاصل المصطنعة (False origin point) الخاصة بنصف الكرة الشمالي على خط الاستواء وعلى بعد 500 كم غرب خط الطول الاوسط ،



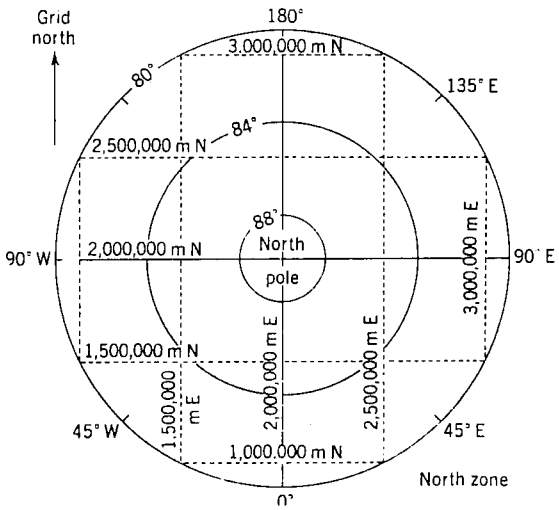
الشكل 7 – 31 تقسيم الكرة الارضية الى 60 منطقة

بينما تقع نقطة الاصل المصطنعة لنصف الكرة الجنوبي على بعد 10000 كم اسفل النقطة الاولى لاحظ الشكل (7 – 32) . وبعبارة اخرى اعطى خط الطول الاوسط لكل منطقة قيمة تشريق تساوي 500000 متر وتكون قيمة التشميل لخط الاستواء صفرا وذلك لنصف الكرة الشمالي ، بينما تكون قيمة التشميل لنصف الكرة الجنوبي 10000000



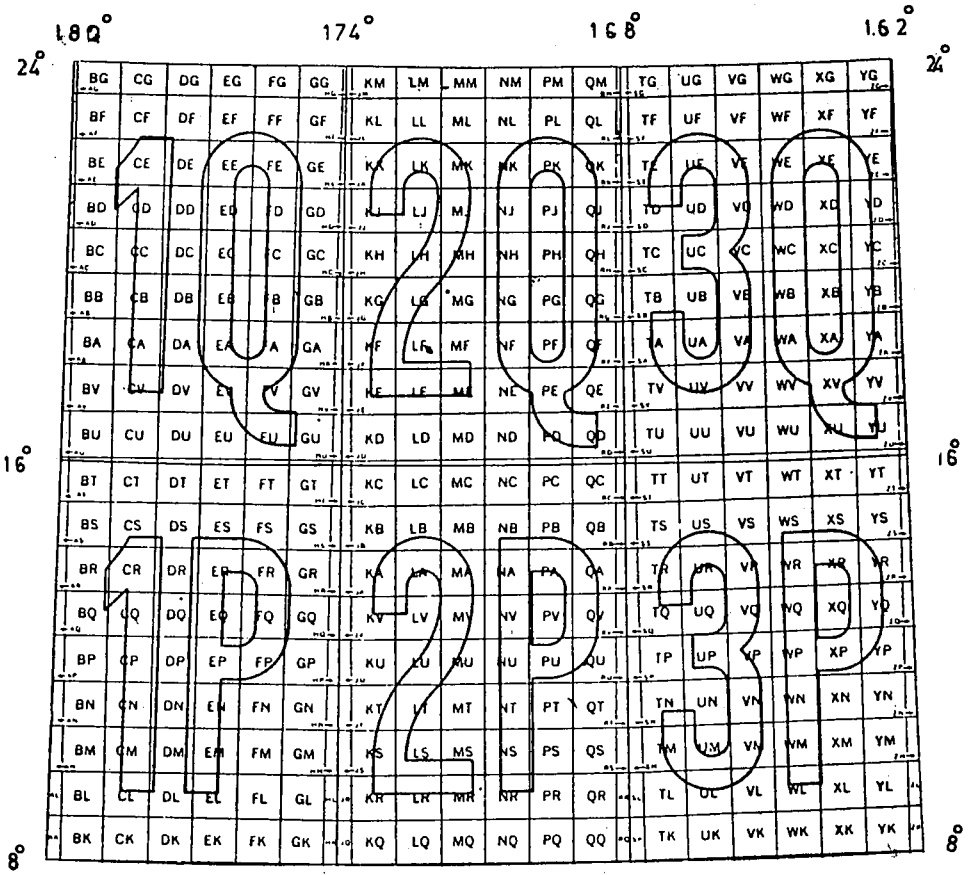
الشكل 7 – 32 تقسيم العالم الي (60) منطقة في تشبيك مسقط مركيتر المستعرض . عرض كل منطقة (6) درجات قوس طول ، وتقسيمها الى عشرين جزء ، طول كل جزء ثمان درجات .قوس عرض ، مع استعمال المسقط المجسم للقطبين .

مترا . وفي النظام الشبكي لمنطقتي القطبين (الشكل 7 – 33) تكون درجات الخط الاوسط الافقي 90 درجة شرق وغرب ، اما درجات الخط العمودي الاوسط فتنحصر بين درجتي (0 – 180) . واعتبرت قيم التشريق والتشميل في القطب 2000000 متر .



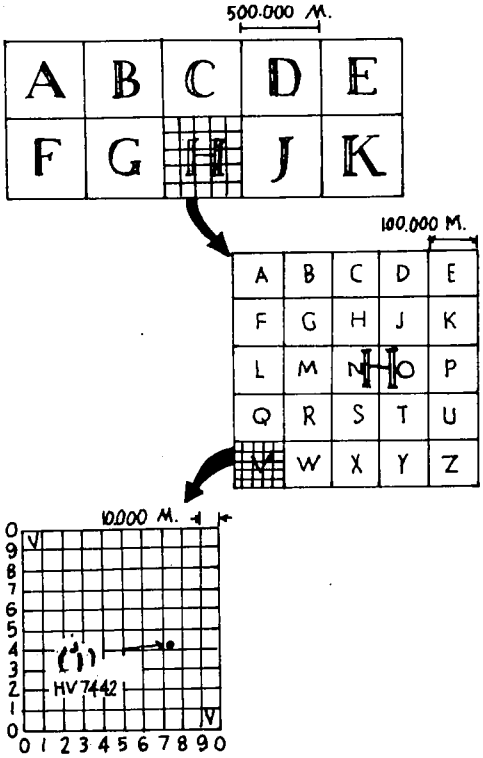
الشكل 7 – 33 النظام الشبكي UPS المبني على اساس المسقط المجسم القطبي ، للقطب الشمالي

ويتم الاسناد في نظام مركيتر المستعرض العالمي (UTM) من خلال ثلاث مراحل : الاولى ، ترقيم المناطق الستين ، ابتداء من 180 درجة غرب (الشكل 7 – 31) . ثانيا ، تقسيم المنطقة الواحدة الى عشرين جزء ، يعطى كل جزء حرفا ابجديا ، وارتفاعه ثمان درجات من درجات قوس العرض (Latitude) كما تقسم المنطقتين القطبيتين الى قسمين . يحمل كل قسم حرفا كما في الشكل (7 – 32) . ويمكن الاكتفاء بالمرحلتين السابقتين عند اسناد نقطة ما بالنسبة لخارطة العالم . ولكن يمكن ايضا ان نتغاضى عنها عند اسناد النقاط في المناطق المحددة ، وعندئذ يستعمل حرفين لتعريف اقسام الجزء الواحد الذي تبلغ مساحته 100 كم مربع ، كما في النظام الامريكي (الشكل 7 – 34) . بحيث يعاد استعمال مخطط الحروف لهذا النظام لكل 18 درجة قوس عرض ، واكثر من 24 درجة قوس طول بقليل .



الشكل 7 – 34 النظام الامريكي للاحداثيات المبني على اساس مسقط مركيتر المستعرض العالمي UTM. لاحظ ان كل منطقة مقسمة الى مربعات طول ضلعها 100 كم ويشار اليها بحرفين.

والمرحلة الثالثة للاسناد تكون عن طريق استخدام الارقام للمربعات التي تبلغ مساحتها 100 كم مربع، كما مبين في الشكل (7 – 35). وهكذا يكون من السهل الاستدلال على مواقع الاشياء ضمن حدود 100 متر. والشكل السابق يوضح النظام الانكليزي، حيث تستخدم الحروف لتعريف المربعات. فالحرف الاول يشير الى المربعات التي طول ضلعها 500 كم، بينما يشير الحرف الثاني الى المربعات التي طول ضلعها 100



الشكل 7 – 35 تستعمل في النظام الانكليزي الاحداثي وغيره من الانظمة الاحداثية 25 حرفاً للاشارة الى المربعات التي طول ضلعها يساوي 500 كم و 100 كم وتعطي الاحداثيات داخل المربعات الاخيرة (100 كم) بواسطة الارقام – لاحظ احداثيات النقطة (أ)

كم^2. وبعدئذ تستخدم الارقام ضمن المربعات الاخيرة ، حيث يدل النصف الاول منها على التشريق والنصف الثاني على تشميل الموقع . وهكذا فأن تحديد موقع النقطة (أ) وهو (HV7442) في الشكل السابق قد جرى الى حد 100 متر.

7 – 15 أستعمال مساقط الخرائط (Employment of map projection)

لقد ورد في مقدمة هذا الفصل ، ان مساقط الخرائط لا بد ان ينقصها احد الاعتبارات الاربعة الاساسية او اكثر وهي : المقياس الصحيح والمساحات المتساوية ،

والاشكال الصحيحة ، والاتجاهات الحقيقية . وعليه فمن الضروري اختيار المسقط الملائم لاعداد الخريطة المطلوبة . ان الامور التي يجب دراستها من قبل صانع الخريطة والمساح عند اختيار المسقط هي :

(1) الغرض من الخريطة المطلوب اعدادها .
(2) موقع المنطقة بالنسبة لسطح الكرة الارضية .
(3) اتساع رقعة المنطقة بالنسبة لاقواس الطول والعرض .
(4) سهولة بناء المسقط واجراء حساباته الرياضية .

ان المساقط المبينة في هذا الفصل لها صفات واغراض معينة ، ولذلك ينبغي تذكر تلك الصفات والاغراض لكي ينتخب المسقط الملائم . فاذا كان الغرض من الخريطة هو بيان تفاصيل سطح الكرة الارضية كافة فلا بد من أستعمال احد المساقط الاسطوانية كمسقط مركيتر اوسانسون او مولفايد . واذا كانت الخريطة المطلوبة لاجل بيان المناطق ضمن الدوائر القطبية فان المساقط السمتية هي افضل المساقط لهذا الغرض . وعند بيان الاجزاء الواقعة بين خط الاستواء والدوائر القطبية تنتخب المساقط المخروطية .

وبعد تحديد موقع المنطقة المطلوب بيانها على الخريطة فانه ينبغي كذلك تحديد الصفة الاساسية لتفاصيل المنطقة المبينة على الخريطة كما في الجدول الآتي الذي يبين كيفية انتخاب المساقط على ضوء خصائصها والغرض المطلوب منها . وقد اشتمل الجدول على معظم المساقط التي ذكرت في هذا الفصل فقط والتي تعتبر اكثر المساقط استعمالا وانتشارا . ويمكن الرجوع الى المصادر الاخرى في علم الخرائط بالنسبة للمساقط الاخرى التي لم يذكر اسمها .

16 – 7 بناء المساقط (Construction of map Projections) .

تبنى المساقط أو ترسم بعدة طرق حسب شكل المسقط والغرض منه وطبيعة النظام التشبيكي المستعمل معه وهذه الطرق هي :–

(أ) الطرق الهندسية – ترسم المساقط وفق مقياس مناسب ثم يبنى النظام التشبيكي بواسطة الطرق الحسابية .

جدول 7 – 3 استعمال المساقط

المسقط	الاستعمال	ميزته	صفات خطوط الطول	صفات خطوط العرض
التربيعي Rectangular	خرائط المدن والمناطق الصغيرة	سهولة الرسم والبناء	عمودية ، والمسافات بينها متساوية وحقيقية على امتداد الخط القياسي	افقية ، المسافات بينها حقيقية ومتساوية
مركيتر	خرائط العالم والمخططات	متطابق استقامة[1] خطوط الاتجاه الثابت	عمودية ، والمسافات بينها متساوية وحقيقية على امتداد خط الاستواء	افقية ، المسافات بينها متقاربة قرب خط الاستواء
سانسون	المناطق الاستوائية	المساحات المتساوية	منحنيات ، المسافات بينها متساوية وحقيقية عند كل خط عرض	افقية ، والمسافات بينها متساوية وحقيقية
مولفايد	خرائط العالم (نصف الكرة)	المساحات المتساوية	اقواس ، المسافات بينها متساوية	افقية ، المسافات بينها تكون متقاربة قرب القطبين
المخروطي البسيط	خرائط اقواس العرض الوسطية	انحراف قليل	خطوط شعاعية ، المسافات بينها متساوية وحقيقية على امتداد خط عرض قياسي واحد أو اثنين	اجزاء من دوائر متحدة المركز ، والمسافات بينها متساوية
البرز	خرائط الولايات المتحدة	المساحات متساوية	كذا	اجزاء من دوائر متحدة المركز المسافات بينها متقاربة عند النهايتين الشمالية والجنوبية
لامبيرت	مخططات الملاحة الجوية	متطابق	كذا	كذا ، المسافات بينها تكون متباعدة عند النهايتين الشمالية والجنوبية
المتعدد المخاريط	الخرائط الطويوغرافية	وجود وتوفر جداول الرسم	اقواس ، المسافات بينها متساوية ، حقيقية على امتداد كل خط عرض .	الدوائر ليست متحدة المركز ، المسافات بينها حقيقية على امتداد خط الطول الوسطي
المجسم	الخرائط الايضاحية	متطابق	اقواس دائرية ، المسافات بينها متقاربة عند المركز .	الدوائر ليست متحدة المركز ، المسافات متقاربة بينها قرب المركز
المتعامد	نصف الكرة القارات	مرئي	اقواس اهليليجية ، المسافات بينها متقاربة عند اطراف المسقط .	تشبه خطوط الطول
السمتي المتساوي المساحة	كذا	المساحات المتساوية	اقواس ، المسافات بينها متقاربة عند اطراف خط الاستواء .	اقواس ، المسافات بينها متقاربة قرب القطبين

(1) خط الاتجاه الثابت Loxodrome

(ب) الطرق الحسابية – تحسب أنصاف أقطار دوائر خطوط الطول والعرض والمسافات بينها .

(جـ) الجداول الأستشارية (Consulting tables) تستخدم هذه الجداول المنشورة من قبل دوائر المساحة ، حيث تبين قيم الأحداثيات الأفقية والشاقولية لنقاط تقاطع خطوط الطول والعرض لتكوين النظام التشبيكي .

أن بعض خطوط الطول والعرض تكون حقيقية (True) في معظم المساقط ، حيث تكون أبعادها هي ذاتها على الكرة الأرضية وفق المقياس المستعمل للمسقط . وتبنى المساقط عادة على اساس هذه الأبعاد الحقيقية . واذا كان خط الطول حقيقيا فأن كل درجة فيه تساوي (110.56كم) ، حسب المقياس المستعمل في المسقط . واذا كان خط العرض حقيقيا في المسقط فأن درجة قوس الطول (Longitude) فيه تساوي 110. 56 × جتا درجة قوس العرض . واذا كان قياس خطوط الطول والعرض متساويا فأن هذه الخطوط لا تعني بالضرورة أنها حقيقية في المسقط وذلك لأن الأرض ليست كروية تماما .

ومن المناسب في كثير من الحالات يرسم خط أو خطين من خطوط النظام التشبيكي تؤخذ كخطوط دلالة . وترسم معظم المساقط حول خط الطول الوسطي الذي يكون خطا مستقيما في المساقط المتناظرة . ويمكن رسم جانب واحد للمساقط المتناظرة ويستنسخ الجانب الاخر المماثل للجانب الاول . أن الجداول الخاصة ببناء المساقط تحسب بالوحدات المترية أو الأنكليزية وكذلك دقائق أقواس الطول عند خط الأستواء والتي تحسب وفق المقياس (1 : 1) أي حسب حجم الكرة الأرضية . ومن الضروري عند بناء المساقط حسب المقاييس المطلوبة ان يتبع الاتي :

(أ) تحويل جميع الوحدات الحسابية في الجداول المستعملة لبناء المساقط الى وحدات تتفق ومقياس الرسم المطلوب .

(ب) تحويل وحدات المقياس الى وحدات مناسبة للترسيم كالسنتمترات مع الأنتباه الى أن علاقة المقياس هي علاقة خط رياضي بين نصف القطر الحقيقي للأرض وبين نصف قطر الكرة الممثلة (Generating Globe) والتي يبنى المسقط بموجبها .

7 – 17 بعض الأمثلة على بناء المساقط :

بناء المساقط الاسطوانية Construction of cylindrical projections

(أ) مسقط مركيتر.

أرسم مسقط مركيتر مبينا فيه خطوط الطول والعرض بدلالة كرة ممثلة مقياسها الخطي على أمتداد خط الأستواء يبلغ 100,000,000 مع العلم أن محيط الكرة الأرضية يساوي 40075 كم حسب الجدول (7–4).

الخطوات :

1 – قدر محيط الكرة المثلة حسب المعادلة الأتية :

$$\text{محيط الكرة الممثلة/سم} = \frac{\text{محيط الكرة الأرضية (سم)}}{\text{مقام مقياس الكرة الممثلة}}$$

ثم أرسم خطا أفقيا في وسط اللوحة ، يمثل المحيط وحسب القيمة التي حصلت عليها من المعادلة .

2 – أستخرج طول دقيقة واحدة بالسنتمترات لقوس الطول في الكرة الممثلة .

$360 \times 60 = 21600$ دقيقة (الكرة الأرضية)

$$= \frac{\text{محيط الكرة الممثلة}}{21600}$$

3 – أضرب القيم المذكورة في الجدول بالقيمة المستخرجة أعلاه ثم خطط النتائج على اللوحة لترسيم خطوط العرض .

4 – أقسم خط الأستواء الى أجزاء متساوية لأقامة خطوط الطول وبفترات تساوي 5 درجات على جانبي خط الطول القياسي (Prime meridian) علما بأن المسافة الحقيقية بين خطوط الطول وفق الفترة المطلوبة تساوي 556.6 كم .

جدول (7–4) أبعاد خطوط العرض عن خط الأستواء في مسقط مركيتر الأعتيادي مقيسة بدرجات قوس الطول عند خط الأستواء (المقياس 1 : 1) .

. (Deetz and Adams in Raisz 1962)

الدرجة	المسافة	الدرجة	المسافة	الدرجة	المسافة	الدرجة	المسافة
1	59. 596	21	1280. 835	41	2686. 280	61	4628. 789
2	119. 210	22	1344. 945	42	2766. 089	62	4754. 350
3	178. 862	23	1409. 513	43	2847. 171	63	4884. 117
4	238. 568	24	1474. 566	44	2929. 594	64	5018. 419
5	298. 348	25	1540. 134	45	3013. 427	65	5157. 629
6	358. 222	26	1606. 243	46	3098. 747	66	5302. 164
7	418. 206	27	1672. 923	47	3185. 634	67	5452. 493
8	478. 321	28	1740. 206	48	3274. 173	68	5609. 149
9	538. 585	29	1808. 122	49	3364. 456	69	5772. 739
10	599. 019	30	1876. 706	50	3456. 581	70	5943. 955
11	659. 641	31	1945. 992	51	3550. 654	71	6123. 602
12	720. 472	32	2016. 015	52	3646. 787	72	6312. 610
13	781. 532	33	2086. 814	53	3745. 105	73	6512. 071
14	842. 842	34	2158. 428	54	3845. 738	74	6723. 275
15	904. 422	35	2230. 898	55	3948. 830	75	6947. 761
16	966. 296	36	2304. 267	56	4054. 537	76	7187. 387
17	1028. 483	37	2378. 581	57	4163. 027	77	7444. 428
18	1091. 007	38	2453. 888	58	4274. 485	78	7721. 700
19	1153.893	39	2530. 238	59	4389. 113	79	8022. 758
20	1217. 161	40	2607. 683	60	4507. 113	80	8352. 176

بناء المساقط المخروطية Construction of conical projections .

ب – بناء مسقط مخروطي ذي خطين عرضيين قياسيين .

أرسم مسقطا مخروطيا ذا خطين عرضيين قياسيين ولتكن درجتيهما 20 ، 60 فوق خط الأستواء كما في الشكل (7–36) ، بدلالة كرة ممثلة مقياسها الخطي على أمتداد خط الأستواء 1 : 50,000,000 وحسب الخطوات الآتية :

1 – أرسم خطا عموديا في وسط اللوحة وليكن (أب) كما في الشكل السابق .

2 – أحسب مقدار المسافة (س ص) بين الخطين العرضيين القياسيين وفق المعادلة الآتية :

علماً بأن : $س ص = 2 \pi ق \frac{د1 - د2}{360}$ . . . . (1)

π تمثل النسبة الثابتة ، ق تمثل نصف قطر الكرة الممثلة ، د1 ، د2 تمثلان درجتي الخطين العرضين القياسين 60 ، 20 على التوالي) .

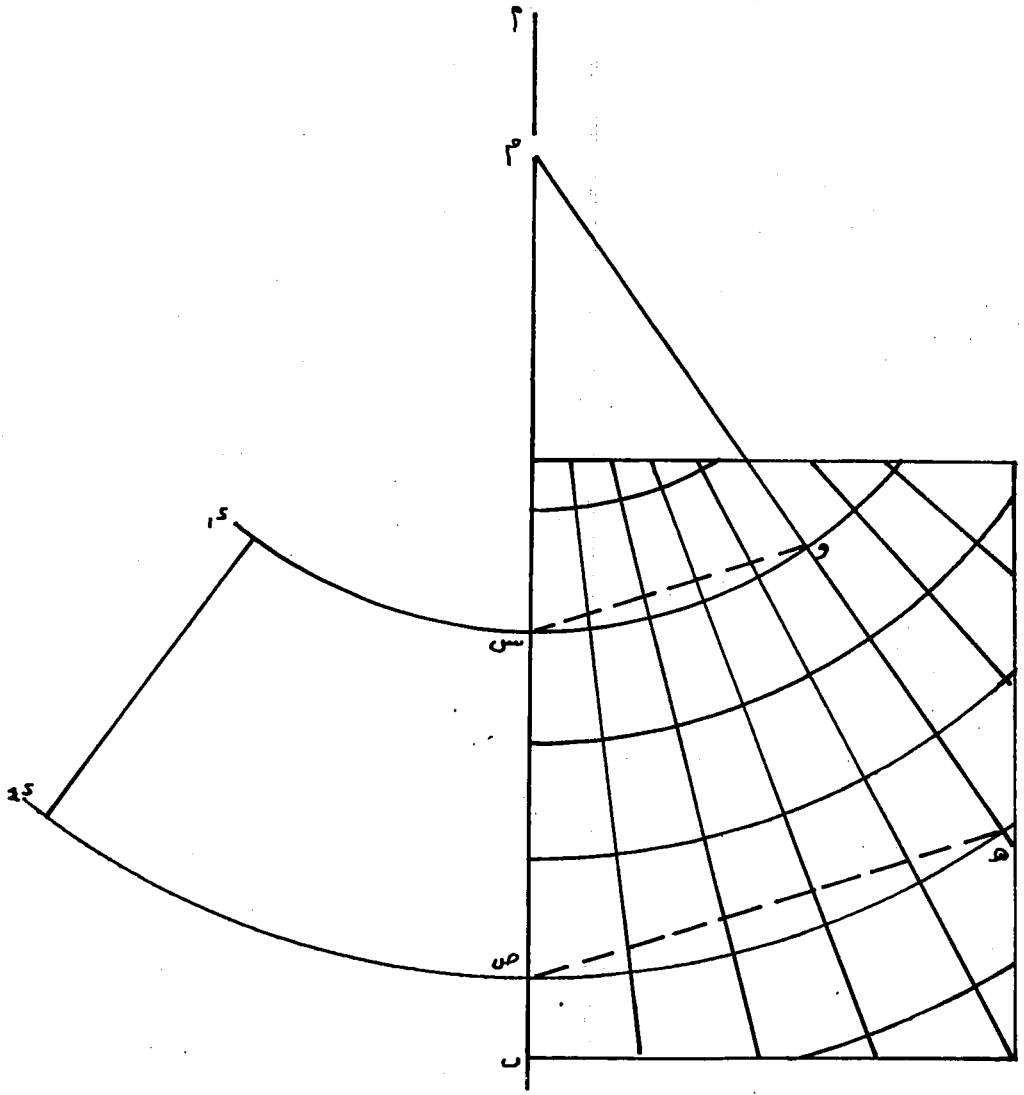
3 – ثبت نقطة مركز المخروط (م) التي تقع على أمتداد الخط (أ ب) وذلك بحساب المسافة (م س) حسب المعادلة الآتية :

$$\frac{م س}{س ص} = \frac{جتا د1}{جتا د 2 - جتا د 1} \quad \ldots\ldots (2)$$

4 – أرسم بواسطة الفرجار الخطين العرضيين القياسيين من خلال النقطتين (س ، ص) ، بحيث يكون مسمار آلة الفرجار مثبتا في نقطة المركز (م) فيكون نصف قطر خط العرض القياسي 60 درجة يساوي المسافة (م س) ، ونصف قطر خط العرض القياسي الاخر 20 درجة يساوي مجموع المسافتين (س ص + م س) .

5 – عين مقدار الزاوية (س م و) ، وذلك لتحديد خط الطول الطرفي للمسقط ، وحسب المعادلة الآتية . (لاحظ الشكل السابق) .

$$الزاوية س م و = \frac{2 \pi ق جتا د 1}{2 \pi \times (م س)} \times 60$$



الشكل (7–36)

بناء مسقط مخروطي ذي خطين عرضيين قياسيين .

6 – أحسب المسافات الوترية (Cord distances) وهي س و ، ص هـ ، حسب المعادلتين الآتيتين :

$$\text{س و} = 2\ (\text{م س})\ \text{جا}\ \frac{\text{الزاوية س م و}}{2}$$

$$\text{ص هـ} = 2\ (\text{س ص} + \text{م س})\ \text{جا}\ \frac{\text{الزاوية س م و}}{2}$$

7 – أرسم المسافات الوترية ، ثم خطوط الطول والعرض ، علما بأن المسافات البينية بين هذه الخطوط تكون متساوية وأن المسافات الخطية Linear distances على أمتداد خطوط الطول والخطين العرضيين القياسيين تكون صحيحة أيضا ، ولكن المسقط الذي تم ببناؤه ليس له صفات معينة كمسقط لامبيرت المتطابق أو البرز المتساوي المساحة . ولكنه مفيد للمناطق المحدودة لأنه يتضمن قليلاً من الأنحرافات . وأن سهولة بنائه وبساطة شكله تجعله مسقطاً مفيداً .

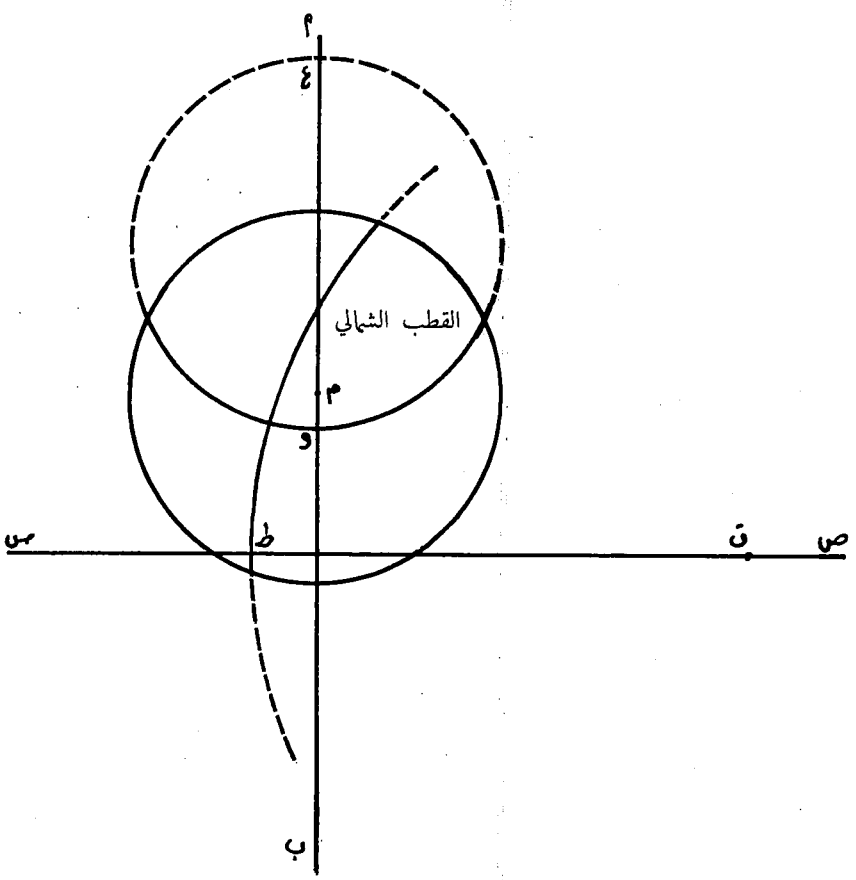
بناء المساقط السمتية Construction of azimuthal projections

جـ – أرسم مسقطاً من النوع المجسم المائل المتطابق ، بدلالة كرة ممثلة بحيث يكون مركز المسقط عند درجة 40 ، وحسب الجدول (7–5) .

الخطوات

1 – أرسم خطا عموديا في وسط اللوحة وليكن (أب) وثبت نقطة مركز المسقط (م) عليه ، وهي 40 في هذا المثال ، وكما في الشكل (7–37) . ثم أرسم الدائرة التي تمثل الكرة ، ذات القطر المساوي الى ضعف قطر الكرة الممثلة .

2 – أرسم خطا عموديا على الخط (أب) وليكن (س ص) بحيث تبعد نقطة التقاطع عن نقطة المركز (م) بمسافة معينة تتناسب مع درجة مركز المسقط . وفي هذا المثال تساوي تلك المسافة 0.83910 (وتدعى هذه المسافة بقوس العرض المتناظر (Homolatitude) .



الشكل 7 – 37 بناء المسقط المجسم

الجدول (7–5) . بناء المسقط المجسم– المركز عند درجة 40 المقياس (1 : 1)

خط العرض	الأعلى	الأسفل
80	0.57735	0.36397
70	0.70021	0.26795
60	0.83910	0.17633
50	1.00000	0.08749
40	1.19175	0.00000
30	1.42815	–0.08749
20	1.73205	–0.17633
10	2.14451	–0.26795
0	2.74748	–0.36397
10	3.73205	–0.46631
20	5.67128	–0.57735
30	11.43005	–0.70021
40	–0.83910	–0.83910
50	–1.100000	–11.43005
60	–1.19175	–5.67128
70	–1.42815	–3.73205
80	–1.73205	–2.74748

قوس العرض المتناظر = 0.83910–

القطب الشمالي = 0.46631 القطب الجنوبي = 0.83910–

خط الطول	مسافة القوس	المسافة المركزية
10	0.11421	7.40335
20	0.23018	3.58658
30	0.34986	2.26104
40	0.47513	1.55573
50	0.60872	1.09537
60	0.75368	0.75368
70	0.91406	0.47513
80	1.09537	0.23018
90	1.30541	0.00000

3 – أرسم خطوط العرض الدائرية (أقواساً) بعد تحديد مركز الدائرة التي تكوّن خطوط العرض الجزء الأسفل من محيطها . حيث أن لكل خط عرض قيمتين عليا وسفلى حسب الجدول المذكور .

فالقيمة العليا لخط العرض (20 درجة) تساوي 1.73205 فوق مركز المسقط . أما القيمة السفلى له فتساوي (0.17633–) تحت مركز المسقط (م) . وهكذا يقع مركز الدائرة المطلوبة لتمثل خط العرض 20 درجة وسط هاتين القيمتين . ثم ترسم بقيّة خطوط العرض بنفس الطريقة السالفة الذكر .

4 – أرسم خطوط الطول الدائرية (أقواساً) بعد تحديد المسافة المركزية ومسافة القوس . والمسافة المركزية هذه (Central distance) هي المسافة المحصورة بين نقطة تقاطع الخطين (م ب) (س ص) من جهة ومركز الدائرة التي يكون خط الطول جزءا من محيطها والذي يقع على أمتداد الخط (س ص) سواء من الجهة اليمنى أو اليسرى من العمود (اب) من جهة أخرى . أما مسافة القوس (bow distance) فهي المسافة بين نقطة تقاطع الخطين (اب) و(س ص) من جهة ونقطة تقاطع محيط دائرة خط الطول والخط (س ص) من جهة أخرى . وهذه المسافات تكون مثبتة لدرجات خطوط الطول في الجدول السابق . وعند عملية الترسيم أو البناء ينبغي ضرب قيم تلك المسافات بقيمة قطر الكرة الممثلة المفترضة .

في الشكل (7–37) تدل الحروف على مايأتي :

ع = التقاطع العلوي لخط العرض مع خط الطول الأوسط .

و = التقاطع السفلي لخط العرض مع خط الطول الأوسط .

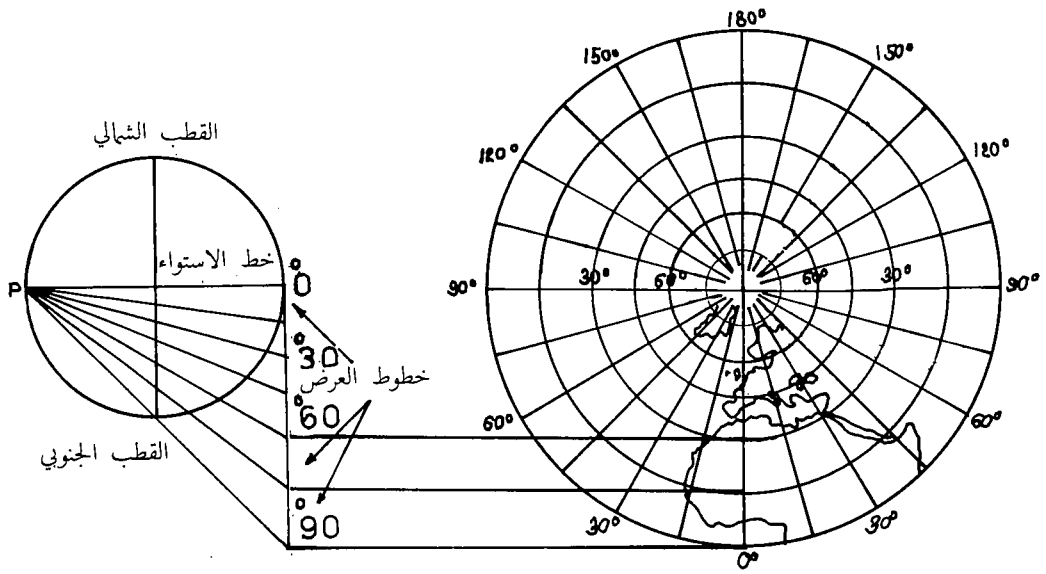
ق = مركز دائرة خط الطول على قوس العرض المتناظر .

ط = تقاطع خط الطول مع قوس العرض المتناظر .

وبالأضافة الى الطريقة الحسابية المذكورة سابقاً ، يمكن بناء المساقط السمتية في حالاتها القطبية بطرق هندسية كما يأتي ، والمثال أدناه يتعلق ببناء المسقط المجسم القطبي .

(1) ترسم دائرة بنصف قطر الكرة الأرضية وبمقياس رسم مناسب .

(2) يقسم محيط أحد أرباع الكرة كما في الشكل (7–38) ، الى أجزاء متساوية ،



الحالة القطبيه

شكل 7 – 38 الطريقة الهندسية في بناء المسقط المجسم في حالته القطبية

ولتكن ستة أجزاء ، لتمثل 15 درجة كمسافة تباعد بين خطوط العرض .

(3) يرسم خط شاقولي يمس الكرة عند خط الأستواء .

(4) ترسم خطوط شعاعية من نقاط التقسيم التي تقع على المحيط ونقطة تقع مقابل نقطة التماس على الطرف الاخر من خط الأستواء ، لاحظ الشكل السابق . وذلك لتقطع الخط المماس ، وعندئذ تعيّن أنصاف أقطار دوائر خطوط العرض .

(5) ترسم دوائر العرض وفق أنصاف الأقطار التي حصل عليها من الخطوة السابقة .

(6) يقسم المحيط الذي يمثل خط الأستواء الى أجزاء متساوية ، وليكن 24 جزء وعندئذ يمكن رسم خطوط الطول الشعاعية من نقطة القطب ونقاط التقسيم .

الفصل الثامن

الرسوم البيانية والخرائط الاحصائية

Graphs and statistical (thematic) maps

الرسوم البيانية والخرائط الاحصائية
Graphs and statistical (thematic) maps

8– 1 المقدمة

يتناول هذا الفصل العناصر الاساسية لتمثيل البيانات الاحصائية والظواهر الجغرافية ، وذلك بأستخدام خرائط التوزيع (Distribution Maps) ، والرسوم البيانية (Graphs) والرسوم التخطيطية المجسمة (Diagrams) .

ولقد وجد ان ادراك المعلومات والارقام الاحصائية وتذكرها يكون أكثر سهولة عند تمثيلها برسوم بيانية . ان مهمة عالم الخرائط هي مساعدة اولئك العلماء والمهندسين والفنيين على كيفية تحويل الجداول الاحصائية التي تتضمنها دراساتهم وبحوثهم الى رسوم بيانية التي ستيسر سبل الدراسة والاستنتاج العلمي .

اما خرائط التوزيع فأنها توضح المواقع النسبية للظواهر الجغرافية ، مثل توزيع كثافة السكان ، والمزروعات ، والعناصر المناخية ،الخ .وعندئذ تدعي بالخرائط الجغرافية ، وتعتبر خرائط المعامل الفردي (Thematic maps) من ضمنها ايضا . وتتناول خرائط التوزيع البيانات الاحصائية المختلفة غالبا ، ولذلك تدعى بالخرائط الاحصائية . وتستعمل الرموز المختلفة في تمثيل الظواهر الجغرافية والبيانات الاحصائية في خرائط التوزيع مثل الرموز الموقعية ، والخطية ، والمساحية ، والحجمية ، التي استعملت في الرسوم البيانية .

اما الرسوم التخطيطية المجسمة فأنها تستخدم على نطاق واسع في الدراسات الجغرافية ، والجيولوجية والزراعية . حيث تبين العلاقات الموجودة بين الظواهر الجغرافية وطوبوغرافية سطح الارض .

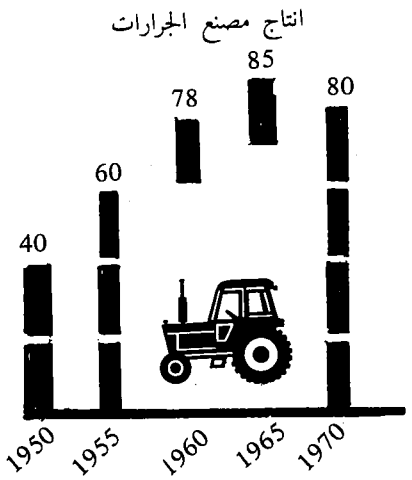
8 – 2 الرسوم البيانية

ان المعلومات الاحصائية يمكن ادراكها وتذكرها بسهولة عند عرضها على شكل رسوم بيانية . وتعتمد الخرائط الاحصائية على هذه الرسوم غالبا ، كما مبين في الفقرة الثالثة

من هذا الفصل . ان اشكال الرسوم البيانية واستعمالاتها كثيرة جدا ، بحيث لا يمكن تناولها جميعا . وسيكتفى في هذه الفقرة بعرض أشهرها وأوسعها استعمالا ، ويمكن الرجوع الى المصادر المدونة في آخر الكتاب لمعرفة الكثير عنها . وفيما يأتي بعض هذه الرسوم :

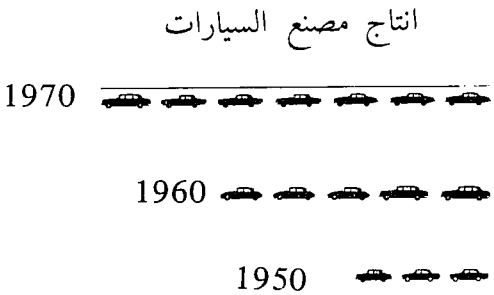
أ – الرسوم البيانية الشريطة (Bar graphs)

تستخدم هذه الرسوم عند مقارنة المقادير المختلفة . وترسم الاشرطة عادة عريضة او ضيقة ، متقاربة او متباعدة ، عمودية او افقية وفق طريقة عرض المعلومات الاحصائية . وغالبا ما تكون الاشرطة العمودية أكثر رسوخا في الذاكرة من الاشرطة الافقية . ويمكن تقسيم الاشرطة الى اجزاء متساوية ، وكذلك بيان النسب المئوية للمعلومات الاجصائية (شكل 8–1) . وتكتب المعلومات الخاصة بالاشرطة الافقية



الشكل 8–1 يستعمل الرسم البياني الشريطي لمقارنة الكميات

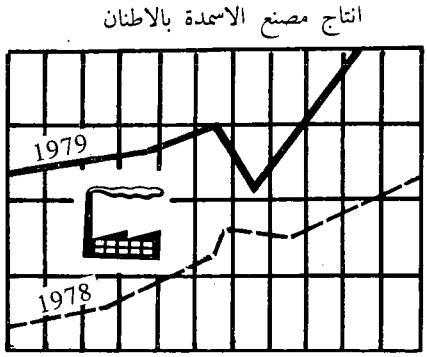
فوقها وليس بمحاذاتها ، اما في الاشرطة العمودية فتكتب المعلومات على احد جوانبها او فوقها بصورة مائلة ، وعند بيان المعلومات الاحصائية يستهل بقيمة الصفر عادة . وليس ضروريا ان تكون هذه الاشرطة على شكل خطوط ، بل ربما تستعمل الرموز المصورة مثل صورة السيارات ، والاكياس الخاصة بالحبوب ، والعملة ، الخ . وعندئذ تدعى بالرسوم البيانية المصورة (شكل 8–2) .



الشكل 8–2 الرسوم البيانية المصورة
(كل سيارة تمثل 50 سيارة)

ب – الرسوم البيانية الخطية (Line Graphs)

تبيّن هذه الرسوم العلاقة بين متغير Variable وآخر. واكثر هذه الرسوم شيوعا هي التي تبيّن تغير المقادير، مثل تغير الانتاج بالنسبة لعامل الزمن. وينبغي تقسيم الخط العمودي بدقة لانه يمثل مقياس الرسم (شكل 8–3). ومن الممكن استعمال عدة خطوط بيانية لعامل معين على نفس الاحداثيات لغرض المقارنة. وفي هذه الحالة يجب استعمال اشكال مختلفة للخطوط البيانية.

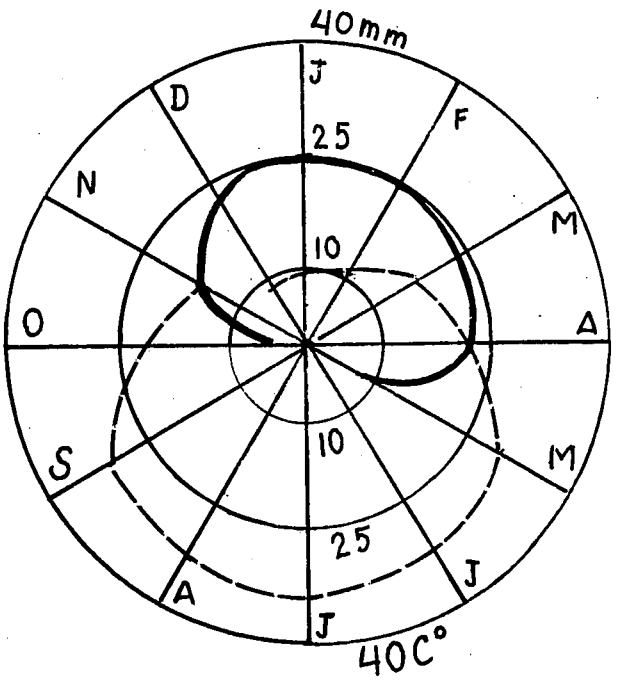


الشكل 8–3 الرسوم البيانية الخطية، تغير الانتاج
بالنسبة لاشهر السنة لعامين متتاليين.

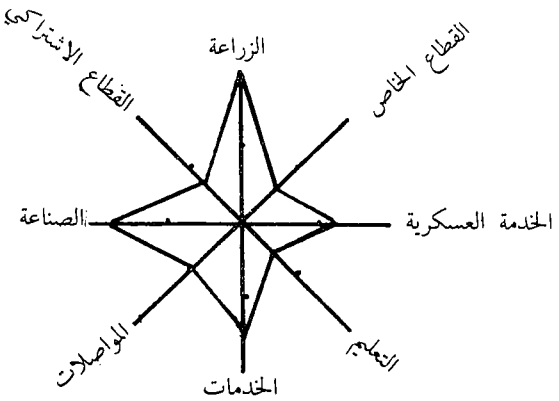
جـ – الرسوم البيانية الشعاعية (Radial graphs)

تستعمل هذه الرسوم لأجل المتغيرات الدورية (Cyclic variations) مثل تغير درجات الحرارة ومقدار الامطار على مدار أشهر السنة (شكل 8–4) . ومن هذه الرسوم ايضا الاشكال النجمية التي تستعمل لبيان تركيب الصخور ، او امكانات البلد الاقتصادية (شكل 8–5) .

وتكمن فائدة الرسوم الاخيرة في سهولة مقارنة اشكالها بالنسبة الى البلدان المتباينة اقتصادياً ،او الصخور المختلفة بنسب مكوناتها من المعادن او غير ذلك من الوحدات المطلوب بيانها وفق هذه الرسوم . وعند استعمال هذه النجوم ينبغي اختيار مقياس مناسب لأضلاعها .



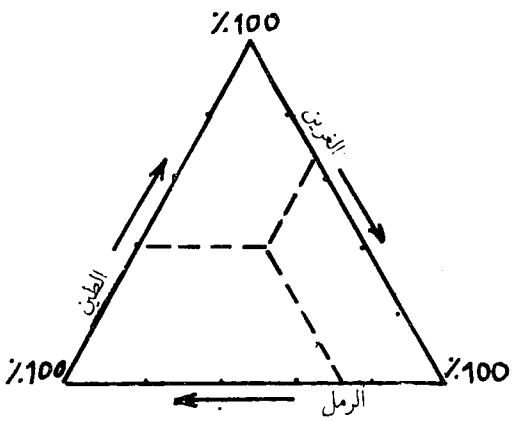
الشكل 8–4 الرسوم البيانية الشعاعية– يمثل الخط السميك معدل سقوط الامطار لمحافظة بغداد ، والخط المتقطع يمثل معدل درجات الحرارة للمحافظة المذكورة لعام 1971



الشكل 8–5 الرسوم البيانية الشعاعية. توزيع الايدي العاملة

د – الرسوم البيانية المثلثة الشكل (Triangular digrams)

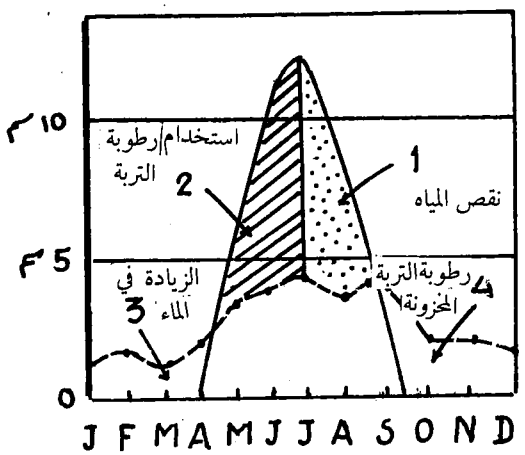
تستخدم هذه الرسوم عند بيان النسب المئوية لثلاثة عوامل تعود الى شئ ما .مثال ذلك بيان النسب المئوية لمكونات التربة الثلاثة وهي الرمل والغرين والطين (شكل 8–6) . حيث ترسم ثلاثة خطوط موازية الى اضلاع المثلث حسب النسب المئوية لمكونات التربة الثلاثة ،بحيث تلتقي في نقطة واحدة تمثل هذه النقطة نسجة التربة (Soil texture) المطلوبة . كما يمكن بيان توزيع سكان البلدان المختلفة ، اي الطاقة البشرية على المرافق الحيوية كالصناعة والزراعة والخدمات لغرض مقارنتها .



الشكل 8–6 الرسوم البيانية المثلثة الشكل . نسجة التربة لنموذج معين .

هـ – الرسوم البيانية الخاصة بالاحتياجات المائية (Water need diagrams)

لقدصممت هذه الرسوم من قبل عالم المناخ (وليم ثورن ويت) W.Th.Waite عام (1948) ، وذلك لبيان كمية الامطار السنوية ومقدار المياه المطلوبة خلال موسم نمو المحصول (شكل 8–7) . حيث تستعمل هذه الرسوم لتقدير وبيان الامكانات الزراعية للمناطق المختلفة ، وكذلك عند تخطيط طرق الري المناسبة .



الشكل 8–7 الرسوم البيانية الخاصة بالاحتياجات المائية .
يبين الخط المتقطع كمية الامطار . ويمثل المخروط الوسطي الحاجة الى المياه خلال موسم النمو .

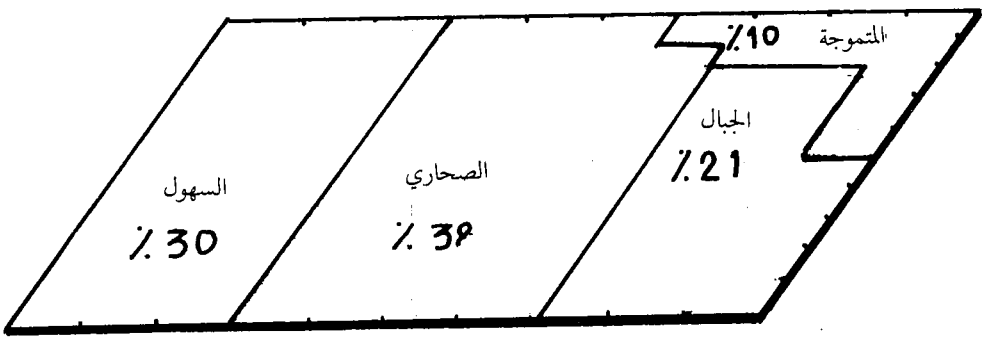
و – الرسوم البيانية الثنائية البعد (Two – dimensional graphs)

في هذه الرسوم تتناسب مساحات الاشكال الهندسية مع القيم الاحصائية التي تمثلها . واكثر الاشكال الهندسية استعمالا هي الدائرة والمربع والمثلث . ولكي تكون مساحات هذه الاشكال ذات نسب صحيحة ، فأن اقطار الدائرة او ضلع المربع والمثلث يجب ان تتناسب مع الجذر التربيعي للقيّم المطلوب بيانها . (شكل 8–8) .

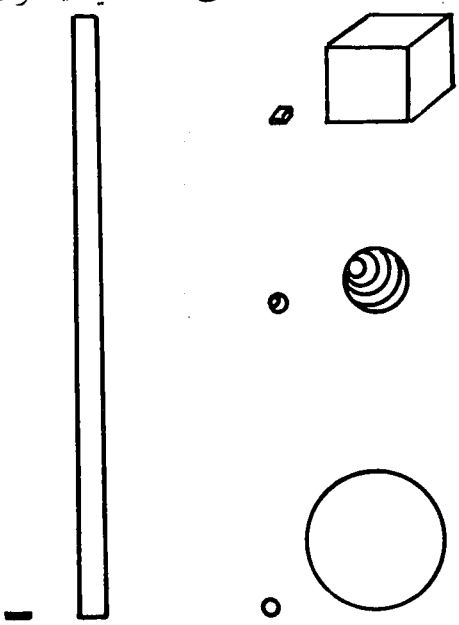
ز – الرسوم البيانية الثلاثية البعد (Three - dimensional graphs) .

تستخدم هذه الرسوم عندما تتباين المقادير المطلوب مقارنتها تبايناً كثيرا . مثال ذلك عدد سكان المدن ، او انتاج المصانع والحقول . والشكل (8–9) يبيّن بوضوح مقارنة جزء واحد الى مائة جزء او أكثر عند أستعمال الرسوم البيانية المختلفة . اذ يتطلب الرسم

البياني الشريطي مساحة اوسع ، بينما تتطلب الرسوم البيانية الثلاثية الابعاد مساحة اقل . ولغرض حساب قطر الكرة او ضلع المكعب يستعمل الجذر التكعيبي للمقادير المطلوب بيانها .



الشكل 8–8 الرسوم البيانية الثنائية الابعاد ، توزيع النسب المئوية لانواع الاراضي فيالعراق .



الشكل 8–9 الرسوم البيانية الثلاثية الابعاد

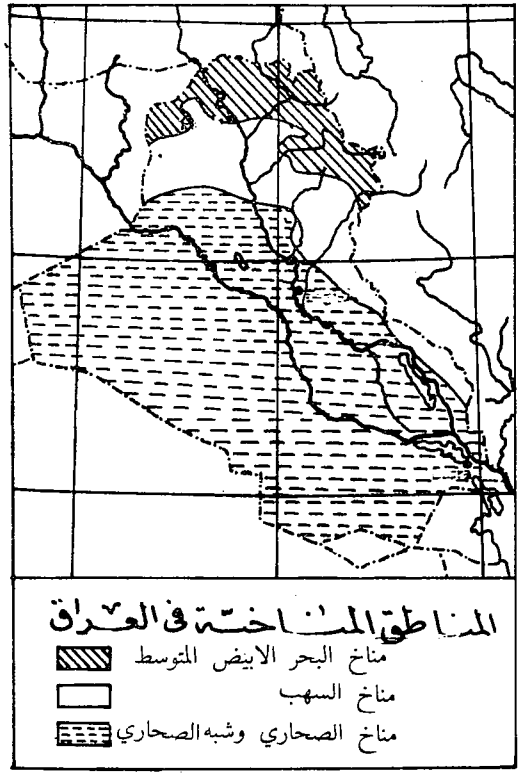
8 – 3 خرائط التوزيع النوعي والكمي

تبين خرائط التوزيع النوعي (Qualitative distribution maps) المواقع الجغرافية النسبية للبيانات المختلفة على اساس مسمياتها ، مثل خرائط انواع الترب ، وخرائط التكوينات الجيولوجية وخرائط المناخ (الشكل 8–10) وغيرها . ولغرض تمييز البيانات الجغرافية المذكورة تستعمل رموز مختلفة الشكل ، وقد تستعمل التدرجات اللونية ايضا . وينبغي ان يكون تصميم هذه الرموز جيدا ، بحيث تكون واضحة ومرئية من خلال حسن التعامل مع عنصر التباين (Contrast) .

وتنظم البيانات في خرائط التوزيع الكمي (Quantitative distribution maps) على شكل مراتب وفق مقاييس محددة . ان الغرض الاساسي من خرائط التوزيع الكمي هو بيان اختلاف مقادير البيانات الجغرافية . وقد تتضمن بعض المتغيرات النوعية ايضا حسب طبيعة تلك البيانات ، مثل خرائط معدلات الامطار (الشكل 8–11) او درجات الحرارة ، او سمك التكوينات الجيولوجية ،الخ . ويبنى التوزيع الكمي للبيانات على اسس رقمية . والبيانات الرقمية يمكن تمثيلها بواسطة الرموز الموقعية ، والخطية ، والمساحية ، والحجمية . واذا اريد عرض الاختلافات في كمية احد البيانات من موقع الى آخر على سبيل المثال ، يفضل استعمال احد الرموز مع تغيير حجمه او تكرار شكله لتحقيق هذا الغرض . ومن الممكن استعمال عدة تصاميم في الخارطة الواحدة ، ولكن ينبغي الحذر من جعل الرموز معقدة الشكل بحيث يصعب ادراكها . وفيما يلي بعض التصاميم المختلفة لخرائط التوزيع الكمي حسب اصناف بعض الرموز المذكورة اعلاه .

خرائط البيانات الكمية الموقعية

ان ابسط الخرائط التي تستعمل الرموز الموقعية (Point symbols) من ناحية التصميم هي تلك الخرائط التي تتضمن عدداً مختلفاً من هذه الرموز المتماثلة بالشكل ، بحيث يمثل كل رمز نفس الكمية . ان اشكال الرموز الموقعية كثيرة جدا . ومن الممكن استبدال النقطة او الدائرة برسوم تمثل الانسان او الحيوان او النبات ، حسب البيانات المطلوبة في الخريطة . ان هذا النوع من الخرائط يبين بوضوح تفاصيل الصفة الموقعية . اذ ان الكثافة

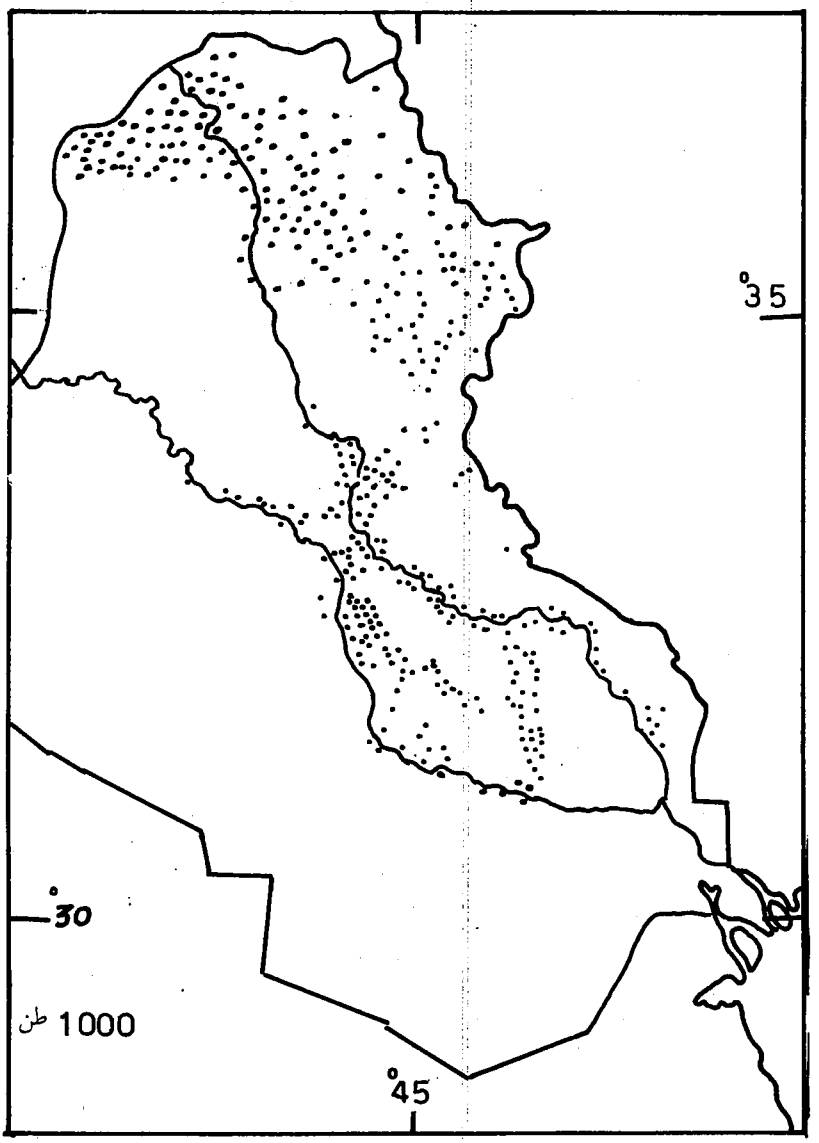


الشكل 8–10 المناطق المناخية



الشكل 8–11 المعدل السنوي
للامطار ودرجات الحرارة .

النسبية للرموز الموقعية المستعملة يمكن ادراكها بسهولة من قبل القارئ ،وتفسيرها وفق مفتاح المصطلحات (Legend) .حيث يمكن حساب عدد الرموز الموقعية وضربها بقيمة الرمز الواحد للحصول على المجموع (الشكل 8–12) .

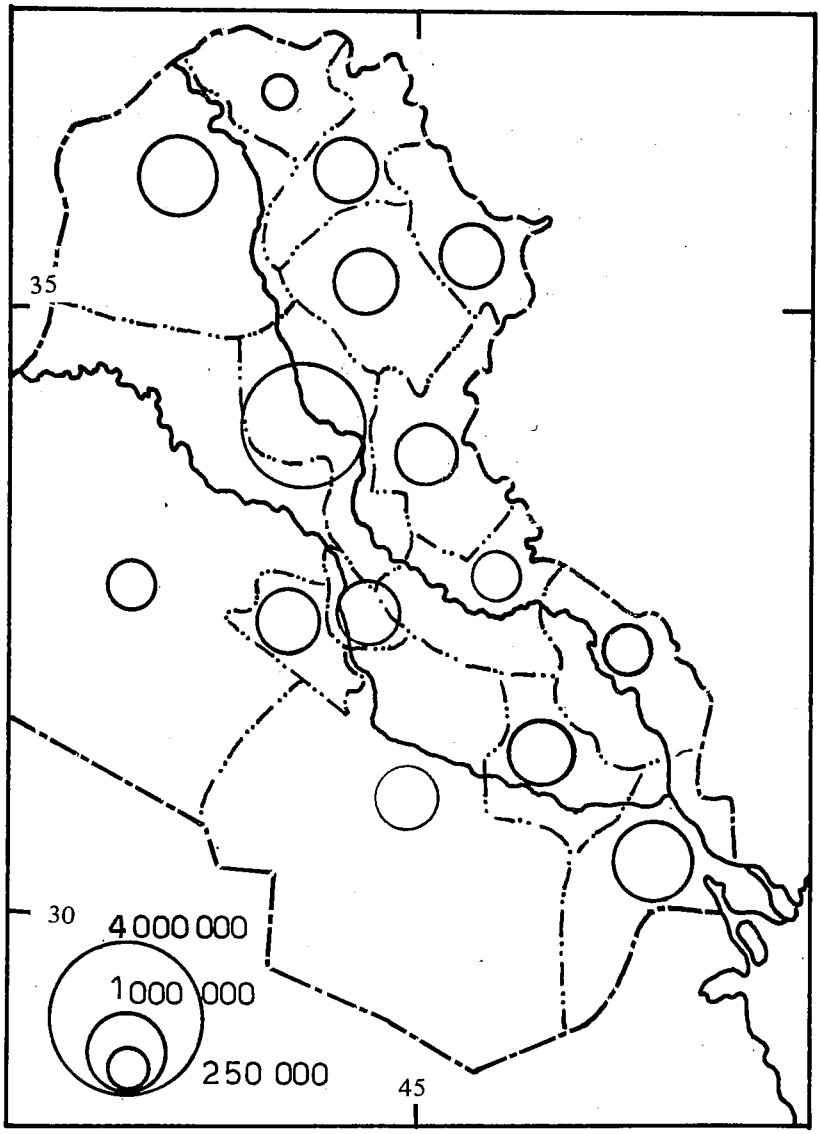


الشكل 8–12 توزيع انتاج محصول الشعير في العراق لسنة 1960

ومن المألوف ان خرائط البيانات الكمية الموقعية تبين نوعاً واحداً من الحقائق ، كعدد السكان ، او عدد الدونمات المزروعة ، ولكن عند أستخدام رموز موقعية مختلفة الاشكال او الالوان ، فأنها تبين حقائق عديدة مختلفة على نفس الخارطة . ومن الضروري تصميم حجم الرموز الموقعية وتحديد الكمية التي تمثلها بعناية فائقة ، لئلا يكون منظر الخريطة مشوهاً وعسير الفهم ، فضلا عن عدم تفسير البيانات التي تتضمنها بسهولة ، ولذلك ينبغي تحضير عدة تصاميم اولية للخارطة ، وأستخدام احجام وكميات متباينة للرموز الموقعية لكي ينتخب من بينها التصميم الجيد الذي يضمن عدم تقارب الرموز الموقعية من بعضها البعض وكذلك الحجم المناسب لهذه الرموز . ان مقياس خرائط البيانات الكمية الموقعية ينبغي ان يكون كبيرا بحيث يمكن تثبيت مواضع الرموز الموقعية بدقة . ولكن من الناحية العملية ، ان مقاييس هذه الخرائط يكون صغيرا ، ولذلك يجب الاهتمام بأنتخاب مراكز مناسبة في وحدات الخارطة لوضع الاشارة الموقعية فيها . ومن المفضل ايضا استخدام الخرائط الطوبوغرافية أو الادارية كدليل لوضع الرموز الموقعية في المواضع المناسبة عند بيان المعلومات الخاصة بالمدن أو المحافظات الأدارية .

وكما ذكر سابقا حول أمكانية تغيير حجم الرموز الموقعية للدلالة على النواحي الكمية ، فأنه يمكن أستعمال الرمز المدرج (Graduated symbol) في الخرائط . وأكثر هذه الرموز أستعمالا هي الدوائر المدرجة (الشكل 8–13) .

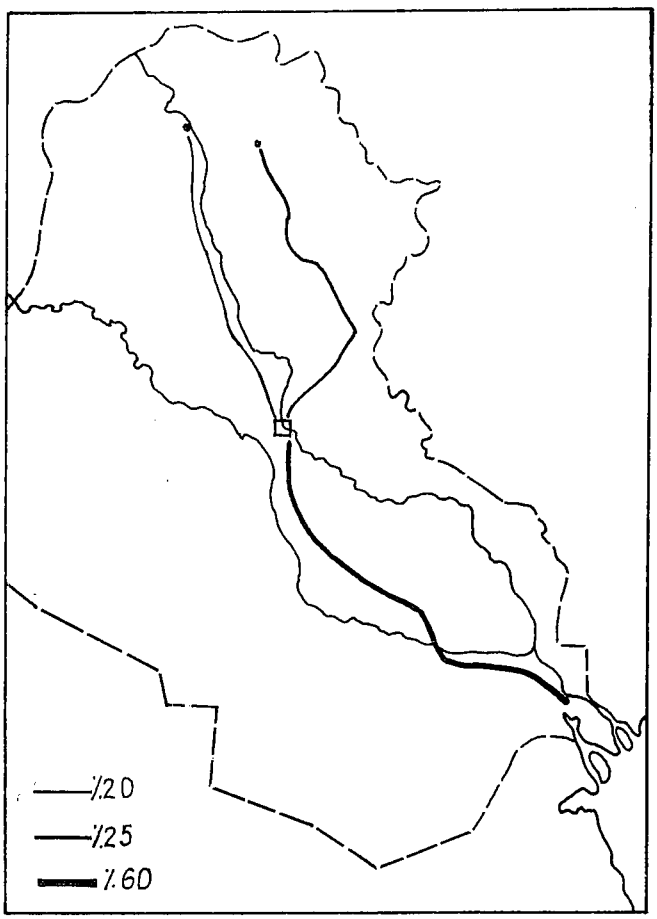
حيث تتناسب الأختلافات في المساحات الحقيقية لهذه الدوائر مع الأرقام التي تمثلها . فعند تمثيل عدد السكان في المحافظات – على سبيل المثال – بواسطة الدوائر المدرجة ، يستخرج الجذر التربيعي لعدد السكان في المحافظة الواحدة أولا ، ومن ثم ترسم الدائرة وفق نصف القطر الذي يتناسب مع الجذر التربيعي لعدد السكان . وينبغي الا تكون الدائرة الأكبر واسعة جداً كما لاتكون الدائرة الأصغر صغيرة جدا في الخارطة . وطالما أن جميع الجذور التربيعية للأعداد التي يتضمنها جدول السكان قد جرى تقسيمها على نفس قيمة وحدة نصف القطر ، فأن مساحات جميع الدوائر سوف تكون بنسبة خطية الى مقدار الأعداد التي تمثلها . وعندما يكون هناك تسلسل واسع للبيانات بحيث لايمكن تمثيل الأرقام العظمى والصغرى بالدوائر أو المربعات المدرجة ، فعندئذ يمكن اللجوء الى حساب الجذر التكعيبي للأعداد وتمثيلها برموز مجسمة كالكرة أو المكعب (الشكل 8–9) .



الشكل 8 – 13 التوزيع التقريبي لسكان بعض المحافظات في العراق لعام 1971

خرائط البيانات الكمية الخطية

تتضمن البيانات الكمية الخطية (Quantitative linear data) ظواهر جغرافية مختلفة مثل أتجاه الرياح وأنحدار التضاريس الأرضية وغيرها.. كما تشمل حركة المواصلات المختلفة . لذلك فمن الممكن تمثيل البيانات الأحصائية حول هذه الظواهر بواسطة الرموز الخطية على الخرائط (شكل 8–14) .

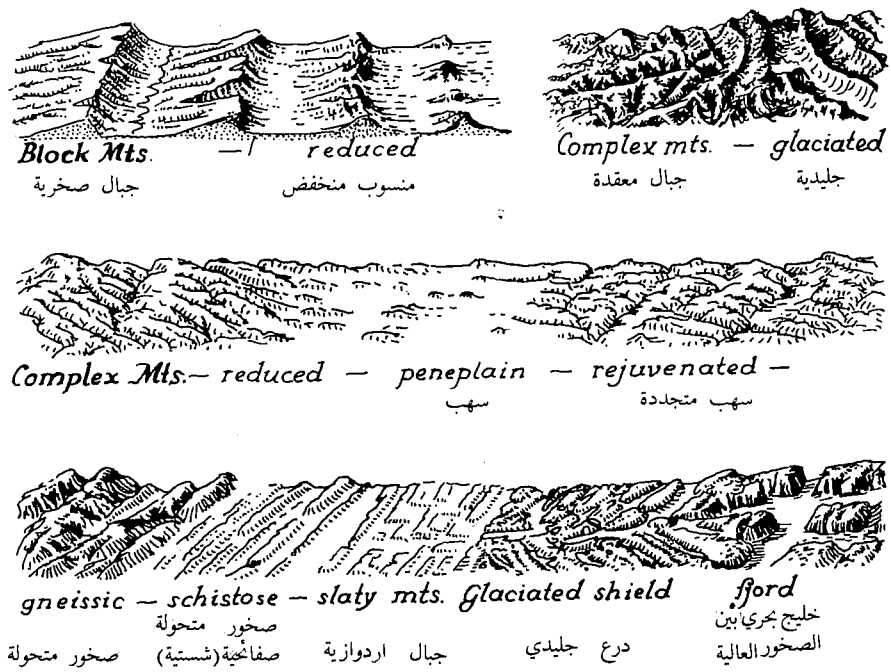


الشكل 8 – 14 النسبة المئوية لعدد المسافرين المنقولين بواسطة سكك الحديد لعام 1970 من بغداد الى الموصل واربيل والبصرة

8 – 4 الرسوم التخطيطية المجسمة

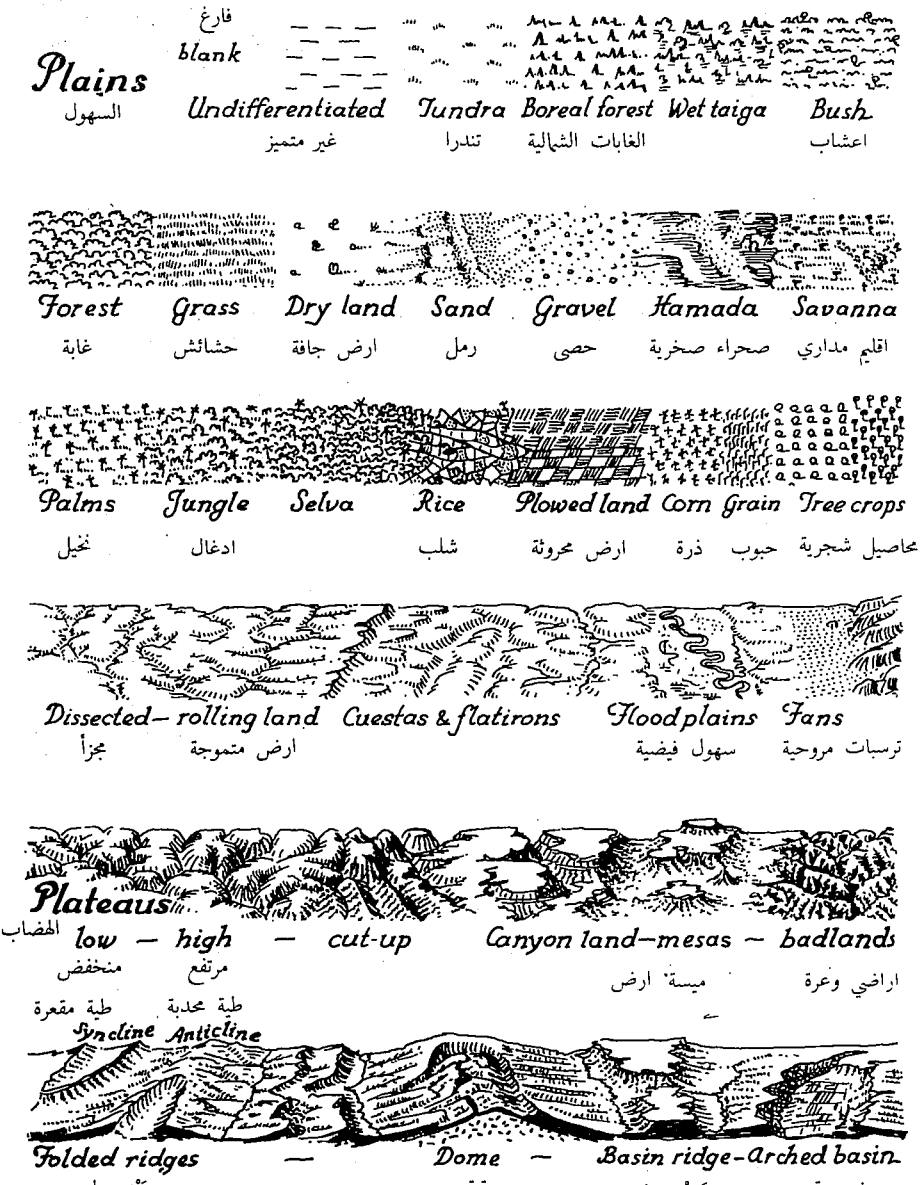
تتضمن الرسوم التخطيطية المجسمة رسوم المنظور (Perspective drawings) والرسوم التخطيطية لشكل سطح الأرض (Landform diagrams) فالرسوم الأولى تبين جزءاً معيناً من سطح الأرض ، منظوراً من الأعلى ، أما في الرسوم الثانية فتستعمل رموزاً تصويرية (Pictorial symbols) تضاف الى الخرائط التي تعتبر أساساً هندسياً لهذه الرسوم . وتبدو هيئة التضاريس الأرضية في الرسم المنظوري نسبية ، كما في الرسم التخطيطي المجسم (Block diagrams) الذي يستعمل على نطاق واسع في الكتب الجغرافية والجيولوجية وغيرها . ويستعمل المسقط العمودي أو الصور الجوية المائلة في بناء هذه الرسوم .

وتبين الرسوم التخطيطية لشكل سطح الأرض الوحدات الفزيوغرافية والرموز المتعلقة بالعناصر الخاصة بالغطاء النباتي أو طبيعة أستغلال الأرض . كما تبين العناصر المتعلقة بالتكوينات الجيولوجية بواسطة الرموز أيضا . ولا تمثل هذه الرسوم العوارض الطوبوغرافية في مواقعها تماماً ، بل تبين الشكل العام للتضاريس بواسطة الرموز . وتستمد هذه الرموز من خلال مشاهدتها من الأعلى وبصورة مائلة (حوالي 45 درجة) كما موضح في الشكل (8–15) . وتستخدم هذه الرموز فقط للخرائط أو الرسوم التخطيطية الصغيرة المقياس (1 : 500,000 ≤) . ويمكن الحصول على المعلومات التي تتطلبها الرسوم أو الخرائط التخطيطية لشكل سطح الأرض من الخرائط الطوبوغرافية والصور الجوية والخرائط الجيولوجية وخرائط التربة والمعلومات الجغرافية الأخرى .



الشكل 8 – 15

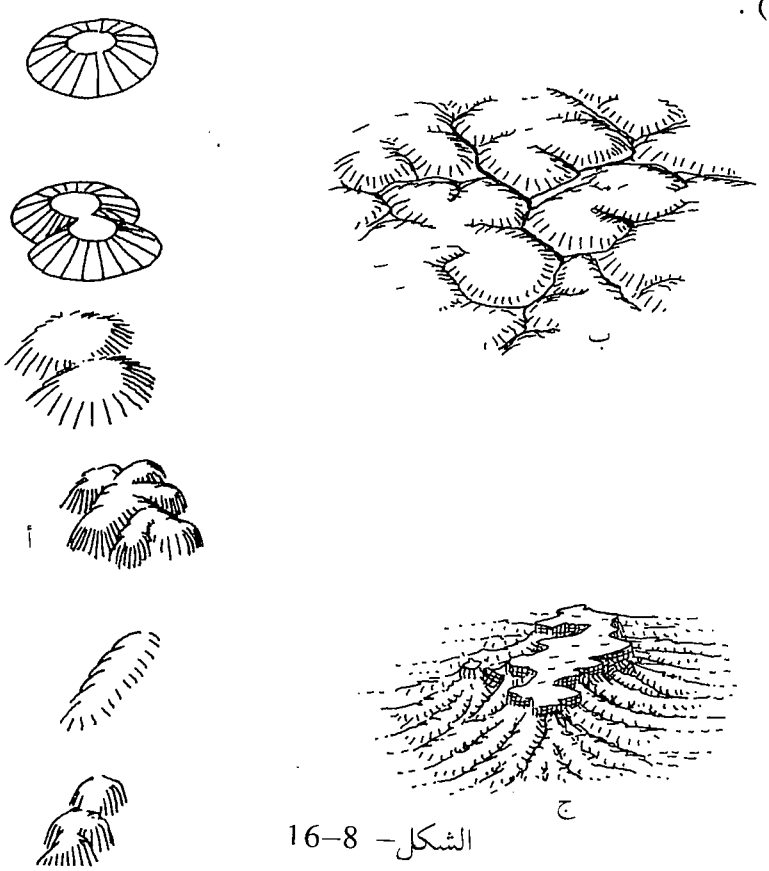
الاشارات الفيزيوغرافية المستخدمة في خرائط التضاريس الارضية والرسوم المجسمة



الشكل 8 – 15

الاشارات الفيزيوغرافية المستخدمة في خرائط التضاريس الارضية والرسوم المجسمة

ويمكن تنفيذ الرموز المتعلقة بهذه الرسوم بواسطة التظليل بخطوط الهاشور (Hachuring) ، كما مبين في الشكل (8–16أ) . ويكون اتجاه خطوط الهاشور على غرار اتجاه حركة المياه فوق سطح الارض . ويمكن بيان المزروعات المختلفة في السهول المنبسطة بأستخدام الرموز المناسبة (الشكل 8–15) ، كما يمكن رسم الانهار وفروعها في السهول المتموجة مع تمثيل المنحدرات ايضا (الشكل 8–16 ب) . ومن الممكن تمثيل الهضاب وسلاسل التلال التي تكون قممها مستوية بنفس الطريقة وكذلك سلاسل الجبال المطوية ، والتي تتواجد كثيرا في المناطق الجبلية وفي الصحراء الغربية للقطر العراقي (الشكل 8–17) .



الشكل– 8–16

تخطيط بعض اشكال سطح الارض بصورة مائلة بخطوط الهاشور (أ) تخطيط السهول المتموجة (ب) والميسة المغطاة باللابة (ج)



أ



ب

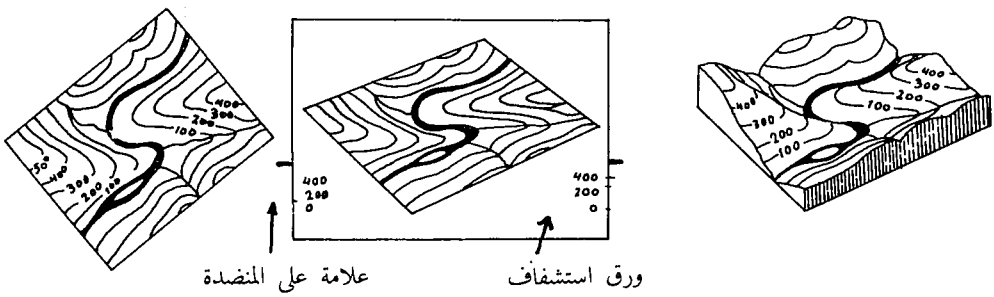


ج

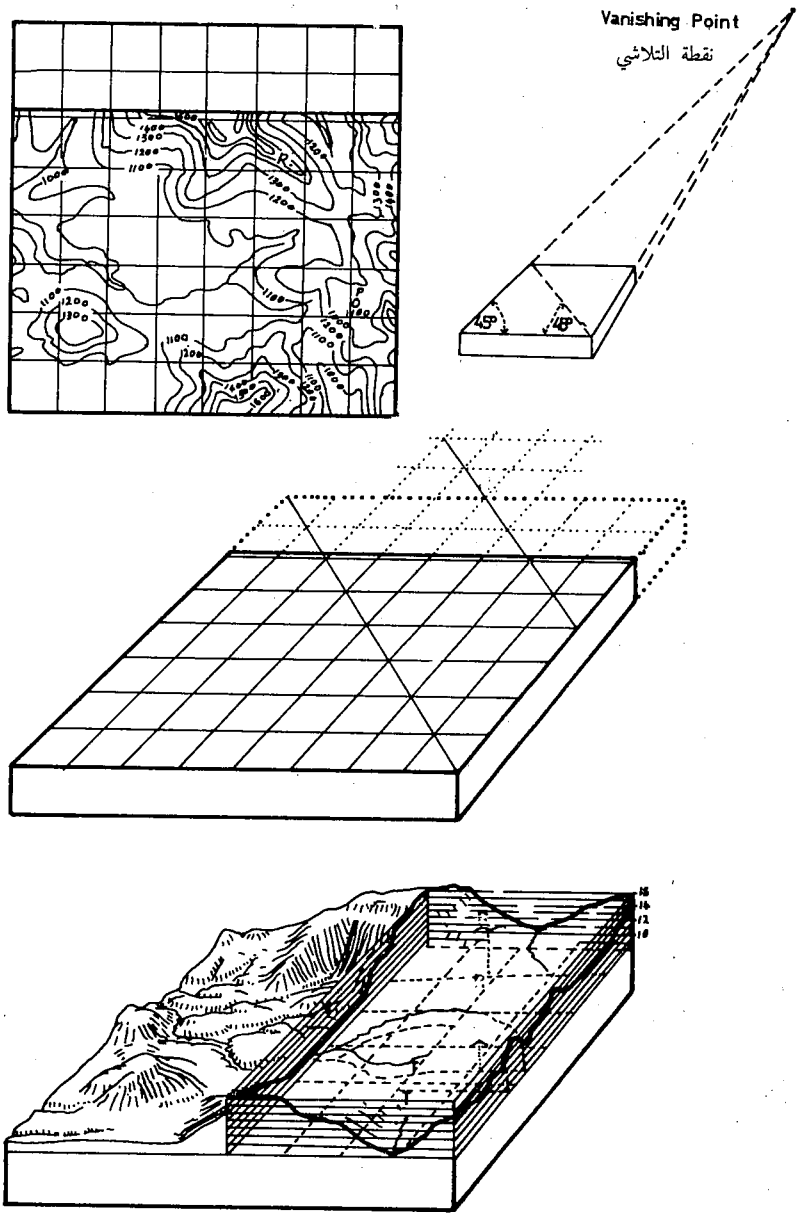
الشكل 8–17 تخطيط الجبال المطوية (أ) والجبال المعقدة (ب) والجبال الجليدية (ج)

8–5 اعداد الرسوم التخطيطية المجسمة

ان اعداد هذه الرسوم التي تدعي ايضا بالرسوم المتساوية القياس (Isometric) يتم على امتداد خط عمودي ومحورين آخرين . وتبتعد هذه المحاور الثلاثة عن بعضها بمقدار 120 درجة . وتبقى الخطوط المتوازية والعمودية على حالتها تماماً ، وتكون المسافات حقيقية على امتداد الخطوط الموازية لتلك المحاور . اما في المسافات والاتجاهات فأنها تنحرف قليلا او كثيرا . وتستخدم هذه الرسوم على نطاق واسع في علوم الجيولوجيا ، وشكل سطح الارض . ويستخدمها الباحثون في حقول الجغرافية والتربة والزراعة ايضا ، وذلك لايضاح العلاقات بين الشكل الطوبوغرافي لسطح الارض والظواهر العلمية الخاصة لهذه الحقول . ويمكن اجراء القياسات على هذه الرسوم ، الا ان خلفيتها تبدو عريضة ولا يمكن الرجوع اليها في هذه الناحية . والشكلين(8–18 ، 8–19 يبيّنان مراحل تصميم الرسوم التخطيطية المجسمة .



الشكل 8–18 تخطيط الرسوم المجسمة



الشكل 8–19 مراحل تحضير الرسوم المجسمة

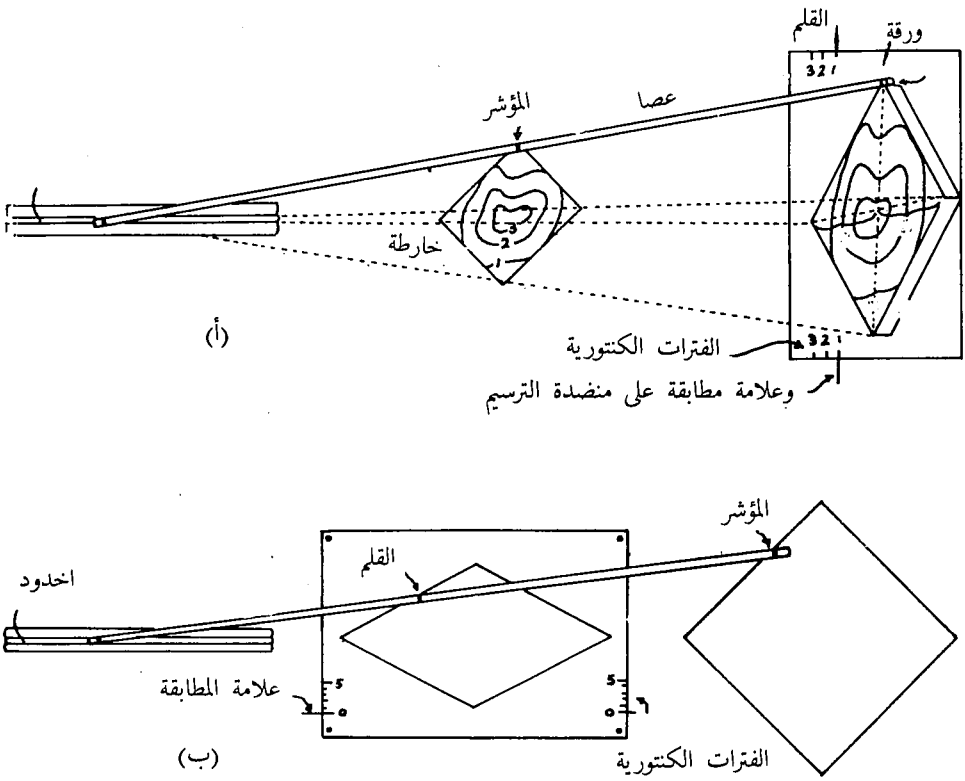
خطوات العمل

أ – تحضير خارطة كنتورية للمنطقة المطلوب عمل رسم تخطيطي مجسم لها ، او الرجوع الى الخرائط الطوبوغرافية الخاصة بالمنطقة . ويفضل ان تكون الفترة الكنتورية ضيقة حتى يمكن الحصول على رسم مجسم أكثر دقة وتمثيلا للتضاريس .

ب – تخطيط شبكة من المربعات (Grid) فوق الخارطة الطوبوغرافية بمقياس يتناسب مع كثافة الخطوط الكنتورية والعوارض الطوبوغرافية .

جـ – تحضير شبكة معينيّة (Isogram) بحيث تكون اضلاع المعين الواحد مساوية الى ضلع المربع في الشبكة التربيعية .

د – أعادة ترسيم الخطوط الكنتورية وغيرها من التفاصيل الطوبوغرافية على الشبكة المعينية اما يدويّاً او بواسطة جهاز خاص بسيط يستخدم لهذه الغاية (الشكل 8–20) .



الشكل 8–20 تحويل الخرائط الكنتورية الى الرسوم المجسمة

هـ – تغطية اللوحة الاخيرة بورق استشفاف ، ويرسم على طرفيها خطّين عموديّين يمثلان المقياس الرأسي ثم يقسمان الى اجزاء متساوية بقدر عدد الخطوط الكنتورية ، ثم تؤشر نهاية التقسيم السفلي على طاولة الرسم . ويجب ان يكون الانحراف الرأسي معقولا بحيث لا تبدو التضاريس على نحو مبالغ فيه كثيرا .

و – الإبتداء بترسيم الخط الكنتوري الاعلى على ورقة الاستشفاف ، وبعدئذ تسحب هذه الورقة بمقدار جزء واحد نحو الاعلى ، ثم يبدأ برسم الخط الكنتوري التالي . وهكذا الى ان يأتي على آخر الخطوط الكنتورية . ثم تضاف الرموز الاخرى الخاصة بالتفاصيل الطوبوغرافية بحيث تنسجم مع التضاريس المبينة في الشكل المجسم .

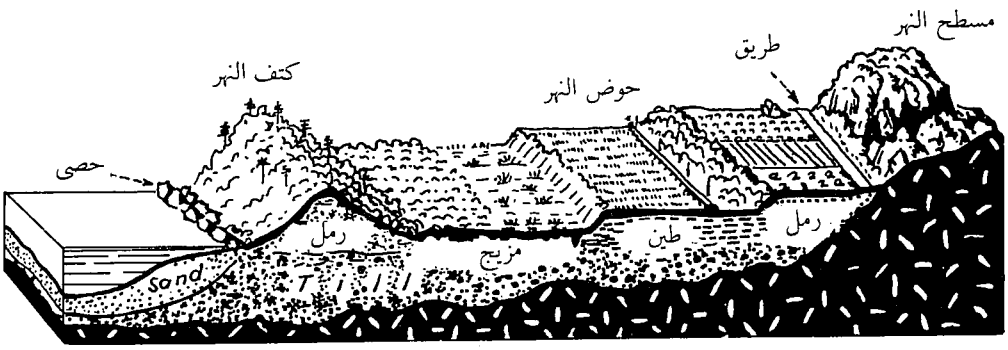
ز – أيصال اطراف الخطوط الكنتورية حتى تكون خطوط التضاريس واضحة ثم تضاف اليها بعض خطوط الهاشور للحصول على التأثير المجسم لسطح الارض .

ومن الممكن تحويل الخارطة الكنتورية الى رسم تخطيطي مجسم بواسطة عصا طولها حوالي متران ، بحيث ينزلق احد طرفيها خلال اخدود ، كما مبيّن في الشكل (8–20) ، او على امتداد حافة المنضدة . اما طرفها الاخرَ فيثبت به قلم الكرافيت ، كما يثبت مسمار التأشير في وسط العصا . وبعدئذ توضع الخارطة في الوسط ، كما توضع لوحة من الورق في الطرف البعيد من العصا . وعند حركة المؤشر على امتداد اضلاع المربع في الخارطة فأن القلم سوف يرسم شكلا معينيّا على الورقة .

وعندئذ يحرك المؤشر على امتداد الخط الكنتوري الادنى اولا ثم الخط التالي وهكذا الى ان يأتي على آخر الخطوط الكنتورية . وعند رسم الخطوط الكنتورية ينبغي تحريك الورقة نحو الاسفل بمقدار يمثل الفترة الكنتورية . وبعد الانتهاء من هذه العملية يمكن الحصول على رسم تخطيطي مجسم خلال فترة وجيزة ، ثم تضاف بقية العوارض كالانهار والمباني عن طريق الرسم اليدوي مع بعض التظليل لاضفاء الهيئة المجسمة للرسم المذكور . وعند جعل الرسم التخطيطي اكبر من الخارطة عندئذ تستبدل مواضع الموشر والقلم وكذلك الخارطة والورق فيما بينها كما مبين في الشكل (8–20ب) .

ومن الرسوم التخطيطية الاخرى التي يتسعملها الاخصائيون في مجال الزراعة هي المقاطع الطولية حول استغلال الاراضي وعلاقتها بنسجة التربة . حيث يمكن ان يتفهم المشاهد هذه المقاطع اكثر من الخارطة . وترسم هذه المقاطع عادة على امتداد خط

واحد ، مع بيان جيولوجية المنطقة او نسجة التربة اضافة الى انحدار الارض وطبيعة المزروعات (الشكل 8–21) .



شكل 8–21 فائدة مقطع استغلال الأراضي في معرفة الأحوال الزراعية والجغرافية للمناطق المختلفة . (Land – use profile)

الفصل التاسع

الصور الجوية وتفسيرها

Aerial Photographs And Photo-Interpretation

الصور الجوية وتفسيرها
Aerial Photographs And Photo - Interpretation

9 – 1 المقدمة

تعتبر الصورة الجوية صورة حقيقية للمعالم الارضية عند فترة الالتقاط ، خلافا للخرائط التي تمثل بعض العوارض المنتخبة وبشكل رموز قياسية . ولقد ادرك علماء الخرائط اهمية الصور في اعداد الخرائط الطوبوغرافية وغيرها في أواخر القرن التاسع عشر . حيث استعملت البالونات كوسيلة لالتقاطها الى أن استبدلت بالطائرات في بداية القرن الحالي .

وعندما اصبح مقياس الصور الجوية اكثر دقة ، وادخلت تحسينات كثيرة على خواصها الفوتوغرافية ، استطاع العلماء والباحثون عندئذ من تفسير محتوياتها لاغراض دراسة الغابات ، والزراعة ، والهندسة ، وعلم الارض ، والجغرافية ، والتخطيط ، والاثار ، فضلا عن الاستعمالات العسكرية . وبعد الحرب العالمية الثانية تمكن العلماء من وضع الاسس والمبادئ المتعلقة بتفسير الصور للاغراض الزراعية والهندسية .

ولقد حضيت فنون المساحة الجوية (Photogrammetry) بأهتمام العلماء والمهندسين الذين طوروا كاميرات التصوير والاجهزة المتعلقة باعداد الخرائط . ويتم حاليا تنفيذ مراحل كثيرة تتعلق بأعداد الخرائط بصورة ميكانيكية . ولازالت المساحة الجوية وفنون تفسير الصور الجوية في تقدم مستمر ، وخاصة بعد استخدام الحاسبات الالكترونية والرادار والتصوير بالاشعة تحت الحمراء . ان المساحة الجوية اذا ماقورنت بطرق المساحة الاعتيادية الاخرى في تحضير الخرائط فأنها ستكون اسرعها انجازاً وأقلها كلفة ايضا .

كما ان الاستشعار من البعد (Remote Sensation) هو تطور حديث لانتاج الصور الفضائية ، الملتقطة من الاقمار الاصطناعية ، حيث يمكن دراسة الموارد الطبيعية لمناطق شاسعة من سطح الارض .

ان المعلومات المدونة في هذا الفصل ستلقي الضوء على اهمية الصور الجوية وتفسيرها لاجل الدراسات الزراعية والهندسية وغيرها . ومن الضروري رجوع صناع الخرائط الى مصادر المساحة الجوية لدراسة كيفية اعداد الخرائط من الصور الجوية .

9 – 2استعمال الصور الجوية في العراق

The application of aerial photographs in Iraq

ان تخطيط برامج التنمية في قطر كالعراق يتمتع بموارد طبيعية هائلة وامكانيات ضخمة للاعمار الاقتصادي يحتاج الى معلومات حقيقية قد تكون ذات طبيعة احصائية ، مثل مقدار المساحات المستغلة زراعيا ، او ذات صفة طبيعية ، مثل نوعية الترب ، او نوعية المحاصيل الزراعية وتوزيعها الجغرافي في القطر . ان الحصول على هذه المعلومات يتطلب عادة تحضير الخرائط التي تكلف مبالغ كبيرة وتستغرق وقتا طويلا . كما ان تجهيز المؤسسات الهندسية المنفذة والهيئات المخططة بالخرائط الحديثة امر عسير احيانا ضمن الفترة القصيرة التي تحددها هذه الجهات . وبناء على ذلك يصار الى البدائل الآتية :

أ – البدء بالمشروع من غير توفر المعلومات الاساسية والخرائط الكافية .

ب – الاعتماد على طرق المساحة الاعتيادية – المستوية – اثناء اجراء الدراسات التي تتطلبها تلك المشاريع .

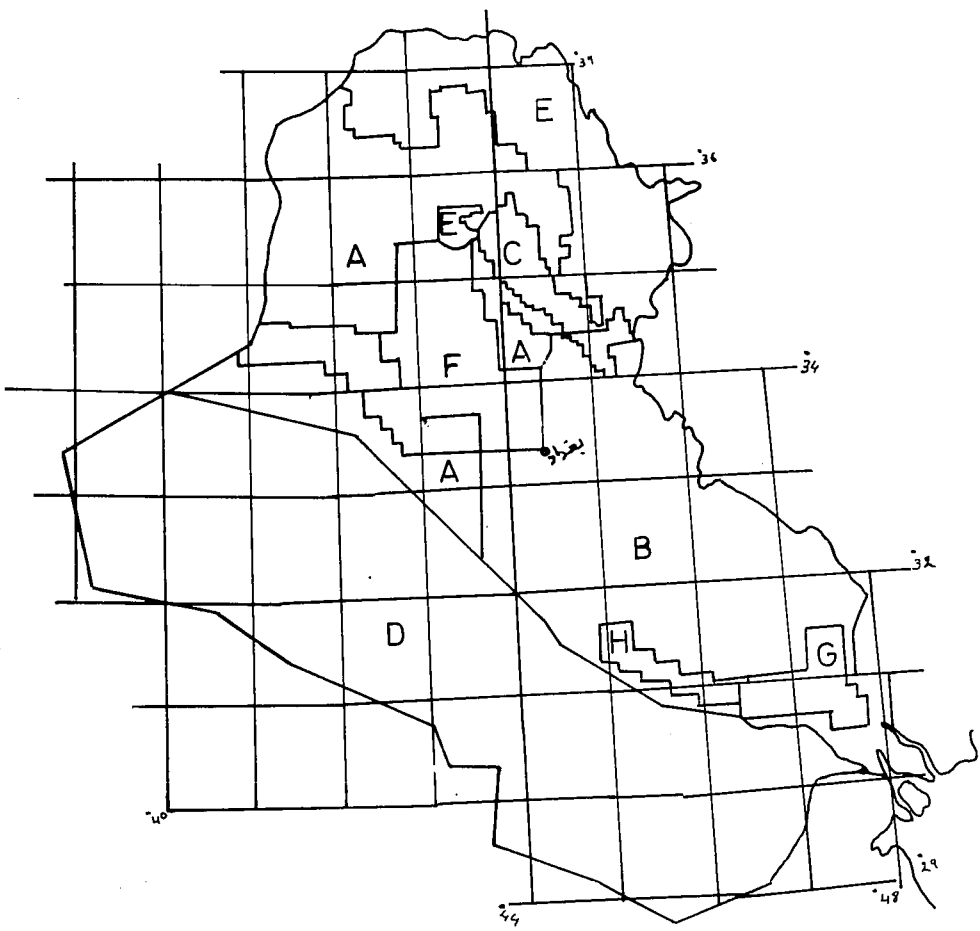
جـ – الاعتماد على المسح الجوي للاسراع بتحضير المعلومات والخرائط الضرورية لتخطيط وتنفيذ المشاريع .

لقد استخدمت الصور الجوية لاغراض الخرائط في العراق في بداية الخمسينات . وكانت الشركات الاجنبية هي الجهات المنفذة . اذ لم يكن حينذاك قد تأسس قسم المسح الجوي في المنشأة العامة للمساحة .

وبعد ايفاد الموظفين العراقيين منذ منتصف الخمسينات للتدريب في المراكز الدولية كمركز المسح الجوي وعلم الارض في هولندة لغرض استعمال الصور الجوية في تحضير الخرائط الطوبوغرافية ، وكذلك تفسيرها ، لاجل مسوحات التربة وتصنيف الارض ، والدراسات الجيولوجية ، اصبح استخدام الصور الجوية امراً اعتيادياً في كثير من المشاريع الهندسية والزراعية . ان تفسير الصور الجوية في هذا القطر قد تطوّر كثيرا بحيث صار يشمل الان دراسات التربة وتصنيف الاراضي ودراسات الثروة المعدنية ، والدراسات الجيولوجية

والغابات . ولازال تدريب الكوادر مستمراً بحيث اشتمل على فن الاستشعار من البعد ايضا .

ان القطر العراقي مغطى بالصور الجوية وبمقاييس مختلفة (انظر الخارطة شكل 9 – 1) كما تتوفر خرائط (الموزائيك) لبعض مناطق المشاريع الحيوية .



الشكل 9 – 1 المناطق التي مسحت جواً منذ عام 1965 للجمهورية العراقية وهي G,F,E,D,C,B,A

9 – 3 صفات الصور الجوية

أ – العلاقات الهندسية الاولية (Elementary geometric relations)

لغرض دراسة واستخدام الصور الجوية ينبغي معرفة بعض التعاريف والتعابير ذات العلاقة كما موضحة في الشكل (9 – 2) . وفيما يأتي أهم التعاريف :

f – البعد البؤري (Focal Length) : وهو المسافة المحصورة بين العدسة والصورة السلبية (Negative) او المستوى البؤري ، ويقاس على امتداد المحور البصري . والبعد البؤري قد لايساوي المسافة المركزية (Principal Distance) .

h – النقطة المركزية (Principal Point) : وهي نقطة تقاطع المحور البصري بالمستوى البؤري او الصورة السلبية ، وتتطابق مع نقطة النظير في الصورة العمودية (الميّل اقل من 2 درجة) .

N,n [1] – نقطة النظير (Nadir or plumb point) : وهي نقطة تقاطع الشاقول CN مع الصورة السلبية .

CN – الشاقول (Plumb Line) : هو الخط العمودي المار خلال المركز البصري . والذي يقطع مستوى الصورة السلبية في نقطة النظير .

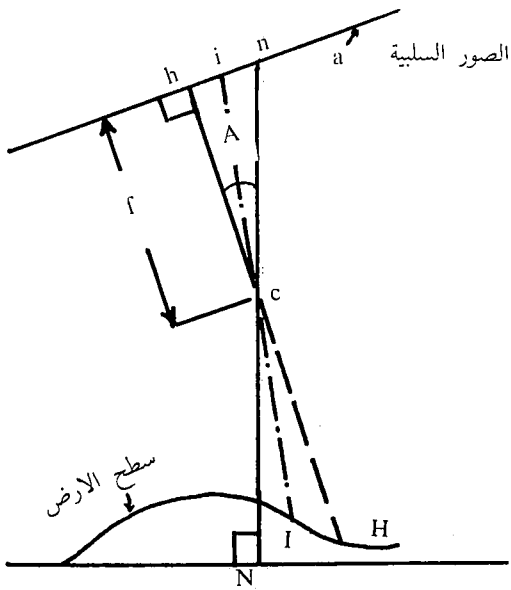
A – زاوية الميّل (Tilt angle) : وهي الزاوية المحصورة بين المحور البصري والشاقول .

i – نقطة شبه الوسط (Isocentre) : وهي نقطة تقاطع الخط المنصف لزاوية الميّل مع الصورة السلبية .

ويعتبر مستوى الشكل (9 – 2) المستوى الرئيسي ، ويدعى اثره في الصورة الجوية بالخط الرئيسي (Principal Line) .

---

1 – ان الحروف الانكليزية التي ترمز الى بعض المصطلحات العلمية لم يجر استبدالها بالحروف العربية ، لان الطالب والمدرس وغيرهم من القراء قد تعودا على استعمالها كما يحدث في استعمال رموز العناصر في المعادلات الكيمياوية في كتب الكيمياء ، فلا ضرر من الابقاء عليها .



الشكل 9 – 2 العلاقات الهندسية الاولية

ب – انواع الصور الجوية

الصفة	صور مائلة جدا High obligue	صور قليلة الميل Low oblique	صور عمودية تقريبا Vertical $\prec \pm 4^{\circ}$
1 – وجود الافق (Horizon)	موجود	غير موجود	غير موجود
2 – المساحة المصورة (Coverage)	كبيرة	اقل	اقل كثيرا
3 – شكل المساحة المصورة	شبه منحرف (Trapezoidal)	شبه منحرف	متوازي الاضلاع (Rectangular)
4 – المقياس	مؤخرتها اقل من مقدمة الصورة	كذا	منتظم
5 – الاختلاف عن الخارطة	كبير	اقل	اقل كثيرا
6 – الفائدة	قليلة (ايضاحية)	كذا	كبيرة (يمكن استعمالها كالخارطة)

جـ – التأشيرات على الصورة الجوية

يجد القارئ على حاشية الصورة الجوية بعض الرموز والارقام يمكن الاستفادة منها (لاحظ الشكل 9 – 23) ، وهي :

1 – علامات الاسناد (Fiducial marks) : منها على شكل + توجد في الزوايا الاربعة للصورة ، أو في منتصف اضلاعها وتستعمل لتحديد النقطة المركزية للصورة .

2 – مقياس الارتفاع (Altimeter) : لتحديد ارتفاع الطيران .

3 – ساعة التوقيت : لتحديد وقت التقاط الصورة .

4 – البوصلة : لتحديد مقدار الميل (Tilt) .

5 – البعد البؤري (f) : لحساب مقياس الصورة .

6 – رقم تسلسل الصورة الجوية في خط الطيران .

7 – رقم كاميرة التصوير .

وهناك معلومات اخرى حول مواصفات الكاميرات والافلام والطيران وحسب الاغراض المختلفة يمكن الرجوع اليها في مواضيع المساحة الجوية .

د – الاختلافات بين الصورة الجوية (العمودية) والخرائط

(Differences between vertical aerial photos and maps)

1 – يعتبر مقياس الخرائط واتجاه العوارض فيها اكثر دقة مما عليه في الصور الجوية عدا الصور الفسيفسائية الجوية المضبوطة (Controlled mosaics) . وان عدم دقة مقياس الصور الجوية يعزى الى حالة المنظور (Perspective Condition) والازاحة الضرسية (Relief displacement) والازاحة نتيجة الميّل (Tilt) ، وربما الى تحريف العدسة (Lens distortion) ، فضلا عن التمدد والتقلص الذي يعتري ورق وافلام الصور الجوية .

2 – الصورة الجوية خرساء ، لانها لاتفصح عن أسماء التفاصيل التي تتضمنها . بينما تحتوي الخارطة على اسماء كافة التفاصيل والعوارض بالاضافة الى مفتاح المصطلحات (Legend) والرموز (Symbols) . ونتيجة الى ذلك اعتبر تفسير الصور الجوية فناً له قواعده واصوله الثابتة .

3 – تبين الصورة الجوية العمودية معالم طوبوغرافية اكثر عدداً وتفصيلا من الخرائط

المماثلة لها بالمقياس تقريبا . حيث يلجأ علماء الخرائط الى عملية تلخيص (Generalization) العوارض الطوبوغرافية حسب الغرض والمقياس . كما تتعرض بعض العوارض المنقولة من الصورة الجوية الى الانحراف في الخرائط المتوسطة والصغيرة المقياس .

4 – يمكن مشاهدة الاختلافات الخاصة في الالوان ودرجاتها – سواء كانت الصورة ملونة او غير ذلك – وفي نسيج (Texture) التفاصيل في الصورة الجوية خلافاً للخرائط . وهذه الاختلافات تعزى الى التغيرات الموجودة في التربة والنبت ونسبة الرطوبة ، الخ .

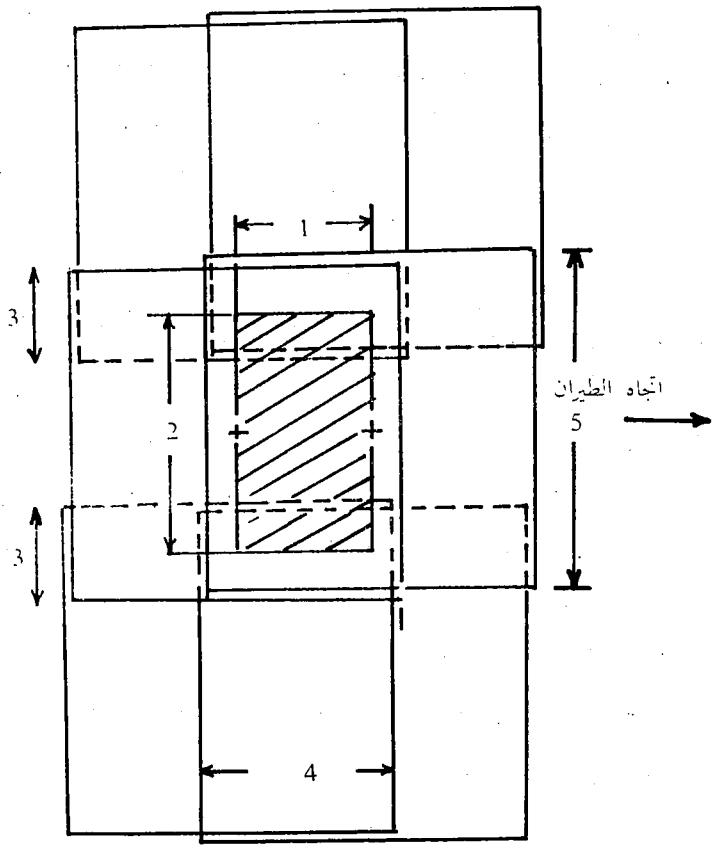
5 – تشاهد التضاريس الارضية بصورة مجسمة في الصورة الجوية تحت جهاز الابصار المجسم .

6 – يعتبر مسقط الخريطة عموديا (Orthogonal) بينما يكون مركزيا تقريبا في الصورة الجوية ، والذي يجعل الخطوط المتوازية تتقاطع في نقطة التلاشي (Vanishing point) كما يجعل الخطوط العمودية تتلاقى في نقطة النضير (Nadir point) .

7 – تخضع الخرائط عادة الى قواعد التصميم والبناء الهندسي خلافا للصور الجوية . حيث يؤكد عالم الخرائط بعض العوارض والتفاصيل ويجعلها اكثر جاذبية الى عين المشاهد ، وكذلك ترسم الاحداثيات الجغرافية والتربيعية فيها .

هـ – الصور الجوية العمودية (Vertical aerial photographs)

تعتبر الصور الجوية عمودية عندما تكون الكاميرا اثناء التصوير بوضع عمودي . ولايسمح بالابتعاد كثيرا عن هذا الوضع غير ثلاث الى اربع درجات . وتلتقط الصور الجوية العمودية عادة على شكل اشرطة متوازية ومستقيمة حيث توجد ضمن الشريط الواحد منطقة التداخل الطولية (Over lap) بين كل صورتين متتاليتين تبلغ نسبتها (60٪) تقريبا ، كما توجد مناطق التداخل الجانبية (Side Lap) في الصور الجوية للاشرطة المتقاربة يبلغ مقدارها حوالي 30٪ . ان الجزء الذي يصلح اكثر من غيره لرسم التفاصيل في الصور الجوية يقع قرب نقطتها المركزية . لاحظ الشكل (9 – 3) . حيث عند تحديد معدل مقياس الصورة الجوية وابعاد لوحتها عند الطبع ، فأنه يمكن حساب المساحة الارضية التي تغطيها الصورة الجوية . وعند معرفة نسبة مناطق التداخل المذكورة اعلاه فأنه يمكن ايضا

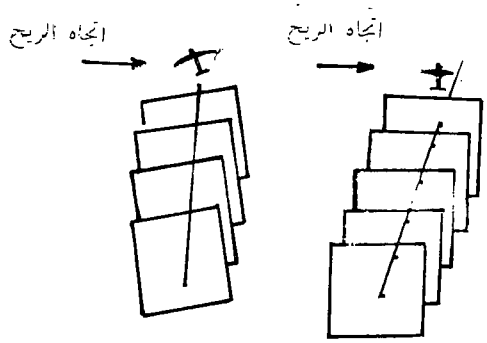


الشكل 9 - 3 المنطقة التي يمكن مشاهدتها بصورة مجسمة (المخططة) لاحظ عرض وطول المنطقة (1 ، 2) ، منطقة التداخل الجانبية (3) ، منطقة التداخل الطولية (4) وطول ضلع المنطقة المربعة التي تغطى بصورة جوية واحدة (5) .

حساب مساحة ذلك الجزء من الصورة الجوية الذي يمكن مشاهدته بصورة مجسمة . ان هذا الجزء يقع بين النقطتين المركزيتين ومنتصف منطقة التداخل الجانبية .

ونتيجة لتأثير الرياح تحصل زاوية بين محور الطائرة وخط الطيران (الشكل 9 – 4) مما يؤدي الى حدوث انحراف بين الصور من جهة وبينها وخط الطيران من جهة أخرى . ان تأثير المنظور في الصور الجوية العمودية قليل ، حيث تبقى الخطوط المتوازية على حالتها في الصور الجوية عندما يكون سطح الارض مستويا ، بينما تبدو غير متوازية عندما يكون

السطح منحدراً . اما الخطوط والسطوح العمودية كالمباني الشاهقة والمداخن وغيرها . فأن تأثير منظور فيها يكون كبيرا .



الشكل 9 – 4 تأثير الرياح على اتجاه خط الطيران

و – المقياس (Scale)

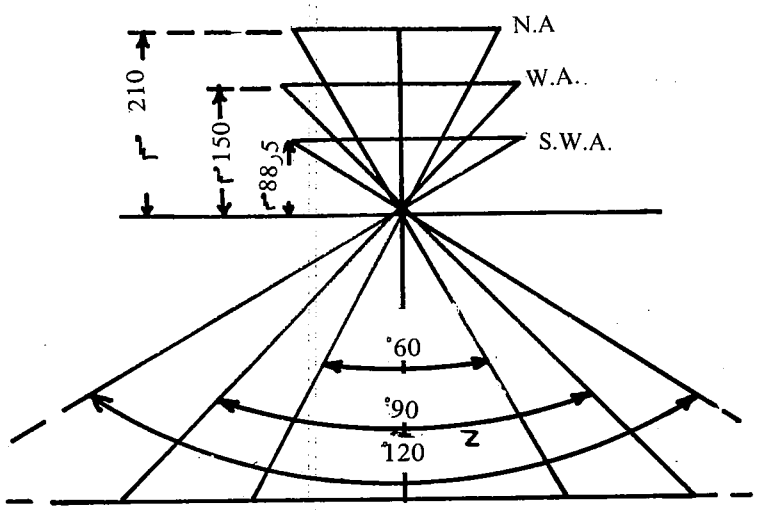
يمكن التعبير عن مقياس الصورة الجوية العمودية بالمعادلة الاتية ، عندما يكون سطح الارض مستوياً .

$$S = \frac{f}{H} \quad \text{- - - - - - 1}$$

حيث يمثل (f) البعد البؤري للكاميرا الجوية ، (H) ارتفاع الطائرة عن سطح الارض . ولكن نتيجة لاختلاف ارتفاع التضاريس الارضية فأن مقياس الصورة يختلف فيها ايضا من نقطة الى اخرى . ولذلك يستخدم مستوى اسناد معلوم (Datum plane) كمستوى سطح البحر لغرض حساب معدل المقياس الذي يعتبر صحيحاً فقط للنقاط الواقعة عند ارتفاع التضاريس الارضية للمنطقة المصورة . بينما يكون تقريبياً للمناطق الاخرى من الصورة . وعندئذ تصبح المعادلة السابقة كما يلي :

$$S = \frac{f}{H - h} \quad \text{. . . . . 2}$$

حيث يمثل (H) ارتفاع الطائرة عن سطح البحر ، (h) معدل ارتفاع التضاريس الارضية عن سطح البحر . وان قيم (h,H,f) يجب ان يعبر عنها بوحدة قياسية واحدة . وتبين المعادلتين السابقتين ان قيمة المقياس تتناسب طرديا مع مقدار البعد البؤري للكاميرا ، وارتفاع التضاريس الارضية ، وعكسيا مع ارتفاع الطائرة ، وعليه تستخدم كاميرات مختلفة في البعد البؤري لاغراض متباينة كالكاميرا ذات الزاوية الاعتيادية (Normal angle camera) والتي يبلغ بعدها البؤري (210 مم) في تصوير المدن والمناطق الجبلية ، وضمن مقاييس كبيرة (مقام الكسر الممثل للمقياس صغير) . وتستعمل الكاميرا ذات الزاوية العريضة (Wide angle camera) التي يبلغ بعدها البؤري (150 مم) لتصوير المناطق المنبسطة والمتموجة وضمن مقاييس متوسطة . بينما تستعمل الكاميرا ذات الزاوية العريضة جدا (Super wide angle camera) التي يبلغ بعدها البؤري (88ر5 – 100 مم) لتصوير المناطق المنبسطة كالصحاري والاهوار وسهول الانهار وضمن مقاييس صغيرة (1 : 50000 ≤) . والشكل (9 – 5) يوضح علاقة سعة المنطقة المصورة ونوع الكاميرات المذكورة اعلاه .



الشكل 9 – 5 ماتغطيه الصورة الجوية في كل من الكامرات الثلاثة (N.A) و (W.A) و (S.W.A.) بنفس ارتفاع الطائرة .

ولتقدير مقياس الصورة الجوية العمودية يمكن اتباع احدى الطرق الاتية :

(1) استعمال المعادلات المذكورة اعلاه (1 ، 2) .

(2) قياس المسافة في الحقل بين نقطتين يمكن مشاهدتهما في الصورة الجوية ، وحساب البعد بينهما على الصورة أيضاً ، والتي يمكن التعبير عنها بواسطة المعادلة الآتية :

$$S = \frac{a\ b}{A\ B} \quad \ldots\ldots (3)$$

حيث يمثل (a b) المسافة بين النقطتين المعلومتين في الصورة الجوية العمودية ، (A B) المسافة الحقيقية بينهما على سطح الارض ، مع ضمان مستوى أرتفاعهما واحد تقريباً .

مثال : اذا كانت المسافة بين نقطتين في الصورة الجوية العمودية تساوي 10 سم والمسافة الحقيقية بينهما على سطح الارض تساوي 3كم . ما هو مقياس الصورة الجوية ؟

الحل :

$$S = \frac{a\ b}{A\ B} = \frac{1}{\frac{A\ B}{a\ b}} = \frac{1}{\frac{3 \times 100000}{10}} = \frac{1}{30000}$$

ويمكن حساب مقياس الصورة الجوية العمودية ايضا من الخرائط التي تغطي نفس المنطقة المصورة . حيث تقاس المسافة بين نقاط يمكن تحديدها جيدا على كل من الصورة والخارطة ومن ثم أستعمال المعادلة الآتية :

$$S = \frac{\text{المسافة على الصورة}}{\text{المسافة على الخارطة}} \times \text{مقياس الخارطة}$$

مقاييس الصور الجوية واستعمالاتها :

يعتمد تحديد المقياس المطلوب للصور الجوية لاغراض تحضير الخرائط الطوبوغرافية على عوامل عديدة منها : مقياس الخرائط ، والفترة الكنتورية ، وامكانات اجهزة المساحة الجوية المتوفرة والخاصة بتخطيط الخرائط (Stereoscopic plotting instruments) ، وكذلك يتعلق بالغرض الذي من اجله تستعمل الصور الجوية . وعليه يمكن تقسيم مقاييسها الى ثلاثة اقسام كما يأتي :

المقياس	الاغراض
1 : 10000 >	تخطيط المدن ، المشاريع الهندسية المختلفة ، تحضير الخرائط الكادسترائية ، ودراسة الاثار .
1 : 10000 – 1 : 25000	تحضير الخرائط الطوبوغرافية ، تفسير الصور الجوية لاغراض تحريات مسح التربة وتصنيف الاراضي ، والغابات ، وعلم الارض .
1 : 25000 – 1 : 50000	الدراسات الاستطلاعية للمناطق والمشاريع الشاسعة المساحة ، مسح الموارد الطبيعية المختلفة .

ان مقياس الصور الجوية قد يكون مختلفا فيما بينها نتيجة لاختلاف ارتفاع الطيران ، ويكون مختلفا ايضا لاجزاء الصورة الواحدة بسبب تأثير الازاحة (Displacement) التي تعود الى اختلاف التضاريس وميل الطائرة فضلاً عن الزوغان (Distortion) في كاميرات التصوير الجوي ، وتمدد وتقلص الورق والافلام الخاصة بالصور الجوية . وبناء على ما تقدم من اسباب وغيرها فأنه لا يمكن الحصول على قياسات دقيقة من الصور الجوية بصورة مباشرة كما نفعل على الخرائط الطوبوغرافية وغيرها . وفيما يأتي بعض الملاحظات حول الازاحة الضرسية وميل الطائرة .

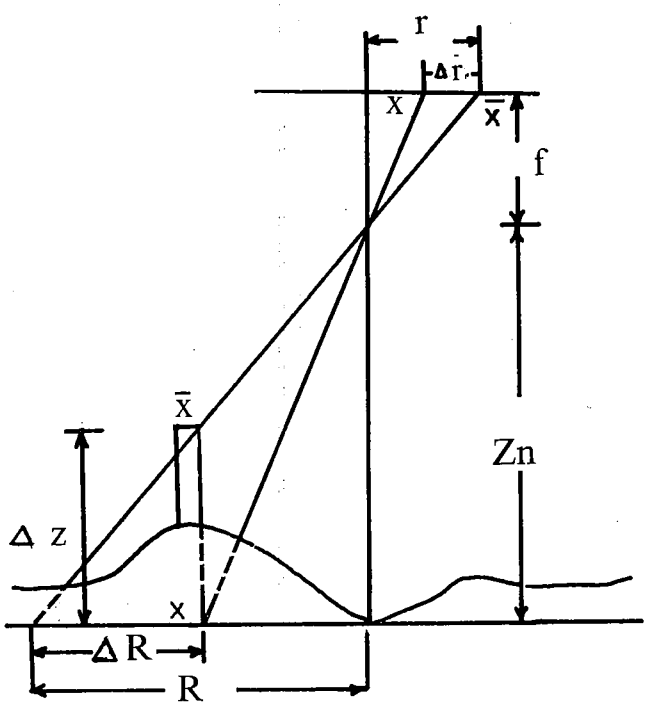
(ز) الازاحة الضرسية (Relief Displacement)

الازاحة الضرسية في الصور الجوية العمودية هي انحراف او ازاحة العارض الطوبوغرافي عن موقعه الحقيقي في الصورة الجوية نتيجة ضرس العارض ، سواء كان فوق او تحت مستوى الاسناد (Reference Plane) . وبالنسبة الى هذا المستوى يكون اتجاه الازاحة للنقاط التي يكون منسوبها فوقه نحو الخارج ، بينما يكون اتجاه الازاحة للنقاط التي يقع منسوبها تحت هذا المستوى نحو الداخل . هذا ويمكن توضيح الازاحة الضرسية بواسطة الشكل (9 – 6) الذي يمثل مستوى الصورة الجوية الملتقطة من ارتفاع (Zn) معلوم فوق مستوى الاسناد . وعليه فان صورة النقطة ($\overline{X}$) ذات الارتفاع (Δz) من

مستوى الاسناد تقع في النقطة ($\overline{X}$) في الصورة الجوية . اما صورة النقطة الخيالية (X) التي تقع مباشرة تحت النقطة ($\overline{X}$) وعند مستوى الاسناد تكون في النقطة (X) في الصورة الجوية . وفي هذا الشكل يمكن البرهنة على ان :

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta Z}{Z n} = \frac{\Delta r}{r}$$

$$\therefore \quad \Delta r = r \frac{\Delta z}{Z n} \quad \ldots\ldots \quad (1)$$



الشكل 9 – 6 الازاحة الضرسية

حيث يمثل Δz : ارتفاع العارض فوق مستوى الاسناد الذي ازيحت صورته .

Δr : الازاحة الضرسية .

r : المسافة الشعاعية في الصورة الجوية بين النقطة المركزية والموقع المزاح لصورة العارض .

Zn : ارتفاع الطيران فوق مستوى الاسناد ، والمطلوب حساب ارتفاع العارض ΔZ .

ومن هذه المعادلة يتضح ان الازاحة الضرسية تتناسب طرديا مع ارتفاع العارض عن مستوى الاسناد ، وكذلك مع المسافة الشعاعية نحو صورة العارض ، وعكسيا مع ارتفاع الطيران عن مستوى الاسناد . ولقد اتضح ايضا ان الازاحة الضرسية تحدث بصورة شعاعية من النقطة المركزية .

هذا ويمكن استخدام معادلة الازاحة الضرسية في الصورة الجوية العمودية ايضا في حساب الارتفاع الشاقولي للعوارض الطوبوغرافية ، والتي يمكن مشاهدتها في الصورة الجوية بعد اعادة صياغتها على النحو الاتي :

$$\Delta Z = \frac{\Delta r \, Zn}{r} \qquad .....(2)$$

ولغرض استعمال المعادلة اعلاه لتقدير ارتفاع العارض ، فأنه من الضروري مشاهدة قمته وقاعدته على الصورة الجوية حتى يمكن قياس مقدار الازاحة الضرسية . ان هذه الطريقة تفيد الى حد ما القائم بتفسير الصور الجوية الذي يهتم غالبا بالارتفاعات النسبية للعوارض .

وفي المناطق الجبلية تسبب الازاحة الضرسية ما يأتي :

(1) تغيير المسافات .

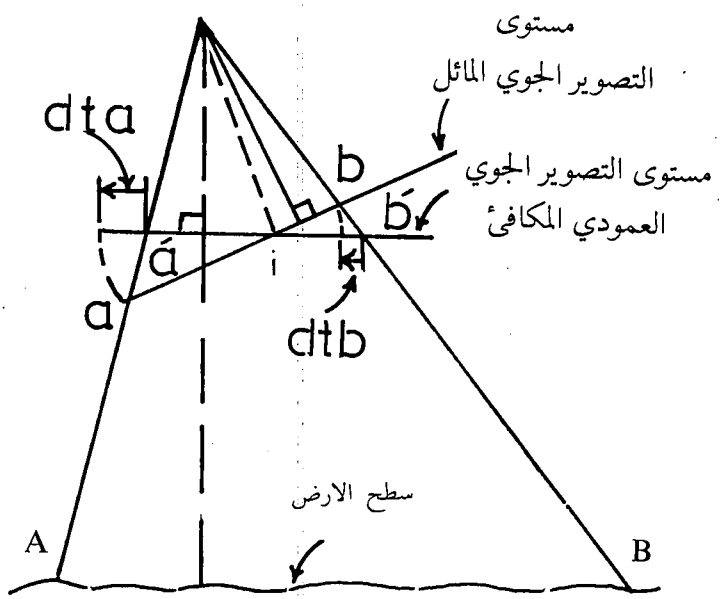
(2) انحراف الخطوط الكنتورية والمنحدرات .

(3) انحناء الخطوط المستقيمة كالطرق .

(4) احتمال انحراف الاتجاهات بين نقطتين ، نتيجة الى انحراف النقاط التي تقع فوق او تحت مستوى الاسناد وعدم انحراف النقاط الواقعة عليه .

(ح) ازاحة الميل (Tilt displacement)

ان الازاحة الناتجة عن ميل الطائرة تساوي المسافة الشعاعية من نقطة شبه الوسط (i) الى صورة نقطة ارضية ($\bar{a}$) في التصوير الجوي العمودي ، ناقصا المسافة الشعاعية من نقطة شبه الوسط الى صورة تلك النقطة على التصوير الجوي المائل ، لاحظ الشكل (9–7) الذي يبيّن صورة نقطة ارضية ، لاعلى التعيين ، ولتكن (A) على مستوى التصوير الجوي المائل ، وصورتها ($\bar{a}$) على مستوى التصوير الجوي العمودي المكافئ . هذا ويكون اتجاه ازاحة الميل (dta) نحو الخارج من نقطة شبه الوسط ، وبنفس الطريقة يكون اتجاه ازاحة الميل للنقطة (b) نحو الداخل من نقطة شبه الوسط .



$$dt = \frac{y^2 \sin t \cos \lambda}{f - y \sin t \cos \lambda} \text{ ----(1)}$$

الشكل 9 – 7 ازاحة الميل في المستوى
الرئيسي للصورة الجوية المائلة

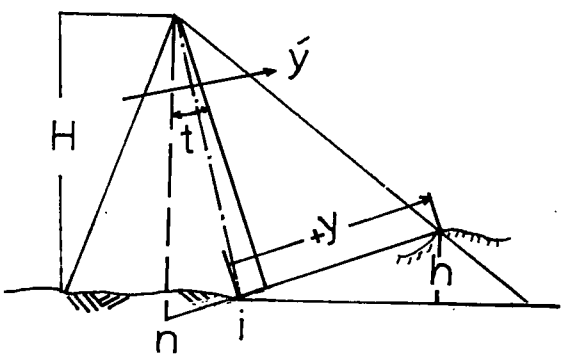
ان مقدار ازاحة الميل لاي نقطة في الصورة الجوية المائلة يمكن تقديره بواسطة المعادلة(1) في الشكل (9–7) حيث (dt) مقدار ازاحة الميل ، (y) المسافة الشعاعية من نقطة شبه الوسط الى صورة اي نقطة مطلوب مقدار ازاحة ميلها ، (f) البعد البؤري للكاميرا ، (t) زاوية الميل ، (λ) الزاوية المحصورة بين الخط الرئيسي والخط الشعاعي الصادر من نقطة شبه الوسط نحو صورة تلك النقطة ضمن مستوى الصورة الجوية . وتكون العلامة لقيمة (y) موجبة ، اذا كانت صورة النقطة تقع فوق محور الميل ، وسالبة اذا كانت تحته .

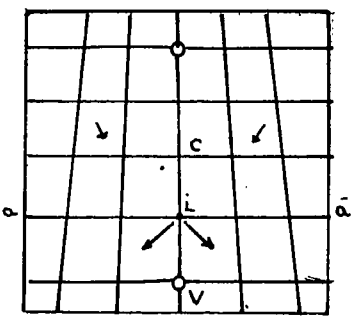
وبالرغم من ان المقياس يتغير عبر الصورة الجوية المائلة وبأتجاه الميل وعلى امتداد الخط الرئيسي ، لاحظ الشكل (9–8) ، ولكنه لا يتبدل على امتداد اي خط يكون عموديا على خط اتجاه الميل .

ويمكن التعبير عن مقياس صورة العارض الطوبوغرافي في التصوير الجوي المائل بواسط المعادلة (2) ، لاحظ الشكل السابق . حيث (h) يمثل ارتفاع العارض الارضي ، (H) ارتفاع الطيران . وعليه فأن المقياس يعتمد على مقدار الميل ، وموقع صورة العارض في الصورة الجوية بالنسبة الى اتجاه الميل ، وكذلك على البعد البؤري للكاميرا ، وارتفاع الطيران والتضاريس الارضية .

ومن الممكن ان يبان تأثير الميل في الشكل (9–8) ، اذا افترض وجود شبكة تربيعية على الأرض فأنها ستتأثر بالميل وتنحرف كما مبين في الشكل المذكور . كما يلاحظ ان الخطوط المتوازية مع الخط الرئيسي تتقارب من بعضها عند الافق بينما الخطوط المتوازية مع محور الميل تبقى متوازية مع بعضها .

وعند الربط بين النقاط المتماثلة في الشبكة التربيعية والشبكة المنحرفة يبدو واضحا ان الانحراف يكون شعاعيا من نقطة شبه الوسط . ان خط الميل يقسم الصورة الى قسمين ، حيث تنحرف جميع النقاط – الواقعة في القسم الذي تقع فيه النقطة المركزية – نحو نقطة شبه الوسط ويكون المقياس صغيرا ، بينما تنحرف النقاط نحو الخارج في القسم الذي تقع فيه نقطة النظير ، ويكون المقياس كبيرا . هذا ويمكن تصحيح الانحرافات الناشئة بسبب الميل بواسطة جهاز تصوير خاص يدعى المقوم (Rectifier) ويستعمل في المساحة الجوية . الا ان التقويم بواسطة هذا الجهاز سوف لن يزيل تأثير التضاريس الأرضية او العوارض العالية .





$$S = \frac{f/\cos t - \acute{y} \sin t}{H - h} \quad \cdots\cdots (2)$$

الشكل 9 – 8 ازاحة صورة الاشياء نتيجة الميل (aā) خط الميل . (i) نقطة شبه الوسط (c) النقطة المركزية . (v) نقطة النظير

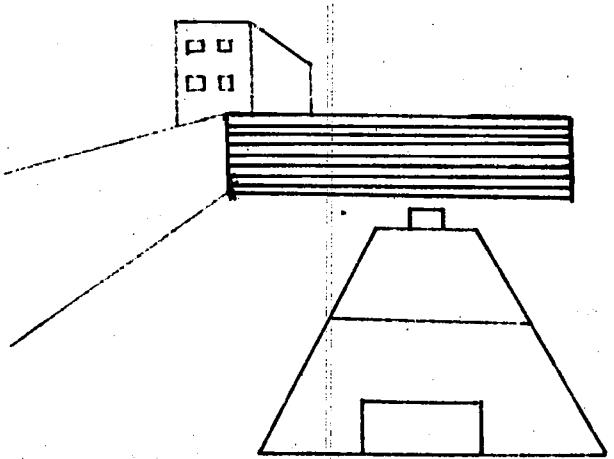
9 – 4 الرؤية المجسمة واجهزة الابصار المجسم

Stereoscopic viewing and stereoscopes

(ا) ادراك العمق (Depth perception)

ان ادراك بُعد الاشياء من حولنا او ما يسمى بالعمق يحدث عندما يقع بصرنا عليها . ويطلق على طريقة ادراك العمق خلال منظار اجهزة الابصار المجسم بالرؤية المجسمة عند استخدام كلا العينين . اذ ان بصر الاشخاص قد يكون اعتياديّا ، اي يستطيعون الابصار

بالعينين (Binocular vision) ، او يكون ذلك بعين واحدة (Monocular v.) . ومن الممكن ملاحظة بُعد الاشياء او عمقها من غير الرؤية المجسمة ايضا ، وذلك استنادا الى احجامها النسبية ، والاجسام المخفية الاخرى ، والظلال ، والاختلاف في التنظيم البؤري لعدسة العين (Focusing) عند ملاحظة تلك الاشياء من مسافات متباينة . ففي الشكل (9–9) يمكن ادراك العمق نحو الجهة البعيدة لساحة كرة القدم ، اعتمادا على الاحجام النسبية لعوارض الاهداف . حيث من المعروف ان ابعاد عوارض الاهداف في هذه اللعبة متساوية ، ولكن نجد ان احد هذه العوارض اصغر من الآخر نتيجة لبعده عنا . وكذلك يمكن التحسس بسهولة ان البناء المرتفع في الشكل المذكور ابعد من الساحة وذلك لاختفاء الجزء الاسفل منه خلف هذه الساحة . وبالرغم من ذلك تكون الرؤية المجسمة اكثر دقة في تحديد العمق او بعد الاشياء ، لذا فأن ادراك العمق بهذه الطريقة مهم للغاية في اكثر الجوانب المتعلقة بالمساحة الحوية .



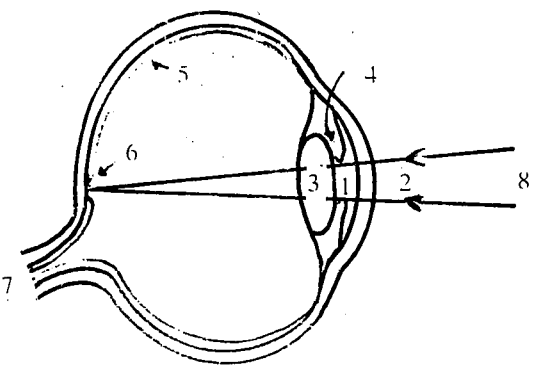
الشكل 9 – 9 ادراك العمق بواسطة الحجم النسبي والشواخص المخفية

(ب) عين الانسان (The human eye)

يستطيع القارئ فهم ظاهرة ادراك العمق بصورة مجسمة من خلال معرفة تشريح العين ووظيفتها . فالعين عضو كروي الشكل ، لها فتحة دائرية تدعى البؤبؤ (لاحظ

الشكل 9–10) . يحميه غطاء شفاف يدعى القرنية . حيث تمر خلالها الاشعة الضوئية وتدخل البؤبؤ لتصطدم بعدئذ بالعدسة الموجودة خلفه مباشرة . وتنكسر هذه الاشعة عند مرورها خلال القرنية وعدسة العين . وكما نعلم ان عدسة العين محدبة من الطرفين وتتكون من وسط شفاف وتمسكها عضلات عديدة تساعدها على الحركة ، لكي يسدد المحور البصري للعين مباشرة نحو الشيء المرئي . وهكذا تتصرف العين كجهاز الكاميرا وفق المعادلة الخاصة بالعدسات . وحسب بعد الاشياء المرئية (لاحظ الشكل السابق) . ان بعد الصورة العينية ثابت . وعلى اية حال فأن البعد البؤري للعدسة يتغير وذلك لغرض تحقيق المعادلة المذكورة وحسب الابعاد المختلفة للاشياء المرئية . وتتمدد عضلات العدسة عند رؤية الاشياء البعيدة بحيث تؤدي الى تفلطح سطحها الكروي . مما يؤدي الى استطالة البعد البؤري للتوفييق بينه وبين المسافة البعيدة للشيء المرئي . ويحدث العكس تماما عند رؤية الاشياء القريبة . ويطلق على قابلية العين في تنظيم البعد البؤري لعدستها وضبط الابعاد بتكيف العين (Accommodation of the eye) .

اما وظيفة القزحية – الجزء الملون – فهي تشبه الى حد كبير عمل الحاجب الرقيق (Diaphragm) في الكاميرا اذ تتقلص وتتوسع ذاتيا لغرض تنظيم كمية الضوء الداخل الى العين . ان القزحية تتقلص عادة عند تعرض العين الى الضياء الشديد لغرض تضييق فتحة

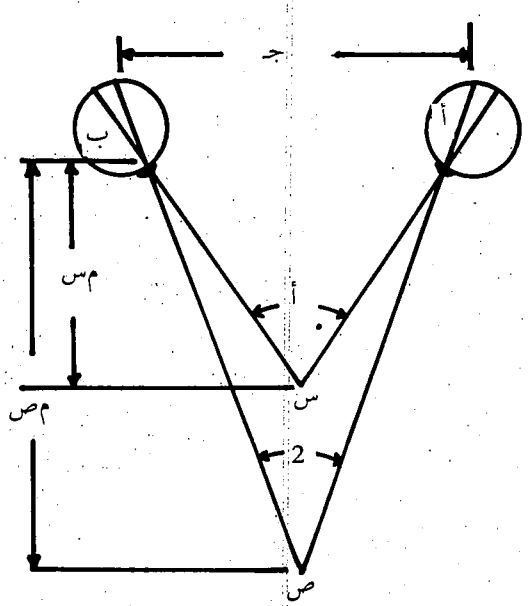


الشكل 9 – 10 مقطع عرضي لعين الانسان

البؤبؤ ، وتتوسع عندما تقل شدته . وتقوم القرنية بكسر الحزمة الضوئية المارة خلال العين جزئيا ، وقبل اصطدامها بالعدسة التي بدورها تزيد من زاوية الانكسار لتسقيط الاشعة الضوئية على الشبكية ، وبذلك تحقق صورة الشيء المرئي . وتتكون الشبكية من نسيج رقيق جدا ، وتعتبر النقرة المركزية (Fovea) من اهم المناطق فيها . وهي عبارة عن تقعر صغير قرب تقاطع المحور البصري مع الشبكية ، وعندها تكون الرؤية اكثر وضوحا . ان عمل الشبكية يشبه الى حد كبير وظيفة المستحلب الذي تطلى به الرقوق الفوتوغرافية . فعند تنبيه الشبكية بالضوء يحدث الشعور بالرؤية من خلال انتقاله الى الدماغ عبر العصب البصري .

(جـ) ادراك العمق بصورة مجسمة Stereoscopic depth perception

عندما يكون التركيز البؤري للعينين موجها نحو نقطة معينة ، فأن المحورين البصريين سوف يقتربان من بعضهما بأتجاه تلك النقطة ، ويتقاطعان عندها بزاوية تدعى زاوية الابتعاد (Parallactic angle) . وتكبر هذه الزاوية كلما كان الشيء المنظور قريبا وبالعكس . والشكل (9–11) يبيّن المحورين البصريّين للعينيّن (أ ،ب) والبعد بينهما (جـ) الذي يمثل خط قاعدة العينين (Eye base) .



الشكل 9 – 11 ادراك العمق بصورة مجسمة

وعندما يكون التركيز البؤري للعينين موجها نحو النقطة (س) ، فأن المحورين البصريين سوف يتقاربان من بعضهما ويتقاطعان لتشكيل زاوية الابتعاد (أ) ، وبنفس الطريقة تتكون زاوية الابتعاد (2) عند رؤية النقطة (ص) . ويربط الدماغ بصورة ذاتية بين المسافتين (م س) ، (م ص) وزاويتي الابتعاد المتعلقتين بهما على التوالي . ان العمق بين النقطتين (س ص) يساوي (م ص – م س) والذي يمكن ادراكه من خلال الفرق بين زاويتي الابتعاد . ان اقصر مسافة يستطيع الشخص الاعتيادي ان يدرك من خلالها عمق الاشياء بصورة مجسمة وواضحة تساوي 25 سنتمترا . ويمكن ان تكون هذه المسافة 15 سنتمترا ، ولكنها تحدث اجهاداً كبيراً للعينين . ويتراوح طول خط قاعدة العينين للشخص البـــــالغ الاعتيادي بين (63 مم الى 69 مم) . وبناء على ذلك تساوي زاوية الابتعاد العظمى للعين 15 درجة . ولا يمكن تحديد المسافة القصوى التي يستطيع المرء الاعتيادي من خلالها ادراك عمق الاشياء بصورة مجسمة . ولكن يعتقد بأنها تساوي 6 .66 مترا تقريبا ، بحيث تصبح بعدها زاوية الابتعاد صغيرة جدا ، ولا يمكن بعدئذ تمييز الاختلافات الحاصلة في زاوية الابتعاد والتي تعتبر ضرورية لادراك ذلك العمق .

(د) رؤية الصور الجوية بصورة مجسمة

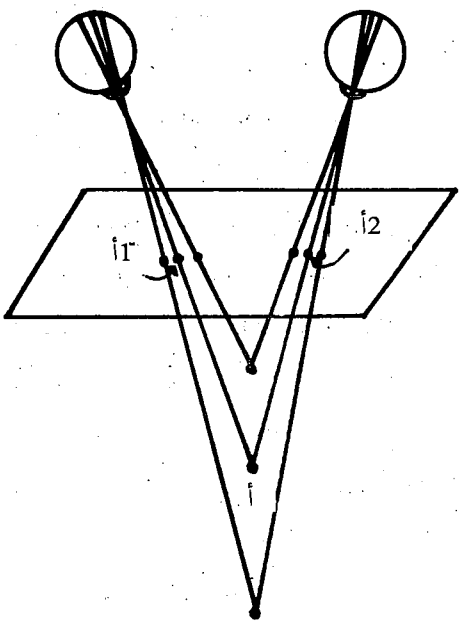
عند رؤية صورتين جويتين متتاليتين من خلال منظار أجهزة الابصار المجسم (Stereoscopes) يحس المرء عندئذ بالابعاد الثلاثة للتضاريس والعوارض الموجودة على سطح الارض . وينبغي ان تتضمن هاتين الصورتين على بعض الشروط وهي :

(أ) يجب ان تغطي كلا الصورتين المتتاليتين جزءً متشابها من المنطقة المصورة الذي يلتقط عادة من نقطتين مختلفتين .

(ب) يجب ان تكون محاور الكاميرا في مستوى واحد (Coplanar) وتكون الزاوية المحصورة بينها اقل من 90 درجة .

(جـ) يجب ان يكون مقياس الصورتين متماثلا تقريبا .

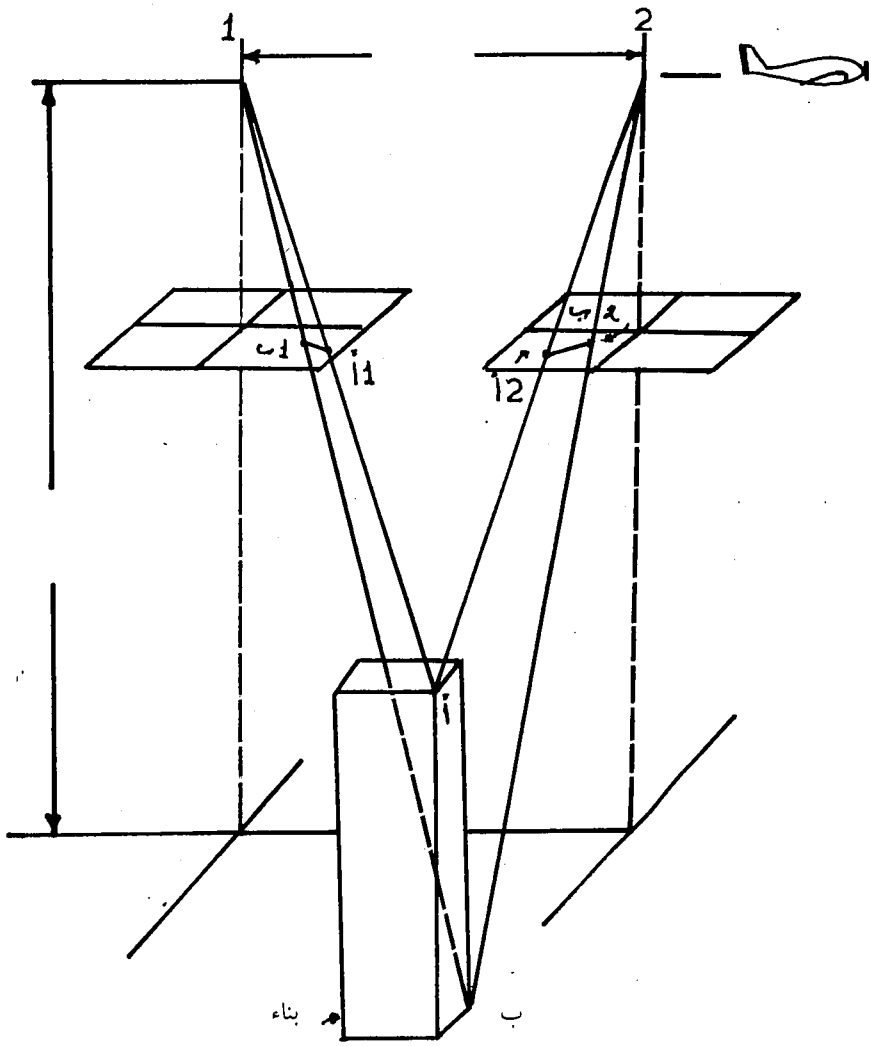
ففي الشكل (9 – 12) يفترض وضع حاجز شفاف امام العينين يحتوي على صورتين متماثلتين (1 أ ، 2 أ) تعودان للشيء المنظور (أ) . ويفترض وقوع هاتين الصورتين على المحورين البصريين بحيث يمكن رفع ذلك الشيء المنظور (أ) من غير ملاحظة اي تغير في الصورة التي استقبلتها شبكية العينين . فعندما تتقارب الصورتان المذكورتان من بعضهما –



الشكل 9 – 12 يمكن تغيير العمق الظاهر
للنقطة أ بواسطة تغيير البعد بين الصورتين

كما مبين ذلك في الشكل المذكور – تزداد زاوية الابتعاد ، وحينئذ يستشعر بأقتراب الشيء المنظور (أ) من العينين . ويحدث العكس تماما عندما تبتعد الصورتان عن بعضهما ، اذ تقل زاوية الابتعاد ويدرك الدماغ بأبتعاد الشيء المنظور .

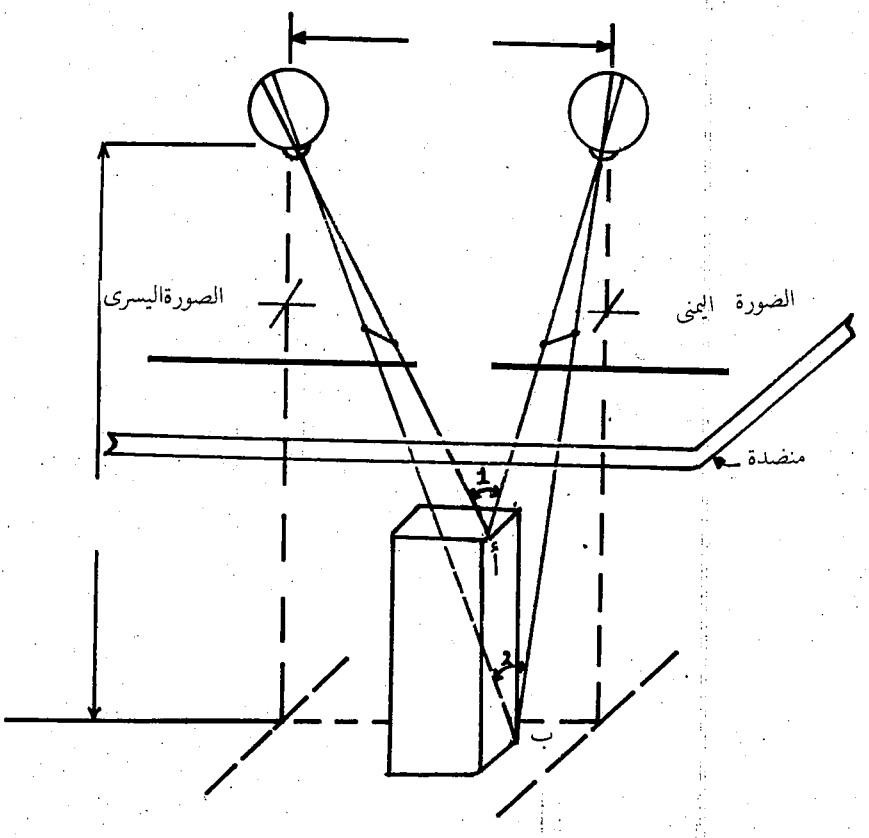
ويمكن الحصول على هذه الظاهرة المتعلقة بخلق الابعاد الثلاثة أو ما نسميه بالشعور المجسم للاشياء ، عند ابصار صورتين متماثلتين لها . ففي الشكل (9 – 13) يفترض وجود صورتين جويتين تم التقاطهما من المحطتين (1 ، 2) وظهور صورتي البناء عليهما . عندئذ تكون صورتي قمة وقاعدة ذلك البناء الممثلتين بالحرفين (أ ، ب) عند النقطتين (1 أ ، 1 ب) في الصورة الجوية اليسرى ، بينما تكون في الصورة اليمنى عند النقطتين (2 أ ، 2 ب) . وهكذا يمكن ان نشعر بالابعاد الثلاثة للبناء عند اعادة وضع الصورتين الجويتين على المنضدة بحيث تبصر العين اليسرى الصورة الموضوعة على اليسار وتبصر العين اليمنى الصورة



الشكل 9 – 13 صورتين جويتين وظهور البناء في منطقة التداخل

الموضوعة على اليمين كما في الشكل (9 – 14) . وسوف يحكم الدماغ على ارتفاع البناء من خلال دمج عمق النقطتين (أ ، ب) مع زاويتي الابتعاد (1 ، 2) على التوالي . وحينما يكون التركيز البؤري للعينيين موجها نحو جميع منطقة التداخل (Over lap) فأن الدماغ

سيدرك الابعاد الثلاثة للتضاريس وغيرها من العوارض بصورة مستمرة . وبعبارة اخرى يشاهد الانسان تلك التضاريس مجسمة امام عينيه . ويحدث ذلك نتيجة للشعور المستمر بالتغيرات الحاصلة بزوايا الابتعاد للنقاط العديدة التي تشكل تلك التضاريس . ويدعى النموذج الثلاثي الابعاد للتضاريس وغيرها ، والذي تكون وفق الطريقة المذكورة انفاً بالنموذج المجسم (Stereoscopic model) . ان وضع الصورتين ورؤيتهما بالطريقة المذكورة اعلاه ينبغي ان يفي بالشروط الخاصة بتكييف العينين والمذكورة في الفقرة السابقة . وان استعمال أجهزة الابصار المجسم يتيح زيادة الفصل بين الصورتين عن بعضهما كما مبين في الفقرة الآتية .

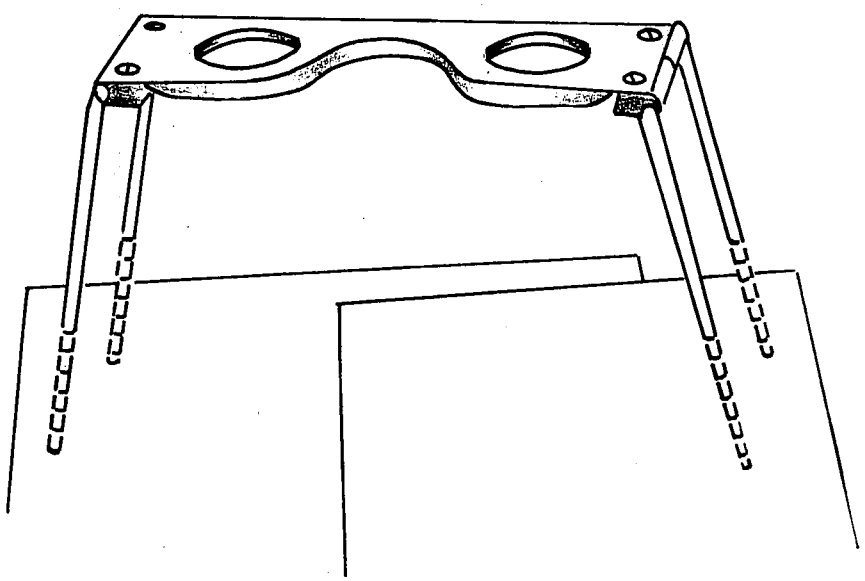


الشكل 9 – 14 مشاهدة البناء بصورة مجسمة

(هـ) أجهزة الابصار المجسم (Stereoscopes)

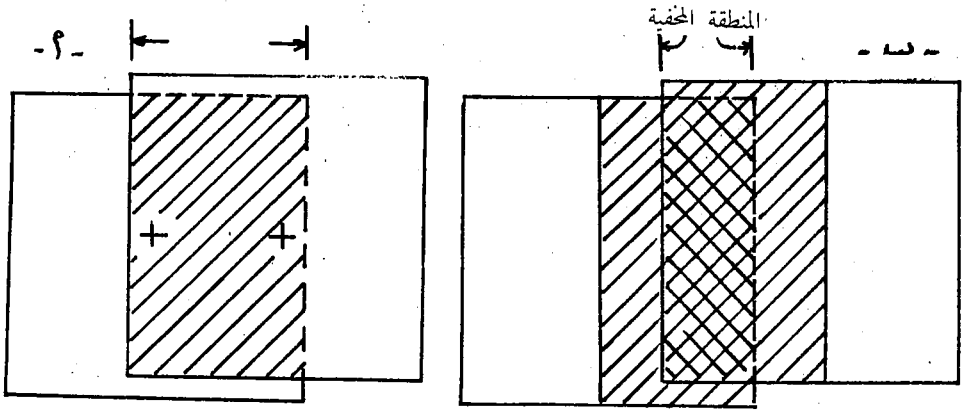
ان رؤية التصاوير بصورة مجسمة بالعين المجردة تعتبر عملية صعبة للغاية من غير استعمال أجهزة الابصار المجسم . والسبب في ذلك يعزى الى رؤية هذه الصور من مسافة قصيرة مما يؤدي الى كلل العينين . حيث ينبغي ان لا تزيد المسافة بين النقطتين المتماثلتين او المتوافقتين في الصورتين المتتاليتين عن طول خط قاعدة العينين .

ان تصاميم اجهزة الابصار المجسم كثيرة ، ولكنها تعمل جميعا وفق اسس واحدة . ويعتبر جهاز الابصار المجسم الجيبي (Pocket Stereoscope) (الشكل 9 – 15) ابسطها تركيبا وارخصها ثمنا واكثرها استعمالا في الحقل . ويتكون الجهاز من عدستين محدبتين ، قوة تكبيرهما عادة تساوي (X 2 . 5) . ومثبتتين في اطار معدني ، والمسافة بين العدستين ثابتة ، حيث تساوي 5 .63 مليمترا . وفي بعض الانواع يمكن تغيير هذه المسافة لتكييفها وفق طول خط قاعدة العينين الذي ربما يختلف بأختلاف الاشخاص . وعند حفظ هذا الجهاز يمكن طي سيقانه او رفعها . ان سيقان جهاز الابصار المجسم الجيبي اقصر قليلا من البعد البؤري للعدستين . وهكذا فعند وضع الجهاز فوق الصورتين تتقارب الحزم الضوئية المنعكسة عن الصورتين من بعضها قليلا عند نفاذها من خلال العدستين .



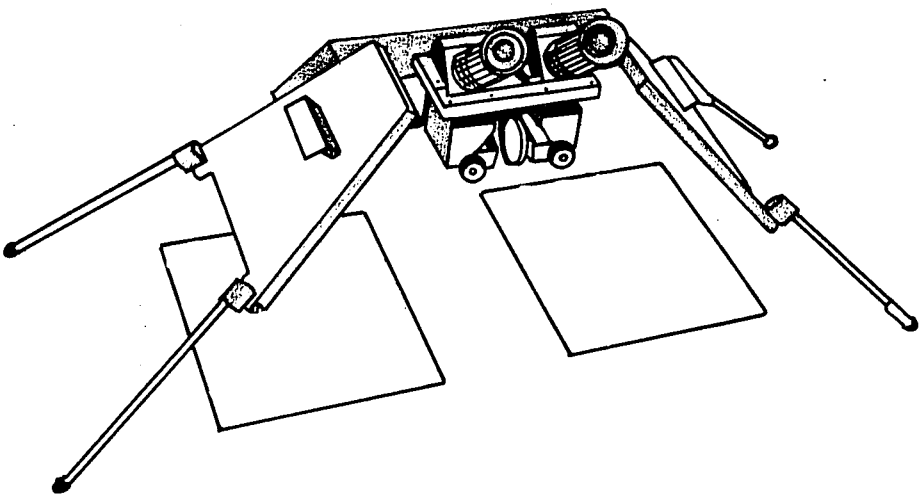
الشكل 9 – 15 جهاز الابصار المجسم الجيبي

وعند استخدام الجهاز المذكور ينبغي وضع الصورتين بحيث لا تزيد المسافة بين الصورتين المتماثلتين لشيء معين او بين اي من النقاط المتوافقة في هاتين الصورتين عن طول خط قاعدة العينين ، اي حوالي 50 مليمترا . ان عرض منطقة التداخل الطولية (Overlap) المستطيلة الشكل يساوي 8 .13 سنتمترا ، عندما يكون طول ضلع الصورة الجوية المربعة الشكل 23 سنتمترا ونسبة التداخل الطولي تبلغ 60٪ ، كما موضح ذلك في الشكل (9 – 16 أ) ، وبناء على ذلك ، فعند فصل الصور المذكورة عن بعضها بمسافة 50 مليمترا – لغرض رؤيتها بصورة مجسمة (الشكل 9 – 16 ب) – تتكون منطقة مستطيلة الشكل في الوسط لا يمكن رؤيتها بصورة مجسمة لانها مظللة بصورة تعارضية (Crosshatched) . اذ ان جزء من احدى هذه الصور (العليا) سوف يغطي جزء آخر من الصورة الاخرى (السفلى) . ولغرض ملافأة هذه الحالة لابد من طي او قطع ذلك الجزء من الصورة العليا لضمان الابصار المجسم للجزء المظلل ، كما يحصل ذلك عند عمل ما يسمى بالصورة المجسمة (Stereogram) .



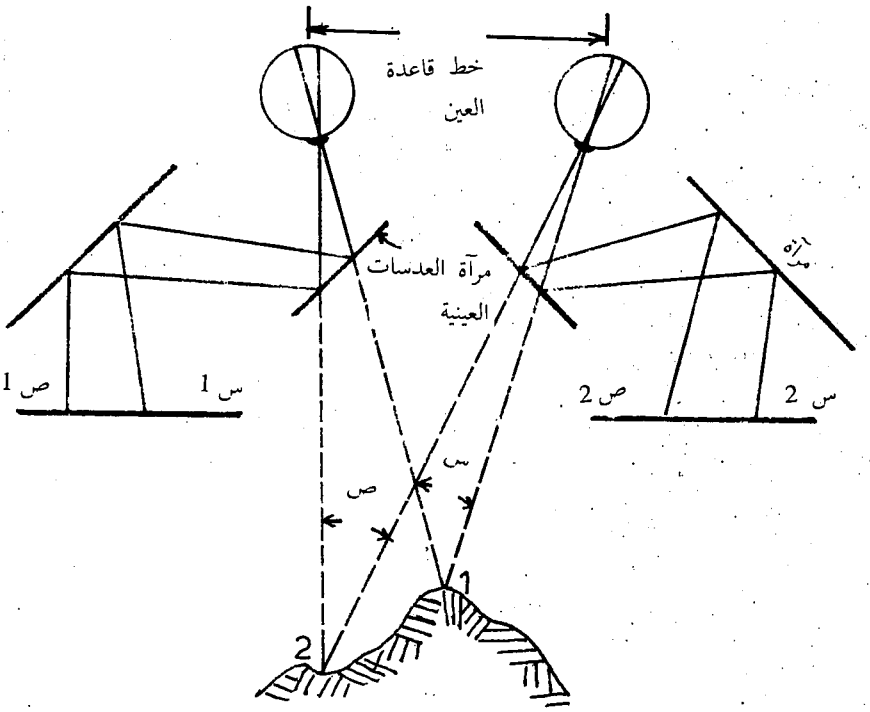
الشكل 9 – 16 منطقة التداخل الطولية (أ) والمنطقة المخفية عند مشاهدة الصورتين بواسطة جهاز الابصار المجسم الجيبي (ب) .

اما جهاز الابصار المجسم ذي المرايا فأنه يتيح عزل الصورتين بعيدا عن بعضهما عند رؤية الصورتين الجويتين من خلال عدساته . وهكذا يمكن ابصار جميع منطقة التداخل الطولي بصورة مجسمة . ان مبدأ تشغيل هذا الجهاز يمكن تلخيصه كما يأتي : يتكون الجهاز من مرآتين كبيرتين جانبيتين ومرآتين عينيتين صغيرتين (الشكل 9 – 17) . وتثبت هذه المرايا



الشكل 9 – 17 جهاز الابصار المجسم ذو المرايا

بزاوية 45 درجة بالنسبة الى المستوى الافقي – لاحظ الشكل (9 – 18) . وتنعكس الحزم الضوية المنبعثة من النقاط المختلفة في الصورتين مثل (س1، س2) عن سطوح المرايا حسب قوانين الانعكاس ثم تلتقي عند العينين مكونة زاوية الابتعاد (س) . ثم يربط الدماغ ذاتياً بين بعد النقطة (1) مع زاوية الابتعاد س . وهكذا يتم خلق النموذج المجسم (Stereomodel) تحت المرآتين العينية . وتوضع عدسات فوق المرآتين العينية مباشرة بحيث يمكن تغيير المسافة بينهما لغرض تكييفها وفق الاحوال المتباينة لخط قاعدة العينين . ويزيد



الشكل 9 – 18 مبدأ عمل جهاز الابصار المجسم ذو المرايا

البعد البؤري لهذه العدسات قليلا عن طول الشعاع المنعكس عن الصورة نحو العين . وربما تلحق اجهزة الابصار المجسم ذات المرآيا بمنظار يثبت عادة فوق المرآتين العينية ، لغرض استعماله في تكبير الصورة لمعرفة تفاصيل الاشياء المرئية جيدا وخاصة عند القيام بتفسير الصور الجوية . ويمكن اجراء التعديل البؤري لعدستي المنظار حسب حالة العينين . ان استخدام المنظار يقلل عادة من المساحة المرئية ، ولذلك ينبغي تحريك الجهاز فوق المنضدة عند مشاهدة الاجزاء الاخرى من النموذج المجسم الخاص بمنطقة التداخل الطولية .

ومن الضروري جدا عدم لمس المرايا في هذا الجهاز ، وذلك لان بشرة اليد تحتوي على مواد دهنية وحامضية قد تؤثر على طلائها . ولذلك ينبغي تنظيف المرايا حالا عند حدوث اللمس بصورة عفوية بأستعمال قطعة من القماش الناعم مع سائل خاص يستعمل لتنظيف العدسات .

وتنتج الشركات انواعا متعددة من اجهزة الابصار المجسم ذات المرايا التي تعمل جميعها وفق مبدأ واحد تقريبا – كما مبين اعلاه – ولكن يختلف بعضها في المواصفات – لاحظ الجدول (9 – 1) . وتصلح بعض هذه الانواع لتدريب الطلبة ، حيث يستطيع الطالب والمدرب سوية من رؤية النموذج المجسم في ان واحد ، وذلك لوجود منظارين على جانبي الجهاز كما في النوع (T – 22Y, USHIKATA) .

جدول (9 – 1) : بعض مواصفات أجهزة الابصار المجسم ذات المرايا

اسم الشركة المنتجة ونوع الجهاز	حقل الرؤية في الصورة من غير المنظار	قوة تكبير العدسات	قطر او مساحة حقل الرؤية في الصورة حسب قوة التكبير	مجال قياس لولب الميكروميتر لاختلاف المنظر	المنشأ وملاحظات عامة
Wild 4ST	18 × 23 cm²	3 × 8 ×	3× : 70 m m 8× : 26 m m	17.5 – 27 cm	سويسري . المنظار مائل
Zeiss	17.5 × 20 cm²	4 × 6 ×		35 – 50 m m	المانيا الاتحادية . المنظار مائل او عمودي
Nikon	18 × 24 cm²	1.3 × 3 ×	1.3 × : 16 × 18 cm 3 × : 16 × 16 cm	40 m m	ياباني . المنظار مائل
Sollisha MS – 27	18 × 23 cm²	3 ×	3 × : 70 mm	50 mm	ياباني . المنظار مائل
Topcon	18 × 24 cm²	1.8 × 3 × 6 ×	1.8 × : 170 mm 3 × : 70 mm 6 × : 30 mm	40 mm	ياباني . المنظار مائل
Ushikata T – 22 T – 22 Y	24 × 23 cm²	1.5 × 3 ×	1.5 × : 150 mm 3 × : 70 mm		ياباني ، تصلح لاغراض التدريب يمكن التحكم بـأختلاف المنظر Y – Parallax (T – 22 y)
N.V.optische olddelft . ODSS II	23 × 23 cm	1.5 × 4.5 ×			هولندي . يصلح لاغراض التدريب . امكانية التحكم بأختلاف المنظر

.وكذلك يمكن تحقيق الغرض نفسه عند وضع جهازين من النوع(Old Delft) بصورة متقابلة عند رؤية الصورتين . وخلافا للانواع الاخرى المذكورة في الجدول (9 –1) ، فأنه يمكن تعديل اختلاف المنظر في الاتجاه الصادي (Y – Parallax) في هذين النوعين ، كما يمكن تصحيح اختلاف المنظر في الاتجاه السيني(X — Parallax) في النوع الاخير . كما توجد انواع اخرى من اجهزة الابصار المجسم ذات عدسات تزويم(Zoom) لتحقيق اغراض معينة مثل قوة تكبير عالية قد تصل الى (X 120) وامكانية تدوير الصورة بصريا لتلافي تأثير ميل اتجاه الطائرة . واستعمال صور جوية مختلفة الاحجام ، واجراء التعديل البؤري والتكبير لغرض رؤية الصور المختلفة المقاييس بصورة مجسمة . وكذلك رؤية الافلام السلبية للصور بصورة مجسمة والتي تكون على شكل بكرات .

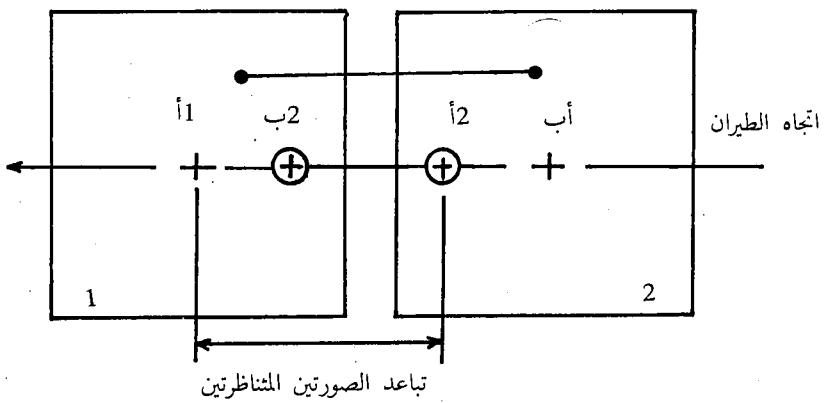
(و) استعمال اجهزة الابصار المجسم

عند استعمال اجهزة الابصار المجسم ينبغي دراسة مواصفاتها وكذلك فحص المرايا والعدسات وتنظيفها . ومن الضروري وضع الصور وتوجيهها بصورة صحيحة ، وذلك للاحساس بالابصار المجسم الطبيعي للصور ،بحيث ترى كل عين الصورة الخاصة بها فقط . فعند النظر في الجهاز المذكور ، يشاهد ان الجزءين المشتركين بين الصورتين قد اندمجا في صورة مجسمة واحدة ، تظهر فيها الابعاد الثلاثة للعوارض الظاهرة في الصورتين . ولكنه اذا ما وضعت الصورة اليمنى امام العين اليسرى والصورة اليسرى امام العين اليمنى فسوف يؤدي ذلك الى حدوث ما يسمى بالابصار المجسم الكاذب او المعكوس(Pseudoscopic view) .

اذ تكون المرتفعات والمنخفضات مخالفة للواقع ، فتظهر الوديان مثلا وكأنها جبال مرتفعة والتلال تصبح وديانا . ويجب ان توجه الظلال في الصورة نحو اليمين او نحو الناظر لتلافي الابصار المجسم الكاذب .

ولضمان حصول الرؤية المجسمة بصورة صحيحة ومريحة فأن خط قاعدة العينين والخط الواصل بين مركزي عدستي جهاز الابصار المجسم وخط الطيران ينبغي ان تكون متوازية جميعا فيما بينها . ولتحقيق ذلك يجب تأشير خط الطيران على كلا الصورتين . ففي الصور العمودية يكون خط الطيران هو الخط الواصل بين مركزي الصورة اليسرى واليمنى وعند رسم هذا الخط ينبغي تحديد مركزي الصورتين اولا ، وذلك بتوصيل علامات الاسناد

المتبادلة في هذه الصور بخطوط مستقيمة ، وتأشير نقطة التقاطع التي تعتبر النقطة المركزية ، لاحظ الشكل (9 –19) . ثم ينقل موقع النقطة المركزية لكل صورة الى موقعها المتناظر في الصورة المجاورة ضمن منطقة التداخل . ويتم ذلك باستعمال ابر او ادوات بسيطة ، ولضمان دقة النقل ينبغي ملاحظة صور التفاصيل المحيطة بالنقاط المركزية ، وتعيين صور التفاصيل المتناظرة معها في منطقة التداخل للصورة المجاورة . في الشكل السابق تكون (أ1) النقطة المركزية للصورة اليسرى ، وموقعها المتناظر (ب2) ضمن منطقة التداخل المشتركة في الصورة اليمنى .



الشكل 9 – 19 توجيه الصورتين عند الابصار المجسم

اما الخطوة التالية في توجيه الصورتين لتحقيق الرؤية المجسمة فتكون بتثبيت الصورة اليسرى بواسطة شريط لاصق على سطح المنضدة ، بينما توجه الصورة اليمنى بحيث تقع النقاط الاربعة (أ1 ، ب2 ، أ2 ، ب1) – التي تشكل خط الطيران – على امتداد خط مستقيم كما موضح في الشكل (9 –19) واثناء رؤية الصورتين من خلال جهاز الابصار المجسم ، يتم تحريك الصورة اليمنى قليلا نحو الجوانب وعلى امتداد خط الطيران ، الى ان تتحقق الرؤية المجسمة بصورة واضحة ومريحة . وتبلغ المسافة المطلوبة بين الصور المتناظرة

للتفاصيل في الصورتين حوالي 25 سنتمترا ، عند استخدام جهاز الابصار المجسم ذي المرايا ، وحوالي 5 سنتمترات لجهاز الابصار المجسم الجيبي[1] .

ان الطريقة المذكورة اعلاه حول كيفية وضع الصور وتوجيهها لغرض تحقيق الرؤية المجسمة ليست ضرورية احيانا ، حيث يمكن توجيه الصور بطريقة التجربة اثناء رؤيتها من خلال جهاز الابصار المجسم الى ان يتم الحصول على رؤية مجسمة واضحة .

ولكن بالرغم من هذه الطريقة السريعة تبقى طريقة التوجيه بواسطة خط الطيران اكثر دقة ، واقل اجهادا للعين . ان الرؤية المجسمة المريحة تتطلب كما ذكر انفا توازي خط الطيران والخط الواصل بين مركزي عدستي جهاز الابصار ولذلك يحتاج الى تحريك جهاز الابصار قليلا بعد الانتهاء من توجيه الصورتين لغرض تحقيق اقصى درجة من الوضوح والراحة عند الرؤية المجسمة . ويتطلب ذلك عادة النظر من خلال مركزي عدستي الجهاز بصورة مباشرة ، بحيث يتم توازي خط قاعدة العينين مع خط الطيران .

(ز) اسباب اختلاف الموضع بالاتجاه الصادي (Causes of Y—parallax)

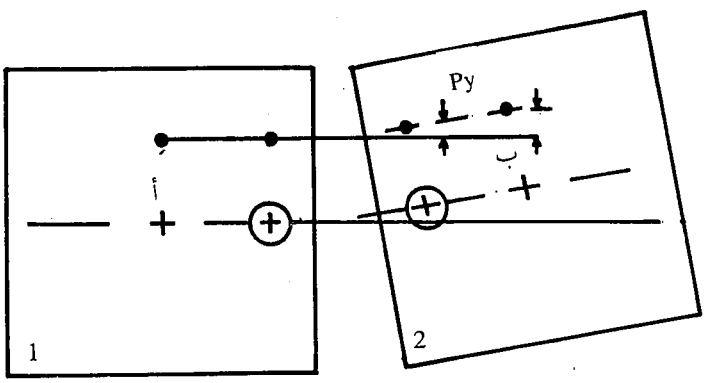
من الشروط الضرورية التي تؤمن وضوح الرؤية المجسمة هي توازي الخط الموصل بين صور النقاط المتناظرة ضمن منطقة التداخل مع خط اتجاه الطيران ، لاحظ الخط الوهمي الذي يربط النقطتين (1ا ، 2ا) في الشكل (9 –19) . ان عدم وقوع هاتين النقطتين على امتداد خط موازي الى خط الطيران سوف يؤدي الى اختلاف في الموضع بالاتجاه الصادي . وان اي مقدار قليل من هذا الاختلاف ، يحصل عنه كلل في العين ، كما تؤدي زيادته الى منع الرؤية المجسمة . واذا وجهت صورتان عموديتان بصورة صحيحة ، وصورت من ارتفاع واحد بحيث تشتمل على منطقة التداخل ، فعندئذ لا يحصل اختلاف

---

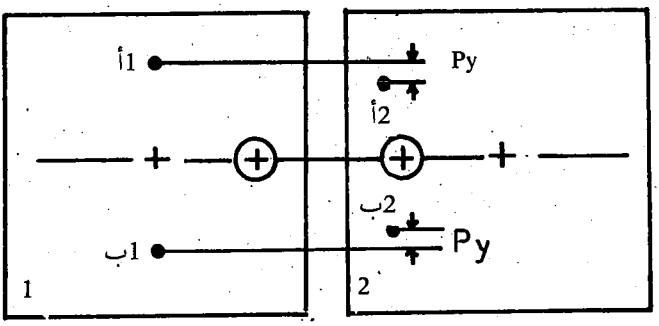
(1) يمكن قياس خط قاعدة الابصار للجهاز بالطريقة الآتية . يرسم خط مستقيم وأفقي على قطعة من الورق . وتعين النقطة (أ) على الطرف الايسر من الخط . ثم تجري عملية التنظيم البؤري لعدستي المنظار لضبط المسافة بينهما حسب طول خط قاعدة العينين وبعد ذلك يوضع جهاز الابصار المجسم فوق الورقة بحيث تقع النقطة (أ) في مركز مجال الرؤية عند استخدام العدسة اليسرى فقط لمنظار الجهاز . وعند النظر بالعينين ينبغي ان يكون الخط المرسوم متداخلا ليصبح خطاً واحداً . ثم تؤشر النقطة (ب) على نفس الخط بحيث تقع في مركز مجال الرؤية للعدسة اليمنى فقط لمنظار الجهاز . وهكذا يلاحظ تداخل النقطتين (أ ، ب) عندما تستخدم العينين ويكون محوراها متوازيين . وعندئذ تكون المسافة بين النقطتين (أ ، ب) مساوية لخط قاعدة الابصار للجهاز .

في الموضع بالاتجاه الصادي ضمن هذه المنطقة ، وهكذا فأن اي اخفاق في تحقيق هذه الشروط سوف يؤدي الى هذا الاختلاف .

ففي الشكل (9 –20) على سبيل المثال ، يلاحظ عدم توجيه الصورتين بصورة صحيحة ، ولم تقع النقاط المركزية والنقاط المتناظرة العائدة لها على امتداد خط مستقيم . ونتيجة لذلك يحصل اختلاف في الموضع عند النقطتين (ا ،ب) . ولكن يمكن التغلب على هذه الحالة عند الاعتناء بتوجيه هاتين الصورتين . واذا اعتبر التقاط الصورة اليسرى في الشكل (9 –21) قد حدث من ارتفاع اقل مقارنة بالصورة اليمنى ، عندئذ يكون مقياسها اكبر من الصورة اليمنى . وقد تكون هاتان الصورتان عموديتين تماما ، وتوجيهها صحيحا ايضا . ولكن بالرغم من ذلك كله ، يحصل اختلاف في الموضع بالاتجاه الصادي في النقطتين (ا ،ب) نتيجة الى ارتفاع الطيران المختلف . ولغرض الحصول على الابصار المجسم المريح ، فأنه لا بد من التخلص من تأثير هذه الحالة ، وذلك بتحريك الصورة اليمنى قليلا فوق خط الطيران عند رؤية النقطة (ا) ، او بتحريكها قليلا تحت هذا الخط عند رؤية النقطة (ب) .



الشكل 9 – 20 اختلاف الموضع بالاتجاه الصادي
(Py) نتيجة الى عدم توجيه الصورتين بصورة صحيحة

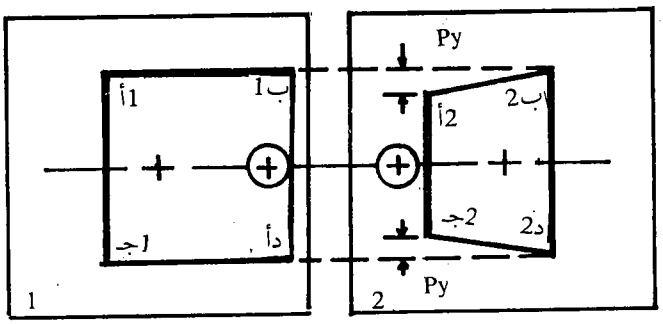


الشكل 9 – 21 اختلاف الموضع بالاتجاه الصادي
(Py) نتيجة الى اختلاف ارتفاع الطيران للصورتين

ويمكن توضيح تأثير الصور المائلة عند الرجوع الى الشكل (9 –22) ، اذ تبدو الصورة اليسرى عمودية تماما بحيث يكون الشكل المصور (اب جـد) مربعا بينما تكون الصورة اليمنى مائلة ، ويضحى الشكل نفسه فيها شبه منحرف . وهكذا يحصل اختلاف الموضع بالاتجاه الصادي في جميع اجزاء النموذج المجسم نتيجة للميل ، كما يلاحظ ذلك في النقاط (ا ،ج) . وفي الواقع يكون الميل عشوائيا ، ولذلك يحتمل حدوث مقدار قليل من هذه الاختلافات وبنسب متفاوته في اغلب اجزاء النموذج المجسم . وتحصل معظم اختلافات الموضع في الاتجاه الصادي نتيجة للتوجيه الخاطئ للصور والذي يمكن تصحيحه بسهولة .

(ح) المغالاة في الرؤية المجسمة للمقياس العمودي

تحت الظروف الاعتيادية يكون المقياس العمودي للنموذج المجسم اكبر من المقياس الافقي ، ويدعى هذا التباين بالمغالاة للمقياس العمودي(Vertical scale exaggeration) . وتعتبر هذه الحالة مهمة جدا عند تفسير الصور ، وخاصة عند حساب ارتفاع العوارض وتقدير ميل المنحدرات . وبالرغم من وجود عوامل عديدة ، فأن المغالاة بالمقياس العمودي تحدث اساسا نتيجة الى فقدان التكافؤ بين نسبة خط القاعدة الجوي الى



الشكل 9 – 22 اختلاف الموضع بالاتجاه
الصادي (Py) نتيجة ميل الصور الجوية

ارتفاع الطيران ، فوق معدل ارتفاع التضاريس الارضية عند التقاط الصور ، وكذلك في نسبة خط قاعدة العينين الى المسافة المحصورة بين العينين والنموذج المجسم .

ويبلغ مقدار النسبة الاولى 0.60 في الصور التي يكون طول ضلع لوحتها 23 سنتمترا ، ونسبة التداخل الطولي 60٪ ، والبعد البؤري للكاميرا 15 سنتمترا تقريبا ، في حين يبلغ مقدار النسبة الثانية 0.15 . حيث يبلغ طول خط قاعدة العينين للشخص البالغ 6.6 سنتمترا ، ومعدل المسافة المحصورة بين العينين والنموذج المجسم 43 سنتمترا تقريبا . وبناء على ذلك يمكن حساب قيمة المغالاة في المقياس العمودي تقريبا عند ضرب النسبة الاولى في معكوس النسبة الثانية كما في المعادلة المبينة ادناه .

$$\text{المغالاة في المقياس العمودي (س)} = \frac{\text{خط القاعدة الجوي (ق1)}}{\text{ارتفاع الطيران (ل1)}} \times \frac{\text{المسافة المحصورة بين العينين والنموذج المجسم (ل2)}}{\text{خط قاعدة العينين (ق2)}}$$

تمرين :

احسب بصورة تقريبية مقدار المغالاة في المقياس العمودي للصور الجوية العمودية ، اذا علمت ان مقدار البعد البؤري للكاميرا يساوي 30.5 سنتمترا ، ونسبة التداخل الطولي فيها 60٪ وكان ارتفاع الطيران فوق التضاريس الارضية يبلغ 600 مترا ، وكان طول ضلع لوحة الصورة الجوية يساوي 23 سنتمترا .

الحل :

$$\text{مقياس الصورة} = \frac{\text{البعد البؤري}}{\text{ارتفاع الطيران}} = \frac{30.5}{90000} = \frac{1}{2950.8}$$

المسافة الارضية المغطاة بصورة جوية واحدة :

$$2950.8 \times 23 = 678.69 \text{ مترا}$$

ولما كانت نسبة التداخل الطولي في هذه الصور تساوي 60٪ .

نسبة التقدم بين مواقع الالتقاط لهذه الصور تساوي 40٪ ، وعندئذ يكون طول خط القاعدة الجوي $= 0.40 \times 678.69 = 271.5$ مترا .

وعند تطبيق المعادلة الخاصة بالمغالاة في المقياس العمودي المذكورة سابقا .

$$\text{س} = \frac{\text{ق1}}{\text{ل1}} \times \frac{\text{ل2}}{\text{ق2}}$$

$$= \frac{271.4\ 3}{900} \times \frac{1}{0.15} \quad \text{حيث نفرض} \quad \frac{\text{ق2}}{\text{ل2}} = 0.15$$

$= 2.0$ تقريبا .

9 – 5 الصور الفسيفسائية الجوية (الموزائيك) Aerial mosaics

ان صور الفسيفساء الجوية عبارة عن مجموعة من اقسام التداخل(Overlapping) في الصور الجوية المتجاورة ، نسقت سوية لغرض عمل صورة واحدة لمنطقة معينة . اذ تقص

هذه الاقسام وتلصق على لوحة بحيث تتطابق فيما بينها بصورة محكمة لتشكل صورة واحدة .

وعادة يذكر اسم المنطقة وغيرها من المعلومات ، مع بيان الفهرس على اطراف لوحة الصورة . ويكون قص اقسام التداخل على امتداد خطوط التوافق (Match lines) بين الصور المتجاورة حسب المستطاع . وتصنع صور الفسيفساء عادة من الصور الجوية العمودية ، كما وتستعمل الصور المائلة والصور الفوتوغرافية الارضية لهذا الغرض ايضا . ويمكن الرجوع الى كتب المساحة الجوية لمعرفة الطرق المستعملة في تحضير هذه الصور ومستلزماتها .

وتستعمل الصور الفسيفسائية الجوية غالبا في المشاريع الزراعية والهندسية بدلا من الخرائط ، وتتميز عليها في بعض الامور وهي :

(1) سهولة تشخيص الكثير من العوارض والتفاصيل الموجودة على سطح الارض ، بينما تكون هذه العوارض ممثلة في الخرائط بواسطة رموز خاصة قد يصعب ادراكها . ولهذا السبب تكون صور الفسيفساء اكثر فائدة عند شرح الاعمال الهندسية والزراعية المقترحة والظروف البيئية السائدة في المنطقة .

(2) امكانية تحضير صور الفسيفساء لمناطق واسعة خلال وقت قصير ، وبتكاليف اقل مقارنة بالخرائط .

الا ان مقياس هذه الصور ليس دقيقا ، وذلك لانها صنعت من الصور الجوية التي تتضمن انحرافات في المقياس نتيجة الى الازاحة الضرسية وغيرها . راجع الفقرة (9 –3ز) ، وبناء على ذلك ينبغي الاستذكار عند قياس المسافات او تعيين الاتجاهات في الصورة الفسيفسائية ان قيم المقياس غير حقيقية . ولذلك فأن هذه الصور غالبا ما تستعمل للدراسات النوعية فقط(Qualitative studies) والتي لا تولى هذه الانحرافات اهمية كبيرة كما وتستعمل الصور الفسيفسائية الجوية لاغراض التخطيط وخاصة في حقل استغلال الاراضي ، واقامة المشاريع الهندسية كأنشاء السدود والخزانات والسيطرة على الفيضانات وتعيين مسارات الطرق والانابيب المختلفة وغيرها ودراسة وتحليل تأثير جميع العوامل الحرجة التي ربما تؤثر على تنفيذ المشروع . هذا ويمكن التعرف على انواع الترب ونظم الصرف والظواهر الجيولوجية وكيفية استغلال الاراضي بصورة اولية في الصور

المذكورة ، وعندئذ يمكن حساب بعض تكاليف المشروع ومتطلباته ، ومعرفة جوانب الخطة الشاملة الملائمة له .

وتستعمل الصور الفسيفسائية الجوية في مجالات اخرى مثل دراسة الموارد الطبيعية لاغراض التوثيق في المجالات الهندسية كتسجيل نمو المدن واعمال الانشاءات المختلفة في فترات زمنية ، وتسجيل حدود الملكيات وفي كثير من اعمال التصاميم الهندسية ، وقد تستعمل هذه الصور كخرائط اساسية(Base maps) وحقلية في الدراسات الجيولوجية ومسح التربة وتصنيف الاراضي والغابات .

ويمكن تصنيف الصور الفسيفسائية الجوية الى ثلاثة انواع :

(1) المضبوطة Controlled

(2) شبه المضبوطة Semi – controlled

(3) غير المضبوطة Uncontrolled

وتعتبر الصور المضبوطة اكثرها دقة ، حيث يتم تجميعها من الصور الجوية المقومة (Rectified) ، اي المتساوية في المقياس والمكافئة للصور العمودية ايضا . وترصف اقسام التداخل في الصور الجوية المتجاورة فوق لوحة الاساس (Base board) التي رسمت عليها الاحداثيات ، وحددت مواقع نقاط الضبط الارضي حسب مقياس الصور . وينبغي تشخيص صور هذه النقاط جيدا على الصور الجوية . ويمكن الحصول على احداثيات نقاط الضبط الارضي اما من المسوحات الحقلية او شبكات التثليث . وهكذا ترصف الصور الفسيفسائية الجوية بحيث تنطبق نقاط الضبط الارضي على مواقعها التي حددت مسبقا على لوحة الاساس . وبالرغم من الاحتياطات والتدابير المتخذة في تحضير هذه الصور فأن صور التفاصيل بين الصور الجوية المتجاورة سوف لن تتطابق تماما . كما أن مقياس الصور الفسيفسائية لن يكون موحدا للاسباب المذكورة سابقا . ويمكن استعمال الخرائط الطوبوغرافية ولصقها فوق لوحة الاساس ومن ثم رصف الصور الجوية بحيث تنسجم وتتداخل مع الاجزاء المناظرة لها من الخريطة .

وعند تحضير الصور الفسيفسائية غير المضبوطة ، يكتفى بلصق اقسام التداخل في الصور الجوية المتجاورة بحيث تنسجم تفاصيل العوارض المشتركة . وتستعمل لهذا الغرض الصور الجوية العمودية غير المقوّمة ومن غير الحاجة الى نقاط الضبط الارضي . وبناء على

ذلك ، فأن دقة الصور غير المضبوطة يصبح اقل من الصور المضبوطة ، ولكن تحضيرها يكون سريعا واكثر سهولة ولذلك فهي تلبي متطلبات الدراسات النوعية في مختلف المجالات .

وعند الجمع بين المواصفات الخاصة بالصور المضبوطة وغير المظبوطة يمكننا تحضير الصور الفسيفسائية الجوية شبه المضبوطة . فمثلا عند استعمال نقاط الضبط الارضي والصور الجوية غير المقوّمة او الصور من غير نقاط الضبط الارضي فأنه يمكن تحضير صور شبه مضبوطة .

وتستخدم الصور الجوية ذات المسقط العمودي (Orthophotos)في تحضير الصور الفسيفسائية ايضا . حيث تحضر تلك الصور من الصور الجوية العمودية بواسطة جهاز التقويم التفاضيلي (Differential rectification instrument) وتبدو فيها كافة التفاصيل في مواقعها الحقيقية نتيجة لازالة تأثير الازاحة الضرسية والميل . وبناء على ذلك يمكن قياس المساحات والمسافات والزوايا مباشرة من الصور الفيسفسائية الجوية ذات المسقط العمودي كما يحدث ذلك مع الخرائط .

9 – 6 تفسير الصور الجوية للاغراض المدنية :

ان فحص وتدقيق وتحديد معالم الاشياء المبينة في الصور الجوية اضحت احدى الطرق الفنية الفعالة في كثير من الدراسات والتحريات العلمية ، مثل الزراعة ، والاثار ، والهندسة البيئية ، [1] والغابات ، والجغرافية ، وعلم الارض ، والانواء الجوية ، وادارة الموارد الطبيعية ، وعلم المحيطات ، وعلم التربة ، فضلا عن استعمالها للاغراض العسكرية .

ويمكن اعتبار الصور الجوية سجلاً مفصلاً عن معالم سطح الارض الى الوقت الذي حدث فيه التصوير ، لانها تتضمن تفاصيل وعوارض طوبوغرافية يمكن استخدامها كخارطة اساسية (Base map) في الحقل ، ولغرض تسقيط الحدود الفاصلة بين وحدات الخارطة (Mapping units) ولاي غرض من الاغراض المذكورة اعلاه .

---

(1) الهندسة البيئية تتضمن فروع الهندسة المدنية ، مثل هندسة الطرق والهندسة الصحية ، الخ

ان تحقيق هذه الاغراض لا يتوقف عند تفسير الصور الجوية حسب بل ينبغي اجراء التحريات الحقلية ايضا للتأكد من صحة عملية التفسير.ولقد وجد ان اجراء هذه التحريات العلمية يكون امرا ميسورا بواسطة الصورالجوية الملتقطة حديثا . اذ يمكن التعرف على طبيعة الاشياء وطريقة استغلال الاراضي بسهولة . كما ان قلة الفترة الزمنية لاجراء التحريات ودقة نتائجها تجعل عملية تفسير الصور الجوية متميزة من الوجهتين الاقتصادية والفنية . هذا ويتوقف مقدار النجاح في عملية التفسير على نوعية التدريب ، وخبرة الانسان المفسر للصور الجوية ، والغرض المنشود ، ونوعية الصور الجوية المستعملة .

أ – الصفات الاساسية للصور الفوتوغرافية

ان الدراسة المنهجية للصور الجوية تتضمن عادة التعريف بالخصائص الاساسية للصور الفوتوغرافية للاشياء المطلوب تشخيصها والتي تعتبر احدى مستلزمات التفسير. وتعتبر الخصائص السبع المبينة ادناه من الصفات العامة للعناصر التي يتناولها مفسر الصور الجوية والتي تتعلق بالغرض المنشود ، مثل دراسة انواع الترب أو انواع الصخور أو انواع أشجار الغابات وغيرها . وسوف نأتي على شرح بعض هذه العناصر في الفقرة (ب) الآتية .

1 – الشكل : (Shape)

ويقصد به التكوين العام او الحدود الخارجية للاشياء . فهو عامل مهم جدا في تشخيص الاشياء من صورتها الفوتوغرافية فمثلاً يمكن التميز بسهولة بين خطوط السكك الحديدية التي تكون عادة معتدلة الانحناء.وطرق السيارات العمومية (High Ways) .

2 – الحجم (Size)

هو المساحة السطحية لذلك الشيئ ، وان مفسر الصور يجب ان يقدر بصورة صحيحة الاحجام الحقيقية للاشياء وذلك لان حجومها تتغير باختلاف مقاييس

الصوّر . كما أن كثيراً من الاشياء لا يتم تشخيصها بصورة صحيحة بواسطة اشكالها فقط ، الا بعد تقدير احجامها ايضا .

3 – التناسق (Pattern)

تتعلق صفة التناسق بالترتيب الخاص الذي يلاحظ ضمن صور الاشياء . وان تكرار اشكال او علاقات معينة في الصور هي صفة مميزة لكثير من العوارض الطبيعية او الحضارية ، بحيث يكون تناسقها عاملا مساعدا في تشخيصها وعلى سبيل المثال ساحات وقوف السيارات التي تبدو في الصور الجوية بنسق مألوف ، وتناسق الاخاديد او خطوط تجمع المياه في المناطق الجبلية .

4 – الظل (Shadow)

ان ظل الاشياء مهم جدا في تشخصيها ، حيث ان شكل الظل او حدوده الخارجية يوضح صورة المقطع الجانبي للاشياء . اما الاشياء التي تقع في منطقة الظل فأنها تعكس قليلا من الضوء بحيث يصعب تحديد معالمها .

5 – درجة اللون (Tone)

تتعلق الدرجة اللونية للاشياء بمقدار الضوء المنعكس عنها . فكلما زاد هذا المقدار تصبح الدرجة اللونية فاتحة جدا . ومن غير الاختلافات بالدرجات اللونية للاشياء في الصور الفوتوغرافية لا يمكن تشخيص اشكالها بوضوح .

6 – النسيج (Texture)

هو تذبذب الدرجة اللونية المختلفة لصور الاشياء ، ويحدث نتيجة لتأثير اشكالها وأحجامها وتناسقها وظلها ودرجة لونها . ان النسيج يتأثر بمقياس الصورة ، وربما يختفي النسيج لبعض الاشياء عند تصغير المقياس الى حدما ، وهكذا فعند تكبير مقياس الصورة يصبح نسيج بعض الاشياء واضحا مميزا ، مثل نسيج الغابات ونسيج المراعي وغيرها من المساحات المزروعة في الصورة الجوية .

7 – الموقع (Site)

ان موقع الشيء وعلاقته بالمعالم الاخرى ، ربما يكون مفيدا جدا في تشخيصه ،وهناك امثلة كثيرة على الموقع منها موقع زراعة بساتين النخيل على كتوف الانهار ، أو تواجد قصب البردي في الاهوار . وبناء على ذلك يكون بالامكان تشخيص اشجار النخيل وغيرها من النباتات من خلال الموقع او المكان المحتمل تواجدها فيه . .

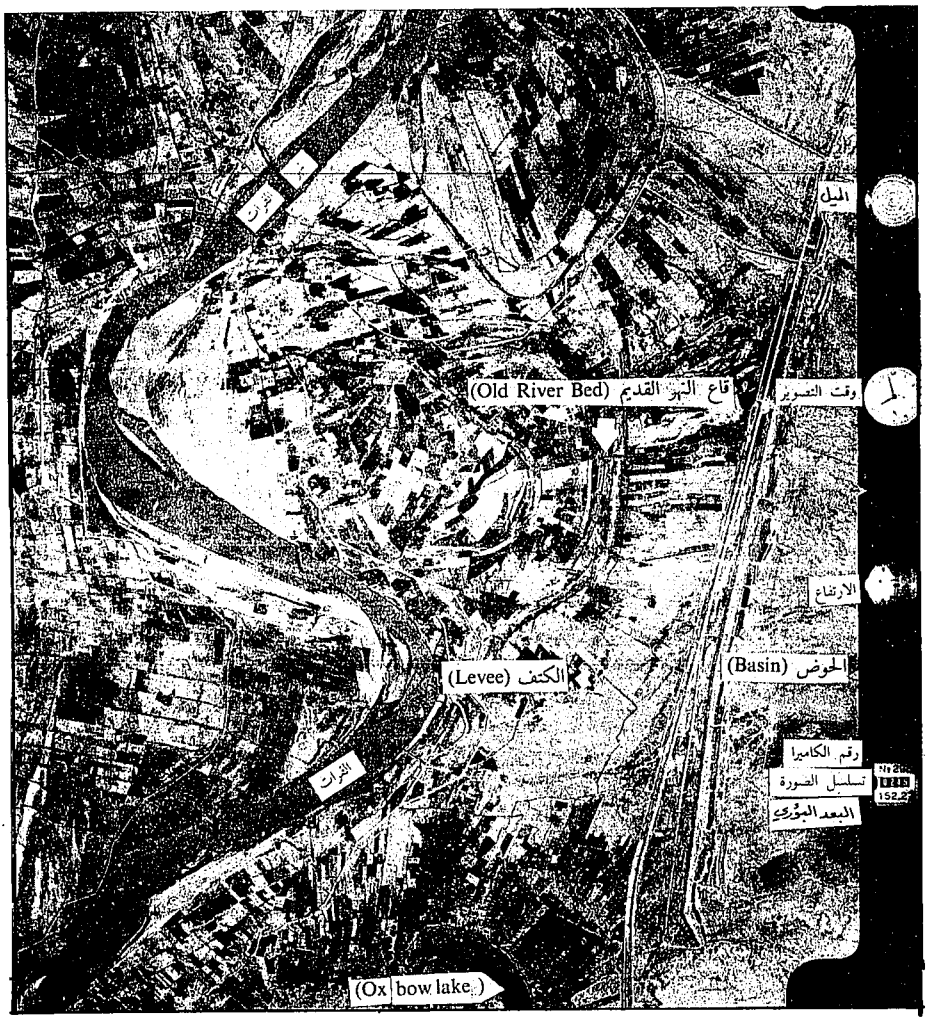
ب – العناصر المستقلة (Individual Elements)

يمكن دراسة الظروف السائدة على سطح الارض عن طريق تحليل العناصر الطبيعية التي تلاحظ في الصور الجوية . وهذه العناصر تهم المهندسين وكذلك علماء التربة والارض والجغرافيين وغيرهم الذين يهتمون بطبيعة التربة والصخور . ومن هذه العناصر :

1 – طبيعة الشكل العام لسطح الارض (Land form)

اضحى التعرف على الوحدات الفيزيوغرافية المختلفة لسطح الارض في غاية السهولة من خلال تفسير الصور الجوية . حيث يمكن تمييز السهول النهرية عن مسطحات الانهار (River terraces) وعن المناطق الصحراوية المحاذية لهذه السهول في وادي الرافدين مثلاً ، كما يمكن تمييز الوديان عن الارض المنحدرة او الهضاب في المناطق الجبلية ، لان الاختلافات الطوبوغرافية بين هذه الوحدات المتباينة تقدر بسهولة ، فضلا عن خصائصها الظاهرية على سطح الارض التي تلاحظ في الصورة الجوية .

تبين الصورة الجوية (شكل 9 – 23) جزءاً من السهل النهري (River plain) لحوض الفرات . ان بناء السهول النهرية يعزى الى عمليات الترسيب . فعندما لا تستطيع الانهار حمل جميع المواد التي تجرفها المياه نتيجة لضعف طاقتها على الحمل ، فأن هذه المواد تترسب وهكذا تتكون السهول النهرية . ان الانهار الحديثة تتميز بأنحداراتها الشديدة ، اذ تتوسع وديانها تدريجيا بفعل التعرية وتكون مجاريها



الشكل 9 – 23 صورة جوية لحوض نهر الفرات

مستقيمة نسبياً ، وليس لها سهولا عريضة على جانبيها . اما الانهار البالغة فأنها معتدلة الانحدار وتحمل ترسبات ضخمة خلال فترات الفيضان ، وتستطيع بواسطتها من تكوين سهولها الفسيحة . ان مجرى النهر البالغ – كنهري دجلة والفرات – يكون متعرجا في بعض اقسامه . ويتسع بناء السهول النهرية من خلال زيادة مجرى النهر وأكتساح المياه لضفافه عند اوقات الفيضان . ونتيجة لهذه الفعاليات تتكون وحدات فيزيوغرافية مختلفة تمتد من مجرى النهر لغاية مسطحاته – لاحظ الشكل السابق ، وهي الكتف (Levee) ، والحوض (Basin) ، والمنخفض (Depression) . كما تضمن منعطفات النهر على ترسبات شريطية مدببة الشكل (Point Bar) . وعندما يتغير مجرى النهر بسبب طوبوغرافية السهل ونسجة ترسباته وحركة النهر الحرة (Free action) وخاصة اثناء الفيضان ، تتكون وحدات

فيزيوغرافية اخرى مثل قاع النهر القديم (Old River Bed) . كما تتخلف البحيرات والمستنقعات في بعض اجزاء المجرى السابق للنهر والتي تكون على شكل قرن الثور (Ox bow lakes) . ان ترب الوحدات الفيزيوغرافية تكون مختلفة عادة ، حيث تكون نسجة الترسبات الشريطية وترب كتوف الانهار رملية أو مزيجية ، بينما تكون ترسبات الاحواض والمنخفضات طينية مزيجية (Silty clay) او طينية (Clay) . كما تكون تضاريسها مستوية تقريبا مع بعض الاختلافات ، حيث يكون ضرس الكتف اعلى من بقية الوحدات . كما يكون انحدار السهل معتدلا مع اتجاه التيار . ان عمق ترسبات التربة في السهول النهرية لغاية الصخور السفلى يكون مختلفا ، ولكن السهول الفسيحة تتميز بترسباتها العميقة . وبينما يكون البزل الداخلي جيداً في كتف النهر يصبح رديئا في المنخفضات والاحواض عندما يرتفع مستوى الماء الارضي .

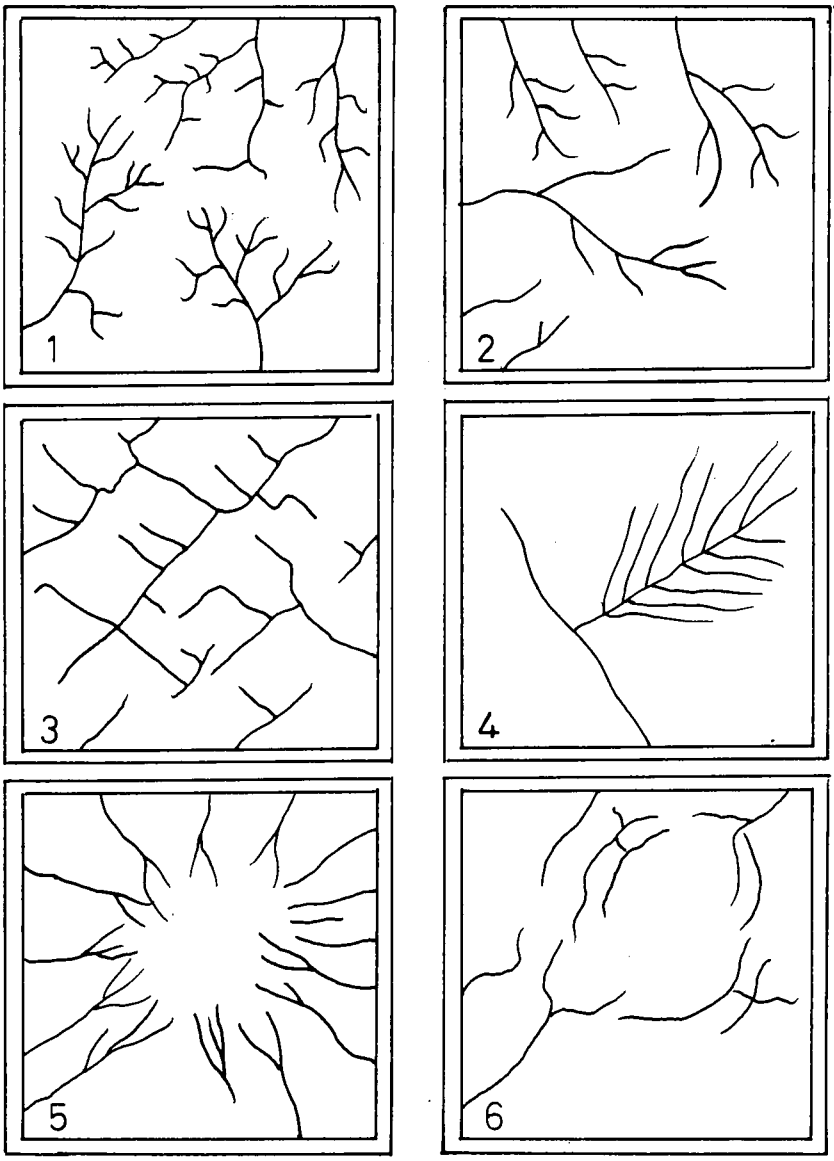
ان الدلالة الهندسية للسهول النهرية تكمن في اختلاف خصائص تربها افقيا وعموديا ، وكذلك تعرضها الى اخطار الفيضان بصورة دورية عند عدم وجود سداد تحميها . ان اعمال البناء والانشاءات الاخرى في السهول النهرية ينبغي ان تخضع الى دراسات مستفيضة على ضوء الظروف السائدة في هذه السهول والمذكورة آنفا . وكما ذكرنا سابقا ، ان الصّور الجوية تبين فقط الظروف السطحية للارض ، ولا بد من اجراء بعض التحريات الحقلية في مناطق نموذجية لغرض وصف جميع خصائص التربة والظروف الاخرى السائدة على سطح الارض وحسب الغرض المنشود .

2 – الصرف (Drainage) [1]

يمكن استخدام تناسق ونسيج الصرف (Drainage) مع بقية العناصر الاخرى كأدلة – من خلال ملاحظتها في الصور الجوية – للكشف عن طبيعة شكل سطح الارض ، ونوعية الطبقات الصخرية ونوع التربة ، لاحظ الشكل (9 – 24)

---

(1) ان كلمة (Drainage الصرف تعني خطوط تجمع المياه مثل الجداول والوديان والانهار الطبيعية . وهي غير كلمة البزل الواردة في موضوع استصلاح الاراضي .



الشكل 9 – 24 بعض انظمة الصرف . الصرف الشجري التفرع (1 ، 2) . والمتعامد (3) . والشبيه بعظم السمك (4) . والشعاعي (5) . والحلقي (6) .

الذي يبين انواع مختلفة من انظمة الصرف . فالصرف الشجيري اوسعها انتشارا في الطبيعة . فمثلا يوجد الصرف الشجيري الكثير التفرعات حيثما تكون مواد التربة مفككة ومتجانسة ، وتكون الصخور معرضة الى فعل التعرية ، وسواء كانت صخوراً رسوبية او نارية . وينشأ الصرف الشجيري القليل التفرعات تحت ظروف مناخية معيّنة ، حيثما يكون البزل الداخلي للتربة والصخور جيداً ، والانجراف قليلا ايضا . بينما ينشأ الصرف الشجيري الكثير التفرغات ، عندما يكون البزل الداخلي للتربة والصخور رديئاً ، والانجراف السطحي كثيراً ، وأستجابة الصخور للتعرية كبيرة مثل الصخور الرسوبية الطينية الصفائحية (Shale) ، بينما يسود الصرف الشجيري القليل التفرعات في الصخور الصلبة مثل الغرانيت .

3 – الاخاديد Gullies

تنشأ الاخاديد نتيجة للتعرية المائية الشديدة . ويمكن تصنيف هذه الاخاديد حسب كثافتها – عدد او طول الاخاديد لكل كيلو متر مربع – لغرض تقدير شدة التعرية في المنطقة . ويزعم بعض الباحثين ان لشكل الاخدود علاقة مباشرة بنوع التربة . ولقد وجد انه في الترب الرملية والحصوية تكون الاخاديد قصيرة ومقطعها العرضي على شكل الحرف (V) بينما في الترب الغريينية يكون مقطعها العرضي على شكل الحرف (U) ، اما الاخاديد الطويلة فأنها تنشأ في الترب الطينية الغرينية والترب الطينية ويكون مقطعها العرضي معتدل التقعر .

4 – الغطاء النباتي واستغلال الاراضي Vegetation and land - use

في المناطق التي يكثر فيها الغطاء النباتي الطبيعي يمكن للمرء ان يلاحظ اختلافات جوهرية بين هذه النباتات في الصور الجوية . وبالرغم من صعوبة معرفة انواعها واجناسها ، الا انه يمكن الى حد كبير تحديد كثافتها (حساب عدد النباتات لكل كيلو متر مربع او بواسطة مقياس الكثافة المستعمل في دراسة الغابات) . وكذلك تحديد اقسامها المتباينة على أساس الدرجة اللونية ونسيجها في الصورة . اضافة الى تقدير ارتفاعها والمسافة التي تشغلها على سطح الارض . ولقد وجد بأن الاختلافات في النبت الطبيعي والمحاصيل الزراعية غالبا ما تشير الى تباين الظروف السائدة على سطح الارض وخصائص التربة . فمثلا ان كثرة البساتين على ضفاف

الانهار في وادي الرافدين لا تعود الى توفر المياه فحسب ، بل لتوفر عوامل ملائمة اخرى كجودة البزل الداخلي ، والتربة المزيجية ، وقلة الملوحة .

جـ – تفسير الصور الجوية للاغراض المدنية

1 – الهندسة (Engineering)

ان الصور الجوية لا تستخدم كخارطة حقلية لقياس المسافات وتحديد مواقع العوارض والاسس الهندسية الخاصة بالمشروع فقط ، بل يمكن تفسيرها ايضا لكي تأخذ دورا فعالا في عملية التخطيط الهندسي للمشروع ، وخاصة في المناطق الحضرية . وتحتاج جميع المشاريع الهندسية الى دراسات استطلاعية يتم انجازها بفترات زمنية قصيرة نسبيا ، وذلك لغرض الحصول على نظرة شاملة للمشروع ، وبناء على ذلك فأن الصور الجوية الحديثة التي تغطي منطقة المشروع سوف تلبي الاحتياجات الآنية المذكورة اعلاه .

ان تعيين المواقع المناسبة للمرافق الخدمية مثل المدارس والمستشفيات والحدائق العامة وغيرها تعتبر احدى المسائل التي تواجه مخطط المدن والمناطق السكنية . ولتحقيق ذلك يشرع المخطط بتوزيع المناطق السكنية في المدينة تحت الدراسة ثم تقدير الكثافة السكانية التقريبية وتحديد مسالك الطرق المختلفة التي تحتاج اليها .

وتستخدم الطريقة الفنية في تفسير الصور الجوية لاغراض هندسة الطرق العمومية (High ways) ايضا . ويكون تحديد مسار هذه الطرق فعالا جدا بواسطة استعمال الصور الجوية ، حيث توجد عوامل عديدة تتعلق بتحديد المسار الصحيح للطريق الجديد او في اجراء التحسينات عليه . ويستطيع المهندس المتدرب على تفسير الصور الجوية لمثل هذه الاعمال الهندسية من تقدير هذه العوامل وهي : طوبوغرافية الارض ، قابلية الارض للتعرية ، نوع وعمق التربة ، طبيعة الصخور السفلى وعمقها ، الانحدارات ، مقادير القطع والملء ، طبيعة النبت وأستغلال الاراضي ، عدد الجسور والقناطر ومواقعها ، تقاطع الطرق المختلفة ، الانفاق ، الممرات الجانبية المطلوبة ، القيمة الاقتصادية للحقول الزراعية والاراضي والانشاءات الحالية التي سيمر منها الطريق ، وتأثيرات الطريق على التوسعات المستقبليّة في المنطقة والتكاليف المحتملة للصيانة بالاضافة الى نوعية المشاهد والمناظر على جانبي الطريق .

ولا يتوقف استعمال تفسير الصور الجوية عند هذه الدراسات حسب بل يشمل مجالات هندسية اخرى ، كأنشاء السدود والخزانات ، واقامة خطوط السكك الحديدية ، ومد الانابيب المختلفة وغيرها .

2 – الزراعة (Agriculture)

ان تفسير الصور الجوية الذي سيبحث في هذه الفقرة يتعلق بتحريات مسح التربة وتصنيف الاراضي التي تنفذ لاغراض اقامة المشاريع الزراعية . ويتم التفسير المنهجي للصور الجوية لهذه التحريات بطريقتين :

استخدام الوحدات الفيزيوغرافية لسطح الارض اولاً ، حيث تختلف هذه الوحدات في طبيعة تربها ، واستعمال مجاميع الوحدات المستقلة المذكورة ادناه ثانياً .

ان تمييز الوحدات الفيزيوغرافية الاساسية مثل السهول النهرية ومسطحات الانهار والوديان والهضاب والكثبان والصحاري ، او الوحدات الفيزيوغرافية الثانوية ضمن السهل النهري مثلا – راجع الفقرة السابقة (ب – 1) – اضحى أمرا بسيطا للمتدرب على تفسير الصور الجوية للاغراض الزراعية . وبناء على ذلك يمكن تحديد انواع الترب وتسقيط حدودها الجغرافية . وتتبع عملية تفسير الصور الجوية عادة دراسة خواص انواع الترب في المناطق النموذجية الممثلة لطبيعة الاراضي في المشروع لغرض تصنيفها ، والتأكد من حدودها الجغرافية ايضا . وعند استخدام الوحدات المستقلة في تفسير الصور الجوية لاغراض مسح التربة وتصنيف الاراضي يلاحظ وجود اربعة مجاميع منها هي :

(أ) العناصر المتعلقة بشكل سطح الارض العام مثل : نوع الارض ، التضاريس ، المنحدرات ، انظمة الصرف ، نظام منابع الانهار ، انظمة الانهار والجداول .

(ب) العناصر المتعلقة بالحالات الخاصة لسطح الارض مثل : الطبقات الصخرية ، شكل الاخاديد ونظامها ، لون سطح الارض ، ظروف المياه والصرف .

(جـ) العناصر المتعلقة بالغطاء النباتي مثل : النبت الطبيعي ، بعض الاشجار ، وأستغلال الاراضي .

(د) العناصر المتعلقة بالعوارض الحضرية (من صنع الانسان) مثل : قنوات الري والبزل ، السدود ، الطرق ، المباني ، القرى ، المواقع الاثرية ، اشكال ومساحة الحقول الزراعية .

ان قيمة ودقة ونتائج تفسير الصور الجوية تعتمد على درجة العلاقة بين هذه العناصر التي يمكن تشخيصها وتحديدها في الصور الجوية وانواع الترب . وينبغي التذكر بان طبيعة الترب لا يمكن تقديرها من خلال تفسير الصور الجوية ، بل ينبغي دراسة خصائصها في الحقل واجراء التحاليل المختبرية لقياس الخصائص الاخرى ومن ثم تصنيفها وفق نظام معيّن .

ويمكن استخدام تفسير الصور الجوية لاغراض زراعية اخرى ، مثل صيانة التربة ودراسة طبيعة أستغلال الاراضي والغابات .

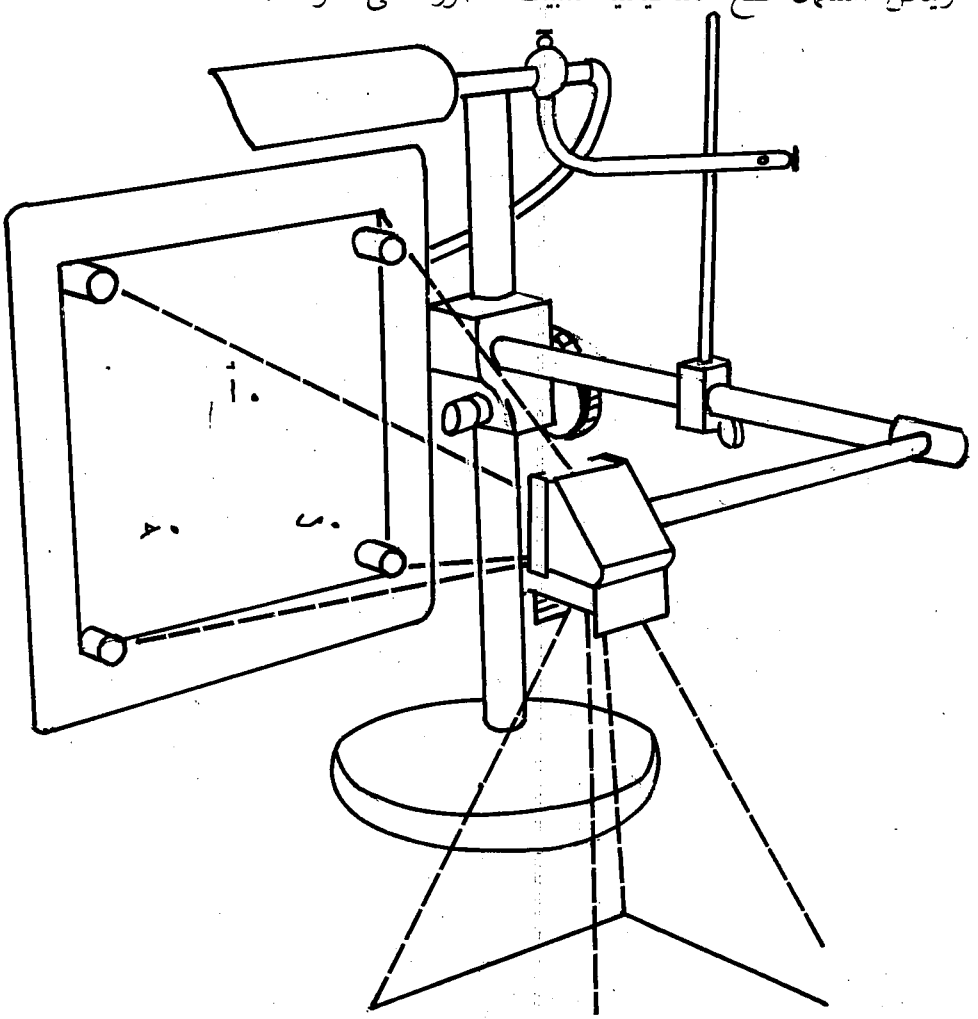
9 – 7 نقل التفاصيل والعوارض الطوبوغرافية من الصورة الجوية المفردة الى الخرائط .

عند تفسير الصور الجوية للاغراض المختلفة ، يحتاج الى نقل التفاصيل والعوارض من هذه الصور الى الخرائط الطوبوغرافية او الخرائط الاساسية [1] (Base maps) . فبعد عملية التفسير – راجع الفقرة (9 – 6) – ينقل المفسر التفاصيل التي رسمها على تلك الصور الى الخارطة الطوبوغرافية او خارطة الاساس ، وذلك لاعداد خارطة تفسير الصور الجوية وفق الغرض المنشود . فمثلا يفسر مساح التربة (Soil surveyor) الصور الجوية بواسطة جهاز الابصار المجسم ذي المرايا لغرض تحديد انواع الترب لمنطقة معينة . حيث يرسم على هذه الصور الحدود الفاصلة بين الوحدات الفزيوغرافية المختلفة للتضاريس الارضية او بين العناصر المستعملة للتفسير والتي لها علاقة بخصائص التربة . ثم ينقل هذه الحدود وغيرها من التفاصيل الى الخريطة الطوبوغرافية بواسطة جهاز التوقيع البصري من الصور المفردة (Sketchmaster) . وفيما يأتي وصفا لهذا الجهاز وطريقة أستعماله :

---

(1) الخارطة الاساسية Base map : عبارة عن لوحة ترسم عليها الاحداثيات التربيعية Rectangular coordinates وبمقياس معين ، وقد تحتوي على نقاط الضبط الارضية Ground control points .

يتكون الجهاز (شكل 9 – 25) من عمود مسنن ركز على قاعدة ثقيلة الوزن لضمان استقرار الجهاز على منضدة الترسيم . ويتحرك على امتداد العمود ذراع مثبت في نهاية حامل الصورة . وهو عبارة عن لوحة تتحرك نحو الاتجاهات المختلفة بواسطة مفصلها الكروي ، وذلك لتقليل الانحرافات في مسقط الصورة نتيجة لانحراف المحور البصري في الكاميرا عن الشاقول عند التصوير ، بالاضافة الى تكافئ المقياس بين الصورة والخارطة . ويمكن أستعمال قطع مغناطيسية لتثبيت الصورة على اللوحة .



الشكل 9 – 25 جهاز التوقيع البصري من الصور المفردة (Sketchmaster)

اما عينية الجهاز (Eye piece) فهي عبارة عن منشور مزدوج ، احد اوجهه عاكس والآخر شبه نافذ (Semi - transmitting) وموضوع بزاوية (45) درجة امام جامل الصورة . وتثبت عينيّة المنشور بمحور قائم الزاوية يدخل طرفه البعيد في ثقب مفتوح يوجد في الذراع . والغرض من هذا التصميم هو التحكم بالمسافة المحصورة بين عينية المنشور والصورة الجوية ، ومن ثم بمقياس المسقط ايضا . وتوجد تجاويف امام وتحت عينية المنشور المزدوج وذلك لأدخال عدسات التصحيح (Correction lenses) . ويتضمن جهاز زايس (Zeiss) على اربعة عشرة عدسة تتدرج قوتها من (2.5 – الى 4.5 +) وبفترة تساوي (0.5) . حيث يمكن رؤية الصورة المسقطة من خلال هذه العدسات ضمن المقياس المطلوب ، وعندما تكون المسافات بين عينية المنشور والصورة او الخارطة غير متساوية . ويتراوح مدى اختلاف هذه المسافات في جهاز (زايس) من (12 – 34) سنتمترا تقريبا ، اي تغيير نسبة مقياس الصورة الى الخارطة من (0.4 الى 2.8) مرة .

وعند النظر من خلال المنشور المزدوج ، تقع العيّن على صورتين متراكبتين (Super imposed images) ، احداهما من الخارطة الطوبوغرافية الموضوعة على منضدة الترسيم ، والاخرى من الصورة الجوية . وعلى هذه الصورة المتراكبة يمكن اعادة ترسيم الحدود الفاصلة بين الوحدات الفزيوغرافية المختلفة او بين العناصر المستعملة في تفسير الصور الجوية . حيث تظهر على الصورة المتراكبة الحدود التي سبق تخطيطها على الصورة الجوية . واضافة الى التفاصيل الاخرى للصورة مع العوارض الطوبوغرافية في الخارطة .

اما طريقة استعمال اجهزة التوقيع البصري من الصورة المفردة فيمكن تلخيصها بالخطوات الآتية :

(1) تنتخب ثلاث نقط (أ ب جـ) على الصورة الجوية ، بحيث تكّون مثلثاً متساوي الاضلاع تقريبا ، لاحظ الشكل 9 – 25) . ويفضل انتخاب نقاط تقاطع الطرق ونقاط الضبط الارضية . وعندئذ تثبت مواقعها على الخارطة الطوبوغرافية . ثم ترسم خطوط مستقيمة بين هذه النقاط المثبتة على الصورة والموقعة على الخارطة ايضا . وتقاس زاوية (جـ أ ب) وزاوية (أ ب جـ) على الصورة بواسطة المنقلة . ثم تنقل هاتان الزاويتان على الخارطة ايضا لتحديد الاختلاف مع الزاويتين المتناظرتين لهما بصرف النظر عن الاختلاف بين مقياس الصورة والخارطة الطوبوغرافية .

(2) تثبت الصورة الجوية على الحامل المخصص لها في الجهاز بواسطة القطع المغناطيسية .

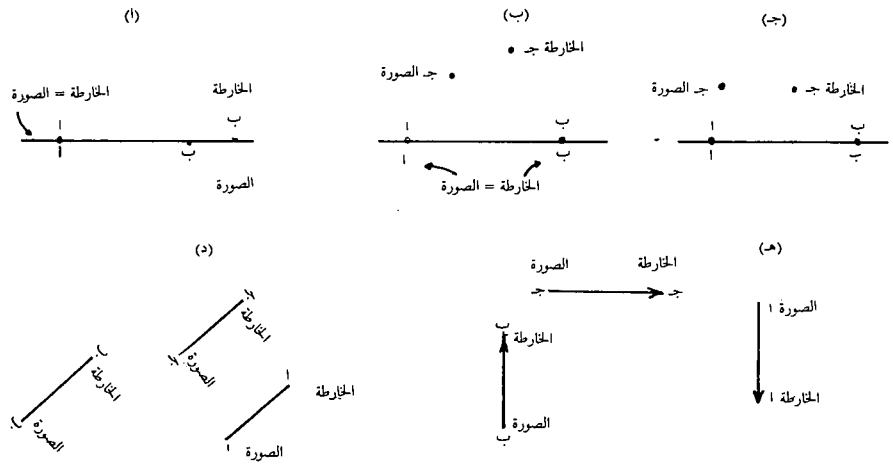
(3) تعيّن المسافتان بين عينية المنشور وكل من حامل الصورة والخارطة ، وبموجب الجدول الآتي . اذ توجد علاقة بين هاتين المسافتين وقيمة المقياس لكل من الخارطة والصورة .

(4) توضع العدسات والمرشحات المطلوبة في التجاويف الموجودة في عينية المنشور .

(5) يلاحظ عند النظر من خلال عينية المنشور تفاصيل الصورة الجوية والخارطة الطوبوغرافية في آن واحد . ثم تحرك الخارطة او الجهاز الى ان تنطبق النقطة (أ أو ب)

جدول (9 – 2) : الاوضاع المناسبة لتشغيل جهاز التوقيع البصري (نوع Jena)

قوة التكبير V	$\frac{1}{V}$	المسافة بين عينية المنشور وكل من :		ارقام قوة العدسات الاضافية المستعملة		القطر التقريبي لمجال الرؤية	
		الصورة (سم)	الخارطة (سم)	جانب الصورة	جانب الخريطة	الصورة (سم)	الخريطة (سم)
0.4	2.50	40	18.0	−2.0	+2.0	30	13
0.5	2.00	40	21.5	−2.0	+1.0	30	16
0.6	1.67	40	24.8	−2.0	+0.0	30	18
0.7	1.43	36	25.7	−1.5	+0.0	27	19
0.8	1.25	32	25.8	−1.0	+0.0	24	19
0.9	1.11	28	25.0	−0.5	+0.0	21	18
1.0	1.00	25	24.4	+0.0	+0.0	18	18
1.1	0.91	23	24.2	+0.5	+0.0	17	18
1.2	0.83	21	23.5	+1.0	+0.0	15	18
1.3	0.77	19	23.0	+2.0	+0.5	14	17
1.4	0.71	18	22.6	2.5	+0.5	13	17
1.5	0.67	18	24.0	+2.5	+0.0	13	18
1.75	0.57	16	24.0	+3.5	+0.0	12	18
2.0	0.50	16	27.0	+3.5	−1.0	12	20
2.5	0.40	16	32.7	+3.5	−1.5	12	24
2.7	0.37	15	32.9	+4.0	−2.0	11	24



الشكل 9 – 26 طريقة استعمال جهاز التوقيع البصري من الصورة المفردة

في الصورة مع نظيرتها في الخارطة . وعند تدوير الخريطة يمكن تسقيط النقطتين (أ ، ب) في الصورة على نفس الخط الذي تقع عليه هاتان النقطتان في الخارطة ، (لاحظ الشكل 9 – 26) .

(6) يحصل التطابق عند تغيير المقياس بواسطة تحريك ذراع الجهاز نحو الاعلى بين النقطتين (أ ، ب) في الصورة مع نظيرتها في الخارطة (الشكل 9 – 26 – ب) ، ويمكن تحريك الخارطة ايضا لتحقيق التطابق . وبعد تدوير حامل الصورة حول الخط الوهمي الذي يربط النقطتين (أ ، ب) يمكن جعل النقطة (جـ) في الصورة ونظيرتها في الخارطة على بعد واحد من الخط (أ ب) (الشكل 9 – 26 – جـ) .

(7) يدور حامل الصورة حول محور تجريبي الى ان تصبح النقاط الثلاث في الصورة على بعد واحد من نظيراتها في الخارطة ، كما يكون اتجاه خطوط التواصل بين تلك النقاط متماثلا (الشكل 9–26–د) . وقد يكون موقع هذه النقاط كما مبين في الشكل (9 – 26 – هـ) .

(8) تحرك الخارطة الى ان تتطابق النقاط في الصورة مع نظيراتها في الخارطة . وبعدئذ يمكن الشروع برسم التفاصيل على الخارطة الطوبوغرافية والمطلوب نقلها من الصورة الجوية . وقد يكون التطابق بين النقاط تاماً في حالة احتواء الصورة الجوية على تضاريس مستوية ، ولا يتوقع حصول التطابق في حالة وجود اختلافات كبيرة في التضاريس ، كما يحصل ذلك في المناطق الجبلية .

ان نقل التفاصيل من الصور الجوية المفردة قد يتم بطريقة استشفاف الرسم (Tracing) مباشرة من الصورة المفردة . حيث تغطى الصورة بورق شفاف ثم تستنسخ تفاصيلها المطلوبة بالقلم . ولكن لهذه الطريقة البسيطة والسريعة عيوباً عديدة تعزى الى مسقط الخريطة المركزي (Central projection) الذي يحتوي على اخطاء نتيجة الى الازاحة الضرسية . وقد يضم اخطاء اخرى نتيجة الميل عند عدم التقاط الصور بصورة عمودية تماما ، وقد تحصل اخطاء اخرى نتيجة الى زوغان العدسة والى تمدد وتقلص الورق الفوتوغرافي الخاص بالصورة الجوية .

وعند توفر الصور الفسيفسائية الجوية المضبوطة ، فأنها تكون افضل من الصور الجوية المفردة في نقل التفاصيل بطريقة استشفاف الرسم المباشر .

الفصل العاشر

نسخ الخرائط

Map Reproduction

نسخ الخرائط
Map Reproduction

10 – 1 المقدمة

قد يحدث ان تستعمل الخريطة احيانا وفق هيئتها الاصلية لغرض معين وبنسخة واحدة . وبناء على ذلك يختار صانع الخريطة الطريقة التي تعجبه في تحضير تلك النسخة الفريدة . ولكن غالبا ما تكون هناك حاجة الى نسخ عديدة منها ، ولذلك تخضع الخريطة الى عوامل عديدة كالتكاليف المادية ، والمستلزمات الفنية الضرورية حسب نوعية الخريطة ، وعدد النسخ المطلوبة ، وعلى ضوء الغرض المنشود منها . وكثيرا ما يبحث عن طريقة النسخ المناسبة ، اي تحديد طريقة الطباعة (Printing) ، او الاستنساخ (Copying) بعد اعداد الخريطة الاساسية بالطرق المألوفة ، كالمساحة المستوية والطوبوغرافية ، او الجوية ، او استعمال الخرائط المنشورة سابقا .

ان التسلسل المفضل في تهيئة الخريطة هو انتخاب طريقة النسخ المثلى اولا ، كأن تستخدم طباعة الاوفست ، او احدى طرق الاستنساخ ، ومن ثم تحديد العمل الفني (Art work) المناسب لتلك الطريقة ومستلزماتها الضرورية ، اي تحديد الطريقة الفنية في ترسيم الخريطة ، سواء كانت التحبير ام الحفر والمواد المناسبة لكلا الطريقتين . ان اختيار طريقة النسخ يتعلق بنوعية الخريطة ، وكميتها المطلوبة ايضا . ولكي يكون الاختيار موفقا ينبغي معرفة خصائص طرق النسخ ومستلزماتها .

وفي هذا الفصل سوف نشرح بعض الطرق في نسخ الخرائط التي تمكن الطالب –وغيره من المعنيين– انتخاب الطريقة المفضلة وفق الغرض المنشود من الخارطة . وعلى الرغم من ان عملية الطبع او الاستنساخ تعتبر من المراحل الاخيرة في صنع الخريطة (لاحظ الشكل م– 1) ، الا انه ينبغي تحديدها قبل الشروع بالاعمال الفنية الخاصة بتحضير النسخة الاصلية (Original copy) للخريطة .

وبسبب وجود بعض الاصطلاحات والتعابير العامة المتعلقة بطرق النسخ والتي قد تكون غير معروفة لدى الطالب ، فقد ينفع سردها وبيان معانيها اولا وقبل تناول المعلومات الواردة بهذا الفصل بالشرح والتفصيل .

10 – 2 الاصطلاحات والتعابير العامة المتعلقة بشؤون النسخ

(ا) الصورة السالبة والموجبة (Negative and positive images) تعني الصورة السالبة وجود خطوط او مساحات شفافة في لوحة معتمة (Opaque) ، ولا تسمح هذه اللوحة للضوء الاكتيني (Actinic light) بالنفاذ من خلالها غالبا . بينما تعني الصور الموجبة وجود خطوط او مساحات سوداء في لوحة معتمة . اما تعبير (Diapositive) فيعني وجود خطوط او مساحات معتمة –وكثيرا ما تكون سوداء – في فلم شفاف .

(ب) اللوحة المعتمة (Opaque) وتعني المواد المختلفة التي تمنع نفوذ الاشعة الضوئية ، كالورق او الافلام السوداء او الحمراء ، الخ .

(جـ) الضوء الاكتيني (Actinic light)

وهو الضوء الذي يحتوي على موجات ذات اطوال معينة وتتأثر به المواد الحساسة .

(د) طبقة الفلم الحساسة للضوء السالبة والموجبة

(Negative and positive photographic emulsion)

تكون هذه الطبقة سالبة حينما يكون المرتسم الاصلي موجبا ، والعكس صحيح ايضا . ويتكون المستحلب الفوتوغرافي بصورة اساسية من مواد حساسة للضوء ، مثل هاليدات الفضة الموزعة في محلول غروي –جيلاتيني . وان الهاليدات المستعملة تتضمن كلوريد الفضة وايوديد الفضة وبروميد الفضة . ويشكل المركب الاخير الجزء الرئيسي في المواد المستحلبة الفوتوغرافية ، وهو اسرع المواد تفاعلا عند التعريض . وتتكون الهاليدات الغروية من حبيبات دقيقة ، متوزعة بصورة متجانسة . اما المادة الجيلاتينية التي تغطى طبقة الاساس (Substratum) فهي عبارة عن مادة بروتينية ذات منشأ حيواني . وتكون على شكل طبقة رقيقة وشفافة لكي تسمح للاشعة بالوصول الى المادة الحساسة . وتستعمل عادة الافلام او

الصفائح الزجاجية كقاعدة للمستحلب الفوتوغرافي ، والتي تطلى من الخلف لغرض امتصاص الضوء الساقط والحيلولة دون انعكاسه عن القاعدة .

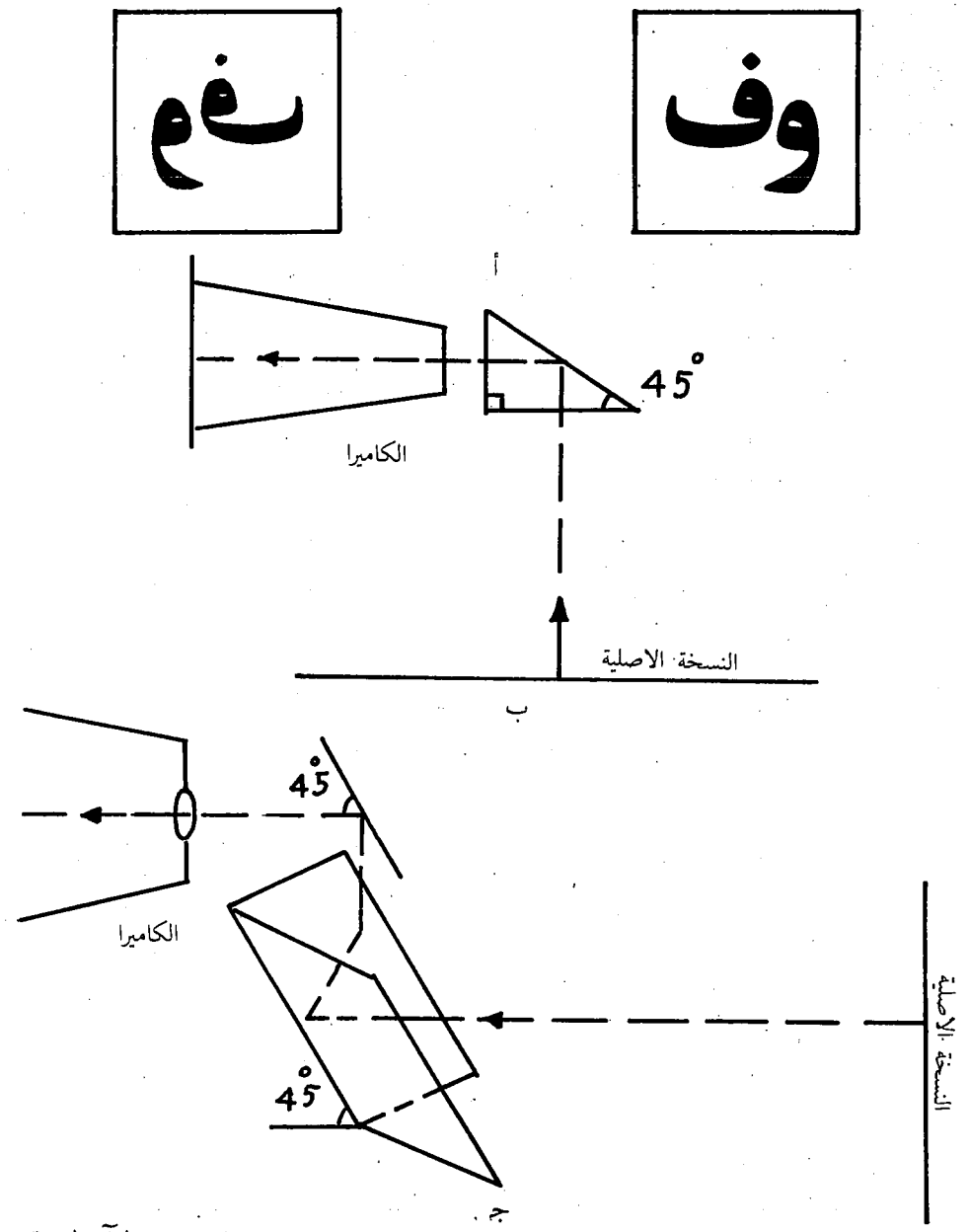
(هـ) طبقة الفلم الحساسة للضوء القابلة للانعكاس

(Reversible photographic emulsion)

وهي قابلية تبدل الطبقة الحساسة من الحالة السالبة الى الموجبة . فبعد تحضير الفلم الفوتوغرافي السالب يمكن ازالة المناطق المعتمة منه بواسطة مظهر خاص(Developer) ، ثم غسله مجددا بمحلول اخر ، يجعل الخطوط الاصلية الشفافة في الفلم السالب معتمة ، اي سوداء . وتدعى العملية الاخيرة بالغسل العكسي(Reversing bathing) . ويمكن الحصول على نتائج مماثلة عند تعريض افلام خاصة ، لها قابلية الانعكاس ؛ الى الضوء الذي يمر من خلال المناطق الشفافة في الفلم السالب ، وجعل هذه المناطق معتمة في هذه الافلام والتي تكون اجزائها الاخرى شفافة .

(و) الصورة الاعتيادية والصورة المعكوسة (Normal and reversed image)

عند تناول الرسم التخطيطي – للخارطة او غيرها – يقلب جانبه نحو الاعلى عادة ، وذلك لغرض تحديد وضع صورته ، اعتيادية كانت او معكوسة (لاحظ الشكل 10 – 1ا) . وتتجلى اهمية ذلك عند طباعة الخرائط وغيرها . اذ ينبغي ان تكون صورة النسخ المطبوعة اعتيادية ، ولذلك فأن تفاصيل الخريطة على السطح الذي طبعت منه النسخ يجب ان تكون معكوسة الصورة . فمثلا تكون صورة التفاصيل اعتيادية على لوحة الزنك في مكائن الاوفست (Offset) ، ثم تنتقل الى السطح المطاطي لاسطوانة الاوفست (Offset cylinder) بصورة معكوسة واخيرا تعود الى حالتها الاولى على ورق الطبع (لاحظ الشكل 10 – 6) ، كما ينبغي ان تكون صورة الفلم السالب المخصص لعمل صفائح طباعة الحروف اعتيادية . لان صورة هذه الصفائح يجب ان تكون معكوسة لكي تخرج الحرف ذي صورة اعتيادية .



الشكل 10 – 1 الصورة الاعتيادية والمعكوسة(ا) ، واستعمال المنشور والمرآة لتحقيق الصورة الاعتيادية عند التصوير(ب ،ج) .

ان عدسات الكاميرا تنتج صورا معكوسة من النسخ الاصلية ذات الصورة الاعتيادية ، ولكن من الممكن تحويل الصورة المعكوسة الى حالتها الاعتيادية بواسطة احدى الطرق الاتية :

(1) استعمال المرآة او المنشور القائم الزاوية مع جعل محور الكاميرا منكسرا ، كما في الشكل (10 – 1 ب) .

(2) استعمال مرآة ثنائية الانعكاس او منشور مع جعل محور الكاميرا مستقيما نسبيا ، كما في الشكل (10 – 1 ج) .

(ز) حجاب التلامس (Contact screen)

وهو عبارة عن حجاب مختلف الشفافية ، يستخدم في الكاميرا او في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء (Vacuum printing frame) لغرض تحويل المساحة اللونية المتواصلة (Continuous tone) الى مجموعة من النقاط المختلفة الحجم .

(حـ) حجاب النمط اللوني المنقط (Halftone screen)

وهو عبارة عن حجاب زجاجي غالبا ، تحفر فيه شبكة من الخطوط المتعامدة تملئ بصبغة معتمة . ويستعمل هذا الحجاب عند التصوير الفوتوغرافي لغرض تحويل المساحة اللونية المتواصلة الى مجموعة من النقاط المختلفة الحجم .

(ط) حجاب النمط اللوني (Tint screen)

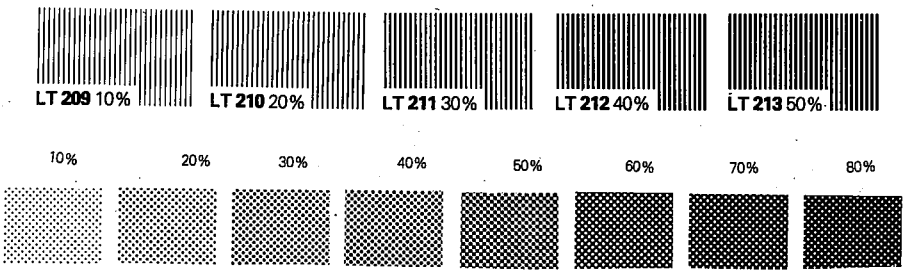
وهو عبارة عن فلم يوضع بين الصورة السالبة والسطح المطلي بالمادة الحساسة لصفائح الطبع ، لغرض تشكيل انماط مختلفة من الظلال المخططة او المنقطة (لاحظ الشكل 10 – 2) .

(ي) الضوء الاسود (Black light)

وهو اشعاع غير منظور غني بالاشعة فوق البنفسجية والذي يستخدم في تعريض المواد الحساسة في طرق التلامس المباشر لاستنساخ الخرائط وغيرها .

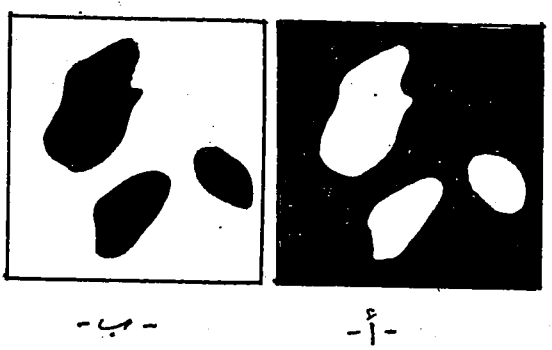
(ك) القناع (Mask)

تتطلب المناطق المظللة بالحجب المختلفة في المرتسمات الى بعض العمليات التحضيرية ، اذ تحدد معالم هذه المناطق بواسطة القناع . والقناع عبارة عن صورة تكون فيها المناطق المظللة اما معتمة وما يحيط بها شفافا ، اي القناع الموجب ، او



الشكل 10 – 2 حجاب النمط اللوني (Tint screen)

بالعكس ، وعندئذ يدعى بالقناع السالب (الشكل 10 – 3) . ويمكن عمل القناع بواسطة الفرشاة وصبغة معينة ضمن المناطق المطلوب تظليلها على احد النسخ الشفافة للمرتسم الاصلي ، او بواسطة قطع تلك المناطق على امتداد حدودها بواسطة السكين عند استخدام افلام الانسلاخ (Stripping films) التي تطبع عليها تفاصيل المرتسم الاصلي .



الشكل 10 – 3 القناع السالب (ا) ، والموجب (ب) .

10 – 3 عمليات الطبع (Printing Processes)

يتم نَسخْ الخرائط عادة بواسطة طريقة الطبع البارز ، كطباعة الحرف (Letter Press) او بطريقة الاوفست (Offset) حيث تستخدم الطريقة الاولى غالبا في طبع الكتب التي تحتوي على قليل من الصور الايضاحية . بينما تستخدم الطريقة الثانية في طبع الخرائط الكبيرة والكتب التي تضم صورا عديدة .

ويفضل صناع الخرائط طريقة الاوفست لان نتائجها اكثر دقة من الطريقة الاخرى في الظروف الاعتيادية .

أ – مراحل عملية الطبع

أن خطوات عملية الطبع تكاد تكون متماثلة في طريقتي الاوفست والحرف ، الا ان طريقة العمل والامكانات المتوفرة فيهما مختلفة تماما . وتشتمل عملية الطبع على المراحل الآتية :

(1) تصوير المرتسم الاصلي .
(2) تحضير الفلم السالب .
(3) تحضير صفائح الطبع .
(4) الطبع ومكائن الطباعة .

(1) تصوير المرتسم الاصلي Photographing the original drawing

تصور المرتسمات الاصلية عادة بواسطة كاميرة النسخ ، حيث يوضع المرتسم الاصلي في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ، ثم يغلق الغطاء الزجاجي لهذا الاطار ويشرع بتفريغ الهواء لتأمين استقامة المرتسم بصورة تامة امام العدسة ، وبعدئذ يعرض لبضع ثوان الى ضوء المصابيح الكاربونية (Arc light) . وعادة تستعمل افلام بطيئة الحساسية نسبياً ، مما يفسح المجال للحصول على صور سلبية جيدة . وتتضمن هذه الصور على مناطق معتمة واخرى شفافة فقط ، اذ لا وجود لاشباه هذه المناطق . كما لا يسمح بتكوين درجات لونية مختلفة من اللون الرمادي على الفلم السالب ، مثلما يحصل في التصوير الاعتيادي . وبعد نسخ الصورة السلبية على لوح الطبع ، نكتشف ان سطح هذا اللوح ينقسم الى قسمين ، بعضه يمسك جزئيات الحبر ، وبعضه يبقى نظيفا خاليا ، حيث تنفر عنه جزئيات الحبر . وعند التصوير يمكن تغيير مقاييس المرتسمات الاصلية . اذ يقوم المصور

بتقدير نسبة التصغير[1] بصورة دقيقة ، وكذلك قياس ابعاد صورة المرتسم مباشرة على اللوح الزجاجي ذي التسطير التربيعي (Square ruled glass) الموجود في ظهر الكاميرا (الشكل 10–15) وقبل اجراء عملية التعريض للضوء .

ومن الضروري معرفة خصائص طبقة الفلم الحساسة (Photographic emulsion) عند عملية التصوير ، لانها حساسة لجميع الالوان –عدا اللون الاحمر– (Orthochromatic) . ولذلك يظهر اللونين الاحمر والاسود على الافلام السالبة بشكل واضح . اما اللون الازرق الفاتح والالوان المماثلة له فأنها لا تظهر في الفلم السالب مطلقا . ونتيجة لذلك يستعملها صانع الخريطة في رسم الخطوط الدليلية (Guidelines) . كما وتستعمل المرشحات والحجب عند التصوير ولكن ضمن حالات معينة كفصل الالوان مثلا .

(2) تحضير الفلم السالب (Processing the negative)

تعتبر عملية تهذيب أو رَوْتشة (Retouching) الصورة السالبة من العمليات المهمة في اعداد الخرائط والمرتسمات ، حيث يمكن تنفيذ بعض الاعمال الفنية الايضاحية على هذه الصور والحصول على نتائج افضل مما كانت عليه في المرتسمات الأصلية[2] . ومن الضروري ازالة الشوائب واللطخات والخدوش من هذه الافلام بعد تظهيرها . حيث توضع على مناضد زجاجية ضوئية (Light table) ، وتستعمل صبغة التعتيم (Opaquing paint) لسد الخدوش ، كما تزال الشوائب وتحك آثار اللطخات . وفي هذه المرحلة ، اي مرحلة تهذيب الفلم السالب ، يمكن اضافة او حذف بعض الاسماء والخطوط واجراء التصحيحات النهائية . اذ يمكن اعادة طلي بعض المناطق في الفلم والتي اكتشفت فيها الاخطاء ، وذلك بأستعمال الفرشاة وصبغة التعتيم واعادة حفرها بالدبوس . وعلى كل حال ، فأن مادة الطلاء تكون هشة وتتكسر الى قطع صغيرة مما يترتب عليه ظهور بعض

---

(1) ترسم الخرائط وبعض المرتسمات بمقياس اكبر من المقياس الذي ستنشر بموجبه هذه الخرائط لضمان دقة الرسم ، وعند عملية التصوير يعاد تصغير مقاييسها وفق النسب المحددة لها .

(2) تصنع الشركات افلاما شفافة مطبوع عليها انماط مختلفة من الرموز كالخطوط والنقاط وغيرها – راجع الفقرة (3 – 3) في الفصل الثالث – ولغرض زيادة السرعة تستعمل هذه الحجب مباشرة مع الافلام السالبة ، عوضا عن رسم هذه الانماط مباشرة على المرتسمات الاصلية ، لانها تتطلب جهدا كبيرا من الرسام .

الاثار غير المرغوبة في نوعية تفاصيل المرتسم ، ولذلك ينبغي الحذر عند اجراء عملية التهذيب .

وقبل نقل صورة تفاصيل المرتسم من الفلم السالب الى لوح الطبع ، يمكن اضافة الحجب (Screens) الى الفلم السالب ، والتي تمثل انماطا جاهزة من الخطوط او النقاط او غيرها من الرموز (لاحظ الفقرة 10–3 ب) . حيث توضع هذه الحجب بين الفلم السالب ونسخة اخرى من الافلام المحسسة ، مع الاهتمام بعلامات المطابقة (Register marks) . ثم توضع سوية في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء (Vacuum printing frame) وتعرض الى الضوء الكاربوني ، ثم يتم تظهير الفلم الجديد الذي سيستخدم في اعداد لوح الطبع . ان اجراء التعتيم وغيره من اعمال التهذيب بعد استخدام الحجب المذكورة لا يحقق النتائج المتوخاة ، ولذلك ينبغي الانتهاء من التهذيب ثم أستعمال الحجب .

(3) تحضير صفائح الطبع

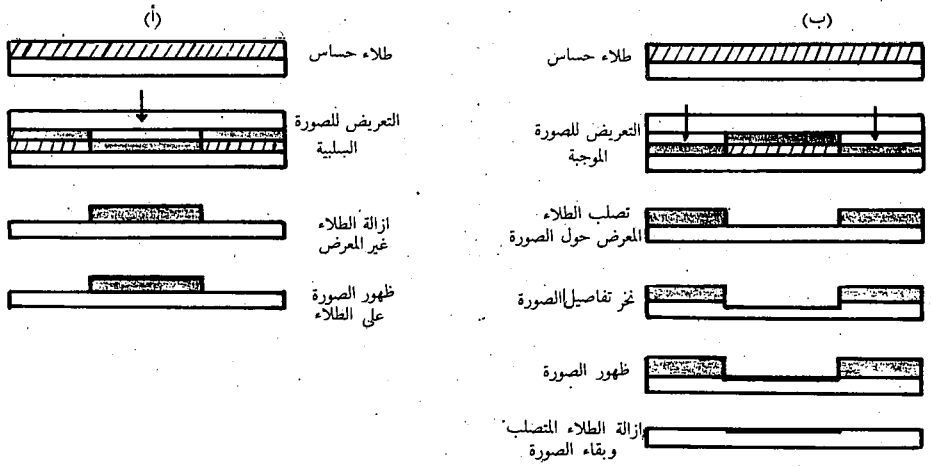
ان عملية تحضير صفائح الطبع تختلف بأختلاف طرق الطباعة (كما سيفصل في الفقرة الآتية) ، ولما كانت الاوفست هي الطريقة المألوفة اكثر من غيرها في طبع الخرائط لذلك سنشرح طريقة تحضير صفائحها اولا :

أ – صفائح الوجه المسطح (Surface Plates)

ان صفائح الوجه المسطح المستعملة في مكائن الاوفست ، عبارة عن الواح من الزنك او الالمنيوم غير السميكة . وترتفع صورة تفاصيل المرتسم عن سطحها قليلاً جداً . ويمكن تنفيذ عملية استنساخ تفاصيل المرتسم على صفائح الطبع بطريقتين مختلفتين وهما : الاستنساخ السالب (Negative copying) ، والاستنساخ الموجب (Positive copying) . وتعتبر الطريقة الثانية اكثر شيوعا في الدول الاوربية ، بينما تستعمل الطريقتين في مطابع المنشأة العامة للمساحة في بغداد . وتتلخص طريقة الاستنساخ السالب (الشكل 10–4) كما يأتي :

1 – تطلى صفيحة الطبع بعد تنظيفها وتحسينها بمواد متكونة من ثاني كرومات الامونيوم ومواد بروتينية مثل الكازيين (Casein) او فول الصويا .

2 – توضع الصفيحة في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ، يعلوها (وجها لوجه) الفلم



الشكل 10 – 4 تحضير صفائح الطبع بطريقتين، الاستنساخ السالب أ والاستنساخ الموجب (ب)

السالب ، وتعرض للضوء الكاربوني[1] ، فالضوء المار خلال التفاصيل الشفافة للفلم السالب سوف يؤدي الى تصلب مادة الطلاء على صفائح الطبع .

3 – تجري عملية التظهير بواسطة مسح الصفيحة بطبقة رقيقة من الحبر الخاص بالتظهير (Developing) . حيث يلتصق الحبر بالاجزاء المتصلبة او غير المتصلبة من مادة الطلاء على حد سواء .

4 – تغسل الصفيحة بالماء لازالة الاجزاء غير المتصلبة مع الحبر الذي التصق بها . وبعد عملية الغسل تظهر معالم المرتسم الاصلي بجلاء اذ تمثلها الاجزاء المتصلبة من مادة

(1) يمكن تعرض صفائح الطبع عدة مرات متلاحقة الى الضوء ، بعد تغطيتها بالفلم السالب المطلوب في كل مرة . لان التعرض المفرط للضوء (Over exposure) لا يضر الخصائص الطباعية للطلاء . حيث يمكن طبع خطوط تفاصيل المرتسم اولا على صفيحة الطبع ، يليها الفلم السالب الخاص بالمناطق المطلوب طبعها وفق النمط المنقط ، أو استعمال الحجب . وينبغي الانتباه الى علامات المطابقة في كل عملية تعريض .

الطلاء . وبعد ذلك يمكن اجراء بعض التصليحات الطفيفة على صفيحة الطبع ، على الرغم من ان هذه العملية صعبة وغير عملية ، ثم تصبح الصفيحة جاهزة للاستعمال في ماكنة الاوفست . ومن الطرق المرادفة للطريقة المذكورة اعلاه والمستعملة في المنشأة العامة للمساحة في بغداد ، طريقة الزلال (Albumen) وهي لا تختلف كثيرا عنها ، سوى في بعض المواد المستعملة في الطلاء . ويمكن ايجازها كما يأتي :

تطلى الصفيحة بمحلول يتكون من زلال البيض وثاني كرومات الامونيوم والماء . ثم توضع في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ، حيث توضع فوقها الزجاجة السلبية وتعرض للضوء الكاربوني . وبعدئذ يسكب على الصفيحة حبر التظهير ، ثم تغسل بالماء لغرض ازلة المناطق غير المتصلبة وجعل صورة التفاصيل تبدو اكثر وضوحا . وبعد تجفيف الصفيحة يمكن اجراء بعض التصليحات عليها ، ثم تصمغ وتثبت في ماكنة الطبع . وعادة تستعمل ماكنة الاختبار الطباعية (Proofing Press) قبل تثبيتها في ماكنة الاوفست ، وذلك للتحقق من صحة تفاصيل الخريطة او المرتسم .

اما طريقة الاستنساخ الموجب (الشكل 10 – 4) فيمكن تلخيصها وفق الخطوات الآتية :

1 – تنظف صفائح الطبع (الزنك مثلا) من الاوساخ والدهون وبقايا الرسوم السابقة ، ثم يعاد تخشين سطحها بواسطة مكائن خاصة (راجع الفقرة 10 – 3 هـ) . ثم تنظف بالماء وتجفف ، وبعد ذلك تطلى بالمستحلب الخاص بالتحسيس داخل الدوامة (Whirler)[1] ، وهذا المستحلب حساس لضوء مصابيح بخار الزئبق .

2 – توضع الصفيحة داخل اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ، ثم تغطى بالفلم الموجب الشفاف (Diapositive) الخاص بالمرتسم الاصلي ، وتعرض للضوء . ويمكن اجراء التعريض للضوء من غير الحاجة الى غرفة ظلماء ، وذلك لان المستحلب المحسس لا يتأثر بضوء النهار .

---

(1) هناك مواد ومحاليل واحبار كثيرة تستعمل في حقل الطباعة . والمواد المذكورة في هذا الفصل هي على سبيل المثال ، وحسب الجهة التي تستعملها . ومن المفروض تجربة هذه المواد واختبار انسبها حسب طبيعة وظروف العمل .

3 – يستعمل محلول لتظهير الصفيحة مثل كلوريد الكالسيوم . حيث تزول اجزاء المستحلب غير المعرضة للضوء في هذه العملية وهي الاجزاء المغطاة بتفاصيل المرتسم في الفلم الموجب . اما الاجزاء التي تعرضت للضوء فأنها تتصلب ولا تتأثر بمحلول التظهير .

4 – يسكب حامض فوق صفيحة الطبع لاجل نخر (Etching) طبقة رقيقة من الاجزاء التي ظهرت من سطح الصفيحة بعد عملية التظهير .

5 – تنظف صفيحة الطبع من آثار المحاليل السابقة وتمسح بمحلول خاص زيتي القوام ثم تجفف ، ويسكب فوقها محلول دهني القوام أسود اللون كالحبر ، حيث يلتصق بالمحلول الزيتي ويجعل صورة تفاصيل الخريطة واضحة جلية .

وبعد الانتهاء من عمليات التظهير والنخر والطلاء بالصبغات الزيتية والحبر الاسود ، تغسل الصفيحة بالماء المتدفق من الحنفية لغرض ازالة الاجزاء المتصلبة من المستحلب مع الحبر العالق بها . هذا وسوف لا تتأثر التفاصيل المغطاة بالحبر الاسودبعملية الغسل بالماء نتيجة الى قوة التصاق المحلول الزيتي بالاجزاء التي تم نخرها بالحامض ، من جهة والى قوة التماسك التام بين المحلول الزيتي وصبغة الحبر السوداء الزيتية القوام ايضاً من جهة اخرى ، وهكذا تصبح صفيحة الطبع جاهزة للتركيب في ماكينة الطبع .

اما طريقة الفاندايك (Vandyke) المستعملة في المنشأة العامة للمساحة في بغداد ، فأنها تستخدم لغرض طبع الخرائط المرسومة على ورق الاستشفاف (Tracing Paper) او صفائح اللدائن . وهي لا تختلف كثيرا عن الطريقة السابقة سوى بطبيعة المواد الكيمياوية المستعملة في الطلاء والتظهير ، فضلا عن استخدام نور الشمس عوضاً عن مصابيح بخار الزئبق او المصابيح الكاربونية ، ويمكن ايجازها كما يأتي :

تغسل صفيحة الطبع المصنوعة من مادة الزنك بالماء ثم تنظف بمحلول يتكون من حامض النتريك المخفف وشب البوتاسيوم والماء . وبعدئذ تغسل بالماء ثانية لاجل ازالة الاكاسيد العالقة بسطحها . ولغرض تحسيسها يستعمل مزيج من محلول غراء السمك وثاني كرومات الامونيوم والماء . ثم توضع الصفيحة في اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء وتغطى بالنسخة الاصلية للمرتسم ، وتعرض لنور الشمس لمدة ست دقائق . وتختلف مدة

التعريض حسب سمك ورق الترسيم ودرجة شفافيته . وينصح عادة بأستعمال آلة قياس شدة الضوء لهذا الغرض . ومن ثم تغسل الصفيحة بالماء حتى تزال الاجزاء غير المعرضة للضوء (صورة التفاصيل والكتابة) ، وتغمر بعدها بمحلول صبغة الانالين البنفسجية ، وعندئذ تبدو صورة التفاصيل واضحة جلية . وبعد التأكد من وضوح المرتسم تغسل ثانية بالماء ، ثم يسكب فوقها حبر (الفاندايك) المخفف بالتربنتين النقي . وبعد ان تترك الصفيحة لمدة من الزمن تمسح بسحوق خاص للمحافظة على الحبر من تأثير حامض الهيدروكلوريك الذي سيستعمل في ازالة غراء السمك المتصلب . ثم تغمر الصفيحة بالماء الحار لازالة غراء السمك المتصلب عن سطحها . ولضمان نظافة الصفيحة من الغراء تغمر ثانية بمحلول حامض الهيدروكلوريك المخفف ، وأخيرا تغسل بالماء لتكون جاهزة للتركيب في ماكنة الطبع .

وتمزج غرويات ثاني كرومات الامونيوم والبوتاسيوم مع مواد مختلفة عند تحضير صفائح الطبع . اذ تتكون المواد الغروية المستعملة مع ثاني كرومات الامونيوم او البوتاسيوم من الجيلاتين ، او بياض البيض ، او غراء السمك (Fish glue) . حيث تذاب بالماء ويضاف اليها ثاني كرومات الامونيوم او البوتاسيوم القابلة للذوبان بالماء . وتتصلب المواد الغروية المذكورة عند تعرضها للضوء ضمن منطقة الاشعة فوق البنفسجية وتصبح غير قابلة للذوبان بالماء . بينما يمكن ازالتها من المناطق غير المعرضة للضوء بواسطة الغسل .

في طريقة النقش التصويري (Photo – engraving) تطلى صفائح الطبع المعدنية بمحلول يتكون من الجيلاتين وثاني كرومات البوتاسيوم ، وبعد تعرضها لمدة طويلة الى ضوء الشمس ، فأن المناطق غير المعرضة (تحت خطوط المرتسم) يمكن غسلها بالماء . وبعدئذ تتخلف طبقة رقيقة صلبة في المناطق المعرضة تحيط بتفاصيل المرتسم كافة .

وتتكون المواد الغروية العضوية المستعملة في المادة الحساسة من مجموعتين من المواد الطبيعية . وهي الكاربوهيدرات والبروتينات . وتشتق الكاربوهيدرات من الصمغ العربي المستخرج من شجرة الاكاسيا السنغالية (Acacia Senegal) التي تنمو في المناطق الاستوائية الافريقية . اما البروتينات فتشتق من الجيلاتين وبياض البيض والكازيين (Casein) والغراء الحيواني . وجميع هذه المواد الغروية قابلة للذوبان بالماء ، وكذلك على تكوين طبقة رقيقة قابلة للتمدد ، ونفاذة للضوء الاكتيني . ويمكن ايضا أستعمال مواد

اصطناعية بدلا عن المواد المذكورة مثل خلات السليلوز (Cellulose acetate) ، وراتنجات مختلفة (Resins) ، وكحول متعدد الفنيل (Polyvinyl alcohol) .

وتستعمل مركبات ثاني كرومات الامونيوم (Ammonium Dichromates) $(NH_4)\ Cr_2O_7$ وثاني كرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ كمواد حساسة تمزج مع المواد الغروية لتخضير الطلاء لصفائح الطبع . ومن المألوف استعمال المركب الاول في طباعة الليثوغراف (الاوفست) وطباعة الحرف .

(ب) – صفائح الوجه المنخفض (Deep – etch plates)

وهي عبارة عن صفائح نحاسية ، تكون فيها منطقة الطبع (Printing area) منخفضة قليلا عن سطح الصفيحة . وتعزى فائدة هذه الصفائح الى كثرة عدد النسخ المطبوعة بواسطتها مقارنة بصفائح الوجه المسطح . وبالاضافة الى ذلك فأن صورة التفاصيل على صفائح الوجه المسطح تبلى ، ولو بعد فترة طويلة اثناء عملية الطبع . وقد تتعرض النقاط في حجب النمط المنقط (Halftone) الى التلف ايضا . ولغرض استنساخ تفاصيل المرتسم على صفائح الوجه المنخفض تستخدم عادة الافلام الموجبة وليست السالبة . وعند التعريض للضوء لا يتصلب المستحلب الموجود تحت تفاصيل المرتسم ، بينما تتصلب الاجزاء الاخرى المعرضة للضوء . وبعد عملية التظهير يغسل المستحلب غير المتصلب والموجود في المناطق التي تشغلها تفاصيل المرتسم كالخطوط او الكتابة بحيث يظهر معدن الصفيحة عاريا . وعندئذ يمكن نخره (Etching) بأستعمال بعض الحوامض .

(جـ) – صفائح الوجه البارز (Relief Plates)

تستعمل صفائح الوجه البارز او ما تسمى بصفائح طباعة الحرف (Letter press plates) في معظم المطابع ، وتتضمن (الكليشات) (Engravings) المحفورة ايضا . وبعد تغطية الصفيحة بالفلم السالب وتعرضها للضوء فأن المستحلب المعرض للضوء – صورة التفاصيل – سوف يتصلب وبالتالي فأنه سوف يحمي الصفيحة من النخر عند معالجتها بالحامض : اما المستحلب غير المتصلب فسوف يزال بالغسل ، وعندئذ يظهر سطح الصفيحة الذي سيتأكل بفعل الحامض . وحينئذ يبدو سطح تفاصيل المرتسم بارزا . وتعاد

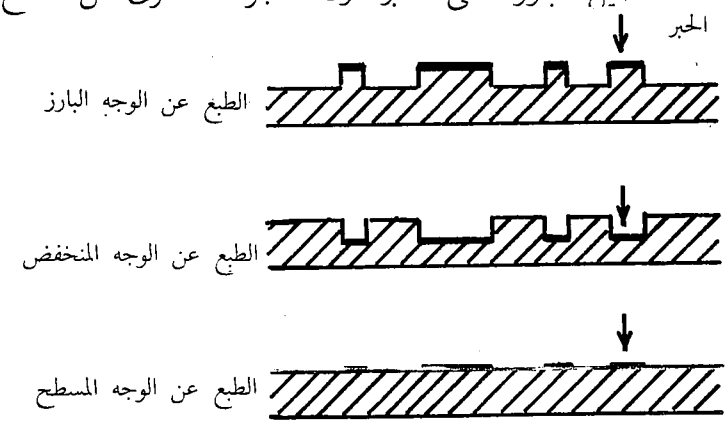
عملية النخر بالحامض عدة مرات الى ان نصل الى العمق المطلوب . وتكفي معالجة صفائح الزنك بالحامض مرة واحدة للوصول الى العمق المطلوب . وبعد عملية النخر ينبغي صقل تفاصيل الصورة ببعض المواد الكيمياوية وخاصة عند استخدام حجب النمط المنقط (Halftone) وذلك للحصول على صورة واضحة . وينبغي ان تكون صورة التفاصيل معكوسة على صفيحة الوجه البارز لان الطبع يتم بصورة مباشرة بتلامس الورقة بالصفيحة المذكورة . وفي طباعة الحرف (Letter Press Printing) ترصف عادة عناصر التأليف ، أي الكليشات والحروف ، داخل اطار خاص (Form) لكي يثبت في ماكنة الطبع . ومن الممكن استبدال بعض العناصر المستقلة من داخل الاطار عند حدوث بعض الاخطاء فيها مثل الحروف ، بينما لا يمكن معالجة الاخطاء الموجودة في الكليشات ، وعندئذ يصار الى عمل كليشات جديدة .

(4) الطبع ومكائن الطباعة (Presses)

للطباعة طرق فنية عديدة في الوقت الحاضر ، الا ان أوسعها انتشارا في العالم هي الطرق الثلاث الآتية :

(أ) الطبع عن الوجه البارز (Relief Printing)

وتعرف ايضا بطباعة الحرف (Letter Press) ، حيث تكون تفاصيل صورة المرتسم أعلى من سطح لوح الطبع (لاحظ الشكل 10 – 5) ، وتحتوي هذه التفاصيل البارزة على الحبر دون الاجزاء الاخرى من سطح اللوح .



الشكل 10 – 5 طرق الطباعة

(ب) الطبع عن الوجه المسطح (Surface Printing)

وتدعى هذه الطريقة بالليثوغراف (Lithography) ، حيث تكون صورة التفاصيل بمستوى واحد مع سطح لوح الطبع . وتدخل مكائن الاوفست ضمن هذه الطريقة .

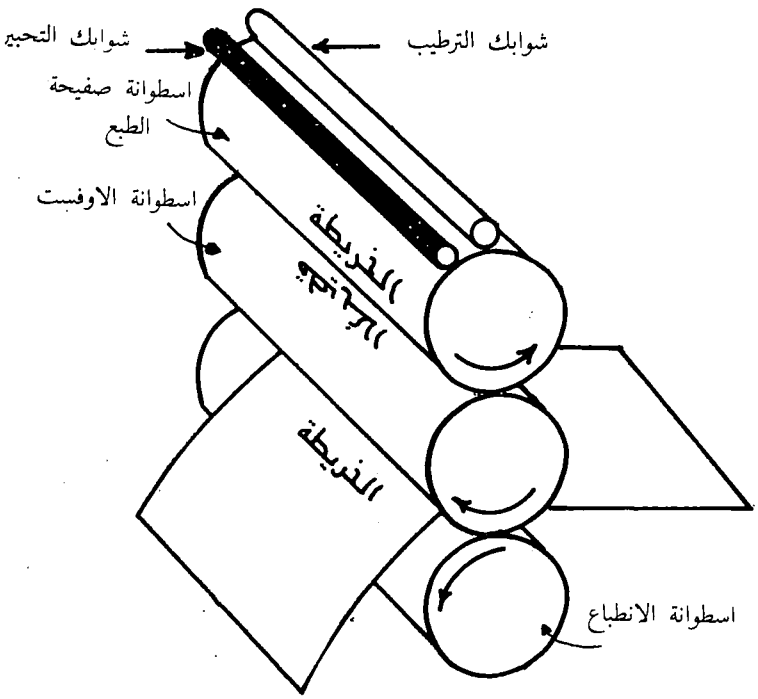
(جـ) الطبع عن الوجه المنخفض (Engraving)

حيث تستعمل صفائح الوجه المنخفض ، اذ تكون صورة التفاصيل المحفورة أوطأ من سطح لوح الطبع . وتحتوي هذه التفاصيل على مادة الحبر.

ان الطريقة الاولى تعتبر من اقدم الطرق استعمالا في طباعة الكتب والمجلات ، ولازالت تستخدم في الوقت الحاضر على نطاق واسع للغرض المذكور . اما الطبع عن الوجه المنخفض فقد ابتكر في القرن الخامس عشر ، واستخدم في طباعة الخرائط والاعلانات الكبيرة لفترة اربعة قرون . وكان الحفر يتم آنذاك على لوحات النحاس أو حجر الكلس (Limestone) . وتستعمل مكائن المهد المسطح (Flat – bed) في هذه الطريقة ، حيث يتم تلقيم الورق في هذه المكائن يدويا ، ولذلك تعتبر من الطرق البطيئة . ومن عيوب طريقة الطبع عن الوجه المنخفض عدم استطاعة النقاش (Engraver) من تكوين النمط المنقط يدويا على صفائح هذه الطريقة . ولذلك تطبع بواسطتها الصور المخططة كالخرائط والتصاميم فقط ، كما لا يمكن طبع الوان عديدة على نفس الورقة ، وذلك لصعوبة تحقيق مساحات لونية منسقة او منتظمة الحدود .

ولقد أستعمل حجر الكلس ايضا في الطبع عن الوجه المسطح ، حيث ترسم تفاصيل الخريطة او المرتسمات الاخرى بصورة معكوسة ، على سطح الحجر بعد تعديله وصقله . ويستعمل الحبر الدهني القوام في عملية الرسم . ويرطب سطح الحجر اثناء عملية الطبع بالماء الذي تنفر جزيئاته عادة عن جزئيات الحبر الدهنية . وعند اعادة طلي سطح الحجر بالحبر الدهني ، فأن الاجزاء المرطبة بالماء تبعد عنها جزئيات الحبر خلافا للتفاصيل الاصلية المرسومة بالحبر . ولكن أستعمال الحجر لم يدم طويلا ، اذ استبدل باللوحات المعدنية المصنوعة من الزنك او الالمنيوم ، الا ان تسمية الليثوغراف لازالت تستعمل في الوقت الحاضر .

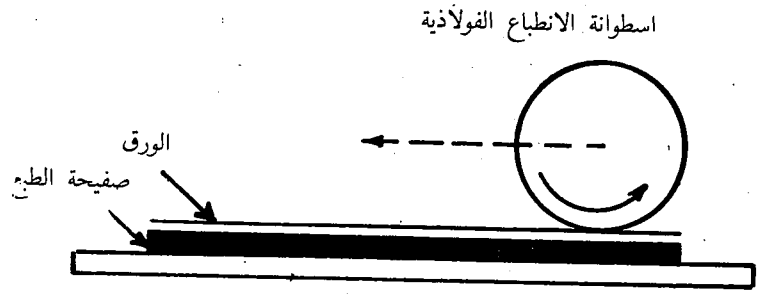
ان الاختلاف الفني الجوهري بين مكائن الطريقة الاولى (Letter Press) ومكائن الطريقة الثانية (Offset) هو حصول الورقة على الحبر مباشرة من الوجه البارز لصفيحة الطبع في الطريقة الاولى بينما في الطريقة الثانية يتم انتقال صورة التفاصيل من صفيحة الطبع الى اسطوانة اخرى ذات سطح مطاطي يدعى بالبطانية (Blanket) ثم تحول الصورة ثانية من البطانية الى الورقة (لاحظ الشكل 10 – 6) . ولقد وجد بأن البطانية الناعمة في مكائن الاوفست لا تسحن ألياف الورق عند الطباعة . ولذلك يمكن طبع الخطوط الرفيعة والنقاط الدقيقة حتى عند استخدام الورق الناعم . بينما يسحق الوجه البارز لصفيحة الطبع الياف الورق نتيجة الى ضرورة تسليط ضغط معين على الورقة لكي يلتصق الحبر بسطحها .



الشكل 10 – 6 مبدأ ماكنة الاوفست .

وتعتبر طريقة الطبع عن الوجه المسطح اقتصادية ، واكثر الطرق ملائمة لطباعة الخرائط . كما وتعتبر مكائن الاوفست اكثر المكائن شيوعا لهذه الطريقة . اذ تطبع بعض انواعها المتطورة عشرة آلاف نسخة في الساعة . وعلى اية حال لا يمكن أستعمال هذه المكائن ، من الناحية الاقتصادية ، في طبعات قليلة (50 – 100 نسخة) . اذ من المألوف أستعمال مكائن الاوفست الاختبارية (Offset Printing Press) او مكائن المهد المسطح (Flat – bed press) . الا ان الخرائط المطبوعة بالمكائن الاخيرة اقل جودة من مكائن الاوفست . ويمكن تلخيص مبدأ عمل مكائن المهد المسطح كما يأتي :

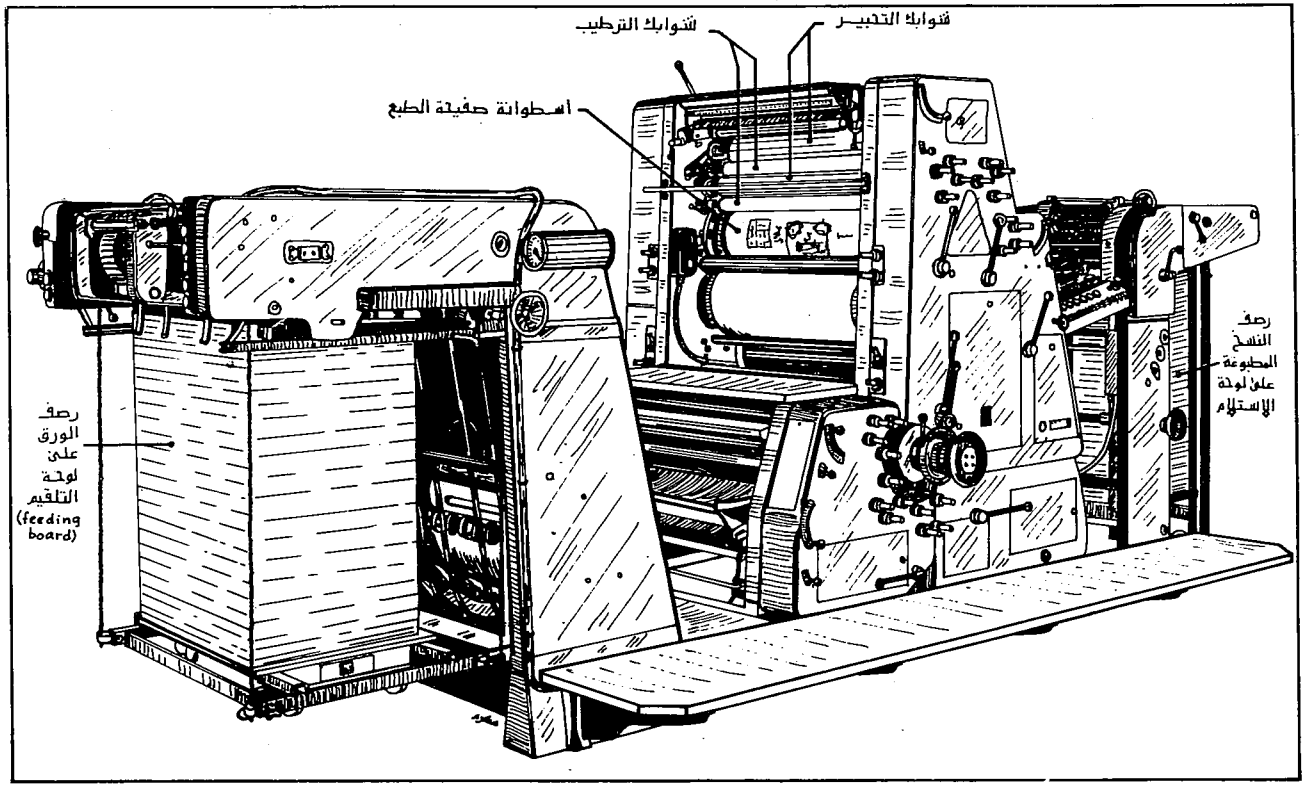
توضع صفيحة الطبع (صفيحة الزنك) على مهد حديدي ، وتكون صورة التفاصيل متجهة نحو الاعلى وبشكل معكوس . وبعد ترطيبها وتحبيرها تغطى بالورقة ، وحينئذ تتدحرج اسطوانة فولاذية على ظهر الورقة مسلطة ضغطاً شديداً لاجل طبع صورة التفاصيل على الورقة (لاحظ الشكل 10 – 7) . وينبغي اضافة الماء والحبر بعد كل شوط . وتعتبر سرعة الماكنة بطيئة جداً .



الشكل 10 – 7 ماكنة الاوفست الاختبارية

اما مكائن الاوفست فهي اكثر تطورا ، اذ يمكن بواسطة بعض انواعها المتقدمة طبع ستة الوان مختلفة أو أكثر على الورقة في كل شوط (Run) . وتتكون وحدة الطبع (Printing unit) في ماكنة الاوفست (شكل 10 – 8) من ثلاث اسطوانات وهي :

اسطوانة الانطباع الفولاذية (Impression cylinder) والتي تنقل حولها ورقة الطبع ، ثم اسطوانة صفيحة الطبع التي تحمل صورة تفاصيل المرتسم بصورة اعتيادية ،



الشكل 10 – 8 ماكنة طباعة اوفست حديثة

وكذلك من اسطوانة الاوفست المغلفة ببطانية مطاطية تتحول اليها صورة التفاصيل بصورة معكوسة عند تماسها مع الاسطوانة الثانية . ويضاف الحبر والماء الى صفيحة الطبع عن طريق وحدات الترطيب والتحبير . وهي عبارة عن شوابك مطاطية تتحرك على سطح صفيحة الطبع لتضيف اليها الحبر الذي تفقده باستمرار نتيجة عملية الطبع ، وكذلك الماء الذي يحافظ على ترطيب المناطق الخالية من التفاصيل (Blank) في لوحة الطبع ، لكي لا تلتصق بها جزيئات الحبر . اذ تتنافر جزيئات الماء والحبر عن بعضها البعض ولذلك فأن استمرارية ترطيب صفيحة الطبع سوف يبعد جزيئات الحبر عن المناطق الخالية من تفاصيل المرتسم ، بينما تتقبل هذه التفاصيل الحبر المضاف لكنها ترفض جزيئات الماء .

واضافة الى وحدات الطبع والتحبير المذكورة اعلاه ، فأن مكائن الطبع تتضمن ايضا على وحدتي التلقيم (Feeder unit) والتسليم (Delivery unit) . وفي وحدة التلقيم ترصف الاوراق على لوحة التلقيم التي ترتفع ذاتيا ، وتلتقط الورقة العليا بواسطة المص (Suction) لتنقل الى الامام وتوضع في المكان الصحيح بواسطة القوابض (Grippers) . وفي اللحظة المناسبة تدفع الورقة بين اسطوانتي الانطباع والاوفست المغلفة بالبطانية ، لاحظ الشكل (10 – 6) . اما وحدة التسليم الموجودة في مؤخرة الماكنة ، فتتم عملية تخليص النسخ المطبوعة ، حيث تتكدس على لوحة التسليم التي تنخفض بصورة ذاتية ايضا ، لافساح المجال للنسخ المطبوعة التي يجري عدها ذاتيا في هذه الوحدة .

ان دراسة مواصفات مكائن الطبع على ضوء اهداف واحتياجات الوحدة الطباعية مسألة ضرورية . ومن بين العوامل التي ينبغي دراستها حجم ورق الطبع الذي تستوعبه الماكنة ، ومساحة الجزء المطبوع في الورقة وسرعة الماكنة . اذ تتطلب عملية قبض الورق اثناء التلقيم ترك حاشية على جوانب الورقة ، لذلك تكون المساحة المطبوعة على الورقة اقل من حجمها الكلي دائما . ومن الواضح ، ان جميع مكائن الطبع لها حد اقصى من حيث حجم الورقة التي تستوعبها ، ولما كان محيط لوحة الطبع في هذه المكائن ثابتا ، فعليه لا ينصح من الناحية الاقتصادية استخدام المكائن الكبيرة عند طبع المرتسمات الصغيرة . وكما ذكرنا سابقا ، ان بعض المكائن المتطورة تنتج 10000 نسخة في الساعة الواحدة حسب طاقتها التصميمية ، ولكن بصورة عامة تتراوح الطاقة الفعلية بين 5000 – 8000 نسخة

في الساعة ، حتى تكون جودة الطبع عالية . ومن النواحي الاقتصادية الاخرى التي ينبغي الالتفات اليها عند الطبع هي العلاقة العكسية بين عدد النسخ المطبوعة وكلفة طبع النسخة الواحدة .

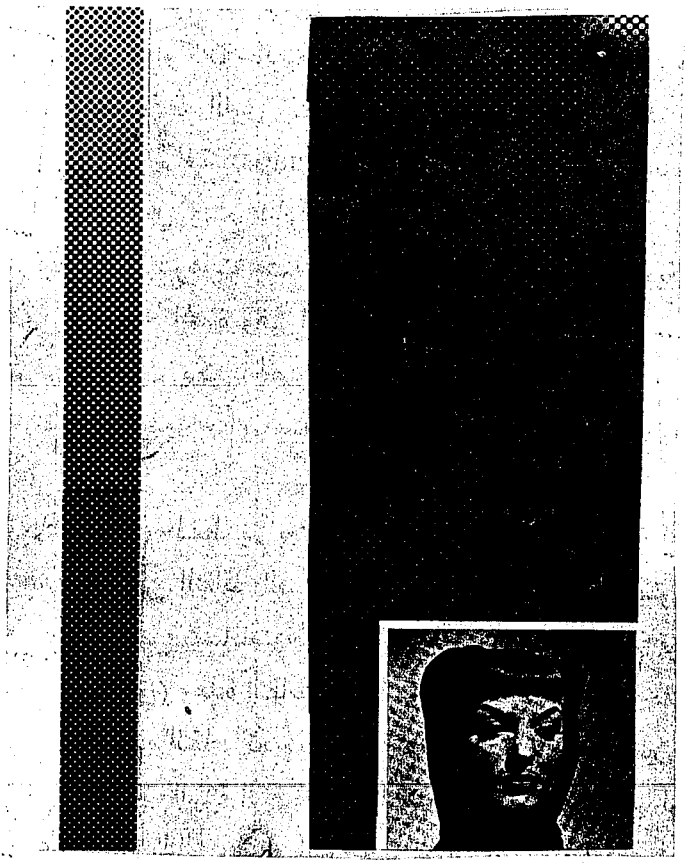
ب – استعمال الحجاب (Screen) في الطباعة

ان جميع المطبوعات – كالصور الفوتوغرافية والصور الجوية والخرائط والمرتسمات الاخرى – تخضع الى احدى الانماط اللونية المعرفة سابقاً ، اي النمط اللوني المنقط (Halftone) او المخطط (Linetone) . اذ تتبع هذه المطبوعات الى احد هذه الانماط ، عند احتواء المرتسم الاصلي على تظليل لوني (Colour shading) ، او درجات لونية متفاوتة للون الرمادي ، او كان خاليا منها . وفي حالة احتواء المرتسم على هذا التظليل فأنه يستوجب التعامل مع النمط اللوني المنقط . ومن هنا جاء استعمال هذا النمط في الصور الجوية والخرائط الفوتوغرافية (Photomaps) وغيرها من الصور الفوتوغرافية ، بينما أستعمل النمط المخطط في صنع الخرائط .

ان هذا التمييز بين المطبوعات تحتمه خصائص طرق الطباعة الاعتيادية ، حيث يحصل الطبع عادة من السطوح المحبرة وغير المحبرة ، اذ لا توجد سطوح نصف محبرة في الواح الطبع . وبالرغم من ذلك يمكن الحصول على التضليل اللوني – كالتدرج من اللون الفاتح الى اللون الغامق . اذ تبدو اجزاء معينة من لوح الطبع وكأنها مختلفة في كمية الحبر التي تحتويها .

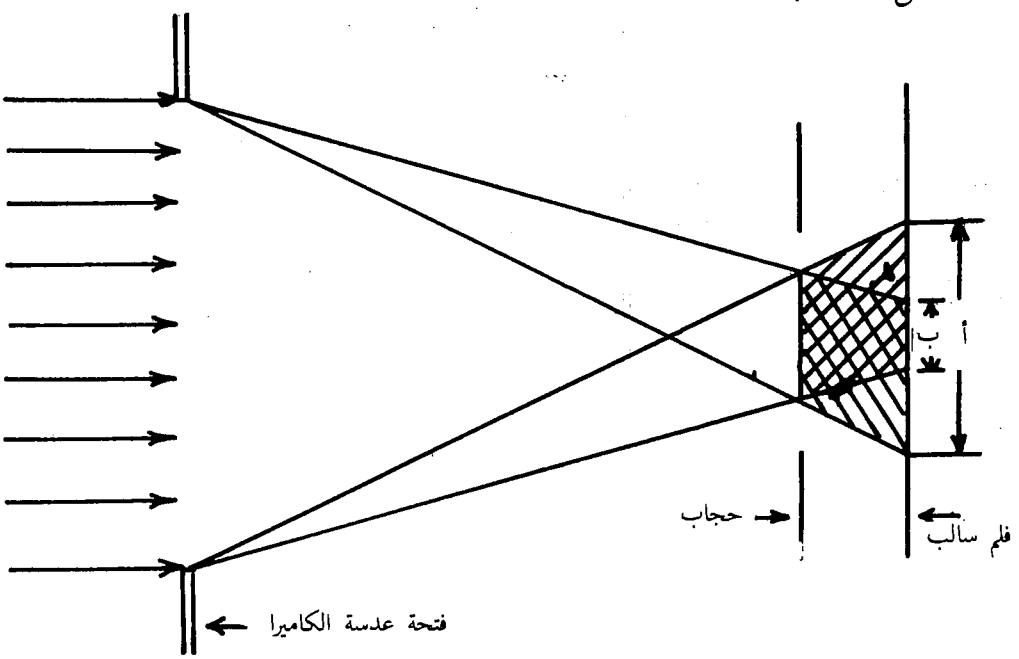
ان انجاز النمط اللوني المنقط يتم بعد تحويل منطقة الدرجات اللونية المختلفة في المرتسم الاصلي الى عدد كبير من النقاط الصغيرة في الفلم ، عند عملية التصوير . وتبعد هذه النقاط عن بعضها البعض بمسافات متساوية ، ولكنها مختلفة الحجم قياسا الى درجتها اللونية (لون فاتح او غامق) وهذه النقاط هي المسؤولة عن الطبع بالحبر خلافا للفراغات او المسافات البينية . ان هذه النقاط تكون متقاربة عادة بحيث لاتميزها العين ، لان اختلاط النقاط المحبرة مع الفراغات البينية البيضاء يجعلها مندمجة مع بعضها وكأنها لون معين (شكل 10 – 2) . وعلى سبيل المثال ، تبدو الدرجات اللونية للون الاسود ، في المرتسمات التي يطبق فيها النمط اللوني المنقط ، متدرجة بين الرمادي الفاتح جداً الى الاسود تقريبا .

وللحصول على هذا التدرج يتم عادة وضع حجاب النمط اللوني المنقط بين الفلم الفوتوغرافي وعدسة الكاميرا . حيث يمر الضوء المنعكس من السطوح المتدرجة لونيا للمرتسم خلال الفتحات الموجودة في الحجاب مما يؤدي الى تكوين نقاط على الطبقة الحساسة للفلم ، ويختلف حجمها حسب كمية الضوء المنعكس والمار خلال فتحات الحجاب اي التعريض ، وكذلك نوع الحجاب . اما كثافة كل نقطة فتعتمد على طبيعة المستحلب الفوتوغرافي . ولذلك يستعمل مستحلب حساس متباين (Contnast emulsion) عند عمل فلم سالب من النمط المنقط لغرض تحضير صفيحة الطبع ، (لاحظ الشكل 10 – 9 أ) .



الشكل 10 – 9 أ استعمال حجب النمط المنقط (half tone) في طباعة الصور الفوتوغرافية

ان نظرية تكون هذه النقاط تعتمد على نظرية حُيود الضوء (Diffraction theory of light) ، وكذلك على مبدأ الظل وشبه الظل . فالشكل (10 – 9ب) يوضح الحدث في كاميرا النسخ ، حيث يوضع الحجاب المناسب امام الفلم الفوتوغرافي وعلى مقربة منه .وهكذا فأن الضوء المنعكس عن المرتسم الاصلي سوف يتوزع على النحو المبين في الشكل المذكور . اذ تتكون نقطة سوداء في الموقع (ب)على الفلم وحولها منطقة شبه الظل . وعند اشتداد الضوء تقل مساحة منطقة شبه الظل . وبعبارة اخرى ، فأن قطر النقطة (أ)يعتمد على كمية الضوء المنعكس عن الموقع المتناظر في المرتسم الاصلي . وهكذا فالسطح الناصح البياض في هذا المرتسم سوف يكوّن نقطا صغيرة شفافه على الفلم الفوتوغرافي السالب والتي ستصار الى نقط سوداء صغيرة ايضا على النسخة المطبوعة بحيث يبدو فيها ذلك السطح براقا ايضا . بينما تكوّن المناطق او السطوح الغامقة تماما في المرتسم الاصلي نقاطا كبيرة مع مسافات بينية صغيرة بيضاء . ولازالة تأثير هذه المسافات يمكن تعتيمها بواسطة محاليل خاصة . ولكن قد يكون ذلك من الامور الصعبة اذا كانت تلك المناطق معقدة .

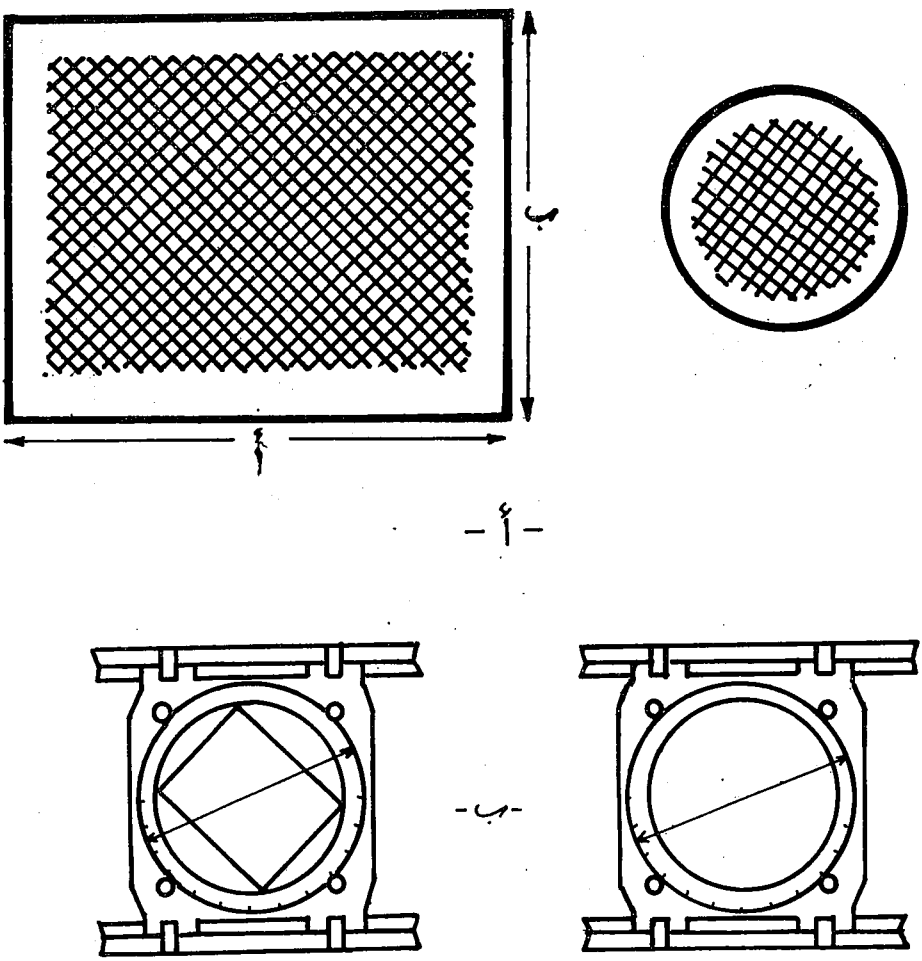


الشكل 10 – 9 ب مبدأ تكون نقاط النمط المنقط (half tone)

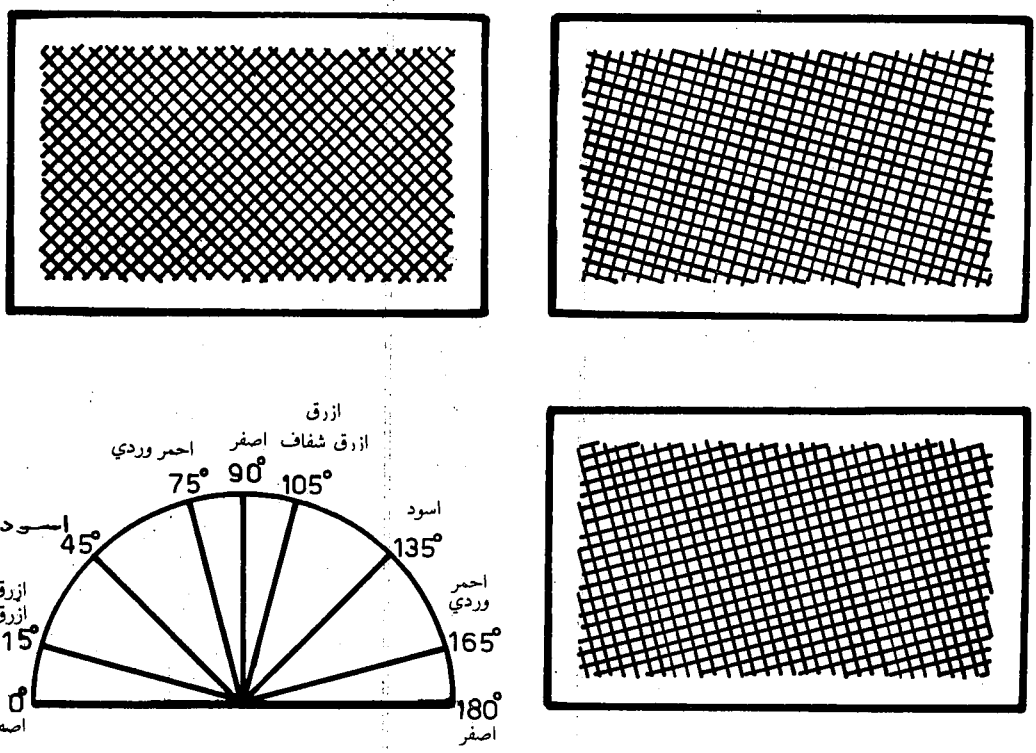
وتصنع حجب التلامس بموجب اصناف قياسية تتدرج كثافتها من (20 خط/سم) الى (150 خط/سم) . حيث يحتوي الحجاب الذي يضم (100 خط/سم) على (10000) نقطة في السنتمتر المربع . ويمكن قياس نسبة عدد النقاط في وحدة المساحة بواسطة جهاز مقياس الكهرو ضوئي – الكهربائي (Densitometer) ، (راجع الفقرة 10 – 3 هـ) . وفي عملية نسخ الخرائط يفضل استعمال حجاب الكاميرة ذي كثافة (50 خط/سم) بينما يفضل في حجب التلامس (60 – 120 خط/سم) . ويتم أنتخاب هذه الاصناف وفق طريقة الطبع المستعملة ، وسرعة ماكنة الطبع ، ونوعية ورق الطباعة . وفي السنين الاخيرة حلت حجب التلامس محل حجب النمط اللوني في الكاميرا لانها اقل كلفة وأسهل استعمالا . ولكن بالرغم من ذلك فأن حجب الكاميرا مهمة جدا وضرورية في مطابع الخرائط وغيرها . حيث تصنع الشركات حجبا زجاجية للكاميرات ، بعضها مستطيل الشكل يستعمل عادة لاغراض النمط اللوني المنقط في المرتسمات غير الملونة (لاحظ الشكل 10 – 10 ، والجدول 10 – 1) ، وبعضها الآخر دائريةالشكل تستعمل عادة لاغراض الطبع الملوّن وغير الملوّن . كما ويستعمل زوج من الحجب المستطيلة الشكل لاغراض الطبع الملوّن – ثلاثة الوان – توضع بزوايا مختلفة في كاميرة النسخ . اذ تبلغ زاوية خطوط الحاجب الاول 45 درجة بينما تكون زاوية الخطوط في الحاجب الثاني 15 درجة تصبح بعد قلبه 75 درجة (لاحظ الشكل (10 –11) . ويستعمل حجاب ثالث عند استعمال اربعة الوان بحيث تكون زاوية الخطوط 90 درجة .

وتستعمل عادة تصاميم بيانية عديدة حول وضع الحجب بالزوايا المناسبة ، وتتوفر هذه التصاميم لدى الشركات المنتجة للحجب . فقد تكون زاوية الحجاب الاول 45 درجة والثاني 75 درجة اما الحجاب الثالث فيوضع بزاوية 105 درجة . وعند ضرورة أستعمال حجاب رابع – يخصص الى اللون الفاتح – عندئذ يوضع بزاوية 90 درجة . ان الاهتمام بتوجيه هذه الحجب ضمن الزوايا المذكورة – التي تختلف عن بعضها البعض بنحو 30 درجة – ضروري جدا وذلك لتلافي تأثير ظلال الحجاب الشبكية (Moire effect) (راجع الفقرة 10 – 3جـ) . ان هذه الحجب باهضة الثمن وتتأثر بالظروف الجوية ، ولذلك ينبغي المحافظة عليها في مكان بارد وبوضع افقي ، ولا تعرض الى الشمس أو الحرارة . ويتأثر سطحها بالابخرة المتصاعدة من المواد الكيمياوية والحوامض . وعند

تنظيفها يستعمل الماء النقي وعند الضرورة يضاف اليه الصابون لازالة البقع الدهنية ، كما ويستعمل القماش الناعم لهذا الغرض . وينبغي عدم استعمال المواد الكحولية أو الايثر لاغراض التنظيف .



الشكل 10 – 10 حجب النمط المنقط الدائرية والمستطيلة
الشكل (أ) ، والحامل الخاص بهما في ظهر الكاميرا



الشكل 10 – 11 أستعمال الحجب Screen في فصل اربعة الوان ووضعها بزوايا محددة لكل لون ، وقد يتغير هذا الوضع عند فصل الالوان الثلاثة الرئيسية فقط ، وحسب صامم جداول الالوان التي تعدها المعاهد والمطابع الخاصة بأنتاج الخرائط .

جدول (10 – 1) احجام الحجب القياسية وكثافتها حسب الاصناف (KLIMSCH) .

الحجم أ × ب (سم)	نقطة/سم²	خط/سم	نقطة/سم²	خط/سم
13×18	4900	70	400	20
18×24	6400	80	625	25
24×30	10000	100	784	28
27×32			900	30
30×40			1156	34
35×45			1600	40
40×50			1936	44
50×60			2304	48
60×70			2916	54
60×80			3600	60

جـ – فصل الالوان (Colour separation)

ان طريقة نسخ الخرائط بالالوان لا تختلف كثيرا عن طريقة نسخ الخرائط الاحادية اللون ، سوى أستعمال الوان عديدة في الطريقة الاولى ، ولذلك تعتبر اعلى كلفة من الطريقة الثانية . وتوجد طريقتين أساسيتين في نسخ الخرائط الملونة وهما :

1 – طباعة اللون الثابت (Flat colour) ،

2 – طباعة الالوان المركبة[1] (Colour Process) .

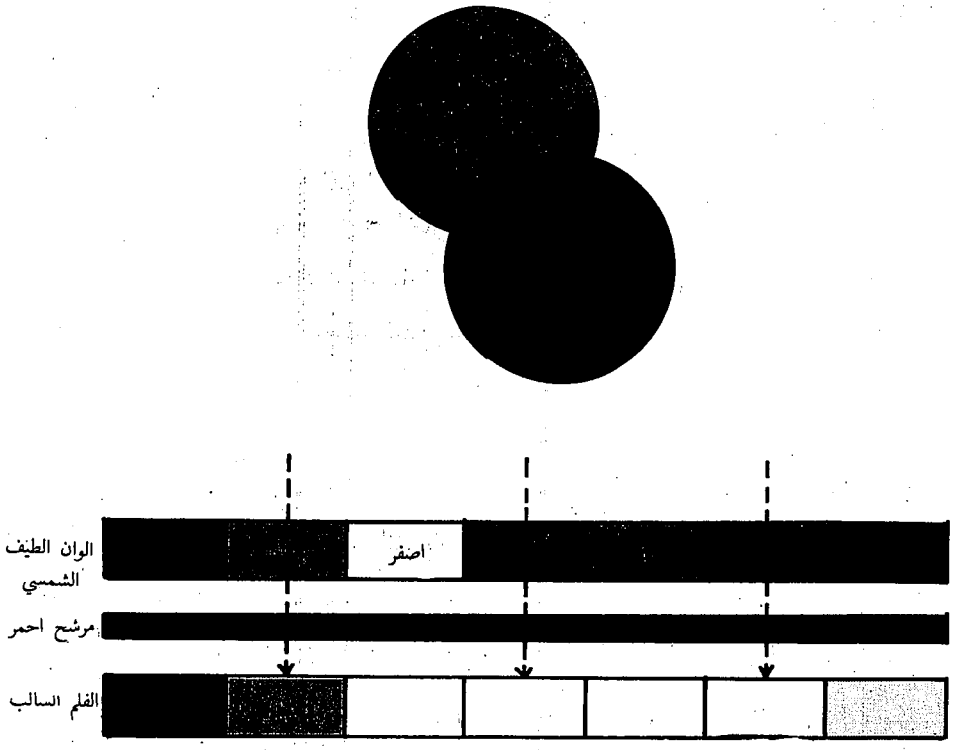
حيث يحتاج كل لون الى لوحة طبع مستقلة في الطريقة الاولى غالبا ، بينما تطبع الالوان المختلفة في الطريقة الثانية من ثلاث او اربع لوحات فقط .اذ تطبع الالوان الرئيسية (الاصفر، الاحمر ، الازرق)اضافة الى اللون الاسود او البني . وتستخدم طباعة الالوان المركبة على نطاق واسع في نسخ الرسوم والصوّر الملوّنة في المطبوعات المختلفة ، وقلما تستعمل في نسخ الخرائط . وعلى الرغم من ذلك ، فأنه يتوقع استعمال طباعة الالوان المركبة على نطاق واسع في المستقبل ، وخاصة بعد التطور الحاصل في المرشحات والحجب والافلام الفوتوغرافية ومكائن الطباعة .

ان طريقة طبع الالوان المركبة تعتمد على مبادئ التلوين المعروفة ، حيث يمكن الحصول على كافة الالوان من مزج نسب مختلفة من الالوان الرئيسية . وللحصول على ذلك فأن النسخة الاصلية الملونة للخارطة او اي مرتسم ملون آخر تصوّر بواسطة الكاميرا ثلاث مرات غالباً وبأستعمال مرشحات (Filters) مختلفة ومناسبة مع حجب النمط المنقط (Halftone screens) . وهكذا تبدو سطوح صفائح الطبع المحضرة من الافلام السالبة الثلاثة متباينّة بدرجة كثافة التنقيط حسب الدرجات اللونية المختلفة للمرتسم الاصلي (راجع الفقرة 3 – ب) . وعند نسخ المطبوعات الملونة من هذه الصفائح ، يحصل اندماج بين الاحبار الشفافة وبنسب مختلفة ، والتي تمثلها النقاط ، وهكذا تولد الوان المرتسم الاصلي من جديد على النسخ المطبوعة .

---

(1) فضلنا ترجمة المعنى بدلاً من الترجمة الحرفية .

وتركب المرشحات الخاصة بفصل الالوان في عدسة الكاميرا . وهي مصنوعة من الزجاج او مواد اخرى ، وظيفتها فصل لون أو ألوان معينة وتسجيلها فوتوغرافيا على الفلم السالب في الكاميرا . ونظرا لاختلاف اطوال امواج الوان الطيف الشمسي ، فأن المرشح الاحادي اللون (Monochrome) سوف يمتص جميع الاطوال الموجيّة عدا تلك الاطوال الخاصة بلونه . ومن المعروف وجود موجات متقاربة في الطول وكذلك وجود الوان مركبة ثانوية ، كاللون البرتقالي والبنفسجي وغيرها ، فأن المرشح الاحادي اللون سوف يسمح جزئيا بمرور الموجات القريبة بالطول ايضا . وعليه ينبغي اصلاح الافلام السالبة للحصول على لون واحد نقي عند فصل الالوان . ويمكن اشتقاق الالوان المختلفة من مزج الالوان الرئيسية (الاصفر ، الاحمر ، الازرق) . فعند تصوير المرتسم الاصلي الملون وأستعمال المرشح الاخضر مثلا ، فأن هذا المرشح سوف يسمح بمرور اللونين الاصفر والازرق بالاضافة الى الالوان المحصورة بينهما فقط . بيّنما يمرر المرشح الاحمر اللونين الاحمر وبقية الالوان التي يدخل في تركيبها ، كالبنفسجي والارجواني واليرتقالي وغيرها ، ويترك آثار ذلك على الفلم السالب الحساس في الكاميرا (كما في الشكل 10 – 12) .



الشكل 10 – 12 فصل الالوان

وهكذا بالنسبة للمرشح الازرق . وعند استخدام صفائح الطبع الثلاث والمحضرة من الافلام السالبة التي يمثل كل واحد منها لونا أساسيا ، فأن الوان المرتسم الاصلي سيعاد تركيبها من جديد على النسخة المطبوعة[1] . وتكمن صعوبة طبع الخرائط الملونة بأستعمال طريقة الالوان المركبة في عدم دقة الخطوط الرفيعة نتيجة لاستخدام حجب النمط المنقط (Halftone) ، اذ ينبغي طبع التفاصيل السوداء – كالخطوط والكتابة – في الخرائط الملونة ثلاث مرات ، مرة بأستعمال الحبر الاصفر ، واخرى بالحبر الاحمر والثالثة بالحبر الازرق ، حيث يعطي مزيج هذه الالوان اللون الاسود لتلك التفاصيل .

ففي مزيج من الوان الاسقاط[2] ، يمكن تحضير اي لون نظريا من مزج الوان الاسقاط الاولية[3] ، التي يساوي كل واحد اللون الابيض مطروحا منه أحد الالوان الاولية الاضافية[4] . فالازرق الشفاف يساوي اللون الابيض مطروحا منه اللون الاحمر ، والوردي يساوي اللون الابيض مطروحا منه اللون الاخضر . اما الاصفر فيساوي اللون الابيض مطروحاً منه اللون الازرق . وعند فصل اللون الاسود يستعمل المرشح الاصفر . ولذلك يصار الى تكوين ثلاث صور سالبة مع صورة رابعة للون الاسود في عملية التصوير الفوتوغرافي ، تكون مكافئة للخصائص اللونية للمرتسم الاصلي . فعند تصوير مرتسم ذي ألوان عديدة على فلم بانكروماتي (Panchromatic Film) ومن خلال مرشح ازرق ، فان الفلم السالب سوف يسجل الضوء الازرق المنعكس عن المرتسم الملون ، ثم يحول هذا الفلم الى صورة موجبة على صفيحة الطبع التي تطبع اللون الاصفر (لاحظ الشكل 10 – 13) .

وبصورة مماثلة ينتج مرشح الضوء الاخضر الفلم السالب الخاص باللون الوردي . وينتج المرشح الاحمر الفلم السالب الخاص باللون الازرق الشفاف . وعند طباعة اللون الاخير (الازرق الشفاف)فوق اللون الاصفر فسوف يتولد من مزجهما اللون الاخضر ذلك لان اللون الاصفر سيمتص اللوّن الازرق ، بينما يقوم الازرق الشفاف بأمتصاص اللون الاحمر .

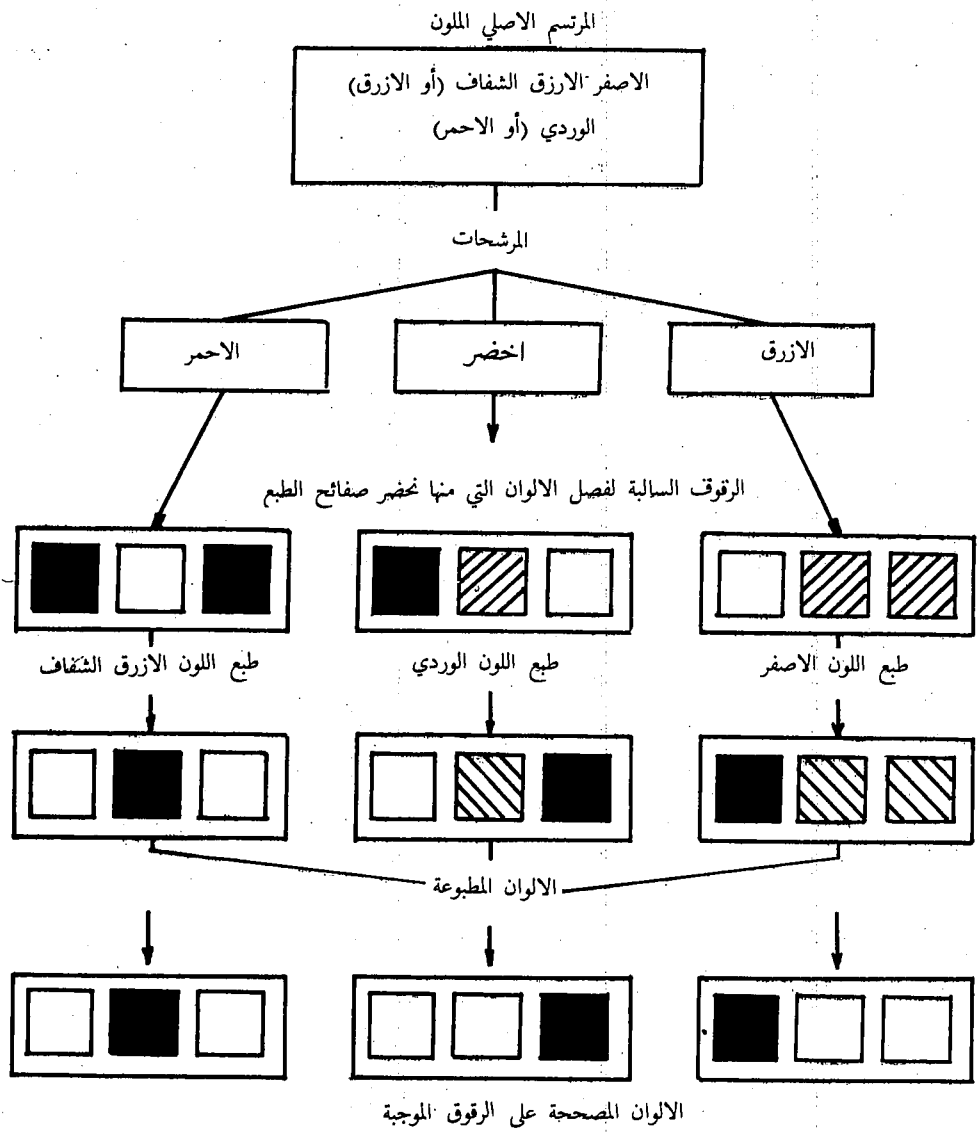
---

(1) عند طبع الخرائط الملونة بطريقة الالوان المركبة تستعمل صفيحة طبع رابعة ، تتعلق بالخطوط والكتابة وغيرها من الاشارات التي تطبع باللون الاسود او الرمادي .

(2) لون اسقاطي Subtructive : ينتج باسقاط بعض الوان اللون الابيض .

(3) ألوان الاسقاط الاولية Primary subtructive : الازرق الشفاف ، الوردي ، والاصفر .

(4) الالوان الاولية الاضافية Additive : الاحمر ، الاخضر ، والازرق



الشكل 10 – 13 مبدأ فصل الالوان فوتوغرافياً والتصحيح

ونظرا لاختلاف كثافة النمط المنقط للالوان بالنسبة الى اختلاف تشبع الالوان (Colour saturation) في النسخ الاصلية الملونة ، لذلك يتوقع انتاج اي لون من الالوان ضمن حدود طريقة الطباعة . ولكنه من المألوف ان الحبر الاحمر مثلا لا يكافئ الضوء الاحمر ، على الرغم من ان المرشحات المستعملة في عملية فصل الالوان الفوتوغرافية قريبة جدا من النقاوة الطيفية (Spectral purity) ، اي قابليتها على امتصاص جميع الاطوال الموجيّة عدا تلك الاطوال التي تعود الى الوانها الخاصة .

ان فصل الالوان ليست عملية ميكانيكية فحسب بل هي عملية فوتوغرافية ايضا . وهناك بعض المشاكل الفنية التي ترافق عملية فصل الالوان في الكاميرا وهي :

1 – طول فترة التعرض للضوء وعدم السيطرة عليها .

2 – التعقيد الذي يكتنف منهاج فترة التعرض للضوء .

3 – عدم كفاية توزيع الالوان للمناطق المضيئة والمظللة في المرتسم الاصلي .

4 – صعوبة عملية فصل الالوان ، نظرا لاحتوائها على مراحل عديدة .

ولذلك ينبغي دراسة مواصفات كاميرات النسخ بعناية قبل شرائها للتحقيق من قابلية اجهزتها المختلفة في تقليل او ازالة آثار المشاكل المذكورة اعلاه .

ولقد وجد من الناحية العملية ، انه لا يمكن فصل لون واحد بصورة نقية بواسطة عملية تعريض (Exposure) واحدة ، ولذلك ينبغي استخدام احدى هذه الطرق الآتية التي يمكن بواسطتها تحضير افلام فصل الالوان بصورة دقيقة .

1 – تحضير افلام سالبة وتصحيحها يدويا .

2 – التصليح الفوتوغرافي للافلام السالبة بواسطة القناع المعادل(Compensating mask) .

3 – التصليح الفوتوغرافي للافلام السالبة بواسطة المسح الالكتروني (Electronic scanning) .

ان الاشياء التي يجب ان تكافئ او تُعادَلْ – في الطريقة الثانية – هي تلك الاجزاء الرمادية في الفلم السالب بعد اجراء فصل الالوان بالكاميرا . لان الهدف هو الحصول على افلام موجبة شفافة (Diapositive) تحتوي على النمط المنقط وتكون فيها التفاصيل (النقاط) سوداء تماما وليست رمادية . وعلى الرغم من ان هذه الطرق ليست معقدة ،

لكنها تتطلب الكثير من المهارة العملية التي لا تهم عالم الخرائط مباشرة بقدر ما تتعلق بأهتمام المصوّرالفوتوغرافي والمختص بعملية الطباعة . ويمكن الرجوع الى كتب فصل الالوان لمعرفة تفاصيلها الدقيقة .

وعند عدم وضع الخطوط المتوازية للحجب Screens بالزاوية المناسبة عند عملية التصوير بأستخدام المرشحات ، فسوف تنشأ ظلال الحجاب الشبكية في النسخة المطبوعة التي تسمى (Moire effect) . ولمعالجة هذا التأثير ينبغي تدوير الحجب التي تقع امام الفلم السالب في كاميرة التصوير حسب زوايا معينة وعند كل عملية تعريض لفصل الالوان المختلفة .وكذلك يمكن التخلص من تأثير ظلال الحجاب الشبكية بأستعمال آلة خاصة تدعى (Variomat)[1].

حيث توضع امام عدسة الكاميرا ، عند تصوير المرتسمات الحاوية على النمط المنقط (Halftone) . فعند طبع الصور الاحادية اللون (عادة اللون الاسود والتدرجات الرمادية في الصورة) تكون زاوية وضع الحجاب 45 درجة عن المستوى الافقي ، حيث يكون مقدار التشويش الحاصل نتيجة لظلال الحجاب في الصورة اقل ما يكون عند هذه الزاوية . بينما في طباعة الصور الملونة ، يجب فصل الالوان على اساس الزوايا التالية : اذ تستعمل زاوية 45 درجة للون الاسود – كما ذكر سابقا– وزاوية 75 درجة للون الوردي (Magenta) (أو الاحمر) ، وزاوية 90 درجة للون الاصفر ، اما فصل اللوّن الازرق الشفاف (Cyan) او الازرق ، فيكون بزاوية 105 درجة ، لاحظ الشكل (10 – 11) . ولغرض الحصول على هذه الزوايا ينبغي تدوير الحجاب الذي يكون على شكل لوح زجاجي دائري عند كل عملية تعريض . أو استخدام حجب ذات زوايا مختلفة حسب المقادير المذكورة اعلاه . وكذلك استعمال حجب التلامس المستطيلة الشكل ، سواء في الكاميرا او في جهاز الطبع بالتلامس او اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء . ونتيجة لانخفاض اثمان حجب التلامس فأن استعمالها يكون أكثر انتشارا من الانواع الاخرى .

---

(1) (Variomat) تصنع من قبل شركة كليمش (KLIMSCH) وتستخدم لاغراض اخرى ، راجع الفقرة 10 – 3هـ .

ويحدث احيانا – عند طبع المرتسمات الملونة – عدم تداخل الالوان الرئيسية لغرض تكوين اللون المطلوب ، وعلى سبيل المثال ، عدم انطباق اللون الاصفر – لاي جزء من المرتسم الملون – مع اللون الازرق لتكوين اللون الاخضر المطلوب ، بل يحصل انحراف في الوان بعض تفاصيل المرتسم . وللتغلب على هذه الظاهرة ينبغي معالجة علامات المطابقة في مكائن الطبع والمؤشرة في لوحات الطبع ايضا .

د – تركيب الالوان (Colour Combination)

ان عملية فصل الالوان المبينة في الفقرة السابقة تبنى على أساس أستعمال المرشحات وحجب النمط المنقط (Halftone) في الكاميرات ، وذلك لغرض نسخ الصور الفوتوغرافية الملونة . بينما تستخدم طريقة تركيب الالوان في طباعة الخرائط الملونة ، مثل خرائط التربة والجيولوجيا وغيرها .

ان ألوان الخرائط وغيرها من المرتسمات الملونة تعزى الى استخدام احبار ملونة مختلفة لكل دورة (Run) مستقلة من دورات ماكنة الطباعة .[1] . ويحتاج كل لون عادة الى اعداد نسخة او نسختين من الخارطة ، تعد وفق طريقة معينة ، وتعهد الى عامل المطبعة . فالخرائط باللونين تعني وجود نسختين مختلفتين من المرتسم ، احداهما لطبع اللون الاسود والاخرى لطبع اللون الثاني . وقد يستعاض عن اللون الاسود بلون آخر ايضا . وتتضمن الخرائط الثلاثية الالوان على اللون الاسود مع لونين آخرين . اما الخرائط الرباعية الالوان فتتضمن الالوان الاساسية غالبا ، وهي الاصفر والاحمر والازرق ، اضافة الى استخدام اللون الاسود . ومن الناحية النظرية يمكن تحضير كل درجة لونية (Hue) من خلط نسب معينة من الالوان الرئيسية . وفي طباعة الالوان يتم هذا الخلط نتيجة الى دورات متعاقبة لماكنة الطبع ، اما نسب الالوان فيمكن التحكم بها عن طريق أستخدام حجب النمط المخطط (Line – Screens) ،التي تختلف مواصفاتها حسب الطريقة المتبعة .(لاحظ الجدول 10–2) . ولغرض توضيح عملية تركيب الالوان نبين فيما يلي الطريقة الهولندية المستعملة في طباعة الخرائط العلمية الملونة .

---

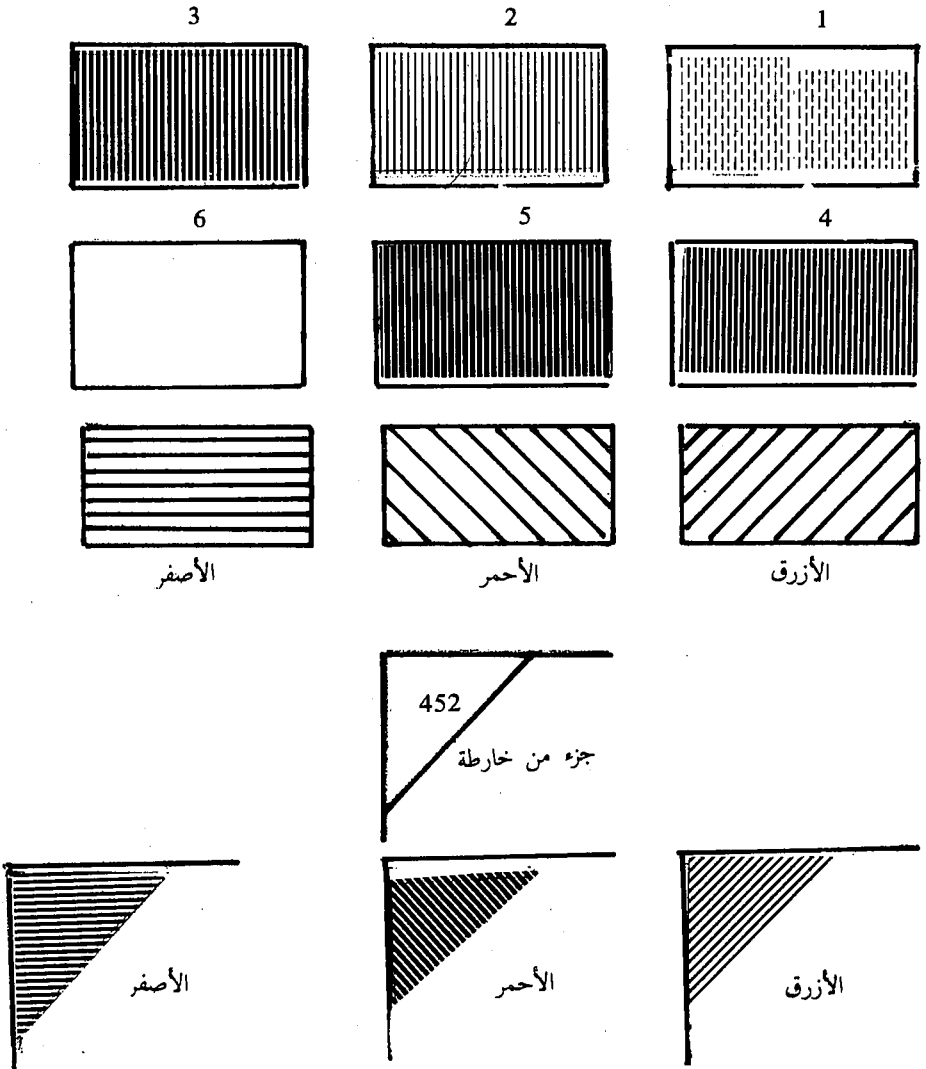
(1) دورة ماكنة الطباعة (Press run) . تعني قيام الماكنة بطبع لون واحد خلال الدورة الواحدة .

تكون الخطوط المتوازية في الحجب المستعملة في الخرائط الملونة المطبوعة وفق هذه الطريقة بأتجاهات مختلفة حسب نوعية اللون الرئيسي المستعمل . حيث تكون الخطوط أفقية للون الأصفر بينما تكون مائلة للونين الأحمر والأزرق كما أن أتجاه الميل مختلف لهذين اللونين (لاحظ الشكل 10– 14) اذ يوضح الشكل المذكور ازدياد سمك الخطوط للحجاب كلما زادت النسبة المئوية له ، وعندما تبلغ النسبة المذكورة أقصاها يكون الحجاب عندئذ مصمتاً (Solid) . ويساعد هذا الأختلاف في سمك الخطوط على تمييز الألوان وتدرج شدتها . أن نمط الخطوط في الحجاب الأول يختلف عنه في الحجب الأخرى ، حيث تكون الخطوط متقطعة وفق نمط معين . كما أن الحجاب السادس خال من هذه الأنماط اذ يكون اللون المطبوع بواسطته متجانسا تماما .

جدول 10– 2 : مواصفات حجب النمط المخطط حسب الطريقة الهولندية لتركيب الألوان[1] .

رقم الحجاب	النسبة المئوية	عدد الخطوط/سم
1	13.3	31. 0
2	31.3	31.0
3	51.8	19.5
4	65.4	18.0
5	75.5	15.0
6	100	(مصمت)

(1)تعني النسبة المئوية نسبة المساحة الملونة . ويبين الجدول المذكور وجود ست درجات لونية مختلفة ولكل لون اساسي والتي تمثلها الحجب الستة . فالحجاب الأول يمثل الدرجة التي يكون فيها اللون فاتحا بينما يمثل الحجاب السادس ثلثي درجة الأشباع القصوى (Full saturation) لذلك اللون . (عدد الخطوط تقريبي) .



الشكل 10 – 14 أنماط الحجب الستة المستعملة في الطريقة الهولندية لتركيب **الألوان** في الخرائط (أ) أتجاه الخطوط في الحجب الستة حسب الألوان الرئيسية عند لصقها على نسخ الخارطة الأصلية الثلاثة ، الدليل الأزرق (ب) مثال حول كيفية تركيب الألوان لجزء من خارطة ملونة حسب أرقامها في جدول مقياس الألوان المستعمل في الطريقة الهولندية (جـ) ، لصق الحجب (رقم 4 ، 5 ، 2) على ثلاث نسخ من الدليل الأزرق للخارطة الأصلية .

وتقوم معاهد صنع الخرائط المتقدمة بأعداد مقاييس تتضمن درجات لونية مختلفة (Colour scale) ، بحيث يتمكن صانع الخرائط الملونة أختيار الألوان المناسبة من هذه المقاييس عند قيامه بتصميم الألوان وفق الغرض المنشود من الخريطة . أن عدد الدرجات اللونية في هذه المقاييس يختلف من نظام الى اخر ، فالنظام الهولندي لتركيب الألوان يتضمن 196 درجة لونية مركبة ، ويجري ترقيم هذه الدرجات بأرقام تتكون من ثلاث مراتب عددية (راجع ملحق التمارين التطبيقية تلوين الخرائط) حيث يشير العدد الأول من اليسار الى اللون الأصفر ، بينما يمثل العدد الثاني اللون الأحمر . اما العدد الثالث فأنه يمثل اللون الأزرق ، وتدل هذه الأعداد الثلاثة على رقم الحجاب أي الدرجة اللونية التي تمثل ذلك اللون الرئيسي . وتستطيع معاهد صنع الخرائط من تحضير حجب النمط المخطط لأغراض عملية تركيب الألوان بالوسائل الفوتوغرافية أو الحصول عليها جاهزة من الشركات العديدة التي تنتجها . وقبل عملية الطبع تقاس النسبة المئوية لكثافة حجب النمط المخطط بواسطة المجهر . ثم تقارن كثافة خطوطها مع قياسات الأنعكاس للنسخ المطبوعة بواسطة مقياس الكثافة العاكس (Reflection densitometer) المستعمل في التصوير الفوتوغرافي . وتتضمن عملية أعداد المرتسمات الأصلية حول تركيب ألوان الخارطة الملونة أو غيرها على ثلاث مراحل وهي :

(أ) – تحضير أفلام الأنسلاخ (Stripping films) لحجب تركيب الألوان .

(ب) – تحضير أفلام الدليل الأزرق للمرتسم الأصلي للخارطة ولصق أفلام الأنسلاخ عليها .

(جـ) – أختبار الألوان المركبة .

تطبع الأفلام السالبة لحجب النمط المخطط المستعملة في طريقة تركيب الألوان على أفلام الأنسلاخ الحساسة بواسطة جهاز طبع الصور بالتلامس ، (Contact printing) . وبعد تظهير أفلام الأنسلاخ وتجفيفها تطلى بشمع البارافين مخلوطا بشمع تجاري [1] لتكون جاهزة للأستعمال .

---

(1) Flexo wax light C

أما تحضير أفلام الدليل الأزرق للمرتسم الأصلي للخارطة فيتم بأستعمال أفلام شفافة مطلية بمواد ديازوية (Diazo) حساسة . حيث توضع النسخة الأصلية للخارطة المرسومة على صفائح اللدائن فوق هذه الأفلام وتوضع في أطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ثم تعرض الى الضوء الكاربوني أو مصابيح بخار الزئبق . وبعد ذلك تتم عملية التظهير بواسطة غاز الأمونيا . وعندئذ يمكن مشاهدة تفاصيل الخارطة مرسومة بلون أزرق فاتح ومن خصائصه أنه لا يظهر على صفائح الطبع .

وتحضر عادة ثلاث نسخ من هذا الدليل لأجل تركيب الدرجات اللونية المختلفة للألوان الرئيسية (الأصفر ، الأحمر ، الأزرق) وحسب الطريقة الأتية :

قبل المباشرة بتركيب الوان الخارطة المبينة في الشكل (10– 14) . ينبغي أنتخاب الدرجات اللونية المناسبة من جداول مقاييس الألوان . اذ يختار الرسام على سبيل المثال بعض الألوان الممثلة بالأرقام الآتية : (452 ، 204 ، 602 ، 620) ولغرض تركيب الألوان الرئيسية للرقم (452) يحتاج الى فلم الأنسلاخ الخاص بالحجاب الرابع لأجل طبع اللون الأصفر ، وكذلك تناول الحجاب الخامس الخاص باللون الأحمر ، اما الحجاب الثاني فيتعلق باللون الأزرق (لاحظ الشكل السابق) ويجب أن ينتبه الرسام الى أتجاه خطوط الحجب المذكورة وفق طبيعة الألوان الرئيسية كما ذكر أعلاه ، ومن الملاحظ أن الأرقام الثلاثة الأخيرة تتضمن العدد صفر ، أي عدم وجود ذلك اللون الرئيسي في الدرجة اللونية المختارة وهذا يعني غياب اللون الأحمر في الرقم الثاني والثالث ، وخلو الدرجة اللونية الممثلة بالرقم الرابع من اللون الأزرق

ومن الناحية العملية يقوم الرسام بوضع فلم الأنسلاخ الخاص بذلك الحجاب فوق المنطقة المخصصة له في الدليل . ثم يقوم بقص أطراف الفلم على أمتداد حدود المنطقة مستعينا بطرف السكين . وبعد الأنتهاء من لصق أفلام الأنسلاخ الخاصة بالحجب المطلوبة وفق أرقام الدرجات اللونية المختارة تصبح النسخ الثلاث من الدليل الأزرق جاهزة للطبع على صفائح الزنك . اما التفاصيل الأخرى المتعلقة بالمساحات غير الملونة فيخصص لها صفيحة رابعة أضافة الى الصفائح الأخرى المذكورة .

وقبل المباشرة بطبع الدليل الأزرق الذي لصقت عليه أفلام الأنسلاخ الخاصة بالألوان الرئيسية الثلاثة على صفائح الطبع ينبغي أختبار الألوان المركبة لهذه الأدلة . اذ قد

تحصل بعض الأخطاء نتيجة الى عدم أستعمال الحجاب المناسب ووضعه بالأتجاه الصحيح وفق اللون المطلوب . وتستعمل لعملية أختبار الألوان المركبة أفلام خاصة من اللدائن تطلى بمادة كروم الديازو وذات لون أزرق شفاف (Diazo chrome cyan) . اذ يوضع الدليل الذي لصقت عليه أفلام الأنسلاخ الخاصة باللون الأصفر فوق نسخة من هذه الأفلام وتوضع سوية في أطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء . وبعد تعريضها للضوء تجري عملية تظهيرها بواسطة بخار الأمونيا . وهكذا تبدو المناطق الملونة باللون الأصفر واضحة على هذه الأفلام وبدرجات لونية متفاوته وفق الحجب المستعملة . وتطبق نفس العملية على دليل اللون الأحمر والأزرق ثم توضع الأفلام الديازوية الثلاثة التي تمثل الألوان الرئيسية فوق بعضها البعض وذلك لتدقيق الدرجات اللونية كافة وخاصة الألوان المركبة .

هـ – بعض الأجهزة الضرورية في الطباعة .

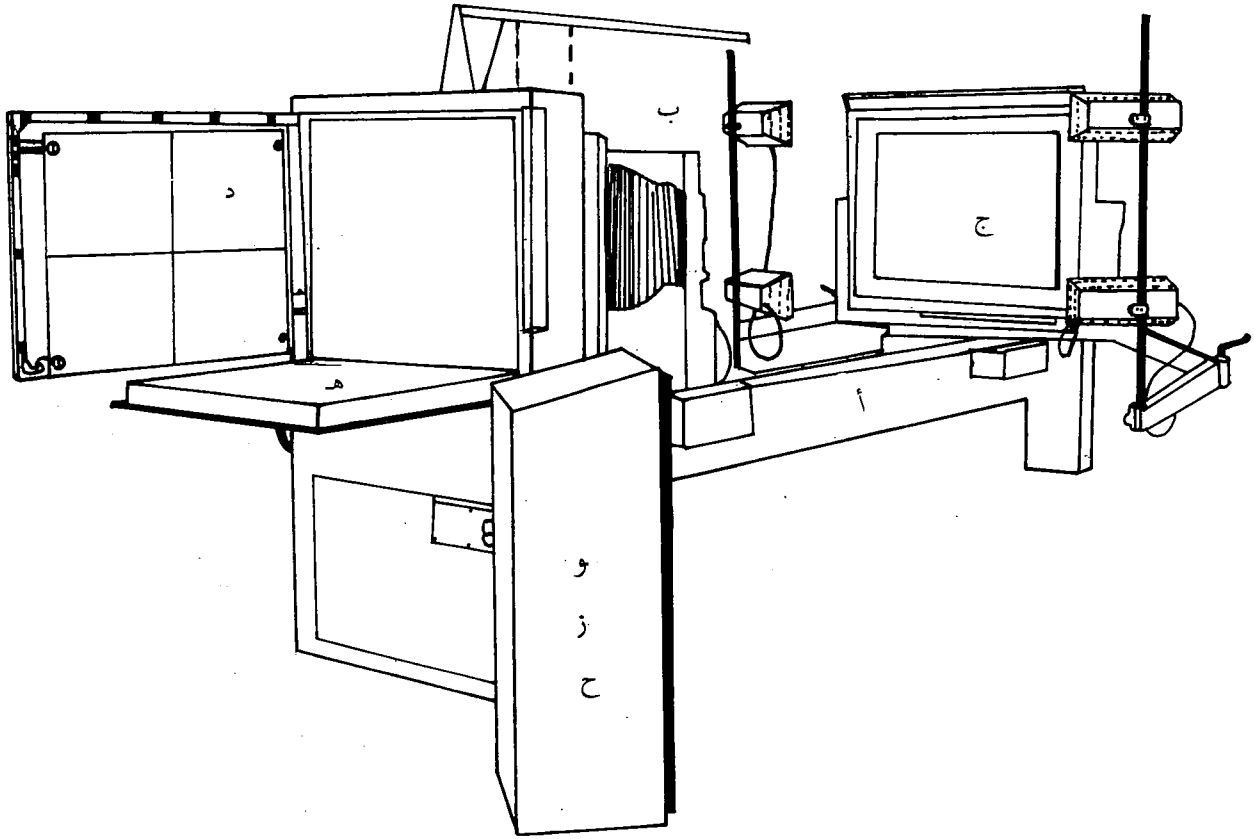
(1) الكاميرا (Camera) .

هناك أنواع كثيرة من الكاميرات التي تستعمل في تصوير الخرائط وغيرها من المرتسمات والصور الفوتوغرافية ، ومن الممكن تقسيمها الى مجموعتين :

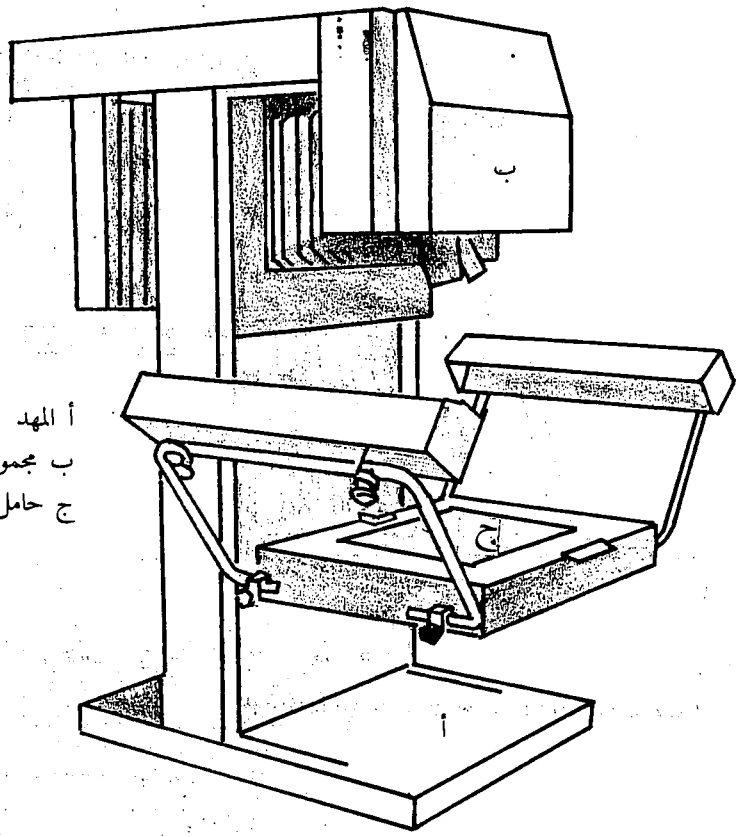
(1) كاميرات الغرفة المظلمة (Dark room cameras) .

(2) كاميرات الغرفتين (Two rooms cameras) .

وتنقسم المجموعة الأولى بدورها الى نوعين مختلفين : أ – الكاميرات الأفقية (الشكل 10– 15) ، ب – الكاميرات العمودية (الشكل 10– 16) . وتمتاز الأخيرة في أحتياجها الى مكان اقل كثيرا عما تحتاج اليه الكاميرات الأفقية . اما كاميرات المجموعة الثانية فأن جسمها ينقسم الى جزئين بواسطة جدار فاصل بحيث تقع مؤخرة الكاميرا وأجهزة التحكم في غرفة تمكن المصور من تشغيل الكاميرا منها . ويقع حامل النسخة المطلوب تصويرها والمصابيح الكربونية في الغرفة المجاورة . ولا تحتاج هذه الكاميرات الى وجود تصميم معين لأستدارة حامل النسخة . وذلك لأن حامل الفلم السالب لا يمكن تحريكه على محور شاقولي كما يحدث في كاميرات المجموعة الأولى . وللحصول على صور أعتيادية فأن وجود مرآة عاكسة مزدوجة امام عدسة الكاميرا يصبح ضروريا . حيث يمكن ضبط حركة هذه المراة من لوحة التحكم ايضا .



الشكل 10 – 15 كاميرا الغرفة المظلمة ، راجع الفقرة 10 – 3هـ حول أجزائها .



أ المهد
ب مجموعة حامل العدسة
ج حامل النسخة الأصلية

الشكل 10– 16 كاميرا عمودية

وينبغي عند أنتخاب وشراء الكاميرات لغرض نسخ الخرائط مراعاة الشروط الأتية :

(أ) طبيعة العمل ، سواء كان لتصوير الخرائط اوالصور الفوتوغرافية ، فصل الألوان ، الخ .

(ب) توفير المكان المناسب لنصب وتشغيل الكاميرا .

(جـ) حجم النسخ المصورة والأفلام والصفائح .

(د) مدى تكبير المرتسمات وتصغير مقاييسها .

(هـ) الحد الأقصى لأبعاد الفلم السالب المطلوب .

وتختلف الكاميرات فيما بينها بالنسبة الى حجم الفلم السالب ايضا ، والذي يتراوح من (60 × 60سم) الى (125 × 150سم) . ويعتمد مقدار تكبير وتصغير المقياس بصورة اساسية على مقدار البعد البؤري للعدسة (ب) وعلاقته بالمسافة المحصورة بين الشيء المصور وعدسة الكاميرا (س) ، والمسافة المحصورة بين العدسة والصورة ، أي الفلم السالب (ص) ، ويمكن التعبير عن هذه العلاقة بالمعادلة الأتية :

$$\frac{1}{\text{ب}} = \frac{1}{\text{س}} + \frac{1}{\text{ص}}$$

وتدعو الحاجة الى الكاميرا عندما تكون الخارطة الأساسية مرسومة على مواد غير شفافة (Opaque) ، وبمقياس اكبر من المقياس المطلوب للنشر ، وهكذا يمكن تحويل تفاصيل الخارطة الأصلية الى مواد شفافة وبالمقياس المطلوب ، لان ذلك ضروري لجميع العمليات التي تمر بها الخريطة لغاية تحضير صفائح الطبع . وتستعمل الكاميرا للأغراض الأتية :

(أ) تصغير مقياس الخرائط الأساسية (Base maps) .

(ب) فصل الألوان .

(جـ) تصوير الصور الجوية (الموزائيك) .

(د) تكبير مقياس الصور الجوية .

(هـ) تقويم الأنحرافات (Rectification of deformations) في الصور .

وتتكون الكاميرا من الأجزاء الرئيسية الأتية : (لاحظ الشكل 10– 15) :

(أ) مهد الكاميرا (Camera bed) :

وهو عبارة عن تركيب فولاذي يستخدم لحامل العدسة وحامل النسخة المطلوب تصويرها .

(ب) مجموعة حامل العدسة (Lens holder assembly) :

وتستعمل لتكييف العدسة القياسية وتتضمن بالأضافة الى العدسة مخروط العدسة ، والمغلق الكهربائي ، ونظام المرايا (Mirror system) .

(جـ) حامل النسخة (Copy holder) :

وهو عبارة عن أطار ذي غطاء زجاجي قابل للتفريغ من الهواء لغرض المحافظة على نسخة المرتسم مستقيمة أثناء التصوير . ويمكن ضبط تمركز الصورة في حاملها من لوحة مفاتيح التحكم (Control panel) الموجودة في مؤخرة الكاميرا . كما ويمكن تحريك الحامل جانبيا لتأمين صورة أعتيادية لتفاصيل المرتسم المصور على الفلم السالب . وتوضع على جانبي الحامل زوج من المصابيح الكاربونية .

(د) اللوح الزجاجي ذو التسطير التربيعي (Square ruled glass) :

يستعمل هذا اللوح المثبت في مؤخرة الكاميرا لأجل التحقق من المقياس المطلوب للفلم السالب بالأضافة الى أجراء التقويم في الأنحرافات الحاصلة في شكل وحجم الصورة التي يمكن مشاهدتها على اللوح الزجاجي .

(هـ) حامل الفلم القابل للتفريغ من الهواء (Vacuum film holder) :

يثبت حامل الفلم في مؤخرة الكاميرا بوضع عمودي أو إفقي ويمكن تفريغ الهواء منه وذلك لضمان أستقامة الفلم السالب . أن أشتعال المصابيح الكاربونية المستمر أحيانا يحتم ضرورة رفع حامل الفلم الى غرفة التظهير لأستخراج الفلم ووضع فلم جديد ، ولذلك يحبذ الأحتفاظ بعدد منها في غرفة التصوير .

(و) جهاز التحكم الألكتروني الرقمي (Digital electronic control) :

يتحكم هذا الجهاز بالتنظيم البؤري لعدسات الكاميرا وحساب نسبة تكبير أو تصغير مقاييس المرتسمات المصورة .

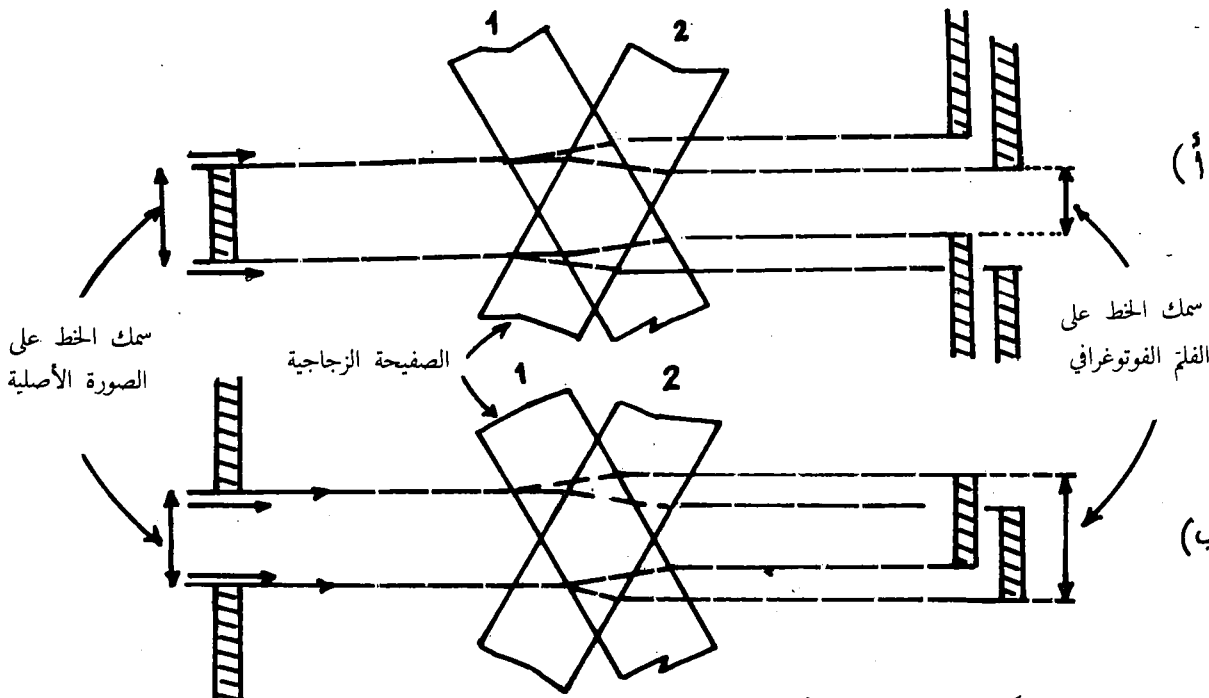
(ز) جهاز التحكم (بمدة) التعريض (Exposure control) :

أن حساب مدة التعريض للضوء بواسطة هذه الأجهزة قد تكون بصورة ذاتية أو يدوية وحسب نوع الكاميرا .

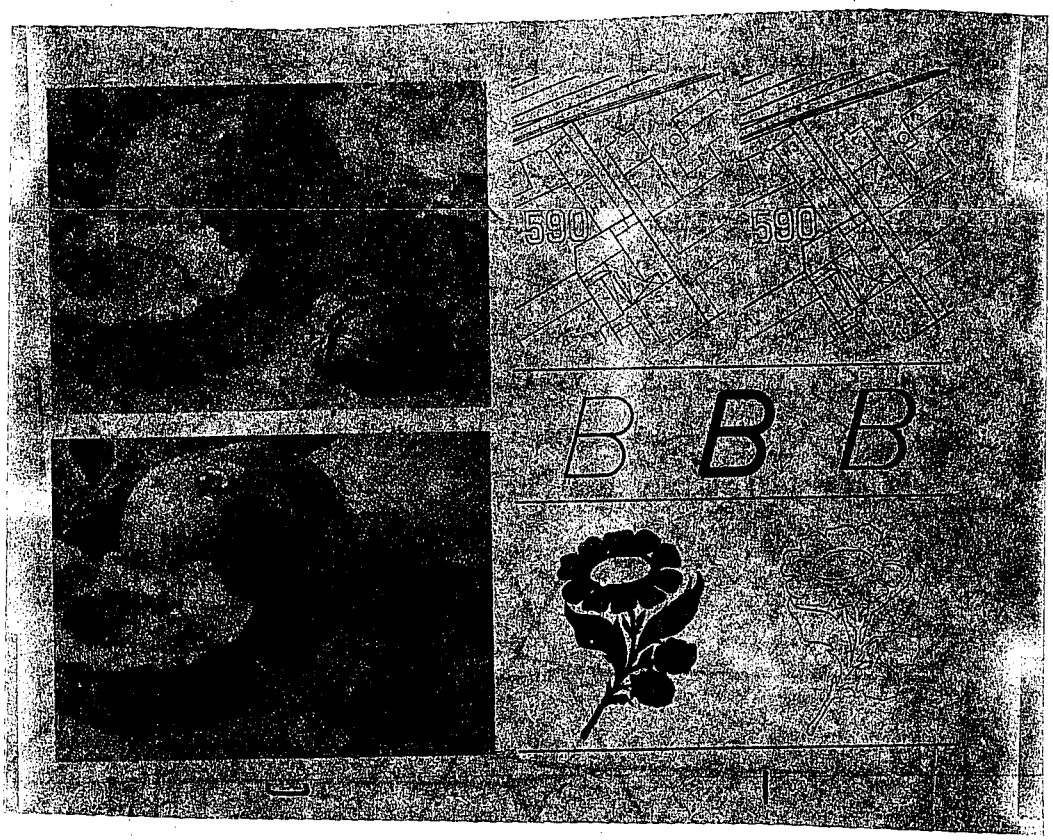
(ح) خزانة جهاز التحكم عن بعد (Remote control console) :

يستعمل هذا الجهاز في الكاميرات الحديثة لغرض التحكم المركزي بأجزاء الكاميرا التي تدار كهربائيا اما في الكاميرات القديمة فيمكن تشغيل أجزاء الكاميرا عن طريق لوحة التحكم التي تتضمن مفاتيح التشغيل .

ومن الملحقات البصرية المهمة للكاميرا الأفقية الة تغيير سمك الخطوط. وتدعى (Variomat) ، أذ تستعمل لأغراض تغيير سمك الخطوط في الخرائط وغيرها والتغلب على تأثير ظلال الحجاب الشبكية في الصور الفوتوغرافية والذي يدعى بتأثير (Moire) . وهذه الالة عبارة عن صفيحة زجاجية توضع أمام عدسة الكاميرا بحيث تظل في حالة دوران وأهتزاز أثناء فترة التعريض . اذ تؤدي هذه الحالة الى سلسلة من الأنحرافات الدقيقة في الأشعاعات الضوئية يمكن تنظيمها بحيث تغطي منطقة أوسع على الصفائح المحسسة مثل الأفلام السالبة . وتزيد هذه الالة من سمك الخطوط عندما تكون النسخة المصورة فلما سالبا كما انها تقلل من سمك الخطوط في حالة أستعمال النسخة الموجبة (الشكل 10– 17) . وهكذا يمكن المحافظة على بقاء سمك الخطوط في الفلم السالب للخارطة ثابتا في حالة تصغير أو تكبير مقياس النسخة الأصلية خلال عملية التصوير . ويمكن أن تتحكم كامات (Cams) مختلفة في أتجاه ومقدار أختلاف الخطوط وتقليل اثر ظلال الحجاب الشبكية عند نسخ المطبوعات بطريقة النمط المنقط (الشكل 10– 18) .



الشكل 10– 17 مبدأ عمل الة تغيير سمك الخطوط (Variomat) فعندما تكون الصورة الأصلية موجبة (أ) فأن سمك الخط بها سوف يقل على الفلم الفوتوغرافي عند عملية التصوير نتيجة لدوران وأهتزاز الصفيحة الزجاجية وأنتقالها من الوضع (1) الى الوضع (2) وعندما تكون الصورة الأصلية سالبة (ب) فأن سمك الخط بها سوف يكبر على الفلم الفوتوغرافي لنفس السبب المذكور .

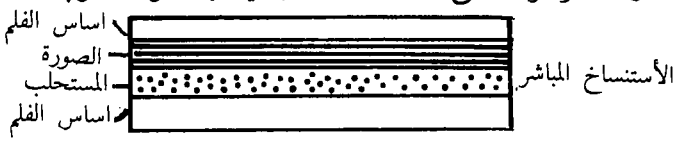


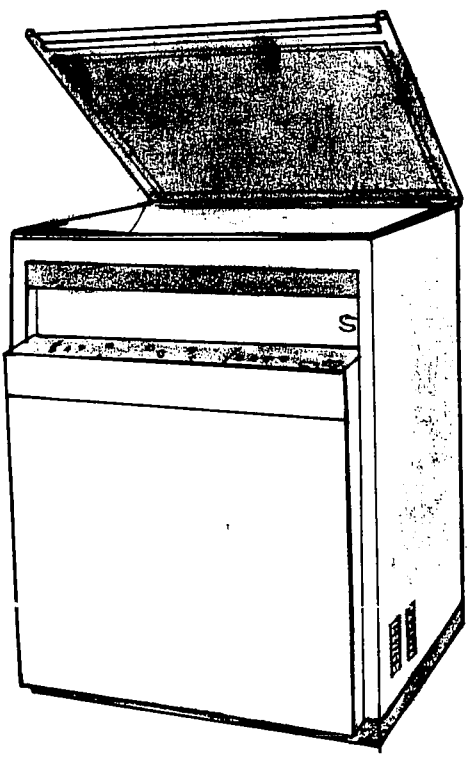
الشكل 10 – 18 الة تغيير سمك الخطوط (Variomat) (أ) والتغلب على تأثير ظلال الحجب الشبكية (Moire. (ب)

(2) جهاز الطبع بالتلامس (Contact priniting cabinet)

يستعمل الطبع على الأفلام الفوتوغرافية وصفائح طباعة الأوفست والمواد الحساسة الأخرى بطريقة التلامس على نطاق واسع في جميع العمليات التي لا تتضمن تغيير المقياس . اذ يمكن استخدام الجهاز في عملية تعريض الورق والأفلام المطلية بالمواد الديازوية . وكذلك في فصل الألوان ، وأستعمال حجب التلامس للأنماط المختلفة . وعند نقل صورة من سطح الى اخر حساس بواسطة الجهاز المذكور ، فأن السطحين المتصلين أو

الماسين للصورة (السطح الذي يحتوي على الصورة والسطح الذي ستنقل اليه) ، سوف يمس أحدهما الاخر وبصورة تامة (لاحظ الشكل 10– 19) . وخلاف هذا الوضع اي نقل الصورة من خلال الاساس ربما يؤدي الى بعض الأنحرافات وفقدان الدقة في عملية الأستنساخ . لذلك فعند نقل الصورة الأعتيادية الى مادة اخرى ستصبح معكوسة والعكس بالعكس . ومن الأستعمالات الاخرى لهذا الجهاز ايضا تغيير الصور من الحالة السالبة الى الحالة الموجبة . وتبديل أوضاعها وتحويل النمط اللوني المتواصل الى النمط اللوني المنقط . وكذلك توحيد صور التفاصيل المختلفة للخارطة أو غيرها والمرسومة على أفلام مستقلة عند عمل لوحة طبع واحدة . وبالرغم من أن جميع العمليات تنفذ بواسطة الكاميرا الا أن أنجازها بواسطة جهاز الطبع بالتلامس يكلف ثمنا أقل بشرط أن تكون الخارطة مرسومة على مادة شفافة ومقياسها هو المطلوب عند النشر .



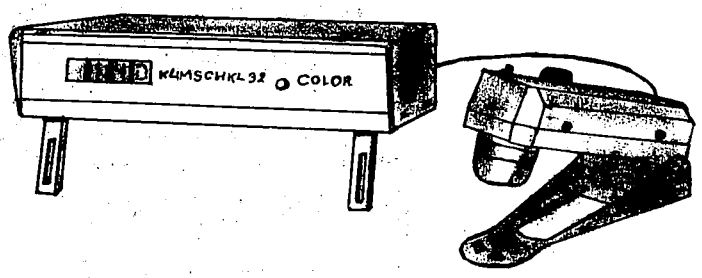


الشكل 10 – 19 جهاز الطبع بالتلامس

ويتكون الجهاز (الشكل 10– 19) من أطار قابل للتفريغ من الهواء ويشتمل على لوح زجاجي مغطى ببطانية مطاطية ، حيث يوضع في الأطار الفلم المطلوب نقل تفاصيله على سبيل المثال مع لوح الطبع الحساس . وتحت الأطار يوجد صندوق الأنارة الذي يتضمن مصابيح كهربائية مختلفة . ويمكن تركيب قرص المرشح (Filter disc) في بعض الأنواع لغرض فصل الألوان من الشرائح الشفافة الملونة . كما يتضمن الجهاز على لوحة مفاتيح التحكم المحتوية على مفاتيح كهربائية لغرض توقيت مدة التعريض ، وتنظيم تفريغ الهواء ، وتنظيم المغلق وغير ذلك .

(3) مقياس الكثافة الكهرو ضوئي (Densitometer)

أن أجراء القياسات الدقيقة حول كثافة الفلم السالب ، والشرائح الشفافة وكساء القناع (Mask) المستعمل في الفلم السالب . ومدى عدم شفافية (opacity) النسخة المصورة أصبحت ضروزية جدا في العمليات الفوتوغرافية . وذلك لأن العين البشرية غير قادرة على تمييز الأختلافات الدقيقة في أنماط المواد المذكورة . لذا فأن مقياس الكثافة الكهرو ضوئي أضحى من الأجهزة الحيوية لتنفيذ تلك القياسات الدقيقة (شكل 10– 20) .



الشكل 10 – 20 مقياس الكثافة الكهرو ضوئي

ويتضمن الجهاز على خلية كهربائية ضوئية مثبتة في ذراع المقياس أو رأسه القابل للحركة (حسب التصميم) وكذلك على غلفانومتر (Galvanometer) عاكس لقياس الطاقة الضوئية الكهربائية . وتبنى بعض أنواع هذا الجهاز على مبدأ قياس الأنعكاس (Reflection) وبعضها الاخر على نقل (Transmission) الاشعة الضوئية . ويسجل

المقياس الكثافة بالوحدات اللوغارتمية . وتسجل بعض الأنواع النسبة المئوية لمناطق النمط المنقط (Holf tone) عند أنعكاس الألوان من النسخ الأصلية الملونة . وتتضمن المقاييس الحديثة التصميم على رأس قابل للحركة ، اذ يسهل نقله من بقعة الى أخرى فوق المرتسم . ويتضمن هذا الرأس في مقياس كثافة أنعكاس الألوان على مفاتيح أنتخاب المرشح (Filter) المناسب ومفتاح التحكم الألكتروني لضبط قراءة الصفر ، وعلى مفتاح التشغيل . وفيما يأتي الخطوات المتبعة في تشغيل مقياس كثافة أنعكاس الألوان تذكر على سبيل المثال :

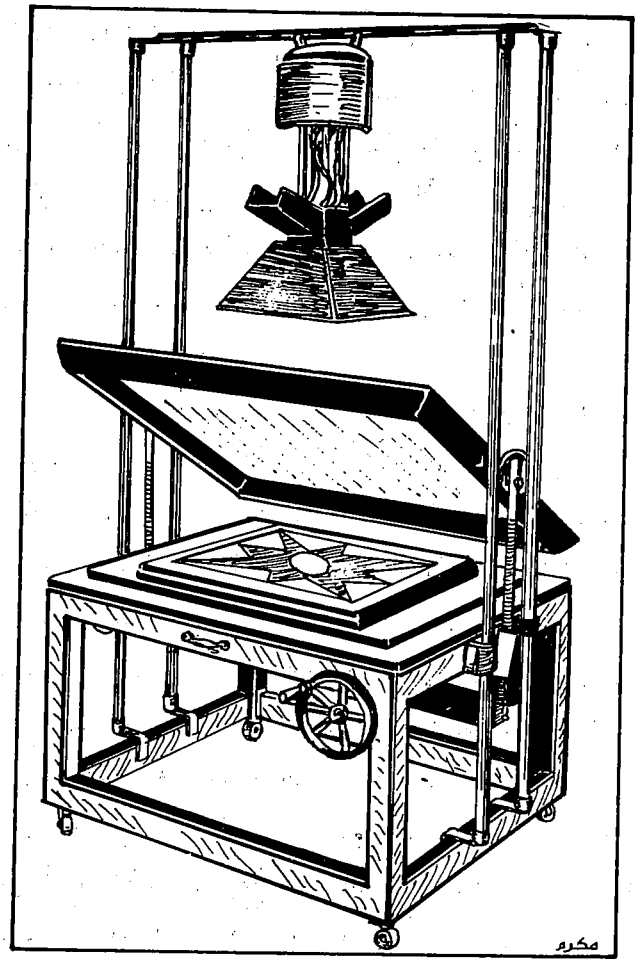
أ – ضبط قراءة الصفر : يوضع رأس المقياس على مادة قياسية ذات أنعكاس أبيض لغرض ضبط قراءة الصفر والتي تخزن في ذاكرة المقياس .

ب – قراءة الكثافة : يوضع رأس المقياس على البقعة المطلوب أختبارها ثم يضغط على مفتاح التشغيل وعندئذ يبين الجهاز مقدار الكثافة بالوحدات اللوغارتمية . علما أن مدى المقياس ثلاث درجات .

جـ – قراءة النسبة المئوية لمناطق النمط المنقط : يوضع رأس المقياس على البقعة المطلوب أختبارها مع عدم الضغط على مفتاح التشغيل عندئذ يبين الجهاز مباشرة قراءة نسبة النقاط الى المساحة الخاضعة للأختبار ، ثم تكرر هذه الخطوات مع المرشحات الأربعة الموجودة في هذا المقياس لغرض حساب نسبة النقاط لكل لون .

(4) أطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء (Vacuum printing frame)

يستعمل هذا الجهاز (شكل 10– 21) لأجل تعريض صفائح الطبع أو غيرها للضوء ، حيث تغطى هذه الصفائح بالنسخة الأصلية للمرتسم سواء كانت الفلم السالب أو الموجب الشفاف . ويتكون الجهاز من أطار يحيط بلوح زجاجي سميك ومثبت بوضع أفقي أو قابل للحركة حسب التصميم . وتوجد تحت الأطار بطانية مطاطية سميكة (Rubber blanket) توضع عليها صفائح الطبع . وعند غلق أطار الجهاز يتم تفريغ الهواء منه . وذلك للحصول على تطابق تام بين لوح الطبع والنسخة الأصلية للمرتسم . اما المصابيح الكاربونية فتعلق فوق الجهاز اذا كان وضع الأطار أفقيا ، وقد تثبت بهيكله أو تكون منفصله عنه . كما توجد مصابيح كاربونية مثبتة على قوائم توضع بجانب الجهاز عندما يكون التعريض المطلوب جانبيا . وتقل

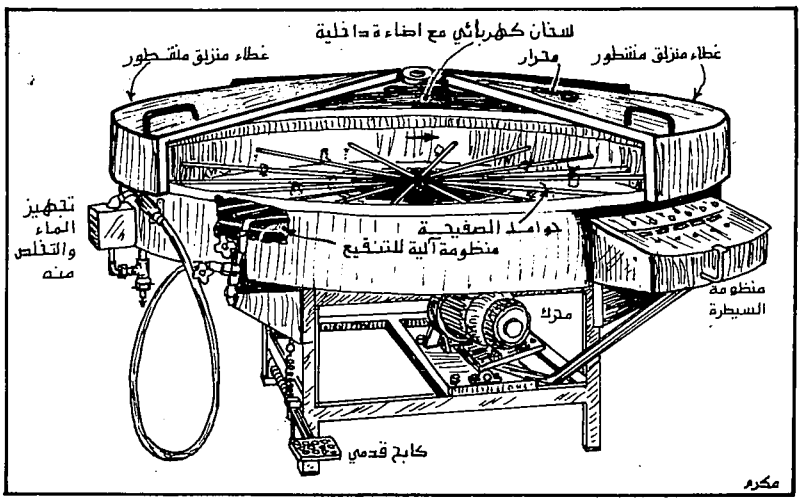


الشكل 10 – 21 أطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء

الأضاءة الفعالة مع زيادة البعد عن المصدر . اذ تتناسب شدة الضوء الساقط عكسيا مع مربع المسافة المحصورة بين مصدر الضوء والسطح المضاء .

(5) الدوامة (Whirler)

الدوامة (شكل 10– 22) عبارة عن ماكنة لطلاء صفائح الطبع أو اللدائن بالمواد المحسسة وغيرها . حيث يتم تثبيت الصفائح على قضبان المروحة لكي تسكب في وسطها محاليل الطلاء . وعند دوران المروحة تتوزع هذه المحاليل بصورة متجانسة

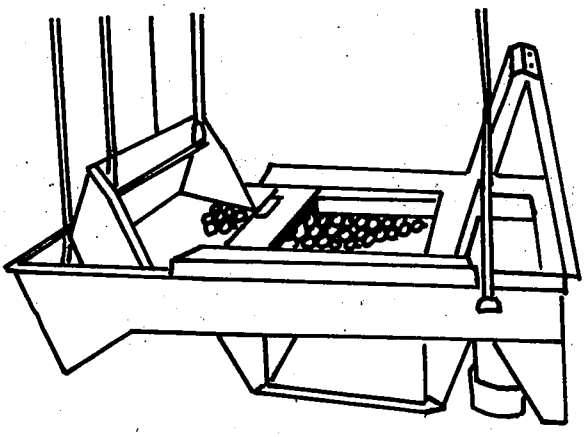


الشكل 10 – 22 الدوامة

على جميع أجزاء الصفيحة نتيجة للطرد المركزي . ويتناسب سمك الطلاء عكسيا مع سرعة ومدة الدوران . وتجهز بعض النماذج من هذه الدوامات بأناء لسكب محاليل الطلاء بصورة ذاتية وحسب الكمية المدونة في التعليمات . كما يوجد في داخل حوض الدوامة مسخن كهربائي لتجفيف الطلاء وفق درجات الحرارة المعينة . وتصنع الشركات المنتجة تصاميم مختلفة بعضها أفقي والبعض الاخر عمودي تقريباً .

(6) ماكنة التخشين (Graining machine)

تستعمل هذه الماكنة (شكل 10– 23) لأحداث ثغور دقيقة في سطح صفائح الطبع تساعد على التصاق جزيئات الماء والحبر على سطح الصفائح نتيجة الى ظاهرة الشد السطحي . وبعد تثبيت صفيحة الطبع داخل صندوق الماكنة تغطى بمواد التخشين المتكونة من الرمل الخشن والكرات الزجاجية أو الرخامية (Marble) وقد يستعمل مسحوق كربيد السليكون (Carborundom) لهذا الغرض أيضاً . وعند تشغيل الماكنة وأهتزاز صندوقها تتحرك الكرات والرمل العالق بها فوق الصفيحة .



الشكل 10 – 23 ماكنة التخشين

وتضاف عادة كمية قليلة من الماء لكي تلتصق جزيئات الرمل بسطح لكرات ، علما بأن كثرة الماء تعيق الكرات من الدوران المنتظم كما تساعد على تفتت جزيئات الرمل . ولذلك ينبغي مراعاة طريقة العمل جيدا لأن عملية التخشين تعتبر أحدى العوامل التي تؤثر على جودة الطبع . وتستعمل في مطابع الدول المتقدمة طرقا كيمياوية في تخشين صفائح الطبع . كما تفضل بعض دور الطباعة شراء الصفائح الجاهزة للأستغناء عن عمليتي التخشين والتحسيس معا .

10 – 4 عمليات الأستنساخ (Copying processes)

أن التطور التكنولوجي في أجهزة أستنساخ المطبوعات المختلفة قد حقق طرقا مختلفة في نسخ الخرائط مما يستوجب ضرورة أطلاع صانع الخريطة على خصائصها لكي يتمكن من أختيار الطريقة المناسبة وأعداد مرتسم الخارطة الأولي بموجبها .

أن طرق أستنساخ الخرائط تختلف كثيرا عن طرق الطباعة المذكورة سابقا اذ لا تحتاج الى لوحات الطبع وحبر الطباعة . وتتميز طرق الأستنساخ بأنخفاض تكاليف أعداد النسخة الواحدة التي لا تتغير كثيرا عند زيادة عدد النسخ المنتجة . ولذلك

يمكن أعتبار هذه الطرق مثالية عندما يكون عدد النسخ محدودا . بينما تقل تكاليف النسخة الواحدة في طرق الطباعة كلما زاد عدد النسخ المطبوعة ، سواء كانت ملونة أو غير ملونة . اذ أن التكاليف الأولية في طرق الطباعة باهضة مقارنة بطرق الأستنساخ ولذلك لا ينصح بأستخدام طرق الطباعة عندما يكون عدد النسخ قليلا .

ومن الضروري أن يؤخذ بنظر الأعتبار حجم الخريطة وعدد النسخ المطلوبة منها عند أنتخاب الطريقة المثلى في أنتاج الخريطة أقتصاديا . فعندما يكون الحجم صغيرا وعدد النسخ كبيرا عندئذ تفضل طرق الطباعة من الوجهة الأقتصادية . بينما تصبح طرق الأستنساخ أكثر ملائمة عند زيادة الحجم وقلة العدد المطلوب من النسخ .

وتعتبر طرق أستنساخ الخرائط المبينة في هذه الفقرة من أوسع الطرق أنتشارا . ولكن قد توجد طرق أخرى جيدة لم نتطرق الى شرحها مثل طريقة الحجاب الحريري (Silk screen)[1] . وطريقة الأستنساخ بالروسم (Stencil) . اذ أن هاتين الطريقتين أو ما يماثلها لا تستعمل غالبا في أنتاج الخرائط . ويمكن تصنيف طرق الأستنساخ الى مجموعتين على اساس توفير الكاميرا الخاصة لتلك الطريقة .

(أ) طرق الأستنساخ من غير الكاميرا .

(1) طريقة التلامس المباشر (Direct contact)

في هذه الطريقة يوضع المرتسم الأصلي للخارطة أو غيرها بتماس مباشر مع سطح المواد المحسسة بالمركبات الديازوية (Diazo Compounds) . ولذلك يبقى مقياس النسخ المحضرة بهذه الطريقة مساو لمقياس المرتسم الأصلي . وتعتبر طريقة الطبع الشمسي (Helio printing) وتدعى ايضاً بالطبع الأبيض (White Printing) ، وتجاريا (Ozalid) أو (Diazo) من أكثر طرق التلامس المباشر استعمالا في أستنساخ الخرائط وغيرها . ويعزى ذلك الى عوامل عديدة منها : (1) سرعة أنتاج النسخ

---

(1) طريقة الحجاب الحريري (Silk screen) تستعمل هذه الطريقة على نطاق واسع في أنتاج الملصقات (Posters) والأعلانات . وقد تستعمل حجب مصنوعة من خيوط معدنية عوضا عن حجب الحرير . وقد أستعمل المؤلف هذه الطريقة في أنتاج خرائط التربة . وتستخدم هذه الطريقة أيضا في أوربا لأنتاج الخرائط العلمية وبنسخ محدودة (50– 200) . وقد أعد المؤلف تقريرا فنيا حولها سينشر في المستقبل بعد أن نال قسطا من التدريب عليها في ألمانيا الغربية .

المطلوبة (2) تنوع المواد المستعملة في تحضير النسخ . حيث توجد أصناف عديدة من الورق وصفائح اللدائن المطلية بالمركبات الديازوية (3) سهولة تشغيل الماكنة وأجراء خطوات الطريقة كما مبين أدناه :

بعد تلقيم (Feeding) نسخة المرتسم الأصلي[1] داخل الماكنة (شكل 10– 24) بحيث يغطي جزء مساو لحجمها من المادة الديازوية[2] تعرض سوية الى الضوء فوق البنفسجي المنبعث من المصابيح الموجودة داخل الماكنة . أن المواد الكيمياوية المستعملة في تركيب طلاء المواد الديازوية حساسة جدا لهذا الضوء . ويمكن أستخدام ضوء الشمس أو المصابيح الكاربونية أو مصابيح بخار الزئبق كمصدر للتعريض في هذه الطريقة . وهكذا فأن الضوء النافذ من خلال المناطق الشفافة وشبه الشفافة للمرتسم الأصلي سوف يقصر (bleach) الطبقة الحساسة للمادة الديازوية ، بينما لا تتأثر المادة الحساسة الصفراء اللون في المناطق المغطاة بتفاصيل المرتسم (خطوط الصورة أو الكتابة) . وبعد عملية التعريض يعود المرتسم الأصلي ثانية من جوف الماكنة لكي يستعمل مرة أخرى .

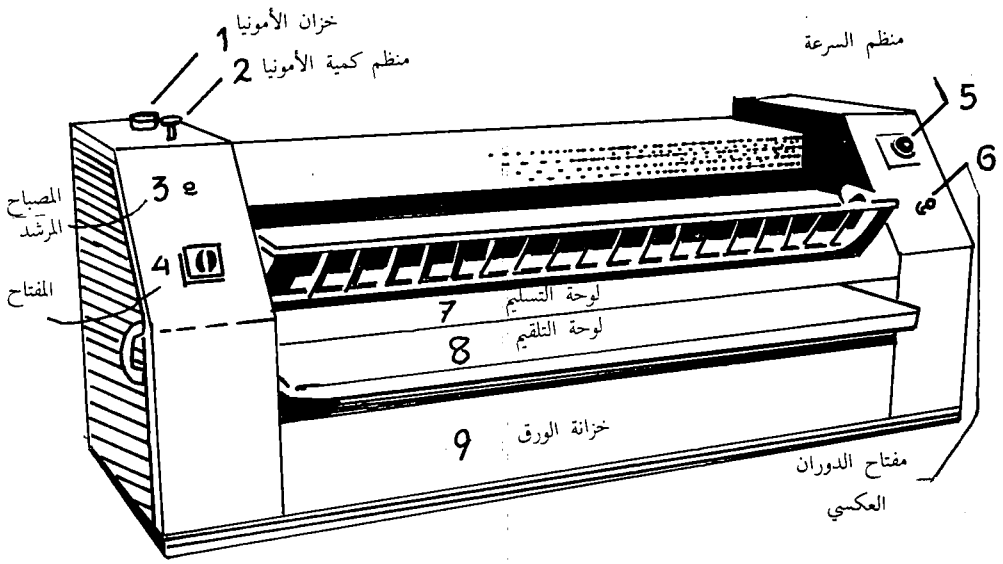
أما المادة الديازوية التي تعرضت للضوء (النسخة) فتخضع الى عملية التظهير بواسطة بخار الأمونيا . حيث تظهر خلال هذه العملية صورة التفاصيل نتيجة الى التفاعلات الحاصلة في المركبات الديازوية وبخار الأمونيا . ونتيجة الى عملية التظهير الجافة بأستعمال بخار الأمونيا فأن مقياس النسخ المحضرة بواسطة هذه الطريقة سوف لا يتعرض الى التشويهات التي تحصل عادة عند اللجوء الى عملية التظهير الرطبة بأستعمال المحاليل[3] .

---

(1) المرتسم الاصلي : (Original) . ان المرتسم الاصلي للخرائط وغيرها قد يرسم على صفائح اللدائن الشفافة او شبه الشفافة او على الورق شبه الشفاف ايضا (Tracing paper) .

(2) المادة الديازوية (Diazo material) . تتكون من الورق او صفائح اللدائن المطلية بالمركبات الديازوية الحساسة والتي تكون على شكل لفة (Roll) محفوظة داخل خزانة تقع تحت لوحة التلقيم في الماكنة (شكل 10 – 24) .

(3) تدعى طريقة أستعمال محاليل التظهير القلوية في هذه الطريقة بالطرق شبه الجافة (Semi – dry) والتي انتشرت مؤخراً في الاسواق وذلك لرخص اثمان اجهزتها مقارنة بأجهزة الطريقة الجافة التي تستخدم بخار الامونيا . الا ان امكانات الطريقة الاخيرة واسعة جدا من حيث تنوع المواد الديازوية المستعملة في تحضير النسخ المطلوبة .



الشكل 10– 24 ماكنة أستنساخ الخرائط بأستعمال المواد الديازوية

وقد تكون تفاصيل المرتسم في النسخ المنتجة بلون اسود أو أزرق أو بني أو أحمر[1] ، حسب طبيعة الورق المستعمل في هذه الطريقة . ولقد وجد بأن ألوان المركبات الديازوية غير ثابتة ، اذ سرعان ما تصبح باهتة وخاصة عند تعرضها الى نور الشمس . كما أن الورق القياسي المستعمل في هذه الطريقة لا يمكن أضافة بعض التفاصيل اليه بطريقة التحبير (Inking) . ولكن على الرغم من ذلك تتوفر مواد ديازوية ذات مواصفات جديدة يمكن أستعمالها لمختلف الأغراض[2] .

وتنتج بعض الشركات ورقا مطليا بمركبات ديازوية خاصة . اذ يتأثر هذا الورق بالضوء ضمن منطقتين متميزتين من مناطق الطيف . ولذلك يصار الى تعريض هذا الورق مرتين وبأستعمال مرشحات لدائنية خاصة . فعند تعريض المادتين الحساستين

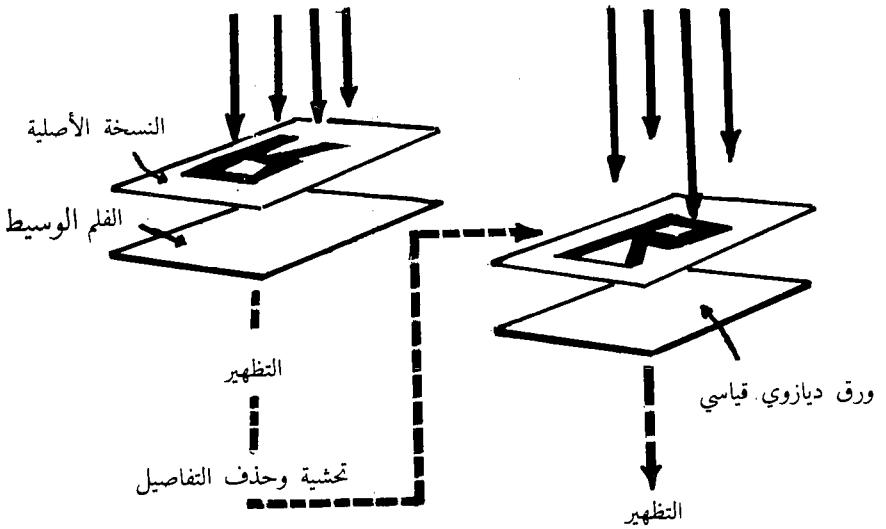
---

(1) أن لون الورق المطلي بالمركبات الديازوية قد يكون هو الأخر مختلف الألوان بينما ، يكون لون التفاصيل اسودا .

(2) تصنع الشركات حاليا مواد ديازوية تستعمل على الورق الصقيل ، والورق المكسو بالقماش وصفائح اللدائن ، وجميعها ذات سمك مختلف .

للضوء والموجودتين في طلاء هذا الورق تظهر تفاصيل المرتسم بلونين مختلفين أحدهما احمر والأخر أزرق بعد عملية الظهير ببخار الأمونيا . اذ تحتاج هذه الطريقة عادة الى تحضير نسختين من المرتسم الأصلي تتضمن أحداهما التفاصيل المطلوب بيانها بلون مختلف عن لون التفاصيل الأخرى في النسخة الثانية ، (فمثلا تحضر نسخة من المرتسم للتفاصيل الطوبوغرافية المطلوب بيانها باللون الأزرق ونسخة ثانية للخطوط الكنتورية والتي ستظهر باللون الأحمر) . ثم تثبت علامات المطابقة في هاتين النسختين . وهكذا فعند تعريض الورق المذكور بعد تغطيته بالمرشح الأصفر والنسخة الأصلية للتفاصيل الطوبوغرافية فأن جزء معينا من الطلاء سيقصر نتيجة للتعريض الأول ، بينما يبقى الجزء الأخر محتفظا بخواصه الكيمياوية . والأن يعرض الورق ثانية بعد تغطيته بالنسخة الأصلية للخطوط الكنتورية وأستعمال المرشح الأحمر . وبعد الأنتهاء من التعريض يشرع بتظهير الورق بأستعمال بخار الأمونيا . ومن الجدير بالذكر في هذه العملية ، أن التعريض للضوء لا يتم في ماكنة الأستنساخ (شكل 10– 24) بل في أطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء ، وذلك للتحكم في علامات المطابقة لنسختي المرتسم الأصلي للخارطة .

ومن الأمكانات المتوفرة في طريقة الطبع الشمسي أستخدام الأفلام اللدينية الوسيطة (Intermediate) شبه الشفافة والتي تدعى تجاريا (Radex) وذلك لغرض أستنساخ المرتسمات الأصلية للخرائط وغيرها (شكل 10– 25) . اذ تتطلب الكثير من الدراسات الهندسية الى أضافة بعض التفاصيل الجديدة الى المرتسم الأصلي للمشروع . ولغرض الأحتفاظ بتفاصيل المرتسم الأولية يمكن تحضير نسخ وسيطة منه وأضافة التفاصيل الجديدة عليها وفق الغرض المطلوب . ومن الممكن معالجة الأخطاء على هذه الأفلام وذلك بأزالتها بواسطة سكين المحو (Erasing Knife) . وتجري هذه العملية عادة على الطبقة غير الامعة لهذه الأفلام . وبعد ذلك يمكن أستنساخ الأفلام الوسيطة ايضا . كما يمكن أستخدام الرقائق اللدينية المطلية بالمركبات الديازوية المختلفة الألوان في أختبار الألوان المركبة (راجع الفقرة 3– د) .



الشكل 10 – 25 أستخدام الأفلام الوسيطة في أستنساخ الخرائط

أن المركبات الديازوية (Diazo compound) هي عبارة عن معقد غير مشبع من المركبات الشديدة الرائحة (Aromatic) . حيث تتكون من تفاعل ملح أميني شديد الرائحة مثل هيدروكلوريد الأنيلين (Aniline hydrochloride) مع كلوريد الصوديوم بوجود حامض معدني . وهذه المواد لها قابلية الذوبان بالماء ويمكن مزجها مع مواد أخرى مثل الفينول وتكوين صبغات ملونة ازوية (Azo dyes) . ولغرض ظهور الصورة بسرعة تهيئ ظروف قاعدية للأسراع بتفاعل المواد المذكورة . اذ يمكن ايقاف تفاعلها بابقاء الظروف الحامضية.وتتوقف قابلية هذه المواد على التفاعل عند تعرضها للأشعة فوق البنفسجية . وأن أطلاق النايتروجين عند عملية التظهير سوف يؤدي الى عدم ظهور لون مادة الفينول في المناطق المعرضة للأشعة .

أن النسخ المحضرة بطريقة الطبع الشمسي تكون صورة تفاصيلها موجبة وأعتيادية (Normal reading positive) . الا أنه يمكن تحضير نسخ تكون صورة تفاصيلها سالبة وأعتيادية (Normal reading nagative) ، أي تكون خطوط

التفاصيل بيضاء اللون ، بينما تكون خلفيتها زرقاء . وهذا ما يحصل في طريقة الطبع الأزرقَ (Blue print process) . حيث يتكون المحلول الحساس المستعمل في هذه الطريقة من فريسيانيد البوتاسيوم (Potassium ferricyanide) وسترات الأمونيوم الحديديك (Ferric ammonium citrate) ويستعمل المحلول لتحضير مرتسمات ذات لون ازرق يمكن الأستفادة منها لأغراض مختلفة وخاصة في المجالات الهندسية . وعند تعريض الورق المطلي بهذه المركبات الى الضوء الشديد الذي يتضمن الأطوال الموجية للأشعة فوق البنفسجية ، فأن المناطق المعرضة سوف تتلون باللون الأزرق نتيجة الى التفاعلات الجارية . حيث تختزل مركبات الحديديك . وبعد التعريض تغسل بالماء لأزالة الأملاح غير المختزلة من المناطق غير المعرضة ، ثم تجري عملية التظهير بواسطة عامل مؤكسد مما يؤدي الى تكون لون ازرق غامق ، ثم تغسل مرة ثانية بالماء وتجفف . وأن عملية الترطيب والتجفيف سوف تؤثر على أبعاد الصورة أي المقياس .

وتستعمل طريقة الدليل الأزرق (blue keys) – الخطوط زرقاء – على نطاق واسع في مجالات الطباعة المختلفة . حيث يمكن طلاء صفائح اللدائن أو الصفائح المعدنية بمحلول سيانيد الحديديك بأستعمال الدوامة التي تكون سرعتها (70) دورة بالدقيقة . ويتم التعريض عادة بأستعمال المصابيح الكربونية أو مصابيح بخار الزئبق والتي تكون كلاهما غنية بالأشعة فوق البنفسجية .

كما وتستعمل طريقة الطبع البني (Brown print) لنفس الأغراض المطلوبة عند أستعمال الدليل الأزرق ، الا أنها أقل أنتشارا من الطريقة السابقة . حيث تتفاعل مواد الطلاء المتكونة من نترات الفضة وملح الحديديك مع بعضها تحت الأشعة فوق البنفسجية مكونة صورة بنية اللون . ويتم تظهير الصورة بالماء . ثم تثبت وتغسل وتجفف .

وتكتنف عملية الأستنساخ بطريقة التلامس المباشر بعض الصعوبات نتيجة الى أستخدام حجب الرموز والكتابات الملصقة (Stick up lettering) على المرتسم الأصلي للخارطة . اذ تنحرف أو تسقط هذه الملصقات عن مواقعها أثناء التعريض الى الضوء داخل أجهزة الأستنساخ الخاصة بهذه الطريقة (شكل 10 – 24) . وقد

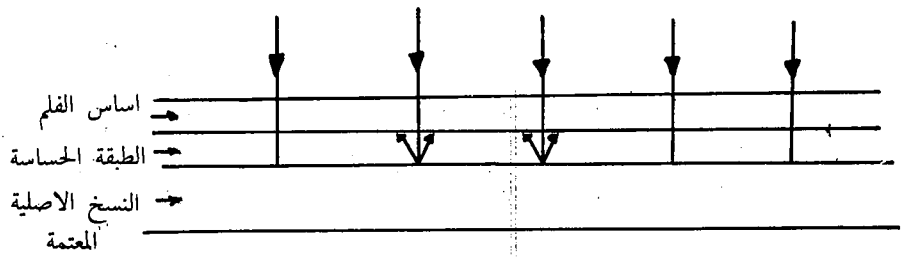
يعزى ذلك الى الحرارة الشديدة المتولدة أثناء التعريض . ولغرض التغلب على هذه الناحية يفضل تصوير هذه المرتسمات بالكاميرا ومن ثم أستخدام الفلم الموجب الشفاف (Diapositive) في عملية الأستنساخ .

(2) طريقة الصور المنعكسة (Reflex photo process)

وهي طريقة فوتوغرافية تستعمل لأستنساخ الخرائط وغيرها من المرتسمات المرسومة على الورق أو المواد شبه الشفافة . ولا يحصل تغيير في مقياس النسخ المحضرة . ولا تتطلب هذه الطريقة الى مستلزمات الحجرة المظلمة التي تدعو الحاجة اليها في التصوير الفوتوغرافي . وهناك ثلاث وسائل لتنفيذ هذه الطريقة وهي :

1 – الانعكاس البسيط (Plain reflectography)

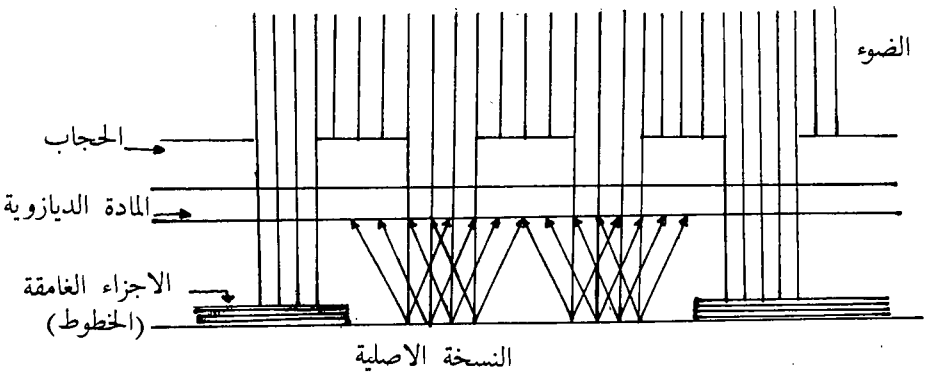
في عملية التعريض يمر الضوء من خلال فلم الاستنساخ (مثل الافلام التجارية (Kodagraph positive or negative films) ثم يصطدم بالمرتسم الاصلي للخارطة . وهكذا فان الضوء المار خلال الطبقة الحساسة للفلم سوف يؤثر جزئيا على مركباتها ، وبالتالي سوف ينعكس نحوها ثانية عند اصطدامه بالسطوح البيضاء او الملوّنة بصورة فاتحة للمرتسم الاصلي . بينما تمتص الاجزاء السوداء (تفاصيل الخريطة من الخطوط والرموز)الضوء الساقط عليها . ولذلك فأن الضوء المنعكس ثانية خلال الطبقة الحساسة سوف يكون مقداره كافيا لتوليد صورة المرتسم على الطبقة الحساسة (لاحظ الشكل 10–26) . وبعد عملية التعريض القصيرة جداً يخضع الفلم الى عملية التظهير التي لا تستغرق اكثر من دقيقة واحدة ، ثم تغمس في الماء الدافئ لازالة بقايا المستحلب الحساس العالق بالفلم ، لتكون النسخة بعدئذ جاهزة للاستعمال . ومن ميزات هذه الافلام انه يمكن اضافة بعض التفاصيل الجديدة اليها ، او حذف بعض اجزاء الصورة المستنسخة . ومن مستلزمات هذه الطريقة ان يكون هناك مصدر للضوء الاسود (Black light) (راجع الفقرة 10 – 2ي) ، واطار للطبع قابل للتفريغ من الهواء . اذ من الضروري ان يكون هناك التصاق تام بين الطبقة الحساسة للفلم والمرتسم الاصلي لكي يكون الرسم المستنسخ متقنا . اضافة الى حوض مسطح لغرض استعماله في عملية التظهير .



الشكل 10 – 26 الانعكاس البسيط

2-الانعكاس خلال الحجب(Screen reflectography)

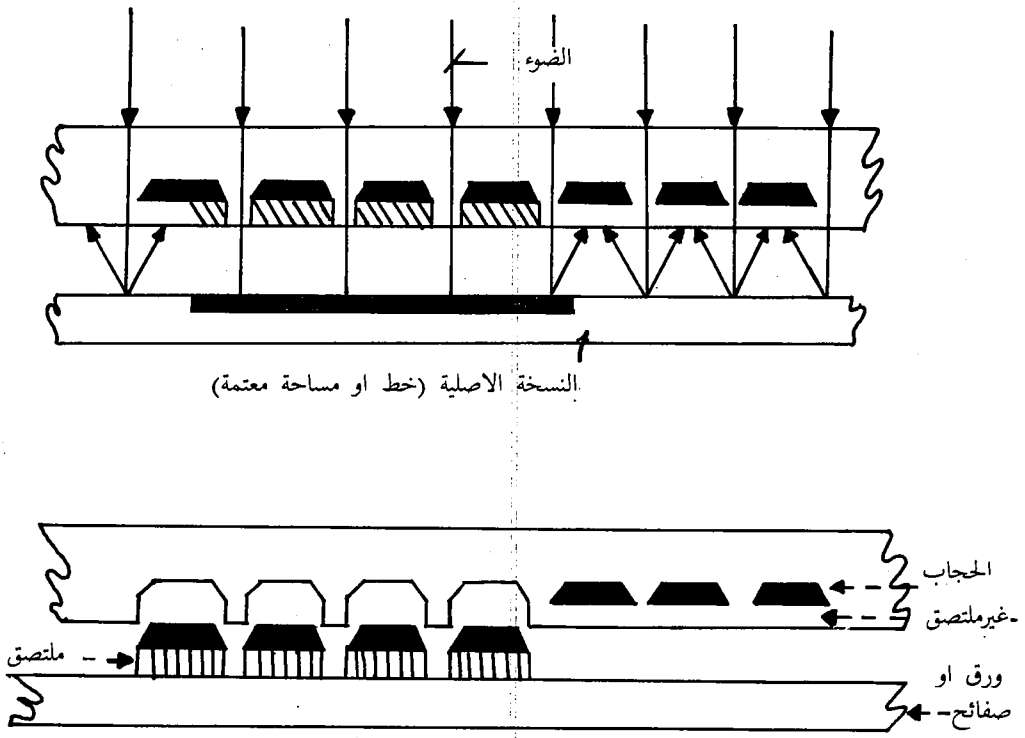
ان استعمال المواد الديازوية في أستنساخ الصور الفوتوغرافية يكون اقتصاديا خلافا لطريقة التصوير الفوتوغرافي . إن المواد الديازوية لا يمكن استخدامها مباشرة كما في طريقة الانعكاس البسيط . لان الضوء المار خلال الطبقة الديازوية يكفي لأتلاف مركباتها . ولذلك تغطى هذه الطبقة بحجاب (Screen) كثافته (120 خط/سم) ، وهكذا تكون الصورة المستنسخة من النمط المنقط (Halftone) . اذ ان الضوء المنعكس ينتشر قليلا تحت الاجزاء السوداء للحجاب (شكل 10 –27) ، وان مجموع الضوء المار مباشرة والمنعكس سوف يكفي عندئذ في اتلاف المركبات الديازوية بصورة كلية . بينما الضوء المار من خلال ثقوب الحجاب وغير المنعكس نتيجة لامتصاصه من قبل تفاصيل الصورة السوداء فأنه سوف يتلف جزءاً معيّنا فقط من المادة الديازوية . وبعد عملية التعريض يخضع الفلم الى عملية التظهير . واخيرا يكون لدينا فلماً موجباً شفافاً (Diapositive) من النمط المنقط جاهزاً لانتاج نسخ عديدة بأستعمال ماكنة الاستنساخ (شكل 10 – 24) والمواد الديازوية الخاصة بالنمط المنقط والتي يجري تظهيرها ببخار الامونيا . ان الافلام المستعملة في هذه الطريقة غالبا ما تكون مغطاة بحجاب ملتصق بالمادة الاساسية للفلم . ولذلك لا توجد ضرورة لاستخدام حجاب اضافي . اذ بعد عملية التعريض المذكورة اعلاه يسلخ الرق الخاص بالحجاب ثم تجري عملية التظهير .



الشكل 10 – 27 الانعكاس خلال الحجب

3 – نقل الطبقة الديازوية (Diazo transfer)

تتلخص هذه الطريقة بطلاء الحجاب المستعمل بالطريقة السابقة بمادة صمغية ، وان الفلم المستعمل في هذه الطريقة يعتبر نسخة وسيطة لغرض تحضير صفيحة الطبع او الفلم الموجب الشفاف . ففي عملية التعريض يكون الضوء المنعكس عن الاجزاء البيضاء في المرتسم الاصلي للخارطة او الصورة والمار خلال الطبقة الديازويّة كافياً لتعطيل فاعلية المادة الصمغية المثبتة بواسطتها الطبقة الديازويّة . بينما تبقى الاجزاء الاخرى من هذه الطبقة ملتصقة بالفلم ، حيث يمتص الضوء من قبل الاجزاء السوداء (تفاصيل الصورة) . وبعد التعريض للضوء (شكل 10 –28) ، يوضع الفلم مباشرة فوق صفيحة من اللدائن الشفافة او صفيحة طبع معدنية ، وبعد الضغط عليها تلتصق الاجزاء بقوة المادة الصمغية بهذه الصفائح . ثم يرفع الفلم عنها تاركاً تلك الاجزاء الملصقة . وبعدها تجري عملية التظهير . وهكذا يتم تحضير النسخة الأساسية التي يمكن تثبيتها في اجهزة الاستنساخ وتحضير العدد المطلوب من النسخ .



الشكل 10 – 28 نقل الطبقة الديازوية

ب – طرق الاستنساخ بأستعمال الكاميرا

1 – طريقة الاستنساخ الفوتوغرافي (Photocopy process)

يطلق على هذه الطريقة تجاريا بالفوتوستات (Photostat) ، اذ تصور المرتسمات الاصلية للخرائط وغيرها – سواء كانت مرسومة على الورق او صفائح اللدائن الشفافة او شبه الشفافة – بواسطة الكاميرا المثبتة بالجهاز ثم يعاد وضع الفلم السالب في آلة تكبير الصور (Enlarger) لغرض عرضه ثانية . وفي هذه المرة يستخدم ورق حساس لغرض

عرض صورة الخريطة (الفلم السالب)عليه وفق المقياس المطلوب . وبعدئذ تجري عملية التظهير بمحلول خاص . ولذلك فأن مقياس النسخ المحضرة بواسطة هذه الطريقة يكون عرضة للتشويهات .

2 – طريقة التصوير الفوتوغرافي (Photographic Process)

ان المبدأ الاساسي في التصوير الفوتوغرافي هو تعريض المادة (الفلم) المحتوية على المواد الحساسة الى الطاقة الاشعاعية المنعكسة عن أو النافذة من خلال الشيء المصور . وتتأثر المواد الحساسة للاشعة الواقعة ضمن نطاق الاطوال الموجية للضوء المرئي بنسب متباينة الى مقدار ما تستقبله من الطاقة الاشعاعية . ونتيجة الى التعريض (Exposure) تتكون الصورة المستترة ، اي غير المنظورة في المرحلة الاولية . وبعدئذ يتم تظهيرها بأستخدام المحاليل الكيمياوية لغرض تكوين الصورة المرئية . وبعد توقف عملية التظهير (Development) تغسل المادة الحساسة غير المعرضة . ويمكن اعتبار المراحل الثلاث المذكورة مهمة في التصوير الفوتوغرافي وهي :

مرحلة التعريض والعوامل المؤثرة فيها كأنارة الشيء المصور والنظام البصري للكاميرا ، ومرحلة التفاعل الحاصل في المادة الفوتوغرافية نتيجة للتعريض ، واخيرا مرحلة تظهير الصورة . ومن الجدير بالذكر ان نوعية الافلام المستعملة في الكاميرا تعتمد على طبيعة المرتسم الاصلي المطلوب تصويره . اذ يستخدم الفلم الاورثوكروماتي[1] (Orthochromatic) عندما يشتمل المرتسم على تفاصيل صمتية (Solid) مثل الخطوط والرموز المرسومة بالحبر الاسود او الاحمر . ومن الممكن اجراء التصليحات على هذه الافلام . بينما يستعمل الفلم البانكروماتي (Panchromatic) عندما يتضمن المرتسم درجات لونية متغيرة . لان هذا الفلم حساس الى الوان المنشور المرئية . وتستعمل الافلام الاورثوكروماتية بشكل جيد ايضا لاغراض حجب النمط المنقط في الخرائط

(1) الفلم الاورثوكروماتي هو فلم مسجل للسطوع البصري بدقة بسبب حساسيته للاخضر والازرق والبنفسجي والابيض . بينما الفلم البانكروماتي فهو حساس لجميع الوان الطيف المرئية .

3 – طريقة التصوير الجاف (Xerography)

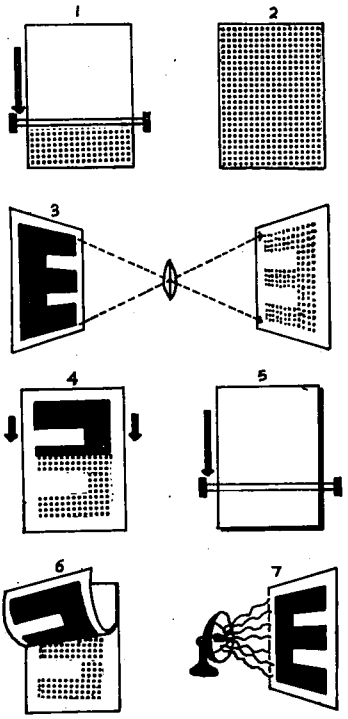
وهي احدث طرق الاستنساخ ، اذ تستعمل للخرائط والصور والمرتسمات الصغيرة الحجم (35.6 × 21.5 سم) . وتمتاز عن طريقة التصوير الفوتوغرافي بالامور الآتية :

1 – امكانية استعمال صفيحة التصوير الجاف مرات عديدة خلافا للفلم الفوتوغرافي .

2 – امكانية عمل نسخ موجبة مباشرة وبأستعمال الورق الاعتيادي .

3 – استعمال مسحوق جاف بدلا من المحاليل التقليدية المستعملة في التصوير الفوتوغرافي .

وتتلخص هذه الطريقة باستعمال صفائح معدنية تتطلى بالسلنيوم الزجاجي (Vitreous selenium) ، ويشحن سطح الصفيحة المعدنية بواسطة جهاز كهربائي خاص (Processor) بالشحنات الموجبة . حيث تقوم هذه الصفيحة مقام الفلم السالب في الكاميرا . ثم يصوّر المرتسم الاصلي للخريطة بواسطة كاميرا خاصة بهذه الطريقة ، حيث تزال الشحنات الموجبة في المناطق المعرضة للضوء المنعكس عن المرتسم الاصلي (شكل 10 – 29) .



1–2 طلي الصفيحة

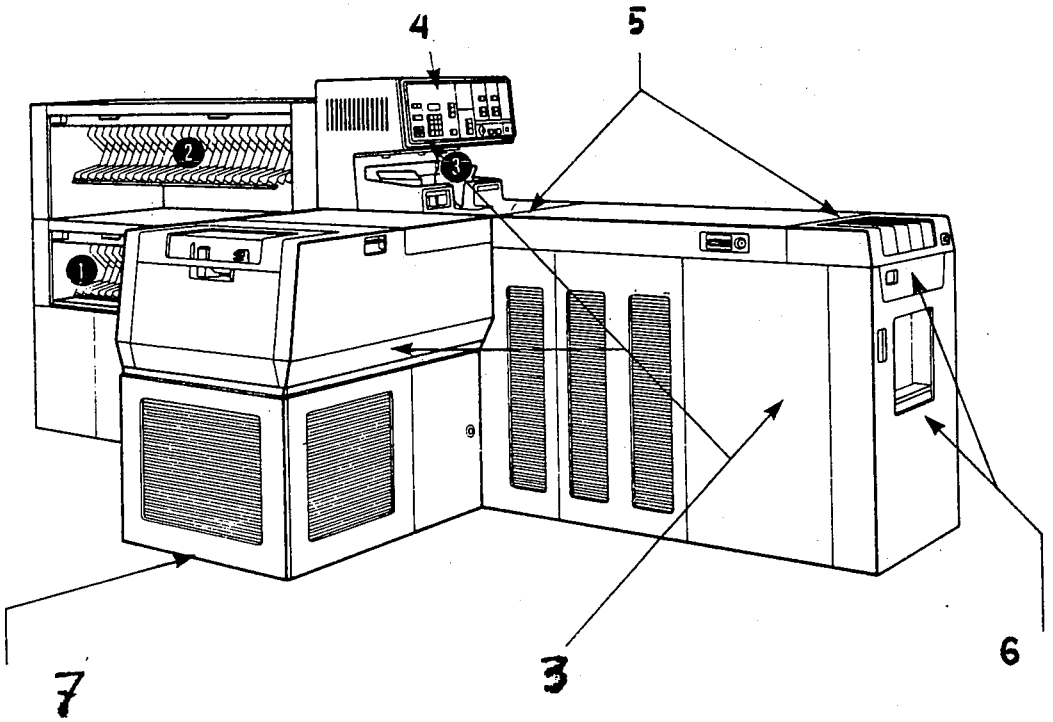
3 التصوير

4–5 المعالجة بالمسحوق الاسود

6–7 رفع الورقة وتجفيفها

الشكل 10 – 29 مبدأ التصوير الجاف (Xerography)

وعند عدم تغيير المقياس للمرتسم المصور ، يمكن ان تعرض الصفيحة المشحونة الى الصورة الموجبة لتفاصيل المرتسم بطريقة التلامس ايضا . وبعد ذلك تطلى الصفيحة المعدنية بمسحوق اسود مشحون بشحنات سالبة حيث تلتصق ذراته بالمناطق المشحونة بالشحنات الموجبة والتي تمثل تفاصيل المرتسم وبعد المعالجة بالمسحوق المذكور توضع ورقة اعتيادية او لوح من اللدائن فوق الصفيحة ويضغط عليها ثم ترفع عنها بعد اكتسابها صورة التفاصيل بصورة موجبة . لان الصورة تكون عكسية على الصفيحة المعدنية . ثم تسخن النسخة المحضرة لبضع ثوان امام مسخن كهربائي لتصبح حينئذ جاهزة للاستعمال . ولقد تطورت اجهزة التصوير الجاف في السنين الاخيرة ، اذ يمكن انتاج (120) نسخة بالدقيقة الواحدة كما يمكن تغيير مقياس المرتسم الاصلي بهذه الاجهزة الحديثة ضمن نسبة مئوية يتراوح مقدارها من (61.5 – 102) من حجم المرتسم الاصلي ، (الشكل 10 –30) .



الشكل 10 – 30 ماكنة الاستنساخ الحديثة بطريقة التصوير الجاف (Xerography) حيث يتم جمع صفحات المطبوع على رفوف خاصة (1 ،2) والتحكم بنوعية الصورة (3) ، وبرمجة بعض عمليات الاستنساخ (4) ، والاستنساخ على صفحتي الورقة بصورة ذاتية (5) ، وتسليم النسخ المطبوعة (6) ، وتلقيم الورق (7) .

الفصل الحادي عشر

تصنيف الخرائط وتقويمها وتنظيم انتاجها

Map Classification, Appreciation, and Organisation of map production

11 – 1تصنيف الخرائط (Map Classification)

لقد جرت محاولات عديدة من قبل علماء الخرائط لغرض وضع نظام قياسي مقبول لتصنيف الخرائط المختلفة . وقبل ان نستعرض انظمة التصنيف المعروفة لابد من تعريف الخرائط حسب انواعها كما مبين ادناه :

1 – الخارطة الطوبوغرافية (Topographical map)

هي محصلة المسوحات الاولية ، كالمساحة الجوية او الارضية وتتضمن العوارض الطوبوغرافية الطبيعية منها والحضارية ، مع تعيين الارتفاعات للتضاريس الارضية ، ويتراوح مقياسها من (1 : 10. 000 – 1 : 200. 000) .

2 – الخارطة المستوية (Planometric map)

تشبه الخارطة الطوبوغرافية ، لكنها لا تشير الى ارتفاعات التضاريس الارضية .

3 – الخارطة الجغرافية (Geographical map)

تعد الخارطة الجغرافية غالبا من الخرائط الطوبوغرافية المتوفرة . ويستكمل محتواها من مصادر اخرى . وقد تمثل ارتفاع التضاريس الارضية ، وتبلغ اقصى نسبة لمقاييسها 1/مليون .

4 – الخارطة العامة (General map)

تعد الخرائط العامة من الخرائط المتوفرة ومن المصادر الاخرى . وتغطي مناطق جغرافية مختلفة المساحة ، ومقياسها اصغر من 1/مليون .

5 – الخارطة الكادسترائية (Cadastral map)

تستعمل الخارطة الكادسترائية لبيان التوزيع الجغرافي للملكية Property وطبيعة استغلالها . وتكون مقاييسها كبيرة (1 : 250 –1 : 10. 000) .

وقد تشير الى الارتفاعات ، وربما تستبعد بعض التفاصيل الطوبوغرافية غير الضرورية من محتواها ايضا .

6 – الخرائط الخاصة (Special maps)

تعد هذه الخرائط لغايات معينة . ويرسم بعضها من غير مقياس ، مثل الخرائط الاحصائية ، وتشمل ايضا الخرائط الملاحية (Nautical maps) والخرائط الجيولوجية وخرائط التربة وخرائط المواصلات والخرائط السياحية .

7 – المخططات (Plans)

هي تلك المرتسمات التي تمثل جزءاً صغيراً من سطح الارض . وتعد لاغراض خاصة . ولا يؤخذ تقوس سطح الارض بنظر الاعتبار عند اعدادها بصورة عامة . وترسم بمقاييس اكبر من 1/10000 . ومن الممكن تحويل هذه المخططات الى خرائط بعد تصغير مقياس مرتسماتها الاصلية ، وتنطيقها اي استخدام الرموزالمناسبة لتمثيل العوارض الطوبوغرافية وغيرها ، وكذلك تطبيق عملية تلخيص العوارض وتمثيل التضاريس الارضية . اذ ان السمة الرئيسية حول اختلاف المخطط عن الخارطة تكمن في خصوصية الخريطة التي تمتلك اضافة الى مضمونها الهندسي تصميماً فنياً يبرز صورة سطح الارض بشكل حقيقي .

وتدعى احيانا الخرائط الطوبوغرافية التي تتراوح مقاييسها بين 1 : 1–200 000 : 500 000 بالخرائط الطوبوغرافية العامة . وذلك لانها تبيّن اشكال العوارض او تفاصيل سطح الارض بصورة عامة . اي مختصرة وبعيدة عن واقع الحال خلافاً للخرائط الطوبوغرافية الاعتيادية . وفيما يأتي بعض الانظمة المعروفة في تصنيف الخرائط :

1 – تصنيف الخرائط وفق اغراضها :
- أ – الخرائط الطوبوغرافية .
- ب – خرائط الملاحة البحرية .
- جـ – خرائط الملاحة الجوية .
- د – الخرائط الجغرافية .
- هـ – الخرائط العامة .
- و – الخرائط الكادسترائية .
- ز – الخرائط الخاصة .

2 – تصنيف الخرائط وفق مقاييسها :

أ – الخرائط الطوبوغرافية (1 : 10000 –1 : 200 000)[1]

ب – الخرائط الجغرافية (اقل من 1 : 200000)

جـ – المخططات (اكبر من 1 : 10000)

3 – تصنيف الخرائط وفق مقاييسها ومحتوياتها :

أ – الخرائط العامة :

1 – الخرائط الطوبوغرافية .

2 – الخرائط المستوية .

3 – خرائط الاقاليم او القارات : وتمثل مناطق شاسعة او بلداً من البلدان او قارة من القارات ، ويكون مقياسها صغيرا أو متوسطاً مثل خرائط الاطلس .

4 – خرائط العالم ذوات المحتوى العام .

ب – الخرائط الخاصة :

1 – المخططات الملاحية(Charts of navigation) .

2 – خرائط المعامل الفردي (Single – factor maps) .

مثل الخرائط الجيولوجية وخرائط الغابات وخرائط التربة وخرائط استغلال الاراضي والخرائط الاحصائية والمجسمة .

3 – خرائط المدن .

4 – خرائط المواصلات .

5 – الخرائط السياسية والتاريخية .

6 – الخرائط العلمية التي تمثل معامل فردي معيّن مثل الخرائط المناخية .

7 – الخرائط الايضاحية والاعلامية .

8 – الخرائط الكادسترائية ..

جـ – الكرات الجغرافية والنماذج المجسمة (Globes and models) .

---

1 – ان موضوع تصنيف الخرائط حسب مقاييسها لازال مثيرا للجدل ، فبعض الاوساط تعتبر مقياس1/10000 من ضمن مقياس المخططات ، وبعضها الاخر يعتبر مقياس 1/250000 من ضمن مقاييس الخرائط الطوبوغرافية . ونحن لا نتفق مع الرأى الاول نظرا لادخال كروية الارض في المقياس 1/10000 .

11 – 2 تقويم الخرائط (Map appreciation) .

يتعلق تقويم الخرائط بدراسة الطرق التقنية المستعملة في صنع الخريطة وتحليلها من حيث نجاحها أو فشلها في تمثيل التضاريس والعوارض الطوبوغرافية لسطح الأرض وغيرها من المعلومات . وتجري عملية تقويم الخريطة على ضوء مضمونها الهندسي ، والجغرافي وشكلها التقني . ان طريقة تقويم الخرائط تختلف تماما عن طريقة تفسيرها[1] . ولقد وجد أن دراسة تأثير الخصائص الفنية والعلمية للخرائط على الطلبة وغيرهم ضرورية جدا ، اذ تعتبر أحدى مقاصد تدريس علم الخرائط . ان هذه الدراسة تمكن الطلبة من صياغة وبلورة ارائهم حول خصائص الخريطة بصورة عامة . ومن المألوف أن هذه الاراء غالبا ما تتأثر بالمظاهر التقليدية للخرائط الطوبوغرافية والأطالس المنتجة محليا . ولغرض الحصول على أراء مستقلة غير متأثرة بالخرائط التقليدية والتي أعتاد الطالب على مشاهدتها ، فقد تعين وضع اسس نظرية للنقد الموضوعي والمقارنة المنهجية بين الخرائط . ولما كانت الخرائط متباينة في النوع والغرض – مثل الخرائط الطوبوغرافية ، الكادسترائية ، العلمية ، السياحية ، البيانية ، الخ – لذلك يصار الى وضع تصنيف أولي للخرائط يبنى على اساس نوع الخريطة والغرض منها . ومن ثم تثبيت اقسام ثانوية تتعلق بالسمات الهندسية والطرق التقنية المستعملة في صنع الخريطة اضافة الى المظاهر الجغرافية التي تبينها . وفيما يأتي نعالج تقويم الخرائط الطوبوغرافية بأعتبارها المعيار القياسي للخرائط الأخرى وكونها تهم طلبة المساحة اكثر من غيرها ، وذلك من خلال طرح الأسئلة وفق الأسلوب المبين أدناه :

(أ) السمات الهندسية :

1 – هل المقياس والمسقط في الخارطة الطوبوغرافية مطابقان للغرض المنشود منها ؟

2 – هل تتضمن الخارطة اساسا هندسيا واقعيا لجميع العوارض ، سواء كان بناءه عن طريق المساحة الجوية أو الأرضية ؟

3 – هل تحتوي الخارطة على عدد كاف من نقاط الضبط الأرضي ونقاط التسوية ؟

---

1 – تفسير الخرائط map Interpretation ان تفسير الخرائط لا يختلف كثيرا عن اسلوب تفسير الصور الجوية (راجع الفصل التاسع) اذ يمكن تفسير مضمون الخرائط –الطوبوغرافية مثلا–للاغراض الهندسية والزراعية والجغرافية .

4 – هل ذكر نوع المسقط المستعمل في الخارطة ؟ وهل تنطبق مواصفاته مع طريقة المسح المنفذة ؟

5 – ما هو مقدار الفترة الكنتورية المستعملة ؟ وهل تلائم الغرض المنشود من الخارطة ، وطبيعة التضاريس الارضية ؟ وهل اشير الى مستوى الاسناد ؟

6 – هل تبين الخريطة الاحداثيات الجغرافية والنظام الاحداثي التربيعي ومقدار الانحراف المغناطيسي وتغيراته ؟

(ب) الطرق التقنية المستعملة في صنع الخريطة :

1 – كيف حال نوعية الخطوط المرسومة ؟

2 – ماهي وظيفة الالوان ، وماهو وقع تاثيرها على المشاهد ؟

3 – في حالة وجود التضاريس ، ماهو تاثير الطريقة المستعملة في تمثيل تلك التضاريس ؟

4 – ما هو حال اساليب الخط المنفذة في الخريطة ، ومواضع الكلمات والحروف ونوعيتها ؟

5 – ما هو شأن طباعة الخريطة ، من حيث مطابقة الالوان وتجانسها ونوعية الخطوط والورق الخ ؟

(جـ) السمات الجغرافية :

1– هل تبين الخريطة الواقع الجغرافي للمنطقة بصورة حقيقية ؟ وهل تعطي معلومات كاملة حول سطح الارض والشخوص القائمة عليه ؟

2 – هل تم اختيار التفاصيل الطوبوغرافية بشكل مناسب مع مقياس وهيئة الخريطة ؟

3 – كيف حال تمثيل شكل سطح الارض (Geomorphology) ؟

4 – هل تم استخدام الرموز ومفتاح المصطلحات بصورة مناسبة ؟

وعلى ضوء الاسئلة المذكورة اعلاه يستطيع الطالب وغيره من المعنيين بشؤون الخرائط من تقويم خصائصها ، وكذلك من وضع اسس مماثلة تقريبا لتقويم الخرائط المختلفة . مع العلم ان تقويم الخرائط يتطلب خبرة طويلة واطلاعا واسعا على خرائط البلدان المختلفة .

11 – 3 تنظيم انتاج الخرائط Organisation of map production

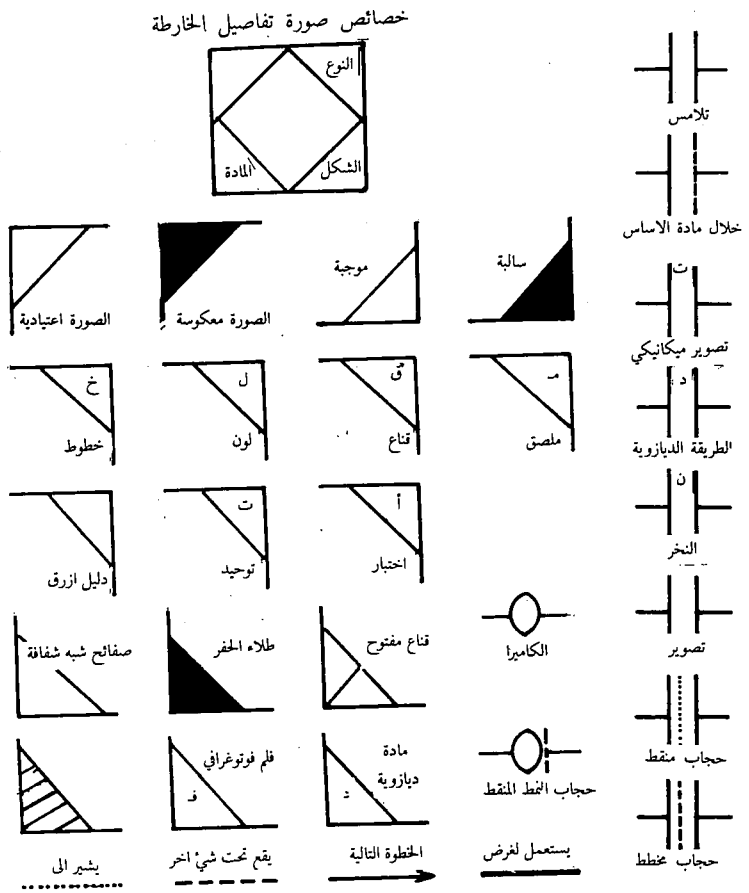
يتضمن تنظيم الانتاج ثلاث فعاليات رئيسية : (1) تحضير مرتسم حول المراحل المتعاقبة لتنفيذ برنامج انتاج الخرائط (Flow diagram) الذي يوضح تتابع العمليات الضرورية للانتاج . (2) تحضير جدول الشغل (Work schedule) الذي يترجم المرتسم السابق الى المدد الزمنية ، لكي يتم الترابط بين مختلف العمليات وتنسيقها ضمن المراحل المستمرة للانتاج . (3) واخيرا مراقبة كلف العمليات المختلفة ، وذلك لضمان سير العمل وفق البرنامج المخطط اولا ، والحصول على معلومات حول تقدير الكلف للرجوع اليها ثانيا .

ويعتبر مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ البرنامج (برنامج انتاج الخارطة) احد العوامل المهمة جدا لانجاح تنظيم الانتاج . اذ يحدد كيفية انجاز عناصر العملية ، وعلاقة كل عنصر بالاخر ضمن برنامج العمل . فعند القيام بحفر الخطوط الكنتورية مثلا لابد من تحضير دليل ، لكي يقوم الرسام بحفرها ، كما ويعتبر المرتسم المذكور عنصرا حيويا لتحليل جميع العمليات التي يتضمنها جدول الشغل . وذلك لضرورة معرفة ماينبغي القيام به مفصلا وقبل تحديد الوقت اللازم لانجاز العمليات المتعاقبة في اعداد الخارطة . ان الخرائط البسيطة قد يتطلب انتاجها بضع مراحل يستطيع صانع الخارطة حصرها في ذهنه ومناقشتها مع زملأه ، خلافا للخرائط المعقدة التي تحتاج الى مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ البرنامج .

ان تسلسل عمليات الانتاج ليس من الامور التي يسهل تغييرها دائما ، على الرغم من وجود بدائل يمكن الرجوع اليها عند تعثر تنفيذ احدى العمليات . اذ من الضروري جدا ان يخطط صانع الخريطة مسبقا حول نوعية وكمية المواد والعدد والاجهزة التي يحتاجها لتنفيذ مواصفات الخريطة المطلوبة . كما ينبغي ان يتضمن مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ البرنامج على شرح مفصل لكل مرحلة او عملية يمر خلالها انتاج الخارطة . اذ لايكفي مثلا ذكر طريقة الحفر (Scribing) فقط عند تحضير النسخة الاصلية للخارطة ، بل يجب تفصيلها . ماهي مادة الاساس التي ستستعمل ؟ (صفائح اللدائن ام الزجاج ؟) وماهو شكل صورة التفاصيل ؟ (اعتيادي ام معكوس ؟) . ولذلك ينبغي ان يقال مثلا ، طريقة الحفر السالب باستعمال صفائح اللدائن الحساسة من نوع بولي استر[1] . وان تكون صورة التفاصيل

(1) بولي استر Polyester ضرب من صفائح اللدائن المستعملة في طريقة الحفر .

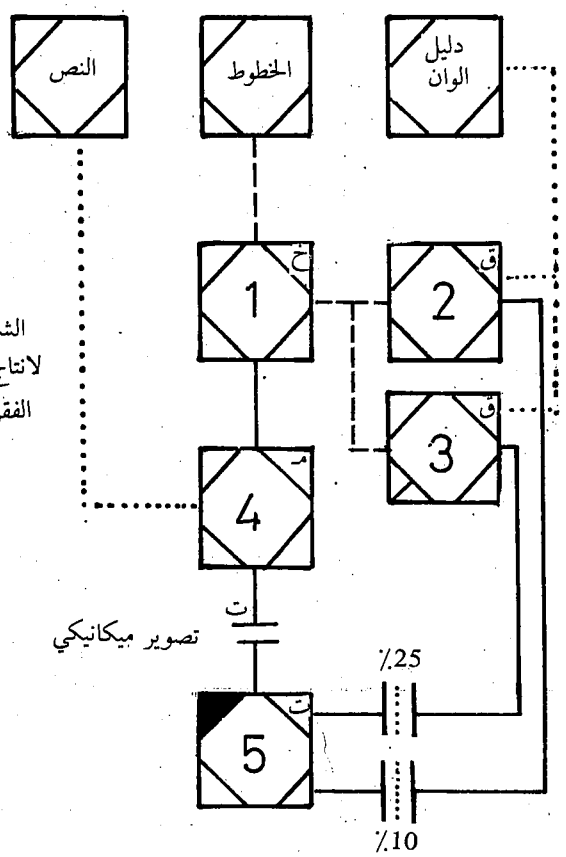
معكوسة . وبناء على ذلك يصبح جلياً انه قبل اجراء عملية الحفر يجب ارسال صفيحة اللدائن المذكورة الى قسم التصوير الفوتوغرافي لغرض طبع الدليل على طلائها . وهذا يعني ايضا امكانية تحضير نسخة موجبة بطريقة التلامس مع النسخة السالبة المحفورة . وهكذا نضمن سيرا حسنا لجميع العمليات التي تمر بها الخريطة ، ابتداء من تحضير نسختها الاصلية لغاية طباعتها وتوزيعها . ولغرض تحقيق مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ البرنامج ، فانه لابد من تثبيت المصطلحات والتعابير الواردة في عملية تحضير ونسخ الخرائط ، وكذلك تثبيت مفتاح للرموز الواردة في هذا المرتسم كما مبين في الشكل (11–1) .



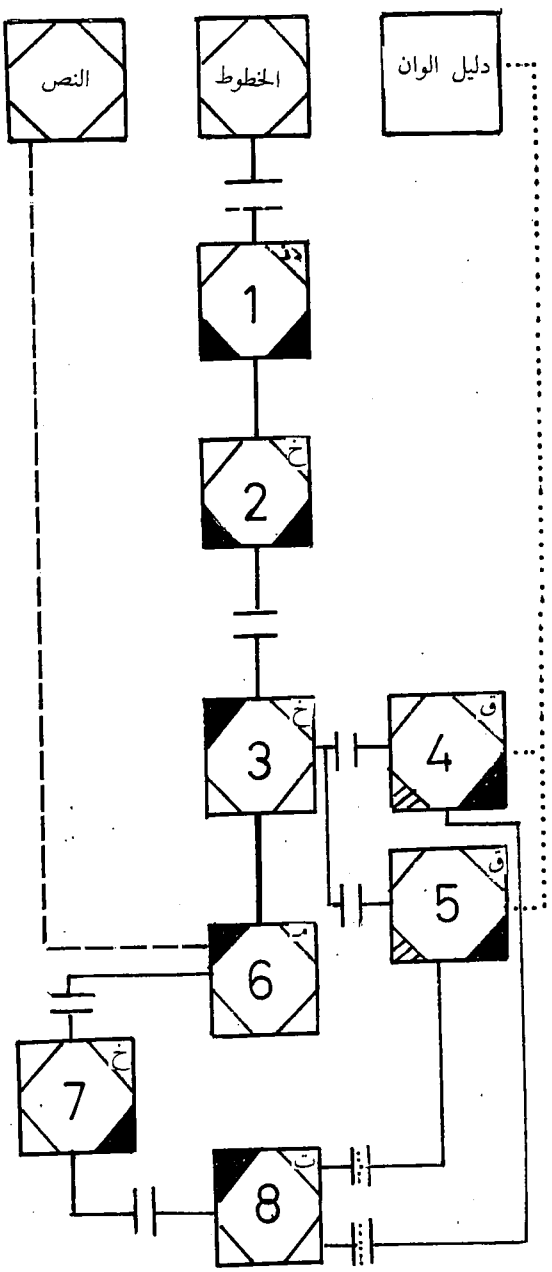
الشكل 11 – 1 مفتاح رموز المصطلحات الواردة في مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ انتاج الخريطة .

ويوضح الشكلين (11–2 ، 11–3) كيفية اعداد الخارطة للطبع باسلوبين مختلفين . ان الغرض المطلوب –على سبيل المثال– هو تحضير نسخة موجبة ومعكوسة لتفاصيل الخارطة الملونة ، ولتكن نسخة اللون الازرق . علما ان مقياس النسخة الاصلية للخارطة ثابت ومساو الى مقياس الخريطة المرسومة . ويفترض ايضا ان صورة تفاصيل الخارطة اعتيادية ، وقد تم تحضير نسخة مستقلة بمتن الخارطة (اسماء التفاصيل) وكذلك نسخة دليلية للالوان (Colour guide) ، اضافة الى الخارطة الاصلية .

فالشكل (11–2) يبين اعداد نسخة تتضمن خطوط تفاصيل الخارطة بطريقة التحبير ، وتكون صورة التفاصيل اعتيادية وموجبة ، وتستعمل لهذا الغرض صفائح اللدائن شبه الشفافة . ولو فرضنا وجود درجتين مختلفتين للون الازرق على الخارطة الاصلية



الشكل 11 – 2 مرتسم المراحل المتعاقبة لانتاج الخريطة وفق تسلسل معين . راجع الفقرة 11–3



الشكل 11 – 3 مرتسم المراحل المتعاقبة لانتاج الخريطة وفق تسلسل معين. راجع الفقرة 11–3

المطلوب نسخها (ازرق فاتح للمسطحات المائية كالبحيرات ، وازرق غامق لضفاف الانهار والجداول) . عندئذ يصار الى عمل قناعين (Masks) لهاتين الدرجتين بواسطة استخدام النسخة التي تتضمن خطوط تفاصيل الخارطة ، حيث توضع تحت الصفحتين المخصصتين لعمل القناعين . وبواسطة التصوير الميكانيكي والنخر الكيمياوي العميق يمكن دمج القناعين سوية على صفيحة لدينية ، بعد استخدام حجب النمط اللوني لتمثيل القناعين . وبعد ذلك تلصق الاسماء المطبوعة على الرقائق اللدينية على النسخة الاصلية للخارطة المرسومة بطريقة التحبير ، ويستعان بالنسخة الاصلية للخارطة المخططة على الورق في توزيع اسماء تفاصيل الخريطة . وهكذا تتكون نسخة موحدة موجبة معكوسة الصورة ، لتفاصيل الخارطة المطلوب طبعها باللون الازرق ، والتي يمكن استعمالها لعمل لوحة الطبع .

ويمكن اتباع اسلوب اخر للتوصل الى تحضير هذه النسخة الموحدة بحيث تكون صورتها اكثر اتقانا ، (لاحظ الشكل 11–3) . حيث تطبع تفاصيل الخريطة الاصلية على صفائح الحفر اللدينية الحساسة على ان تكون صورتها اعتيادية . ثم تحفر الخطوط المطلوبة للنسخة المخصصة للون الازرق . وبعد ذلك يحضر فلم موجب معكوس الصورة من هذه النسخة المحفورة بواسطة طريقة التلامس . وتستعمل صفائح الانسلاخ اللدينية لعمل القناعين السالبين لغرض تمثيل الازرق الفاتح والازرق الغامق –كما ذكر اعلاه– ثم نخر خطوط الصورة في قناع الانسلاخ . حيث تزال المناطق غير المطلوبة في القناع السالب وتطلى الخطوط غير المطلوبة ايضا بصبغة غير شفافة . ثم تلصق اسماء تفاصيل الخارطة على الفلم الموجب بشكل معكوس ، ويصور بطريقة التلامس ، ليصبح نسخة سالبة ذات صورة اعتيادية . ثم تطبع النسخ السالبة كافة وبالتعاقب على فلم فوتوغرافي ، وتستعمل الحجب المناسبة مع القناعين السالبين لغرض الحصول على التدرجات اللونية . وهكذا يمكن الحصول ايضا على نسخة موحدة موجبة تتضمن صورة معكوسة لتفاصيل الخارطة المطلوب طبعها باللون الازرق . وبالرغم من ان تسلسل هذه الطريقة اطول نسبيا من الطريقة السابقة الا ان صورة التفاصيل تكون افضل .

ان مرتسم المراحل المتعاقبة لتنفيذ برنامج انتاج الخرائط هو الوسيلة الوحيدة للمراجعة

والمراقبة ، ومن خلاله يمكن اعتبار طريقة العمل منطقية وعملية . كما ويبين هذا المرتسم المواد الضرورية لانجاز العمل ، وحجم الخريطة ومتطلباتها الاخرى ضمن مواصفات الاجهزة والمكائن المتوفرة . وبناء على ذلك فان اللجوء الى البدائل ينبغي ان يكون عند مرحلة اعداد هذا المرتسم وليس خلال عملية الانتاج .

ولضمان تقدم العمل بشكل سلس ، ينبغي تقدير المدد الزمنية التي تستغرقها كل مرحلة من مراحل عمليات الانتاج لكي يتم تخطيط جميع هذه العمليات بشكل منسق ايضا . فالعمليات التي تنفذ يدويا يتم تقدير الفترات الزمنية التي تتطلبها على اساس ساعات العمل . اما العمليات التي يجري تنفيذها ميكانيكيا وبواسطة الالة ، فيمكن حساب الوقت اللازم لاكمال كل عملية على اساس الخبرة السابقة والطاقة الانتاجية للآلة .

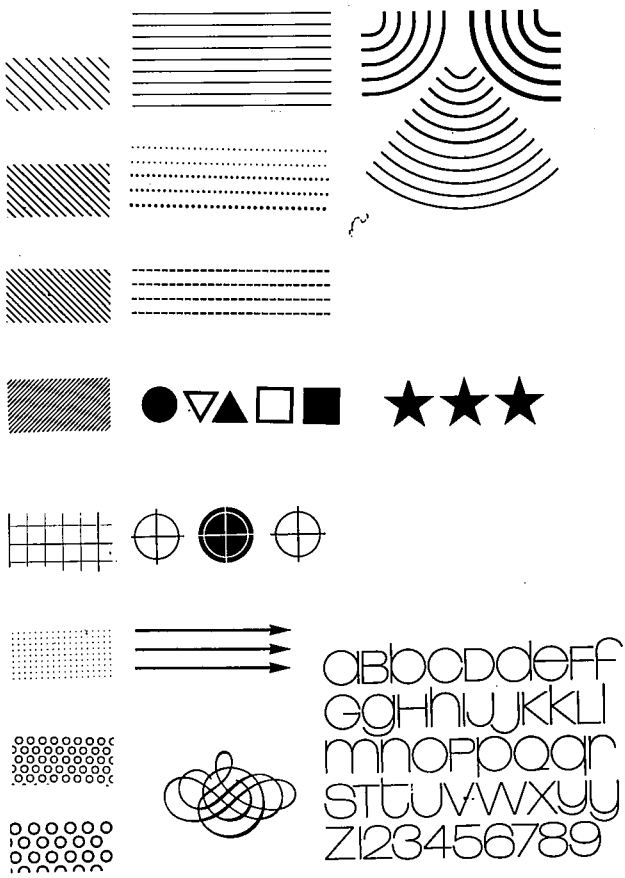
الملاحق

أ – تمارين تطبيقية حول فصول الكتاب

الفصل الاول – ادوات ومواد الترسيم

1 – 1 كيفية أستعمال ادوات ومواد الترسيم

مستلزمات التمرين : اقلام الكرافيت واقلام التحبير ، الفراچير ، مسطرة الترسيم ، الاقواس ، المثلثات ، ورق استشفاف ، وغيرها . يقوم الطالب بترسيم خطوط مختلفة الاوزان والاشكال ، ونماذج مختلفة من الرموز كما في الشكل (ت – 1) ، على ان تستعمل اقلام الكرافيت اولا ، ثم اقلام التحبير.



ت – 1 تمارين حول استعمال ادوات الترسيم

الفصل الثاني – الطرق الفنية في رسم الخرائط

2 – 1 التحبير

مستلزمات التمرين : اقلام التحبير ، ورق استشفاف ، خارطة طوبوغرافية او غيرها من الخرائط ، ويفضل ان تكون موحدة لجميع الطلبة ، ادوات الترسيم المذكورة في التمرين السابق .

يقوم الطالب بتحبير جزء من الخارطة ، بحيث تستخدم ادوات الترسيم كافة .

2 – 2 الحفر

مستلزمات التمرين : الحافرة الشبيهة بالقلم ، صفائح اللدائن الخاصة بالحفر ، لوحة التمرين السابق التي انجزها الطالب .

يقوم الطالب بحفر تفاصيل الخارطة التي قام بتحبيرها في التمرين السابق ، اذ تعتبر دليل في عملية الحفر ، ولكي تقارن نتائج الحفر والتحبير بعدئذ . ويفضل ان تتوفر لوازم طريقة الحفر الموجب كطريقة (فنيكا) لسهولة التدريب عليها .

الفصل الثالث – تمثيل شكل سطح الارض على الخرائط

3 – 1 رسم خارطة كنتورية ومقاطع طولية

مستلزمات التمرين : لوحة تتضمن نقاط التسوية ، ادوات الترسيم . يقوم الطالب بتمرير الخطوط الكنتورية في اللوحة التي تتضمن نقاط التسوية ، وان تكون بكثافة معقولة ، على ان تحدد الفترة الكنتورية حسب مقياس الخارطة وطبيعة تضاريس المنطقة ، وكذلك طريقة رسم الخطوط الكنتورية البينية . حيث تستخدم اقلام الكرافيت اولا ثم اقلام التحبير . ومن خلال التمرين يتدرب الطلبة على كيفية قراءة الخريطة الكنتورية . وبعد الانتهاء من رسم الخطوط الكنتورية ، يقوم الطالب برسم مقطع طولي على امتداد خط يمر من خلال مناسيب متباينة ، ويستعمل مقياس عمودي مناسب لبيان طوبرغرافية الارض .

3 – 2 رسم الرموز الطوبوغرافية القياسية

مستلزمات التمرين : جداول الرموز القياسية للخرائط الطوبوغرافية حسب المقاييس التالية (1 : 10000 ، 1 : 25000 ، 1 : 50000) ، ادوات الترسيم المختلفة .

يقوم الطالب بدراسة انواع الرموز في الجدول المذكور ، ثم يرسم مجاميع متنوعة منها وحسب المقاييس المختلفة ومستخدماً اقلام الكرافيت اولا ثم التحبير .

الفصل الرابع – الخط

4 – 1 خط نماذج من نصوص الخرائط

مستلزمات التمرين : مساطر الخط باحجام مختلفة (رقم 3 ، 5 ، 8) ، اقلام التحبير من نوع (روترنك) الخاصة بالخط ، ورق استشفاف ، نماذج من نصوص الخرائط .

يقوم الطالب بكتابة الحروف الابجدية الانكليزية ، حيث يبدأ بخط الحروف الاستهلالية اولا ، ثم الحروف الصغيرة ، واخيرا الارقام ، على ان يكرر ذلك خمس مرات . وبعد ذلك يقوم بخط النصوص على ان يراعي توزيع الحروف والفراغات البينية والحجوم المناسبة .

الفصل الخامس – تصميم الخرائط

5 – 1 تصميم ورسم خارطة علمية

مستلزمات التمرين : خرائط اولية حقلية ، تتضمن بعض العوارض الطوبوغرافية ، ادوات الترسيم ، ورق استشفاف .

يقوم الطالب بتصميم خارطة علمية خاصة ، مثل خارطة جيولوجية ، خارطة استغلال الاراضي ، خارطة انواع الترب ، الخ . وتعتبر الخارطة الاولية الحقلية أساساً للخارطة العلمية . مع مراعاة الخطوات الآتية :

1 – توزيع مكونات الخريطة وتحديد مواقعها والمساحة التي تشغلها ، مثل العنوان ، جدول الرموز ، المقياس البياني ، اطار الخريطة الخارجي ، احداثيات الخارطة .

2 – رسم الرموز الطوبوغرافية حسب الجداول القياسية والمقياس المستعمل للخريطة ، وخط نصوصها .

5 – 2 تلوين الخرائط

مستلزمات التمرين : الوان مائية ، ويفضل استخدام احبار ملونة مثل (Talens Ecoline) او ما يماثلها . فرش مختلفة الاحجام (رقم 1 . 2 . 3 . 4 . 5 . 6) . مقياس الوان يتضمن درجات لونية مختلفة مثل (Munsell Color Charts) . يقوم الطالب بأستنساخ الخارطة التي اعدها في التمرين السابق بواسطة طريقة الاستنساخ شبه الجافة (Semi – dry) ، ويفضل استعمال ورق استنساخ ذي وزن 150 غرام/م^2 . ثم يقوم بأختيار الالوان المناسبة لتلوين وحدات الخارطة المختلفة . وكذلك يقوم الطالب بتلوين الخارطة الكنتورية بعد استنساخها وفق الطريقة المذكورة اعلاه ، لغرض تحويل خطوط الارتفاع الى طبقات لونية تعبر عن مناسيب التضاريس الارضية .

ولغرض تحضير ومزج الالوان المائية ، نذكر الجدول (أ – 1) الخاص بتحضير احبار (Talens) ، حيث يمكن الحصول على (343) درجة لونية مختلفة (1) . اذ يتضمن الجدول معادلات بسيطة لمزج الالوان الرئيسة (الاصفر ، الاحمر ، الازرق) مع اضافة الماء اليها او بدونه . لغرض تحضير الدرجة اللونية المطلوبة . فمثلا لتحضير الدرجة اللونية تحت رقم (001) ينبغي مزج سنتمتر واحد من اللون الازرق مع 39 سنتمتراً مكعباً من الماء .

الفصل السادس – مقياس الخرائط

6 – 1 تصغير مقياس خارطة طوبوغرافية

مستلزمات التمرين : خارطة طوبوغرافية مقياس (1 : 20000 او 1 : 25000) منساخ (Pantograph) ، ادوات الترسيم ، ورق رسم اعتيادي .

يقوم الطالب بتصغير مقياس الخارطة الى مقياس (1 : 100000) ، مع تطبيق قواعد التلخيص (Generalization) . واستخدام الرموز وفق المقياس الجديد .

---

(1) يستطيع المدرس تحضير الدرجات اللونية المذكورة في الجدول (أ– 1) اولا ، لكي يتمكن الطلبة من اختيار الالوان المناسبة لتلوين الخرائط وغيرها من المرتسمات . كما يمكنه الحصول على مقاييس الالوان وجداول تحضيرها من المطابع والشركات المنتجة للالوان .

6 – 2 حساب المساحات بواسطة البلانيمتر

مستلزمات التمرين : خارطة كادسترائية ، او خارطة علمية خاصة ، بلانيمتر. ورق رسم اعتيادي .

يقوم الطالب بحساب مساحة وحدات الخارطة المختلفة او مساحة الملكيات بالدونمات وذلك بأستعمال جهاز البلانيمتر.

الفصل السابع – مساقط الخرائط

7 – 1 بناء مسقط اسطواني – مركيتر

7 – 2 بناء مسقط مخروطي – لامبرت

7 – 3 بناء مسقط سمتي – مجسم قطبي

ملاحظة : يتضمن الفصل السابع شرحا مفصلا عن هذه التمارين – راجع الفقرة (7 – 17) .

الفصل الثامن – الرسوم البيانية والخرائط الاحصائية

8 – 1 تصميم ورسم خارطة توزيع كمية ونوعية

مستلزمات التمرين : معلومات احصائية عن عدد السكان في المحافظات في القطر ، او مقدار انتاج بعض المحاصيل الزراعية الرئيسية . يقوم الطالب برسم خارطة القطر بمقياس صغير ، وتسقيط حدود المحافظات ، ثم يستخدم احد الرسوم البيانية لتمثيل الارقام الاحصائية لكل محافظة . ويفضل تلوين اللوحة .

8 – 2 اعداد رسم تخطيطي مجسم (Block diagram)

مستلزمات التمرين : خارطة طوبوغرافية لمنطقة جبلية ، تتضمن خطوطاً كنتورية ، ادوات الترسيم ، ورق استشفاف .

يقوم الطالب بأعداد رسم تخطيطي مجسم لجزء من الخارطة ، بحيث يتضمن بعض الجبال او التلال والوديان ، مع تطبيق الخطوات الواردة في الفقرة (8 – 5) من الفصل الثامن .

8 – 3 اعداد رسوم بيانية مختلفة

مستلزمات التمرين : جداول احصائية مختلفة ، ادوات الترسيم . يقوم الطالب بتحويل الجداول الاحصائية الى رسوم بيانية وفق الاساليب المختلفة الواردة في الفصل الثامن ، وحسب طبيعة الجدول الاحصائي .

الفصل التاسع – الصور الجوية وتفسيرها

9 – 1 اعداد خارطة اولية من صورة جوية منفردة

مستلزمات التمرين : جهاز الابصار المجسم ، زوج من الصور الجوية العمودية ، ادوات الترسيم ، ورق استشفاف .

يقوم الطالب بملاحظة معالم سطح الارض للصور الجوية من خلال جهاز الابصار المجسم ، محاولا تشخيص وتحديد العوارض الطوبوغرافية المختلفة وغيرها من المعالم . ثم يقوم بنقل العوارض من احدى الصورتين على ورق استشفاف . مراعيا قواعد تصميم الخريطة ، والرموز القياسية لتمثيل العوارض الطوبوغرافية ، وخط نصوص الخريطة بواسطة مسطرة الخط .

9 – 2 نقل التفاصيل والعوارض الجديدة من الصورة الجوية الى خارطة طوبوغرافية

مستلزمات التمرين : زوج من الصور الجوية ، خارطة طوبوغرافية تتضمن نفس المنطقة التي تغطيها الصور الجوية المستخدمة في هذا التمرين ، جهاز ابصار مجسم ، جهاز التوقيع البصري من الصور المفردة (Sketchmaster) يقوم الطالب بتفسير الصور الجوية مع تشخيص وتحديد بعض المعالم المطلوب نقلها الى الخارطة الطوبوغرافية ، ثم يقوم بعملية نقل التفاصيل من احدى الصور الجوية الى الخارطة الطوبوغرافية بواسطة جهاز التوقيع البصري ، مراعيا الامور الآتية :

1 – تحديد نقاط او علامات الاسناد في كل من الصورة الجوية والخارطة الطوبوغرافية ، اذ من الممكن تحديد مواقع نقاط الضبط الارضي في كل من الصورة والخارطة . ومن الممكن الاعتماد على بعض العوارض الرئيسية لغرض الحصول على التطابق النسبي بين معالم الصورة والخارطة .

2 – اختلاف المقياس بين الصورة الجوية والخارطة ، راجع الجدول (9 – 2) .

الفصل العاشر – نسخ الخرائط

10 – 1 زيارة علمية الى احدى المطابع والدوائر ذات العلاقة بتحضير واعداد الخرائط ، لغرض الاطلاع على مختلف الوسائل والمكائن الخاصة بطباعة واستنساخ الخرائط . ويفضل اعداد تقرير حول الزيارة من قبل الطالب .

الفصل الحادي عشر – تصنيف الخرائط وتقويمها وتنظيم انتاجها

11 – 1 تقويم الخرائط

مستلزمات التمرين : خرائط مختلفة ومن مصادر متنوعة .

يوزع الطلبة على مجاميع صغيرة ، وتقوم كل مجموعة بتقويم احدى الخرائط الطوبوغرافية والعلمية على ضوء الاسس المذكورة في الفقرة (11 – 2) من الفصل الحادي عشر . على ان تناقش ملاحظاتهم وارائهم بصورة مباشرة مع المدرس .

11 – 2 تنظيم انتاج الخرائط

مستلزمات التمرين : طلب من احدى الجهات حول تحضير خارطة معيّنة ونسخها حسب مواصفات محددة .

يقوم الطالب بدراسة وتحليل الطلب على ضوء مواصفات الخريطة المطلوبة ، وعمل مخطط للمراحل المتعاقبة التي تنفذ بموجبها الخريطة . مع ذكر المواد والاجهزة المطلوبة . وتقدير الكلف ان امكن .

جدول ا – 1 تحضير الالوان المائية وفق الطريقة الهولندية
بأستعمال احبار (Talens Ecoline)

رقم الدرجة اللونية

000	IR+39W 010	IR+19W 020	IR+9W 030	IR+5W 040	IR+3W 050	IR+1W 060
1B+39W 001	1R+1B +38W 011	2R+1B +37W 021	4R+1B +35W 031	7R+1B +33W 041	10R+1B +29W 051	20R+1B +19W 061
1B + 19W 002	1R + 2B + 37W 012	1R + 1B + 18W 022	2R + 1B + 17W 032	7R + 2B + 32W 042	5R + 1B + 14W 052	10R + 1B + 9W 062
1B + 9W 003	1R + 4B + 35W 013	1R + 2B + 17W 023	1R + 1B + 8W 033	5R + 3B + 22W 043	5R + 2B + 13W 053	5R + 1B + 4W 063
1B + 5W 004	1R + 7B + 33W 014	2R + 7B + 32W 024	3R + 5B + 22W 034	1R + 1B + 4W 044	3R + 2B + 7W 054	3R + 1B + 2W 064
1B + 3W 005	1R + 10B + 29W 015	1R + 5B + 14W 025	2R + 5B + 13W 035	2R + 3B + 7W 045	1R + 1B + 2W 055	2R + 1B + 1W 065
1B + 1W 006	1R + 20B + 19W 016	1R + 10B + 9W 026	1R + 5B + 4W 036	1R + 3B + 2W 046	1R + 2B + 1W 056	1R + 1B 066

الالوان	الرمز	ملاحظة : تخفف الاحبار الاصلية (Talens) بالماء وتمزج
الاصفر	G	كما يأتي : ماء 300سم^3 + اصفر 700سم^3 = الاصفر
الاحمر	R	ماء 680سم^3 + Violet بنفسجي 100سم^3 + Carmine ارجواني 220سم^3 = الاحمر
الازرق	B	ماء 650سم^3 + بنفسجي 120سم^3 + Sky blue ازرق سمائي 230سم^3 = الازرق
الماء	W	

1G + 39W	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 20R
100	+ 38W 110	+ 37W 120	+ 35W 130	+ 33W 140	+ 29W 150	+ 19W 160
1G + 1B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 20R
+ 38W	+ 1B + 37W	+ 1B + 36W	1B + 34W	1B + 32W	1B + 28W	1B + 18W
101	111	121	131	141	151	161
1G + 2B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 2OR
+ 37W	2B + +36W	2B + +35W	2B + 33W	2B + 31W	2B + 27W	2B + 17W
102	112	122	132	142	152	162
1G + 4B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 20R
+ 35W	4B + 34W	4B + 33W	4B + 31W	4B + 28W	4B + 25W	4B + 19W
103	113	123	133	143	153	163
1G + 7B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 20R
+ 33W	7B + 32W	7B + 31W	7B + 28W	7B + 25W	7B + 22W	7B + 12W
104	114	124	134	144	154	164
1G + 10B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 20R
+ 29W	10B + 28W	10B + 27W	10B + 25W	10B + 22W	1OB + 15W	10B + 9W
105	115	125	135	145	155	165
1G + 20B	1G + 1R	1G + 2R	1G + 4R	1G + 7R	1G + 10R	1G + 19.5R
+ 19W	20B + 18W	20B + 17W	20B + 15W	2OB + 12W	20B + 9W	+ 19.5B
106	116	126	136	146	156	166

1G + 19W	2G + 1R + 37W	1G + 1R + 18W	1G + 2R + 17W	2G + 7R + 32W	1G + 5R + 14W	1G + 10R + 9W
200	210	220	230	240	250	260
2G + 1B + 37W	2G + 1R 1B + 36W	2G + 2R 1B + 35W	2G + 4R 1B + 33W	2G + 7R 1B + 31W	1G + 10R 1B + 27W	2G + 20R 1B + 17W
201	211	221	231	241	251	261
1G + 1B + 18W	2G + 1R 2B + 35W	1G + 1R 1B + 17W	1G + 2R 1B + 16W	2G + 7R 2B + 29W	1G + 5R 1B + 13W	1G + 10R 1B + 8W
202	212	222	232	242	252	262
1G + 2B + 17W	2G + 1R 4B + 33W	1G + 1R 2B + 16W	1G + 2R 2B + 15W	2G + 7R 4B + 27W	1G + 5R 2B + 12W	1G + 10R 2B + 7W
203	213	223	233	243	253	263
2G + 7B + 32W	2G + 1R 7B + 31W	2G + 2R 7B + 29W	2G + 4R 7B + 27W	2G + 7R 7B + 25W	2G + 10R 7B + 21W	2G + 20R 7B + 11W
204	214	224	234	244	254	264
1G + 5B + 14W	2G + 1R 10B + 27W	1G + 1R 5B + 13W	1G + 2R 5B + 12W	2G + 7R 10B + 21W	2G + 5R 5B + 9W	1G + 10R 5B + 4W
205	215	225	235	245	255	265
1G + 10B + 9W	2G + 1R 20B + 17W	1G + 1R 10B + 8W	1G + 2R 10B + 7W	2G + 7R 20B + 11W	1G + 5R 10B + 4W	1G + 9.5R + 9.5R
206	216	226	236	246	256	266

1G + 9W	4G + 1R + 35W	2G + 1R + 17W	1G + 1R + 8W	3G + 5R + 22W	2G + 5R + 13W	1G + 5R + 4W
300	310	320	330	340	350	360
4G + 1B + 35W	4G + 1R 1B + 34W	4G + 2R 1B + 35W	4G + 4R 1B + 31W	4G + 7R 1B + 28W	4G + 10R 1B + 25W	4G + 20R 1B + 15W
301	311	321	331	341	351	361
2G + 1B + 17W	4G + 1R 2B + 33W	2G + 1R 1B + 16W	2G + 2R 1B + 15W	4G + 7R 2B + 27W	2G + 5R 1B + 12W	2G + 10R 1B + 7W
302	312	322	332	342	352	362
1G + 1B + 8W	4G + 1R 4B + 31W	2G + 1R 2B + 15W	1G + 1R 1B + 7W	3G + 5R 3B + 19W	2G + 5R 2B + 11W	1G + 5R 1B + 3W
303	313	323	333	343	353	363
3G + 5B + 22W	4G + 1R 7B + 28W	4G + 2R 7B + 27W	3G + 3R 5B + 19W	3G + 5R 5B + 17W	4G + 10R 7B + 19W	4G + 20R 7B + 9W
304	314	324	334	344	354	364
2G + 5B + 13W	4G + 1R 10B + 25W	2G + 1R 5B + 12W	2G + 2R 5B + 11W	4G + 1R 10B + 19W	2G + 5R 5B + 8W	2G + 10R 5B + 3W
305	315	325	335	345	355	365
1G + 5B + 4W	4G + 1R 20B + 15W	2G + 1R 10B + 7W	1G + 1R 5B + 3W	4G + 7R 20B + 9W	2G + 5R 10B + 3W	1G + 4.5R + 4.5B
306	316	326	336	346	356	366

1G + 5W	7G + 1R + 33W	7G + 2R + 32W	5G + 3R + 22W	1G + 1R + 4W	2G + 3R + 7W	2G + 3R + 2W
400	410	420	430	440	450	460
7G + 1B + 33W	7G + 1R 1B + 32W	7G + 2R 1B + 31W	7G + 4R 1B + 28W	7G + 7R 1B + 25W	7G + 10R 1B + 22W	7G + 20R 1B + 12W
401	411	421	431	441	451	461
7G + 2B + 32W	7G + 1R 2B + 31W	7G + 2R 2B + 30W	7G + 4R 2B + 27W	7G + 7R 2B + 24W	7G + 10R 2B + 21W	7G + 20R 2B + 11W
402	412	422	432	442	452	462
5G + 3B + 22W	7G + 1R 4B + 28W	7G + 2R 4B + 27W	5G + 3R 3B + 19W	7G + 7R 4B + 22W	7G + 10R 4B + 19W	7G + 20R 4B + 9W
403	413	423	433	443	453	463
1G + 1B + 4W	7G + 1R 7B + 25W	7G + 2R 7B + 24W	7G + 4R 7B + 22W	1G + 1R 1B + 3W	2G + 3R 2B + 4W	1G + 3R 1B + 1W
404	414	424	434	444	454	464
2G + 3B + 7W	7G + 1R 10B + 22W	7G + 2R 10B + 21W	7G + 4R 10B + 19W	2G + 2R 3B + 5W	2G + 3R 3B + 4W	2G + 6R 3B + 1W
405	415	425	435	445	455	465
1G + 3B + 2W	7G + 1R 20B + 12W	7G + 2R 20B + 11W	7G + 4R 20B + 9W	1G + 1R 3B + 1W	2G + 3R 6B + 1W	2G + 5R + 5B
406	416	426	436	446	456	466

1G + 3W	10G + 1R + 29W	5G + 1R + 14W	5G + 2R + 13W	3G + 2R + 7W	1G + 1R + 2W	1G + 2R + 1W
500	510	520	530	540	550	560
10G + 1B + 29W	10G + 1R 1B + 28W	10G + 2R 1B + 27W	10G + 4R 1B + 25W	10G + 7R 1B + 22W	10G + 10R 1B + 19W	10G + 20R 1B + 9W
501	511	521	531	541	551	561
5G + 1B + 14W	10G + 1R 2B + 27W	5G + 1R + 1B + 13W	5G + 2R 1B + 12W	10G + 7R 2B + 21W	5G + 5R 1B + 9W	5G + 10R 1B + 4W
502	512	522	532	542	552	562
5G + 2B + 13W	10G + 1R 4B + 25W	5G + 1R 2B + 12W	5G + 2R 2B + 11W	10G + 1R 4B + 19W	5G + 5R 2B + 8W	5G + 10R 2B + 3W
503	513	523	533	543	553	563
3G + 2B + 7W	10G + 1R 7B + 22W	10G + 2R 7B + 21W	10G + 4R 7B + 19W	3G + 2R 2B + 5W	3G + 3R 2B + 4W	3G + 6R 2B + 1W
504	514	524	534	544	554	564
1G + 1B + 2W	10G + 1R 10B + 19W	5G + 1R 5B + 9W	5G + 2R 5B + 8W	3G + 2R 3B + 4W	1G + 1R 1B + 1W	2G + 4R + 2B
505	515	525	535	545	555	565
1G + 2B + 1W	10G + 1R 20B + 9W	5G + 1R 10B + 4W	5G + 2R 10B + 3W	3G + 2R 6B + 1W	2G + 2R + 4B	1G + 2R + 2B
506	516	526	536	546	556	566

1G 600	39G + 1R 610	19G + 1R 620	9G + 1R 630	5G + 1R 640	3G + 1R 650	1G + 1R 660
39G + 1B 601	38G + 1R + 1B 611	37G + 2R + 1B 621	35G + 4R + 1B 631	33G + 7R + 1B 641	29G + 10R + 1B 651	19.5G + 19.5R + 1B 661
19G + 1B 602	37G + 1R + 2B 612	18G + 1R + 1B 622	17G + 2R + 2B 632	32G + 7R + 2B 642	14G + 5R + 1B 652	9.5G + 9.5R + 1B 662
9G + 1B 603	35G + 1R + 4B 613	17G + 1R + 2B 623	8G + 1R + 1B 633	22G + 5R + 3B 643	13G + 5R + 2B 653	4.5G + 4.5R + 1B 663
5G + 1B 604	33G + 1R + 7B 614	32G + 2R + 7B 624	22G + 3R + 5B 634	4G + 1R + 1B 644	7G + 3R + 2B 654	2.5G + 3.5R + 1B 664
3G + 1B 605	29G + 1R + 10B 615	14G + 1R + 5B 625	13G + 2R + 5B 635	7G + 2R + 3B 645	2G + 1R + 1B 655	1.5G + 1.5R + 1B 665
1G + 1B 606	19.5G + 1R + 19.5B 616	9.5G + 1R + 9.5B 626	4.5G + 1R + 4.5B 636	2.5G + 1R + 2.5B 646	7.5G + 1R + 7.5B 656	1G + 1R + 1B 666

ب – جدول (ب – 1) اطوال درجات خطوط العرض

المصدر U. S. Coast and Geodetic Survey

قوس العرض درجات	الطول/متر	قوس العرض درجات	لطول/متر	قوس العرض درجات	الطول/متر
000	111321	3000	96488	6000	55802
100	111304	3100	95506	6100	54110
200	111253	3200	94495	6200	52400
300	111169	3300	93455	6300	50675
400	111051	3400	92387	6400	48934
500	110900	3500	91290	6500	47177
600	110715	3600	90166	6600	45407
700	110497	3700	89014	6700	43622
800	110245	3800	87835	6800	41823
900	109959	3900	86629	6900	40012
1000	109641	4000	85396	7000	38188
1100	109289	4100	84137	7100	36353
1200	108904	4200	82853	7200	34506
1300	108486	4300	81543	7300	32648
1400	108036	4400	80208	7400	30781
1500	107553	4500	78849	7500	28903
1600	107036	4600	77466	7600	27017
1700	106487	4700	76058	7700	25123
1800	105906	4800	74628	7800	23220
1900	105294	4900	73174	7900	21311
2000	104649	5000	71698	8000	19394
2100	103972	5100	70200	8100	17472
2200	103264	5200	68680	8200	15545
2300	102524	5300	67140	8300	13612
2400	101754	5400	65578	8400	11675
2500	100952	5500	63996	8500	9735
2600	100119	5600	62395	8600	7792
2700	99257	5700	60774	8700	5846
2800	98364	5800	59135	8800	3898
2900	97441	5900	57478	8900	1949
				9000	0

ب – جدول (ب – 2) اطوال درجات خطوط العرض

المصدر U.S. Coast and Geodetic Survey في كتاب
ROBINSON. Elements of cartography

قوس العرض درجات	الطول/متر	قوس العرض درجات	الطول/متر	قوس العرض درجات	الطول/متر
0 – 1	110567.3	30 – 31	110857.0	60 – 61	111423.1
1 – 2	110568.0	31 – 32	110874.4	61 – 62	111439.9
2 – 3	110569.4	32 – 33	110892.1	62 – 63	111456.4
3 – 4	110571.4	33 – 34	110910.1	63 – 64	111472.4
4 – 5	110574.1	34 – 35	110928.3	64 – 65	111488.1
5 – 6	110577.6	35 – 36	110946.9	65 – 66	111503.3
6 – 7	110581.6	36 – 37	110965.6	66 – 67	111518.0
7 – 8	110586.4	37 – 38	110984.5	67 – 68	111532.3
8 – 9	110591.8	38 – 39	111003.7	68 – 69	111546.2
9 – 10	110597.8	39 – 40	111023.0	69 – 70	111559.5
10 – 11	110604.5	40 – 41	111042.4	70 – 71	111572.2
11 – 12	110611.9	41 – 42	111061.9	71 – 72	111584.5
12 – 13	110619.8	42 – 43	111081.6	72 – 73	111596.2
13 – 14	110628.4	43 – 44	111101.3	73 – 74	111607.3
14 – 15	110637.6	44 – 45	111121.0	74 – 75	111617.9
15 – 16	110647.5	45 – 46	111140.8	75 76	111627.8
16 – 17	110657.8	46 – 47	111160.5	76 – 77	111637.1
17 – 18	110668.8	47 – 48	111180.2	77 – 78	111645.9
18 – 19	110680.4	84 – 49	111199.9	78 – 79	111653.9
19 – 20	110692.4	49 – 50	111219.5	79 – 80	111661.4
20 – 21	110705.1	50 – 51	111239.0	80 – 81	111668.2
21 – 22	110718.2	51 – 52	111158.3	81 – 82	111674.4
22 – 23	110731.8	52 – 53	111277.6	82 – 83	111679.9
23 – 24	110746.0	53 – 54	111296.6	83 – 84	111684.7
24 – 25	110760.6	54 – 55	111315.4	84 – 85	111688.9
25 – 26	110775.6	55 – 56	111334.0	85 – 86	111692.3
26 – 27	110791.1	56 – 57	111352.4	86 – 87	111695.1
27 – 28	110807.0	57 – 58	111370.5	87 – 88	111697.2
28 – 29	110823.3	58 – 59	111388.4	88 – 89	111698.6
29 – 30	110840.0	59 – 60	111405.9	89 – 90	111699.3

جـ- معجم الكلمات والمصطلحات الواردة في الكتاب -انكليزي- عربي

A

accomodation of the eye	تكييف العين
actinic light	ضوء اكتيني
aerial photograph	صورة جوية
aesthetics art	فن الجمال
alberes projection	مسقط البرز
alignment	صف ، تراصف
altimeter	مقياس الارتفاع
anti—dust	ضد الغبار
arc light	مصباح كاربوني ، ضوء كاربوني
area	مساحة
area symbols	رموز مساحية
arkansas	حجر صلد
artwork	عمل فني
astralon	ضرب من صفائح اللدائن التجارية
author	مؤلف
automatic	ذاتي الحركة
azimuth	السمت
azimuthal projections	مساقط سمتية
azo dye	صبغة ملونة ازوية

B

background	خلفية
background image	صورة خلفية
balance	توازن
balance of map components	توازن مكونات الخريطة

blanket	بطانية
bar graph	رسم بياني شريطي
base map	خارطة اساسية
basic mapping unit	وحدة الخارطة القياسية
bearing	انحراف سمتي ، الاتجاه
binocular vision	الابصار العيني
black light	ضوء اسود
blank	فراغ
block	قطاع من المباني
block diagram	رسم تخطيطي مجسم
blue – print	طبع ازرق
bow	قوس
bow distance	مسافة القوس
brown	بني
b rown print	طبع بني

C

cadastral map	خارطة كادسترائية
camera	كاميرا
camera bed	مهد الكاميرا
capital	استهلالي
capital letter	حرف استهلالي
carbon pencil	قلم كاربوني
carriage	نقل

cartographer (1)	عالم او صانع الخريطة
cartography	علم الخرائط
cellulose acetate	خلات السليلوز
charcoal pencil	قلم فحمي
chisel – shaped point	الابرالازميلية الطرف
choice of colors	انتخاب الالوان
classification	تصنيف
clarity	وضوح
coat	طلاء
colour	لون
colour separation	فصل الالوان
colour combination	تركيب الالوان
colour saturation	تشبع الالوان
colour scale	مقياس الدرجات اللونية
compass	فرجار
conformal	متطابق
conical projection	مسقط مخروطي
construction	بناء

(1) لقد ورد في معجم المصطلحات العلمية والفنية والهندسية – للسيد احمد شفيق الخطيب ، 1977 – الطبعة الرابعة : ان كلمة cartographer تعني رسام الخرائط . لما كان تعبير cartography يعني علم الخرائط . وان المختص بهذا العلم لا يكون رساما للخرائط فقط . بل ملماً بأمور اعدادها ، عليه فضلنا تعبير صانع أو عالم الخرائط بدلا عن رسام الخرائط .

consulting table	جدول استشاري
contact copying	استنساخ بالتلامس
contact printing cabinet	جهاز طبع الصور بالتلامس
Contact screen	حجاب التلامس
content	مضمون ، محتوى
continuous tone	النمط اللوني المتواصل
contour line	خط كنتوري (الكفاف)
contrast	تباين
coordinatograph	جهاز التنسيق الاحداثي
copy holder	حامل النسخة
copying	استنساخ
coverage	المساحة المصورة ، تغطية
cyan	ازرق شفاف
cyclic variations	متغيرات دورية
cylindrical projection	مسقط اسطواني

D

damping rollers	شوابك الترطيب
dark	غامق
dark room camera	كامرة الغرفة المظلمة
datum plane	مستوى الاسناد
deep – etch plate	صفيحة الوجه المنخفض
density	الكثافة
densitometer	مقياس الكثافة الكهرو ضوئي
depression contour	الخطوط الكنتورية الخاصة بالمنخفضات
depsor – blue	طلاء ازرق تجاري (يستعمل في طريقة الحفر الموجب)

	محلول اسود اللون (يستعمل في طريقة الحفر
depsor – S	الموجب)
depth perception	ادراك العمق
design	تصميم
determination	تقدير
developer	مظهر
developing	تظهير الصورة
developing agent	عامل التظهير
diagram	رسم تخطيطي
dial	قرص مدرج
diapositive	فلم موجب شفاف
diazo compound	مركبات ديازوية
digital electronic control	جهاز التحكم الالكتروني الرقمي
direct scale	مقياس مباشر
disc planimeter	مقياس المسطحات القرصي
distance	مسافة
distortion	انحراف
distribution map	خارطة توزيع
divider	اداة تقسيم ، مِنقال
dot graver	حافرة النقاط
dotted line	خط منقط
drafting	الترسيم
draftsman	رسام
drainage	بزل ، صرف
drainage area	المنطقة المؤثرة حول سهول الانهار ومنابعها
drawing board	لوحة الترسيم

drawing ink	حبر الترسيم
drawing paper	ورق الترسيم
drawing pen	قلم رسم (مزدوج الريشة)
drawing pin	دبوس رسم
drawing nib	طرف قلم الترسيم
Drawing scale	مقياس الترسيم
drawing table	منضدة الرسم
E	
easting	تشريق
ecoline ink	حبر تجاري
electric shutter	غالق كهربائي
electronic scanning	مسح الكتروني
employment	استعمال
emulsion	مستحلب
engraver	حفار ، نقاش
engraving	كليشة ، الطبع من الوجه المنخفض
equal – area	المساحة المتساوية
equator	خط الاستواء
equatorial case	الحالة الاستوائية
equidistant projection	مسقط متساوي المسافة
erased area	مساحة ممسوحة
erasing knife	سكين المحو
erosion	تعرية
escarpment	جرف ، انحدار شديد
etching	نحر
exaggeration	انحراف (العوارض)

exposure	التعريض
exposure control	جهاز التحكم بمدة التعريض
eye base	خط قاعدة العينين
F	
false origin	نقطة الاصل المصطنعة أو المفروضة
fancy letter	حرف مزخرف
feeder unit	وحدة التلقيم
fiducial mark	علامة اسناد
field sketch	مخطط حقلي
filter	مرشح
fish glue	غراء السمك
flat relief	ضرس مستو
flat – bed machines	مكائن (طباعة) المهد المسطح
flexible curve	قوس قابل للالتواء
flow chart	مرتسم المراحل المتعاقبة –
flow diagram	لتنفيذ برنامج انتاج الخرائط
focal length	بعد بؤري
fore ground	صورة امامية
form	شكل ، اطار
form line	خط كنتوري شكلي
format	ورقة الخريطة
four colour process	طباعة الالوان المركبة الرباعية
fractional scale	مقياس نسبي
free hand	مطلق اليد
free hand drawing	رسم باليد

G

galvanometer	غلفانوميتر (قياس الطاقة الضوئية – الكهربائية)
generalization	التلخيص ، التعميم
generating globe	كرة ممثلة
geographical grid system	نظام شبكي جغرافي (خطوط الطول والعرض)
geographical map	خارطة جغرافية
geoid	المجسم الارضي
geometrical symbol	رمز هندسي
geomorphology	علم شكل سطح الارض
globe	كرة ارضية ، كرة جغرافية
glossy	صقيل
gnomonic	مزولي
goode projection	مسقط كود
gothic	قوطي
gradient	انحدار
graduated symbol	رمز مدرج
graining machine	ماكنة تخشين
graph	رسم بياني
graphic	تخطيط
graphical scale	مقياس بياني
graphic appearance	هيئة تخطيطية
great circle	دائرة عظمى
green	اخضر
grid system	نظام شبكي

gripper	قابض
ground control point	نقطة الضبط الارضي
guide line	خط دليل
guiding nib	مسمار توجيه

H

hachure	هاشور
hachured map	خريطة مرقنة لبيان التضاريس
hachuring shading	التظليل بخطوط الهاشور
halftone	النمط اللوني المنقط (الهافتون)
halftone screen	حجاب النمط اللوني المنقط
hard	صلب ، صلد
harmony	توافق
height point	نقطة ارتفاع
helio printing	الطبع الشمسي
hemisphere	نصف الكرة الارضية
high value	قيمة عليا
holder	حامل
homolatitude	قوس العرض المتناظر
homolographic	مساحة متساوية
horizon	الافق
horizon circle	دائرة الافق
hue	لون الطيف الشمسي المتغلب ، لون

I

impression	طبعة
impression cylinder	اسطوانة الانطباع

inclined	مائل
ink adherence	التصاق مادة الحبر
ink drawing	التحبير
in set	مجموعة
intensity	شدة
intermediate	وسيط
interrupted	متقطع
intersection	تقاطع
intervisibility	مدى الرؤية
irrigation	ري
isocentre	نقطة شبه الوسط
isogram	شبكة معينية
isometric	متساوي القياس ، رسم ازومتري
italic	ايطالي

K

key	دليل
key board	لوحة مفاتيح
kodalith stripping film	فلم انسلاخ تجاري (مصنوع في شركة كوداك)

L

lambert projection	مسقط لامبيرت
laminated paper	ورق مصفح (برقائق من الالمنيوم)
latitude	قوس عرض
legend	مفتاح او جدول المصطلحات
length unit	وحدة طول

lens distortion	زوغان أو تحريف العدسة
lens holder assembly	مجموعة حامل العدسة
lettering	الخط
letter press	طابعة الحرف
lettering template	مسطرة الخط
level	مستوى
light	فاتح ، ضوء
light – table	منضدة الانارة
limestone	حجر الكلس
linear distance	مسافة خطية
line graph	رسم بياني خطي
line symbol	رمز خطي
line scale	مقياس خطي
line tone	النمط اللوني المخطط
locational displacement	ازاحة موقعية
longitude	قوس طول
lower visual level	مستوى بصري ادنى
lower case letter	حرف صغير
loxodrome	خط الاتجاه الثابت

M

magenta	وردي
map	خارطة
maps	خرائط أو خوارط
mapping unit	وحدة الخارطة
map appreciation	تقويم الخارطة

map measure	اداة مقياس الخرائط
map organisation	تنظيم الخارطة
marble	رخام
marginal information	معلومات هامشية
mask	قناع
masking	اكساء القناع
mat	غير ثقيل ، غير لماع
match line	خط التوافق
mechanical	ميكانيكي
mercator projection	مسقط مركيتر
meridian	خط الطول ، الهجير
mirror system	نظام المرايا
mirror stereoscope	جهاز الابصار المجسم ذو المرايا
model	نموذج
moire	ظلال الحجاب الشبكية
molding template	مسطرة مقولبة
mollweide projection	مسقط مولفايد
monochrome	احادية اللون
monocular vision	الابصار بعين واحدة
mosaic	صور فسيفسائية
mylar	ضرب من صفائح اللدائن التجارية

N

nadir point	نقطة النظير
nautical map	خارطة ملاحية
navigation	ملاحة

negative copying	استنساخ سالب
negative film	فلم سالب
negative image	صورة سالبة
normal angle camera	كاميرا ذات زاوية اعتيادية
normal case	حالة اعتيادية
normal image	صورة اعتيادية
northing	تشميل

O

oblique case	حالة مائلة
oblique photograph	صورة مائلة
offset	أوفست
olive green	اخضر زيتوني
opacity	لا شفافية
opaque	معتم
opisometer	اداة مقياس الخرائط (لقياس المسافات في الخرائط)
orange	برتقالي
original copy	النسخة الاصلية للمرتسم
original base map	الخارطة الاساسية
orthodrome	قطاع الدائرة العظمى
orthographic	متعامد
orthomorphic	متطابق
orthophoto	صورة جوية ذات مسقط متعامد
overlap	منطقة تداخل طولي
over exposure	التعريض المفرط للضوء

P

panel	رقعة
pantograph	منساخ ، بانتوغراف
parallactic angle	زاوية الابتعاد
parallel	خط عرض
parent material	مادة مولدة ، المادة الام
pattern	نمط
peel coat film	فلم ذو طلاء قابل للتقشير أو الانسلاخ
pelikan vks	محلول تجاري لتخفيف تركيز الحبر
pen holder scriber	حافرة شبيهة بالقلم
pencil	قلم كرافيت
pencil drafting	الرسم بالقلم
perspective condition	حالة المنظور
perspective drawing	رسم المنظور
phenomena	ظواهر
photo – engraving	النقش التصويري
photogrammetry	المساحة الجوية
photographic emulsion	طبقة الفلم الحساسة
photo – interpretation	تفسير الصورة الجوية
photo – lettering	الخط الفوتوغرافي
photo – map	خارطة فوتوغرافية
photo – setting machine	ماكنة تنضيد الاحرف التصويري
photostat	فوتوستات
pictorial symbol	رمز مصور أو تصويري
plane grid distance	مسافة الشبكة المستوية
planimeter	مقياس المسطحات

planimetric unit	وحدة بلانيمترية
planometric map	خارطة مستوية
plastic shading	التظليل البلاستيكي
plumb line	الشاقول
plumb point	نقطة النظير
pocket stereoscope	جهاز الابصار المجسم الجيبي
point	نقطة ، موقع
point symbol	رمز موقعي
pointer	مؤشر
polar	قطبي
polar planimeter	مقياس المسطحات القطبي
pole	نقطة الارتكاز
polly conic projection	مسقط متعدد المخاريط
polyvinyl alcohol	كحول متعدد الفنيل
polyvinyl chloride	الكلوريد المتعدد الفنيل
polyester	ضرب من صفائح اللدائن
positioning of lettering	ترتيب حروف الخط
positive image	صورة موجبة
positive scribing	حفر موجب
press	ماكنة طباعة
principal distance	مسافة مركزية
principal line	خط رئيسي
principal point	نقطة مركزية
printing	طباعة
printing plate	صفيحة الطبع
production	انتاج

projection	مسقط
projector	جهاز اسقاط
proofing press	ماكنة الاختبار الطباعية
property	ملكية
pseudo scopic view	الابصار المجسم الكاذب (المعكوس)

Q

quality	نوعية
qualitative distribution map	خارطة التوزيع النوعي
quantity	كمية
quantitative distribution	خارطة التوزيع الكمي
quantitative linear data	البيانات الخطية الكمية

R

radial graph	رسم بياني شعاعي
rectangular	متوازي الاضلاع
rectangular coordinates	احداثيات متعامدة
rectangular grid	شبكة خطوط متعامدة
rectangular projection	مسقط تربيعي
rectifier	مقوم الصور الجوية
red	احمر
reference level	مستوى الاسناد
reference surface	سطح الاسناد
register mark	علامة المطابقة
relative complexity	تعقيد نسبي
relief	ضرس

relief displacement	ازاحة صرسية
relief model	مجسم ضرسي
relief plate	صفيحة الوجه البارز
remote control console	خزانة جهاز التحكم من بعد
remote sensation	الاستشعار من البعد
representative fraction	الكسر الممثل
representation	تمثيل
reproduction camera	كاميرة النسخ
retouching	روتشة ، تهذيب
reversed	معكوس
reversed image	صورة معكوسة
reversing bathing	غسل عكسي
rigid scriber	حافرة صلبة
roman	روماني
ruling pen	قلم تحبير

S

sanson projection	مسقط سانسون
saturation	تشبع
scale	مقياس
scale of visual significance	مقياس الاهمية البصرية
screen	حجاب
scribing	الحفر
scribing tool	اداة حفر
section	مقطع
selection	انتخاب

semi – dry	شبه جاف
series	سلسلة
serif	ذنابة ، زائدة
shading	تظليل
sheet	صحيفة
sinusoidal	جيبي
side lap	تداخل جانبي
silk – screen	طباعة الحجاب الحريري
size	حجم
sketch master	جهاز التوقيع البصري من الصور المفردة
small circle	دائرة صغرى
smooth	يهذب
soft	لين ، هش
soil map	خارطة تربة
soil texture	نسجة التربة
solid	مصمت ، جامد
solvent – resistant material	مادة حافظة للطلاء
special map	خارطة خاصة
spectral	طيفي
spheroid	شبه الكرة
square ruled glass	لوح زجاجي ذو تسطير تربيعي
stability	ثبات
standard line	خط قياسي
statical electricity	كهربائية مستقرة
statistical map	خارطة احصائية
stencil	روسم

stereogram	صورة مجسمة (تشاهد عادة بجهاز الابصار المجسم الجيبي)
stereographic	مجسم
stereoscopic model	نموذج مجسم
stereoscopic viewung	رؤيا مجسمة
stick – up lettering	ملصقات كتابية
strength	متانة
stripping film	فلم انسلاخ
style	اسلوب
style of lettering	اسلوب الخط
substratum	طبقة اساس
summit	قمة
super wide angle camera	كاميرات ذات زاوية عريضة جداً
surface	سطح
surface printing	طبع من الوجه المسطح
surface quality	نوعية السطح
surveyor	مساح
swivel	دوار
swivel scriber	حافرة محورية
symbol	رمز
symmetrical	متماثل

T

t – square	مسطرة الترسيم

template	مسطرة معدنية او من اللدائن تستعمل للخط او رسم الرموز
terrain	تضريس
terrain plate	لوحة التضاريس
text	متن ، نص
texture	نسيج ، نسجة
three — dimensional graph	رسم بياني ثلاثي البعد
thematic map	خريطة احصائية (معامل فردي)
tilt	ميل
tilt angle	زاوية الميل
tint screen	حجاب النمط اللوني
tone	درجة لونية
tone contrast	تباين درجة اللون
topographical map	خارطة طوبوغرافية
translucent	شبه شفاف
transparency	شفافية
transversal case	حالة مستعرضة
trapezoidal	شبه منحرف
trial map	خارطة تجريبية
triangular diagram	رسم بياني مثلث الشكل
triangulation station	محطة تثليث
true	حقيقي
tube	انبوب
two — dimensional graph	رسم بياني ثنائي البعد
type writer	آلة طابعة
typophot	جهاز لتنضيد حروف الخرائط

X

x – parallax	اختلاف المنظر بالاتجاه السيني
xerography	تصوير جاف

Y

y – parallax	اختلاف المنظر بالاتجاه الصادي
yellow	اصفر

Z

zone	منطقة
zoom	عدسة تزويم

U

universal military grid system	النظام الشبكي العسكري الدولي
UTM – universal transverse mercator	نظام مسقط مركيتر المستعرض العالمي

V

vacuum film holder	حامل الفلم القابل للتفرغ من الهواء
vacuum printing frame	اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء
vanishing point	نقطة التلاشي
variable	متغير
variomat	آلة تغيير سمك الخطوط
vernier	ورنية
vertical photograph	صورة عمودية
vinyl chloride acetate	خلات كلوريد الفنيل
visual	بصري
visual design	التصميم البصري

W

water need diagram	رسم بياني خاص بالاحتياجات المائية
wear	يبلى
weight of line	وزن الخط ، عرض الخط
whirler	دوامة
white	ابيض
wide angle camera	كاميرات ذات زاوية عريضة
wieneke positive scribing	طريقة فينكا للحفر الموجب
work schedule	جدول الشغل

معجم الكلمات والمصطلحات الواردة في الكتاب – عربي – انكليزي

أ

أبر ازميلية الطرف	chisel – shaped point
ابيض	white
احادية اللون	monochrome
احداثيات متعامدة	rectangular coordinate
احمر	red
اختلاف المنظر بالاتجاه السيني	x – parallax
اختلاف المنظر بالاتجاه الصادي	y – parallax
اخضر	green
اخضر زيتوني	olive green
اداة تقسيم	divider
اداة حفر	scribing tool
اداة مقياس الخرائط	map measure, opisometer
ادراك العمق	depth perception
ازاحة موقعية	locational displacement
ازاحة ضرسية	rilief displacement
استعمال	employment
استنساخ بالتلامس	cantact copying
استنساخ سالب	negative copying
استهلالي	capital
اسطوانة الانطباع	impression cylinder
اسلوب	style
افقي	horizon
اطار الطبع القابل للتفريغ من الهواء	vacuum printing frame

masking	اكساء القناع
monocular vision	الابصار بعين واحدة
pseudo scopic view	الابصار المجسم الكاذب (المعكوس)
quantitaive linear date	البيانات الخطية الكمية
variomat	آلة تغيير السمك
type writer	آلة طابعة
ink drawing	التحبير
hachuring shading	التظليل بخطوط الهاشور
plastic shading	التظليل البلاستيكي
exposure	التعريض
over exposure	التعريض المفرط للضوء
generalization	التلخيص
scribing	الحفر
ink adherence	التصاق مادة الحبر
lettering	الخط
photo – lettering	الخط الفوتوغرافي
depression contour	الخطوط الكنتورية الخاصة بالمنخفضات
pencil drafting	الرسم بالقلم
remote sensation	الاستشعار من البعد
azimuth	السمت
plumb line	الشاقول
geoid	المجسم الأرضي
density	الكثافة
representative fraction	الكسر الممثل
polyvinyl chloride	الكلوريد المتعدد الفنيل
equal – area	المساحة المتساوية

coverage	المساحة المصورة ، تغطية
drainage area	المنطقة المؤثرة حول سهول الانهار ومنابعها
original copy	النسخة الاصلية للمرتسم
universal military grid system	النظام الشبكي العسكري الدولي
photo – engraving	النقش التصويري
production	انتاج
selection	انتخاب
choice of colours	انتخاب الالوان
distortion	انحراف ، تشويه
exaggeration	انحراف (العوارض)
bearing	انحراف سمتي
offset	اوفست
Italic	ايطالي

ب

orange	برتقالي
drainage	بزل
focal length	بعد بؤري
construction	بناء
brown	بني

ت

contrast	تبايّن
tone contrast	تبايّن درجة اللون
graphic	تخطيط

positioning of lettering	ترتيب حروف الخط
colour combination	تركيب الالوان
saturation	تشبع
colour saturation	تشبع الالوان
easting	تشريق
classification	تصنيف
northing	تشميل
xerography	تصوير جاف
terrain	تضريس
shading	تظليل
developing	تظهير الصورة
relative complexity	تعقيد نسبي
determination	تقدير
map appreciation	تقويم الخريطة
accomodation of the eye	تكييف العين
representation	تمثيل
map organisation	تنظيم الخارطة
balance	توازن
balance of map components	توازن مكونات الخريطة
harmony	توافق

ج

consulting table	جدول استشاري
escarpment	جرف
typophot	جهاز تنضيد حروف نصوص الخرائط
projector	جهاز اسقاط

pocket stereoscope	جهاز الابصار المجسم الجيبي
mirror stereoscope	جهاز الابصار المجسم ذي المرايا
digital electronic control	جهاز التحكم الالكتروني الرقمي
exposure control	جهاز التحكم بمدة التعريض
sketchmaster	جهاز التوقيع البصري مع الصورة المفردة
coordinatograph	جهاز التنسيق الاحداثي
contact printing cabinet	جهاز طبع الصور بالتلامس
sinusoidal	جيّبي

ح

dot graver	حافرة النقاط
pen holder scriber	حافرة شبيهة بالقلم
rigid scriber	حافرة صلبة
swivel scriber	حافرة محورية
equatorial case	حالة استوائية
normal case	حالة اعتيادية
perspective condition	حالة المنظور
oblique case	حالة مائلة
transversal case	حالة مستعرضة
holder	حامل
vacuum film holder	حامل الفلم القابل للتفريغ من الهواء
copyholder	حامل النسخة
drawing ink	حبر الترسيم
ecoline	حبر تجاري

screen	حجاب
halftone screen	حجاب النمط اللوني المنقط
contact screen	حجاب التلامس
tint screen	حجاب النمط اللوني
lime stone	حجر كلس
arkansas	حجر صلد
capital letter	حرف استهلالي
lower case letter	حرف صغير
fancy letter	حرف مزخرف
engraver	حَفّار
negative scribing	حفر سالب
positive scribing	حفر موجب

خ

map	خارطة
statistical map	خارطة احصائية
base map	خارطة اساسية
quantitative distribution map	خارطة التوزيع الكمي
qualitative distribution map	خارطة التوزيع النوعي
trial map	خارطة تجريبيّة
soil map	خارطة تربة
distribution map	خارطة توزيع
geographical map	خارطة جغرافية
geological map	خارطة جيولوجية
nautical map	خارطة ملاحية
topographical map	خارطة طوبوغرافية

cadastral map	خارطة كادسترائية
hachured map	خارطة مرقنة لبيان التضاريس
planometric map	خارطة مستوية
maps	خرائط ، خوارط
remote control console	خزانة جهاز التحكم من بعد
loxodrome	خط الاتجاه الثابت
equator	خط الاستواء
mach line	خط التوافق
meridian	خط الطول
parallel	خط العرض
guide line	خط دليل
principal line	خط رئيسي
eye base	خط قاعدة العينين
standard line	خط قياسي
contour line	خط كنتوري
form line	خط كنتوري شكلي
dotted line	خط منقط
cellulose acetate	خلات السليلوز
vinyl chloride acetate	خلات كلوريد الفنيل
back ground	خلفية

د

horizon circle	دائرة افقية
drawing pin	دبوس رسم
key	دليل
swivel	دوار

whirler	دوامة
	ذ
automatic	ذاتي الحركة
serif	ذنابة
	ر
draftsman	رسام
perspective drawing	رسم المنظور
free hand drawing	رسم باليد
graph	رسم بياني
three – dimensional graph	رسم بياني ثلاثي البعد
two – dimensional graph	رسم بياني ثنائي البعد
water need diagram	رسم بياني خاص بالاحتياجات المائية
line graph	رسم بياني خطي
bar graph	رسم بياني شريطي
radial graph	رسم بياني شعاعي
triangular diagram	رسم بياني مثلث الشكل
diagram	رسم تخطيطي
panel	رقعة
symbol	رمز
line symbol	رمز خطي
graduated symbol	رمز مدرج

pictorial symbol	رمز مصّور
point symbol	رمز موقعي
geometrical symbol	رمز هندسي
quantitative symbols	رموز كمية
area symbols	رموز مساحية
qualitative symbols	رموز نوعية
stereoscopic viewing	رؤيا مجسمة
retouching	روّتشة
roman	روماني
irrigation	ريّ

ز

parallactic angle	زاوية الابتعاد
lens distortion	زوغان او تحريف العدسة

س

surface	سطح
e rasing knife	سكين المحو

ش

isogram	شبكة معينية
semi – dry	شبه جاف
translucent	شبه شفاف
trapezoidal	شبه منحرف
intensity	شدة
transperency	شفافية

form	شكل
damping rollers	شوابك الترطيب
	ص
azo dye	صبغة ملونة ازوية
sheet	صحيفة
alignment	صف ، تراصف
printing plate	صفيحة طبع
relief plate	صفيحة الوجه البارز
deep—etch plate	صفيحة الوجه المنخفض
glossy	صقيل
hard	صلب ، صلد
normal image	صورة اعتيادية
foreground image	صورة امامية
aerial photograph	صورة جوية
ortho photo	صورة جوية ذات مسقط متعامد
back ground image	صورة خلفية
negative image	صورة سالبة
vertical photograph	صورة عمودية
mosaic	صورة فسيفسائية
stereogram	صورة مجسمة (تشاهد عادة بجهاز الابصار المجسم الجيبي)
positive image	صورة موجبة
	ض
anti—dust	ضد الغبار

ضرب من صفائح اللدائن التجارية	astralon
ضرس	relief
ضوء اسود	black light
ط	
طابعة الحرف	letter press
طباعة	printing
طباعة الالوان المركبة الرباعية	four colour process
طبع ازرق	blue print
طبع بني	brown print
طبع شمسي	helio print
طبع من الوجه المسطح	surface printing
طبعة	Impression
طبقة اساس	substratum
طبقة الفلم الحساسة	photographic emulsion
طرف قلم الترسيم	drawing nib
طريقة فنيكا للحفر الموجب	(wieneke) positive scribing
طلاء ازرق تجاري يستعمل في طريقة الحفر الموجب	depsor – blue
طيفي	spectral
ظ	
ظلال الحجاب الشبكية	moire
ظواهر	phenomena
ع	
عالم او صانع الخريطة	cartographer

zoom	عدسة تزويم
cartography	علم الخرائط
fiducial mark	علامة اسناد
register mark	علامة المطابقة
	غ
electric shutter	غالق كهربائي
dark	غامق
fish glue	غراء السمك
galvanometer	غلفانوميتر (قياس الطاقة الضوئية – الكهربائية)
mat	غير صقيل ، غير لماع
	ف
light	فاتح
blank	فراغ
compass	فرجار
colour seperation	فصل الالوان
stripping film	فلم انسلاخ
kodalith stripping film	فلم انسلاخ تجاري
peel coat film	فلم ذو طلاء قابل للتقشير او الانسلاخ
negative film	فلم سالب
diapositive	فلم موجب شفاف
aesthetics art	فن الجمال
	ق
gripper	قابض
dial	قرص مدرج

polar	قطبي
orthodrome	قطاع الدائرة العظمى
charcoal pencil	قلم فحمي
carbon pencil	قلم كاربوني
pencil	قلم كرافيت
bow	قوس
homolatitude	قوس العرض المتناظر
longitude	قوس الطول
latitude	قوس العرض
high value	قيمة عليا
mask	قناع
gothic	قوطي
	ك
camera	كاميرا
dark room camera	كاميرا الغرفة المظلمة
reproduction camera	كاميرا النسخ
super wide angle camera	كاميرا ذات زاوية عريضة جداً
polyvinyl alcohol	كحول متعدد الفنيل
globe	كرة ارضية ، كرة جغرافية
generating globe	كرة ممثلة
quantity	كمية
statical electricity	كهربائية مستقرة
	ل
opaque	لا شفافية

square ruled glass	لوح زجاجي ذو تسطير تربيعي
drawing board	لوحة الترسيم
terrain plate	لوحة التضاريس
hue	لون الطيف الشمسي المتغلب ، لون
key board	لوحة مفاتيح
colour	لون
soft	لين

م

inclined	مائل
parent material	مادة مولدة
solvent — resistant material	مادة حافظة للطلاء
proofing press	ماكنة الاختبار الطباعية
graining machine	ماكنة تخشين
photo — setting machine	ماكنة تنضيد الاحرف التصويري
press	ماكنة طباعة
strength	متانة
isometric	متساوي القياس ، رسم ازومتري
conformal	متطابق
orthographic	متعامد
variable	متغير
cyclic variations	متغيرات دورية
interrupted	متقطع

symmetrical	متماثل
rectangular	متوازي الاضلاع
text	متن ، نص
stereographic	مجسم
relief model	مجسم ضرسي
inset	مجموعة
lens holder assembly	مجموعة حامل العدسة
triangulation station	محطة تثليث
depsor – S	محلول اسود اللون يستعمل في طريقة الحفر الموجب
flow chart or diagram	مرتسم المراحل المتعاقبة (لتنفيذ برنامج انتاج)
filter	مرشح
gnomonic	مزولي
surveyor	مساح
area	مساحة
erased area	مساحة ممسوحة
distance	مسافة
plane grid distance	مسافة الشبكة المستوية
bow distance	مسافة القوس
linear distance	مسافة خطية
principal distance	مسافة مركزية
emulsion	مستحلب
datum plane, reference level	مستوى الاسناد
lower visual level	مستوى بصري ادنى
survey	مسح

electronic scanning	مسح الكتروني
lettering template	مسطرة الخط
t – square	مسطرة ترسيم
molding template	مسطرة مقولبة
projection	مسقط
cylindrical projection	مسقط اسطواني
albers projection	مسقط البرز
rectangular projection	مسقط تربيعي
sanson projection	مسقط سانسون
azimuthal projection	مسقط سمتي
goode projection	مسقط كود
lambert projection	مسقط لامبرت
poly – conical projection	مسقط متعدد المخاريط
equidistant projection	مسقط متساوي المسافة
conical projection	مسقط مخروطي
mercator projection	مسقط مركيتر
universal transverse mercator projection	مسقط مركيتر المستعرض العالمي
mollweide projection	مسقط مولفايد
guiding nib	مسمار التوجيه
arc light	مصباح كاربوني
solid	مصمت
content	مضمون
freehand	مطلق اليد
developer	مظهر
reversed	معكوس

marginal information	معلومات هامشية
legend	مفتاح المصطلحات
section	مقطع
rectifier	مقوم الصور الجوية
scale	مقياس
drawing scale	مقياس الرسم
altimeter	مقياس ارتفاع
colour scale	مقياس الدرجات اللونية
scale of Visual significance	مقياس الاهمية البصرية
densitometer	مقياس الكثافة الكهروضوئي
planimeter	مقياس المسطحات
disc planimeter	مقياس المسطحات القرصي
polar planimeter	مقياس المسطحات القطبي
graphical scale	مقياس بياني
linear scale	مقياس خطي
direct scale	مقياس مباشر
fractional scale	مقياس نسبي
flat – bed machines	مكائن طباعة المهد المسطح
stick – up lettering	ملصقات كتابية
navigation	ملاحة
property	ملكية
pantograph	منساخ
light table	منضدة الانارة
drawing table	منضدة الرسم
zone	منطقة

side lap	منطقة تداخل جانبي
over lap	منطقة تداخل طولي
camera bed	مهد الكاميرا
pointer	مؤشر
author	مؤلف
mechanical	ميكانيكي
tilt	ميل

ن

etching	نخر
soil texture	نسجة التربة
texture	نسيج ، نسجة
mirror system	نظام المرايا
grid system	نظام شبكي
geographical grid system	نظام شبكي جغرافي
point	نقطة ، موقع
height point	نقطة ارتفاع
pole	نقطة الارتكاز
false origin	نقطة الاصل المصطنعة او المفروضة
vanishing point	نقطة التلاشي
ground control point	نقطة الضبط الاراضي
nadir point	نقطة النظير
isocentre	نقطة شبه الوسط
carriage	نقل
stereoscopic model	نموذج مجسم
quality	نوعية

surface quality	نوعية السطح
	هـ
hachure	هاشور
graphic appearance	هيئة تخطيطية
	و
feeder unit	وحدة التلقيم
mapping unit	وحدة الخارطة
basic mapping unit	وحدة الخارطة القياسية
planimetric unit	وحدة بلا نيمترية
length unit	وحدة طول
magenta	وردي
drawing paper	ورق الترسيم
format	ورقة (الخريطة)
vernier	ورنية
weight of line	وزن الخط
intermediate	وسيط
clarity	وضوح

Al-Khatib, A.SH., A New Dictionary of Scientific and Technical Terms, English-Arabic, 4th Edition, Librainie du Liban, Beirut, 1977.

American Society of Photogrammetry, Manual of Photogrammetry, 2nd Edition, Washington, D.C., 1952

Clark, D., Plane and Geodetic Surveying, Vol.1, 5th edition, Constable and Company Ltd., London, 1958.

French, TH.E. A Manual of Engineering Drawing for Students and Draftsmen, 5th Edition, Mc Graw-Hill, Inc. New York, 1940.

Gigas, E.H.E., Study on a Re-organization and Modernization of the Directorate General of Surveys of the Republic of Iraq, Report to the D.G. of Surveys, Baghdad, 1965.

International Training Centre for Aerial Survey, Elementary Course, Chapter Ao, Delft, 1960.

Jantzen, T.J. Preparation of coloured Maps. Auger and Spade No.XII, The Netherlands Soil Survey Institute, 1961.

Keats, J.S. Cartographic Design and Production, Longman Group Limited, London, 1973.

Klimsch & Co. Catalogue of Equipment and Process Cameras, Frankfurt.

Koeman. C., Cartography, Lecture notes, International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) Delft. 1961.

Maling, D.H., Coordinate Systems and Map Productions, George Philip and Son Limited, London, 1973.

Monkhouse,F.J. and Small,J., A Dictionary of the Natural Environment, Edward Arnold, London, 1978.

Raisz, E., Principles of Cartography, Mc. Graw-Hill Inc., New York, 1962.

Robinson,A.H. and Sale,R.D., Elements of Cartography, 3rd edition, John Wiley and Son, Inc. New York 1969.

Schermerhorn, W., The Application of Aerial Photography to Surveys, Report to the Government of Iraq, FAO Report No.182, Rome, 1953.
Steers, M.A., An Introduction to the Study of Map Projections, Thirteenth edition. University of London Press Ltd., London 1962.
Strahler, A.N., Physical Geography, 3rd Edition, John Wiley and Sons, Inc. New York, 1969.
Veb Carl Zeiss Jena, Sketchmaster, Instruction Manual, JENA.
Visser, J. Report on two visits to the Air Survey Unit of the Directorate General of Surveys, D.G. of Surveys Baghdad 1964-1965.
Wolf, P.R., Elements of Photogrammetry, Mc Graw-Hill Kogakusha, Ltd. Tokyo, Japan, 1974.
Yahia,H.M., the Technique of Map Drawing and Reproduction of the Relief, Technical Report, unpublished. (I.T.C.) Delft, 1961.
Yahia, H.M., The Technique of Map Drawing and Reproduction without Printing Press, Technical Report, Unpublished, (I.T.C.) DELFT, 1961.

المراجع

خالد هلال سرحان ، مبادئ المسح الجوي ، محاضرات ، معهد التكنولوجيا ، بغداد ، 1977 .

محمد صبحي عبدالحكيم وماهر عبدالحميد الليثي ، علم الخرائط ، الجزء الاول ، الطبعة الاولى ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة ، 1966 .

محمد صالح حيدر ، اهمية التصوير الجوي في التطور الزراعي ، اتحاد المهندسين العرب ، المؤتمر الهندسي العربي التاسع ، بغداد ، 1964 .

مكرم انور مراد الشيخ ، رسم المخططات البيانية الهندسية ، الطبعة الاولى ، مؤسسة المعاهد الفنية ، بغداد ، 1979 .

مهدي صالح الخطيب ، تعليمات فنية لشعبة المطابع والتصوير في مديرية المساحة العامة ، الطبعة الثالثة ، بغداد ، 1965 .

رقم الايداع في المكتبة الوطنية 1705 لسنة 1981
20 – 3000 – 14 – 1 – 1982

مطبعة الاديب البغدادية هاتف 8881232

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
& SCIENTIFIC RESEARCH
FOUNDATION OF TECHNICAL INSTITUTES

مكتبة البترول
لبيع وشراء المجلات
والكتب القديمة والنادرة
بالمنيرة

PRINCIPLES OF CARTOGRAPHY

BY

Hashim M. Yahia (Ph.D., M. Sc., B.Sc.)

First Edition 1982

حقوق الطبع محفوظة لمؤسسة المعاهد الفنية