الفصل الثانى

الأدوات المستخدمة فى رسم الخرائط

مقدمة:

عند تمثيل الظواهر الجغرافية المختلفة على الخرائط فإن رسام الخرائط يحتاج إلى العديد من الأدوات والأجهزة والأوراق والأحبار، غير أن عملية رسم كل خريطة قد تحتاج لتوافر عدد غير قليل من الآلات والأجهزة، وهذه الأدوات كثيرة الأنواع ومختلفة الصنع حسب الشركات المنتجة وحسب النوعية، وكما أن اقتناء الأنواع الجيدة واستخدامها أفضل من الأنواع الرديئة لأنها تنجز العمل بشكل جيد، وتدوم فترة أطول، إذا اعتنى بنظافتها وصيانتها وحفظها، ولكن الذى يتحكم فى بعض الأحيان عامل السعر حيث أن الأنواع الجيدة ذات أسعار عالية يصعب على الطلاب شراؤها واقتناؤها، كما أن فترة التدريب تسمح بشراء الأنواع الرخيصة الثمن رغم أن أداءها فى العمل أقل من الأنواع الجيدة ، وبعد فترة التدريب يمكن للطالب اقتناء الأنواع الجيدة.

كما أن دخول بعض الأجهزة الميكانيكية والدقيقة وأخرها جهاز الكمبيوتر وأنظمته فى رسم الخرائط أدى إلى السرعة فى إنجاز العمل والسهولة فى الرسم والدقة فى العمل، ولكن استخدامه ينبغى أن يلم الطالب بالتقنية الحديثة وبمعرفة أحد برامج الكمبيوتر المستخدمة فى رسم الخرائط وبما أن استخدام هذا الأسلوب غير متيسر لكل شخص، فقد بقى الأسلوب التقليدي فى رسم الخرائط[1] لتدريب الطلاب على استخدامه فى ظل غياب التقنية الحديثة.

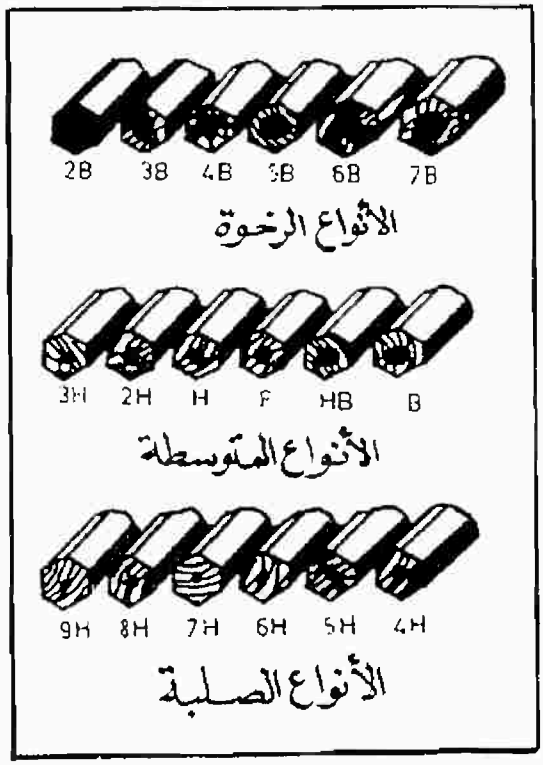
---

(١) أهم هذه البرامج والتي تندرج تحت ما يسمى باسم نظم المعلومات الجغرافية Geogrephic Inpormtion Systems (G.I.S) هي الأوتوكاد Auto- Cad والأوتوفنش Auto – Finish ، ماب انفو map Info، أرك فيو Arc View، أرك فيو جى أى إس Arc View G.I.S، أرداس إيماجن Erdas Imagine.

وأهم الأدوات والمواد التى تستخدم فى الرسم هى:

أولاً: أقلام الرصاص:

تتم الخطوات الأولية لرسم أية خريطة باستخدام أقلام الرصاص وهى عبارة عن عجينه من الجرافيت المخلوط بالطين النقى ومواد إضافية أخرى تساعد على اندماجها، ثم تغلف هذه المادة عادة بخشب الأرز وكلما زادت نسبة الطين زادت صلابة الأقلام الرصاص. ويفضل أن يكون القلم مضلعًا وليس دائريًا لأن مسك القلم الرصاص والتحكم فيه أسهل بكثير من الأقلام ذات الشكل الدائري، ويشترط أن يكون رأس القلم باستمرار حادًا ورفيعًا عند المباشرة بالرسم، وهناك عدة أنواع من الأقلام الرصاص المتوفرة فى الأسواق، ويتم اختيار النوع حسب الرسم المطلوب، وتتدرج الأقلام الرصاص بين الصلب واللين وأهم هذه الأنواع شكل (١٨) هى:



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (١٨) أشكال مختلفة من السنون المستخدمة فى الأقلام الرصاص

(أ) الأنواع الصلبة:

وتمتاز بأن قطر القلم يكون رفيع ولونه فاتح يميل إلى اللون الرصاصى، وهى ذات صلابة قوية تفوق الأنواع الأخرى، ويؤدى الضغط الشديد عند استخدامها على سطح الورقة إلى إحداث حفر على السطح، وقد يؤدى إلى تمزيق الورقة وخاصة الأنواع الشديدة الصلابة، ولا تحتاج إلى برى مستمر لصلابة سن القلم الرصاص وقدرته على المقاومة فترة أطول، وتستخدم للأغراض الهندسية وأهم أنواعها 4H, 5H, 6H, 7H, 8H, 9H.

(ب) الأنواع المتوسطة الصلابة:

وهى الأنواع المفضلة وخاصة فى الرسوم الجغرافية والفنية والهندسية، ويمتاز هذا النوع بصفات متوسطة بين الأنواع الصلبة والرخوة وذلك من حيث اللون والقطر والصلابة والبرى، وأهم أنواعها: H. F, HB. B, 2H, 3H.

(ج) الأنواع الرخوة:

حيث اللون والقطر والصلابة والبرى وأهم أنواعها: H. HBB, 2 H, 3 H تمتاز الأقلام من هذا النوع بأن لونها غامق السواد وقطرها سميك وتآكلها جعلها تستخدم فى التظليل وفى المراحل النهائية لإكمال الخريطة، لذا بسرعة مما يتطلب بريها باستمرار، وعند الخطأ يصعب إزالة أثارها جعلها تستخدم في التظليل وفي المراحل النهائية لإكمال الخريطة مما يفضلها الفنانون والنقاشون، وأهم أنواعها: 2B, 3B, 4B, 5B, 6B, 7B.

ثانيًا: الألوان:

تستخدم الألوان كثيرًا فى الخرائط وخاصة خرائط التوزيعات لذا لبيان الفروق بين الظواهر الممثلة، وهى عملية أكثر سهولة فى استخدام التظليل والتنقيط، كما أنها تعطى مجالاً للرسم فى كثير من الأحيان إذا أحسن الاستخدام واختيار الألوان وأهم أنواعها:

(أ) أقلام التلوين:

يعمل الكارتوجرافى على استخدام أقلام الرصاص الملونة لتمييز الفئات المختلفة بدلاً من التظليلات المتباينة، وقد يتم ذلك على مسودة الخريطة أو الشكل لتحاشى

الأخطاء فى الرسم النهائى، وهذا يعمل على أن يكون التلوين ضعيفًا ومتساوى الكثافة فى جميع أجزاء الرسم ذات اللون الواحد حتى لا تظهر مناطق فاتحة اللون وأخرى داكنة أو كثيفة اللون، ولإذابة اللون الواحد بحيث يبدو بكثافة واحدة يمكن توزيع اللون بعد الرسم بقطعة من القطن.

(ب) الألوان المائية والزيتية:

تستخدم هذه الألوان فى تمثيل الظاهرات الجغرافية المختلفة مما يعطى الخريطة تباينًا ووضوحًا كبيرين فى محتوياتها خاصة خرائط التضاريس، وتستخدم الألوان المائية فى تلوين الخرائط، ولكن لعملية التلوين هذه بعض شروط تجعل منها عملية صعبة بعض الشيء لأنها تحتاج إلى خبرة كبيرة ولكن نتائجها جيدة للغاية.

ويمكن أن نلخص هذه العملية فيما يلى[1]:

١) اختيار نوع جيد من أوراق الرسم مثل أوراق الرسم الإيطالية "فبريانو" ورسم الشكل المطلوب عليها بالقلم الرصاص ثم تثبيتها فوق لوحة الرسم الخشبية باستخدام شريط لاصق يمتد بامتداد الجهات الأربعة لورقة الرسم، وهذا لشد ورقة الرسم وعدم السماح لها بالانبعاج والكرمشة عند وضع الألوان المائية عليها نتيجة لامتصاصها.

٢) استخدام فرشاة رسم كبيرة فى طلاء الورقة كلها بالماء فى اتجاه واحد من اليمين إلى اليسار أو العكس، وذلك بعد أن نكون قد عملنا على إمالة لوحة الرسم الخشبية ناحيتنا حتى لا تتأثر بعض أجزاء ورقة الرسم بالمياه أكثر من غيرها فتظهر التجاعيد على سطح الورقة ولا تصلح للاستخدام، ولاشك أن تثبيت الورقة بشريط لاصق سوف يساعد على شد ورقة الرسم جيدا من كل الجهات، وطمس مثل تلك الانبعاجات.

٣) تجهيز كل لون من الألوان المزمع استخدامها فى الشكل (سواء كان خريطة أو رسما بيانيا) على أن يكون اللون خفيفا ومذاب جيدا (حتى لا تظهر شوائب به عند الرسم) وتكون كمية اللون أكثر من حاجتنا بعض الشيء، لأن نفاذ اللون يعنى

(١) حسن سيد حسن: بعض أساسيات ومبادئ علم الخرائط (الكارتوجرافيا) والمساحة، كلية البنات، جامعة عين شمس، القاهرة ٢٠٠٠، ص. ١٥- ١٦.

استحالة تركيبه بنفس الدرجة مرة أخرى ولذلك فإن وجود اللون بكمية أكبر من حاجتنا بعض الشيء أفضل من نفاذه قبل الانتهاء من التلوين.

٤) البدء باستخدام لون واحد، ولا ننقل منه إلى التلوين بلون أخر إلا بعد الانتهاء منه نهائيا، ونستخدم فى ذلك عدد ٢ فرشاة لكل لون إحداهما صغيرة جداً مقاس "٥" لتلوين المناطق الحدية مع الألوان الأخرى، أما الفرشاة الثانية فتكون كبيرة بعض الشيء وتستخدم لتلوين المساحات المتسعة من اللون، وبالطبع فإن استخدام فرشاة واحدة لجميع الألوان يعنى أن تتداخل الألوان مع بعضها البعض، ولا تحتفظ بنقائها مما يهدد الخريطة كلها بالتلف، ويكون التلوين أفقيا من اليمين إلى اليسار وبسرعة حتى لا يتسرب اللون إلى أسفل الخريطة، مع ضرورة عدم تمرير الفرشاة مرتين أو أكثر فى المسافة الواحدة وإلا ظهر اللون الواحد بدرجات متفاوتة هذا من ناحية، ومن ناحية أخرى يجب عدم الانتقال من لون إلى أخر إلا بعد جفاف اللون الأول تماماً وإلا تداخلت الألوان مع بعضها البعض بسبب قدرة الورق على تشرب هذه الألوان وهو رطب.

٥) آخر المراحل هى إظهار الألوان باستخدام أقلام الرسم لتحديد كل لون حسب السمك المطلوب لكل خط - وتختلف طريقة تلوين الخرائط بألوان الزيت عن الطريقة السابقة. إذ أن الألوان الزيتية تحتاج إلى مهارة خاصة فى خلطها والتلوين بها. وعند التلوين بالزيت لا داعى لبل ورقة الرسم بالمياه أو لصقها على لوحة خشبية، وإنما يكتفى بتثبيتها على سطح أفقى. وتحدد على الخريطة المناطق التى ستلون بالألوان سواء كانت الألوان مختلفة أو متدرجة ولا داعى لأن يكون مرسوما على ورقة الرسم، ثم نأتى بعد ذلك للظاهرات والرسوم الأخرى نظرا لأنها ستختفى تحت الألوان الزيتية.

العلاقة بين الألوان والخرائط:

زاد استخدام الألوان فى السنوات الأخيرة، لأنها تلعب دورا رئيسيا فى الحياة الإنسانية، فكل ما يحيط بالإنسان من ظواهر طبيعية وبشرية لها ألوانها المتميزة حتى أصبحت الألوان جزءا لا يتجزأ فى تكوين الصور والأشكال التى يراها الإنسان، وأساسا للتمييز والتفرقة بين العناصر والأشكال المختلفة، كما أن التطورات

التكنولوجية فى وسائل فصل الألوان وأجهزتها وأساليبها وتصحيحها وطباعتها أدى إلى الحصول على تفاصيل دقيقة[١].

وأن الوظيفة الأساسية للون هو جذب الانتباه، فإضافة لون ناصع إلى الخريطة المطبوعة باللون الأسود تزيد درجة الجذب إليها.

وأصبحت الألوان فى موضوع الخرائط من الموضوعات المهمة الواجب على الكارتوجرافى دراسته والإفادة منه فى موضوع إنتاج الخرائط، وأن تكنولوجيا الإنتاج الحديث يعد الألوان أحد أبرز وسائل التمثيل الموضوعى والطبوغرافى على الخرائط لمختلف الظاهرات الطبيعية والبشرية، وعلى الكارتوجرافى عند اختياره للون وتصميم الخريطة المستقبلية عليه أن يلاحظ حقيقتين أساسيتين هما[٢]:

١ - أن الخريطة سوف تقرأ فى الضوء الأبيض، وهذا الضوء ليس له المحتويات نفسها من ضوء الشمس، من حيث الأطوال الموجية، لذا وجب أن تكون ألوان الخريطة ثابتة ومرئية فى ضوء المصباح، كما هى ثابتة ومرئية فى ضوء الشمسي.

٢ - ثبات الألوان حتى فى حالة الاستخدام فى ظروف خاصة كالعمل فى البحر أو الجو أو الظروف القاسية.

وتجدر الإشارة إلى أن ألوان الطيف الشمس ٧ ألوان نحصل عليها من مرور أشعة شمس خلال منشور زجاجي يؤدى إلى انكسار الضوء وتحلله إلى ألوان الطيف الشمس وهى من الأعلى إلى الأسفل:

١ - اللون الأحمر

٢ - اللون البرتقالي

٣ - اللون الأصفر

٤ - اللون الأخضر

٥ - اللون الأزرق

---

(١) فلاح شاكر أسود: مبادئ الخرائط العامة، دار الفكر المعاصر، صنعاء ١٩٩٨م ص ٥٧.

(٢) فلاح شاكر أسود: خرائط التوزيعات، دار الحكمة اليمانية للطباعة والنشر التوزيع، صنعاء ١٩٩٤ ص ٣١ - ٣٣.

٦ – اللون النيلي

٧ – اللون البنفسجي

ومن الألوان السبعة ثلاثة أساسية هى الأحمر والأخضر والأزرق.

أما الألوان الطباعية الأساسية هى الأصفر والأحمر والأزرق، والألوان المشتقة التى تنتج من مزيج لونين أساسيين بنسبة واحدة هى:

الأصفر + الأحمر = البرتقالى.

الأحمر + الأزرق = البنفسجى.

الأصفر + الأزرق = الأخضر.

أما الألوان الثانوية تنتج من مزيج لونين أساسيين بنسب غير متساوية وهى اثنا عشر لونا، كما أن عدد الألوان الطباعية غير محدود، لأن كل لون له درجاته المختلفة التى تبدأ من الفاتح وتنتهى بالقاتم. ويمكن الحصول على اللون الفاتح بإضافة اللون الأبيض واللون القاتم (الداكن) بإضافة اللون الأسود.

كما إن خلط لونيين قياسيين غير متجاورتين بنسبة ٥٠% تعطى ألوانا أخرى هى:

الأصفر + الأزرق الداكن = أخضر فاتح.

أزرق + أحمر = بنفسجى.

أحمر + أخضر = بنى.

أصفر + أزرق داكن = أخضر فاتح.

أزرق + أخضر = أزرق مائل للخضرة.

أزرق + أصفر = رصاصى.

أزرق داكن + أحمر = رصاصى.

وعند خلط ثلاثة ألوان فالنتيجة أكثر تعقيداً مثل خلط نسبة متساوية من: الأحمر + الأزرق + الأخضر = رمادى غامق يميل للسواد[١].

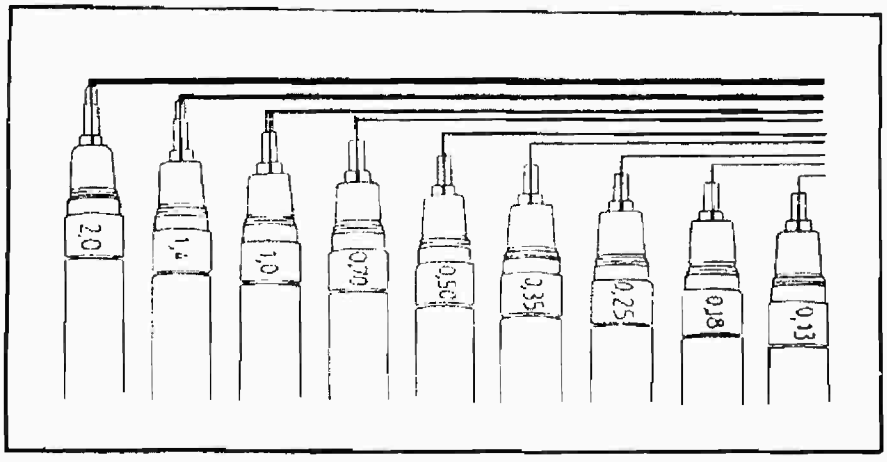
(١) فلاح شاكر أسود: مبادئ الخرائط العامة، دار الفكر المعاصر، صنعاء ١٩٩٨م ص ٦٠.

ثالثاً: أقلام التحبير: Graphic Pins

تشتمل أقلام التحبير على أنواع كثيرة وأهم هذه الأنواع هى:

*** الرابيدو جراف Rapido Graph**

هي أقلام خاصة لتحبير الخريطة فى مراحلها النهائية، شكل (١٩) وهـى أقـلام مصنوعة على شكل أقلام الحبر العادية، وبذلك تحتوى على خزان كبير للحبر الأمـر الذي لا يستلزم إعادة ملء القلم بالحبر على فترات قصيرة. وتستخدم هذه الأقلام فـى رسم جميع الخطوط المستقيمة



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (١٩) أقلام التحبير (الرابيدوجراف)

والمنحنية الرفيعة والسميكة. وسن الراسم فى هذه الأقلام عبارة عن قطعـة مـن البلاستيك مثبت بها سلك رفيع يجرى داخل أنبوبة معدنية رفيعة لتنظيم مرور الحبـر بداخلها. وهناك أنواع عديدة من الشركات تنتج أكثر من نوع مثل بليكان وسبيد بـول وليروى وبارش بيزيت وكرافوس وروترنج Rotring ويعد النوع الأخير من أفـضل الأنواع الموجودة فى السوق وهو صناعة ألمانية. وتباع عادة فى شكل أطقم تحتـوى على ٣، ٤، ٨، ٩، ١٠، ١٤ قلما فى كل علبة، ولكل قلم رقم خاص يوضـح سـمك الخط الذى يرسمه مثل: ١، مليمتر، ٢، مليمتر، ٣، مليمتر، ٤، مليمتر، ٥، مليمتـر، ٦، مليمتر، ٧، مليمتر، ٨، مليمتر، ٩، مليمتر، ١ مليمتر، ١،٢ مليمتر.

قلم الجدول: Rulling Pen

ويستعمل لتحبير جميع الخطوط المستقيمة، ويتركب قلم الجداول من نصلين من مدببين متساوين فى الطول، ويملأ القلم بوضع الحبر بواسطة قطارة أو ريشة بين النصلين. ويمكن التحكم فى المسافة بين نصلى قلم الجدول عن طريق المسمار الجانبى الصغير، وبالتالى يمكن أن نرسم خطوطا مستقيمة مختلفة السمك. ويجب أن يحفظ قلم الجدول نظيفا من الحبر، لأن الحبر إذا بقى فى القلم وقتا أكثر من اللازم سوف يجف قليلا وبالتالى لا تنساب نفس كمية الحبر بين النصلين، الأمر الذى لا يجب أن يكون وضع القلم رأسيا على لوحة الرسم مع ميله ميلا خفيفا ناحية اليمين، كما لا يجب أن نضغط على القلم إلا بالقدر الذى يعطى خطا واضحا. كما يجب أن لانفرط فى ملء القلم بالحبر، إذ كان هناك حبرا زائدا فى القلم قبل بداية الرسم فيمكن سحب جزء منه عن طريق وضع ورقة نشاف أو قطعة قماش لكى تشربه[1].

- **قلم الكنتور:**

ويسمى بالقلم الدائر Swivel Pen وهو يستعمل فى رسم الخطوط المنحنية انحناءً بسيطا وفى رسم خطوط الكنتور. ومنه نوع مزدوج الرأس ويسمى فى هذه الحالة بقلم الجدول المزدوج Double Rulling Pen أو قلم الطريق Road Pen أو قلم الخطوط المتوازية، وفى بعض الأحيان يسمى قلم السكك الحديدية ولكنه يحتاج إلى مهارة معينة فلكى نرسم به خطوطا منتظمة الشكل يجب أن يكون هناك ضغطا متساوى على النصلين، كما يجب أن نمسك بالقلم فى وضع عمودى على سطح ورقة الرسم فهذه الأقلام المحورية – المنفردة أو المزدوجة – تستخدم بنفس الطريقة التى تستخدمها عند الرسم بقلم الجدول العادى – فيما عدا أنها تستخدم عادة باليد الحرة الحركة Freehand أى دون استعمال المسطرة التى توجه القلم العادى[2].

---

(١) فتحى عبد العزيز أبو راضى: الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، دار المعرفة الجامعية الإسكندرية ١٩٩٦، ص ٢٩١ – ٢٩٢.

(٢) المرجع السابق، ص ٢٩٣.

- **قلم الجرافوس: Graphos Pen**

يستخدم لرسم الخطوط المستقيمة مهما كان سمكها. وهو عبارة عن قلم يشبه قلم الجدول وله خزان للحبر مما يزيد من فترة استعماله بدلا من ملئه بقطرات بسيطة مثل قلم الجدول والاضطرار إلى تنظيفة فى فترات متقاربة بسبب سرعة جفاف الحبر. ويستعمل مع هذا القلم مجموعة من السنون يتراوح سمك الخط الذى تنتجه من ١، إلى ٢,٥ ملليمتر. ويمكن خلع السن وتركيب غيره بسهولة أثناء العمل. ويراعى عند استخدام قلم الجرافوس أنه لا يستعمل إلا فى تحبير الخطوط المستقيمة فقط، وبعد كل استعمال تخلع منه السنون وتنظف بالماء وتمسح جيدا وتوضع فى مكانها ويمسح مجرى القلم وينظف جيدا[1].

رابعاً: أجهزة الرسم:

ترسم الخرائط والرسوم البيانية باستخدام مجموعة من الأجهزة وأهم هذه الأجهزة هى:

- **لوحة الرسم:**

وهى لوحة مصنوعة من مادة الخشب الجيد المصقول السطح، أبيض اللون ذات حافات مستقيمة، تستخدم فى تثبيت ورقة الرسم عليها، وهى ذات أحجام متعددة، حيث تتوفر بشكل لوحات منفصلة يستطيع الكارتوجرافى أن يضعها فى أى مكان أو ينقلها من مكان إلى آخر، كما يستطيع أن يحركها بأى اتجاه لكى يكون مسيطرا على الخريطة عند الرسم، وأكثر أنواع لوحات الرسم انتشارها أبعادها ٤٥ X ٦٠ سم. وتوجد لوحات كبيرة المساحة والحجم مخصصة لرسم خرائط المدن.

- **منضدة الشف: Tracing Table**

وهى تستخدم فى حالة شف خريطة من أطلس أومن خريطة طبوغرافية للحصول على خريطة الأساس الضرورية فى رسم خريطة التوزيعات، أو شف خريطة توزيعية بنسخة أخرى على ورقة سميكة.

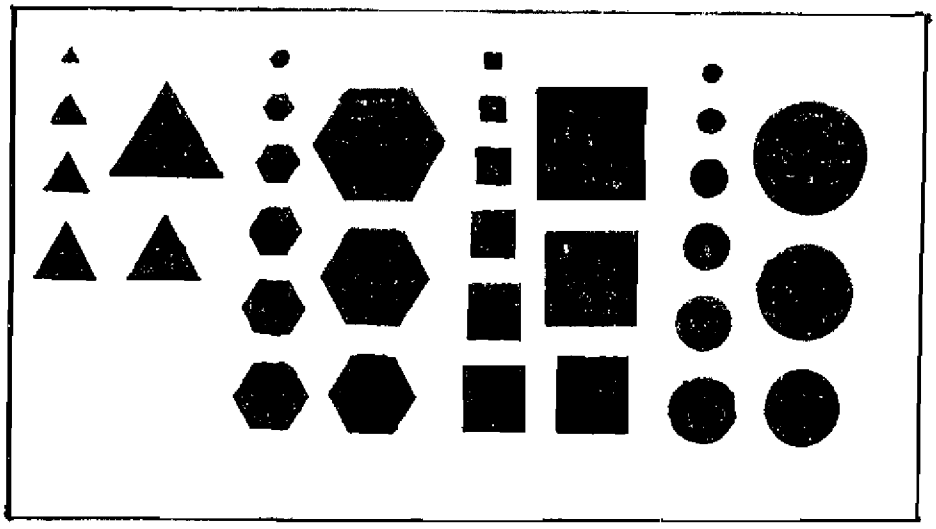
---

(١) محمد فريد فتحى، مرجع سبق ذكره، ص ٩٥ – ٩٦.

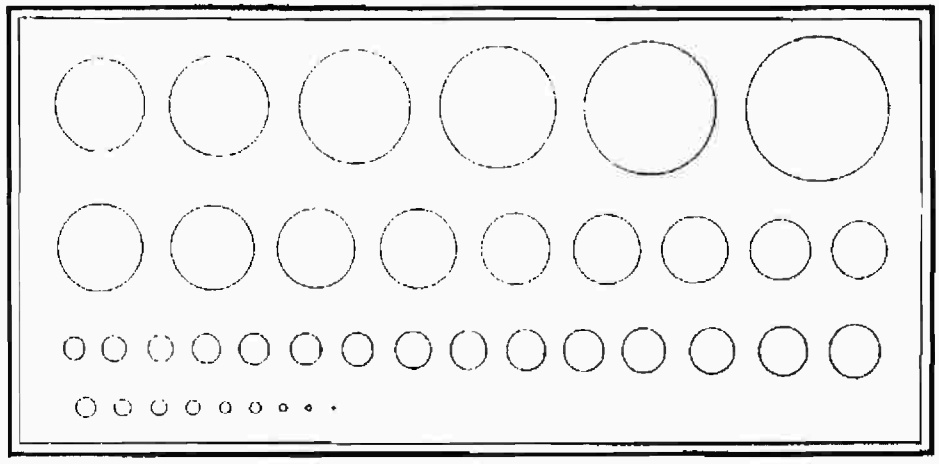
وتتكون المنضدة من الخشب حيث تظهر فى شكل سطح مفرغ يوضع فوقه لـوح من الزجاج الشفاف ويوضع مصباح كهربائى (فلورسنت) أو أكثر تحـت اللـوح الزجاجى وعلى بعد مناسب. وتثبت الخريطة على اللوح الزجاجى ثم تضع ورقـة الرسم السميكة غير الشفافة فوقها فإذا فتحنا الضوء سنرى جميع تفاصيل الخريطة واضحة على ورقة الرسم، ثم نبدأ بنقل تفاصيل الخريطة بالقلم الرصاص.

- **مساطر رسم الأشكال الهندسية:**

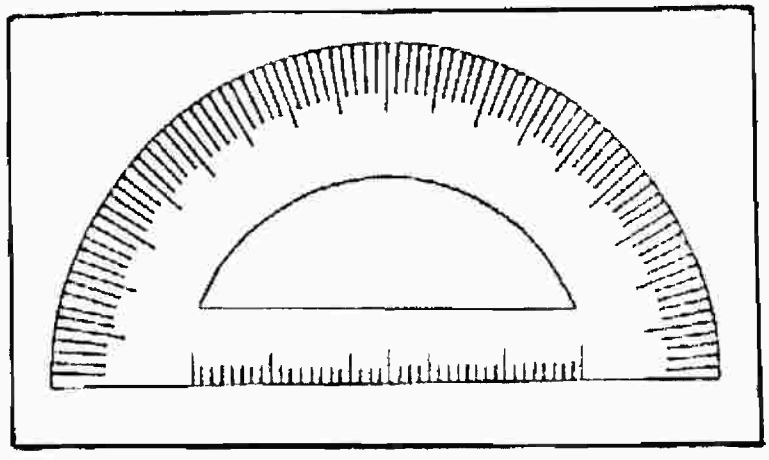
يحتاج الكارتوجرافى إلى رسم أشكال هندسية مختلفة حيث توجد قطـع مـستطيلة الشكل مصنوعة من البلاستيك المرن الشفاف كما في شكل (٢٠) وقـد حفـرت بداخلها أشكال هندسية مختلفة كالدائرة والمربعات والمثلثات والأشكال البيـضاوية والسداسية وغيرها، ويطلق الجغرافيون على مسطرة الرموز أو الأشكال الهندسية اسم الشبلونة، ويمكن استخدامها بسهولة لتوقيع الأشكال الهندسية المطلوبة، ولإتمام عملية الرسم نضع قلم الرسم فى فراغ الرمز الذى نختاره ونبدأ فى رسـمه مـن حدوده الداخلية، ومن مزايا هذه المساطر أيضًا سهولة رسـم الأشـكال الهندسـية صغيرة المساحة والتى يصعب قياسها بالفرجار.



شكل (٢٠) مسطرة الأشكال الهندسية

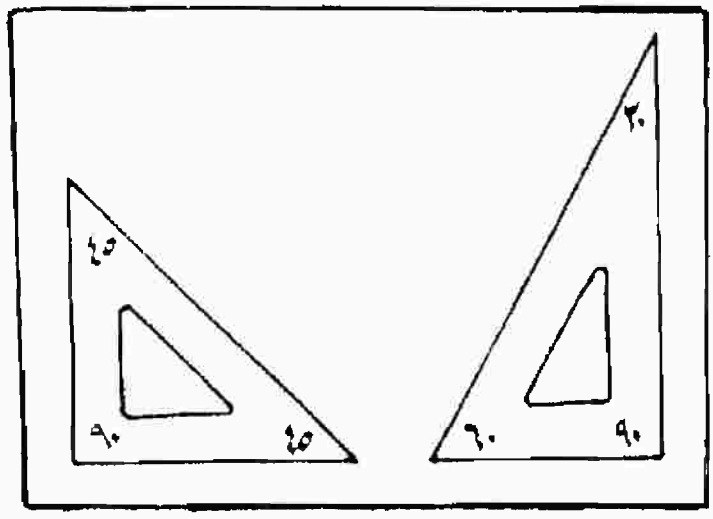


شكل (٢١) مسطرة دوائر مختلفة الأحجام



شكل (٢٢) المنقلة

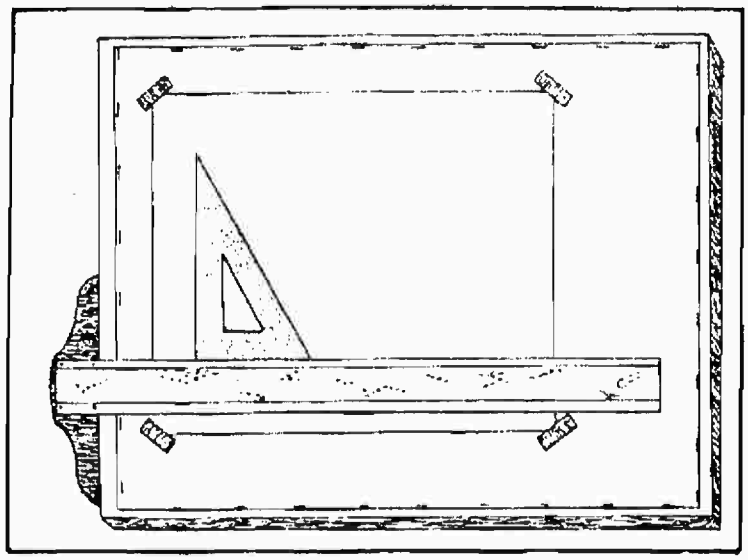
ويضاف لهذه الأدوات مساطر عادية معدنية أو بلاستيكية لاستخدامها فى القياس ومنقلة لاستخدامها فى قياس وتحديد الزوايا، والمنقلة توجد على شكلين الأول نصف دائرة درجاتها ١٨٠ درجة والأخرى دائرية ومجموع درجاتها ٣٦٠ درجة، كما يحتاج الكارتوجرافى لنوعين من المثلثات أحدهما مثلث متساوى الساقين زوياه (٤٥ْ ، ٤٥ْ ، ٩٠ْ) درجة ومثلث مختلف الأضلاع زواياه (٣٠ْ ، ٦٠ْ ، ٩٠ْ) درجة.



شكل (٢٣) المثلثات المستخدمة فى الرسم

- **المسطرة حرف T:**

يحتاج الكارتوجرافى إلى مسطرة كبيرة حرف T وذلك لاستخدامها لرسم الخطوط الأفقية أو رسم إطار الخريطة، وهى مصنوعة من الخشب أو المعدن أو البلاستيك الشفاف، ويفضل النوع الأخير على النوعين الأولين لأن شفافية المسطرة تعطينا القدرة على مشاهدة المكان الذى نرغب رسم الخطوط عليه، كما أنها تستخدم مع لوحة الرسم، فعند تثبيت رأس المسطرعلى حافة اللوحة يصبح ساق المسطرة نشكل مستقيم نستطيع أن نستخدمه فى رسم خطوط متوازية مع بعضها، كما يستفاد من المسطرة وهى مثبتة على لوحة الرسم فى رسم خطوط عمودية بواسطة الاستعانة بالمثلث القائم الزاوية حيث نحركه على حافة المسطرة.



شكل (٢٤) المسطرة حرف T

- **مسطرة التهشير:**

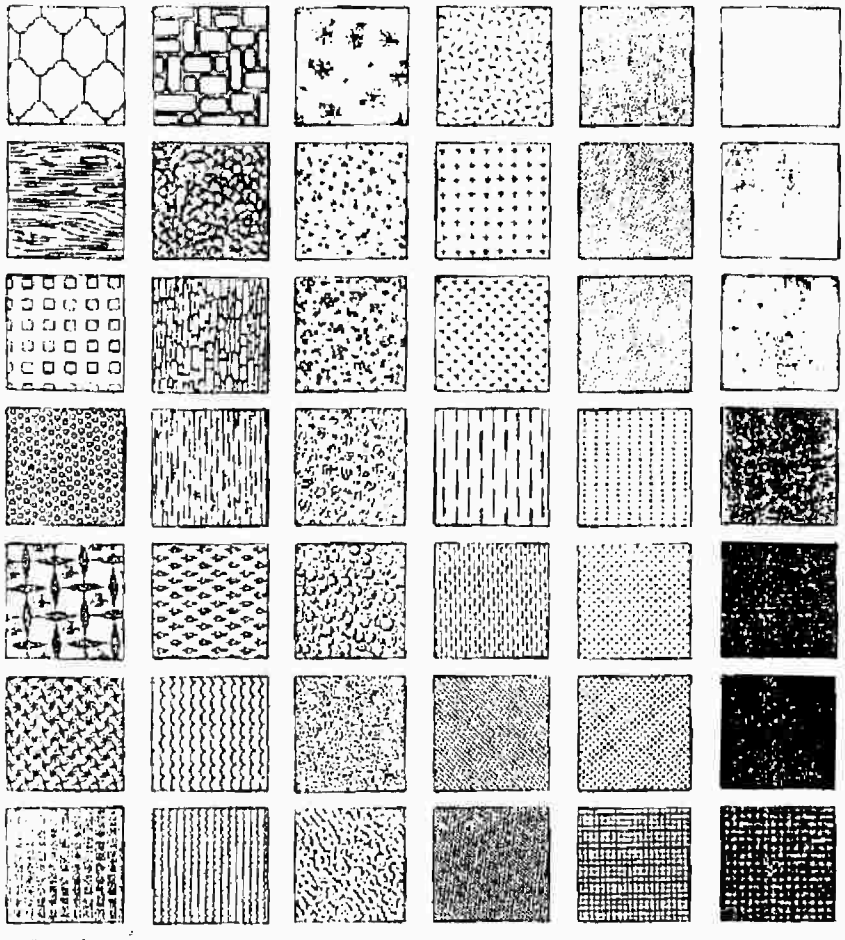
هى مسطرة تستخدم فى التظليل، وهى تستخدم أساسًا لرسم خطوط متوازية، وتتكون من جهاز يوضع على منضدة صغيرة فى حجمه مثبت عليه مسطرة من منتصفها، وهى مسطرة شفافة تتحرك كلما ضغطنا على زر بالجهاز وهى تحافظ على، المسافة ثابتة بين كل خط والخط الذى يليه مما يسمح برسم مجموعة من الخطوط على أبعاد متساوية، ويمكن تغيير المسافة بين الخطوط بإدارة قرص صغير فى الجهاز يعمل على توسيع هذه المسافة إلى نحو ٦ مليمترات أو تضييقها إلى مليمتر واحد[١]. ويوضح الشكل رقم (٢٥) نماذج مختلفة من التهشير.

- **مسطرة المنحنيات French Curve:**

تستخدم لرسم الخطوط المنحنية والأقواس التى لا يستطيع الفرجار رسمها شكل (٢٦) إذ أن المنحنى لا يكون قوسًا من دائرة واحدة ولكنه عبارة عن عدة أقواس متماسة من دوائر تختلف فى أنصاف أقطارها مثل الأنهار والترع والمصارف، أو خطوط الطول ودوائر العرض، أو منحنيات الطرق والسكك الحديدية، أو منحنيات

(١) حسن سيد حسن: أساسيات ومبادئ علم الخرائط، مرجع سابق، ص ١٠.

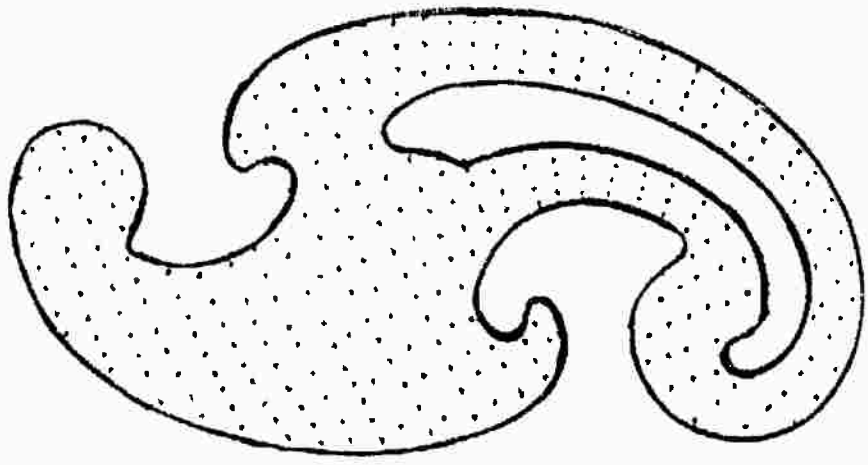
فى رسوم بيانية إحصائية وهناك نوعين من المساطر الأول مصنوع من البلاستيك الشفاف وهى عبارة عن قطع مشكلة بشكل أقواس منحنية بدرجات مختلفة، والنوع الثانى عبارة عن قطع مطاطية Flexible Curve تكون على شكل عمود مستطيل الشكل مرن وقابل للانحناء والتكيف باليد يستطيع الطالب أن يستخدمه حسب الصيغة المطلوبة، ويكيفه حسب درجة الانحناء وشكله، وبعد الانتهاء يعيده إلى وضعه الأصلي بسهولة[1].



نقلاً عن: فلاح شاكر

شكل (٢٥) نماذج مختلفة للتهشير المستخدم فى الخرائط

(١) فلاح شاكر أسود: خرائط التوزيعات، مرجع سابق، ص ٢٧.



شكل (٢٦) مسطرة المنحنيات

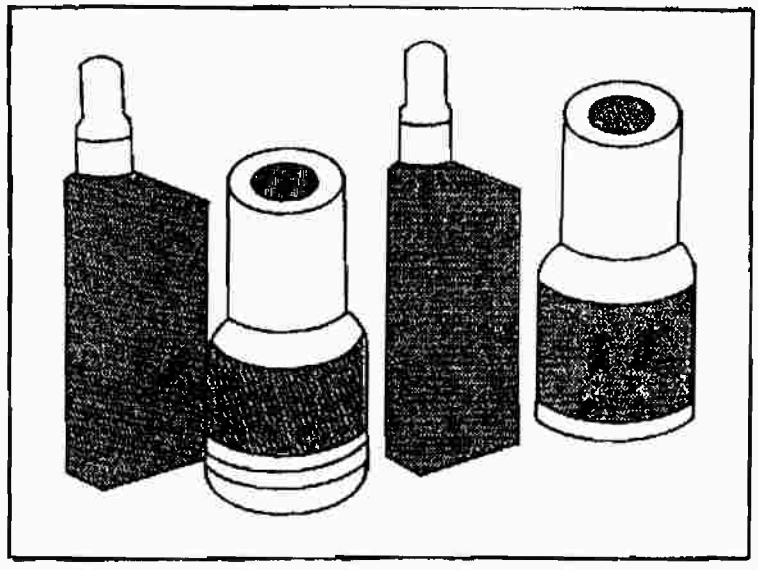
المقسم (الفرجار ذو الحافتين المدببتين) Divide:

يستخدم فى قياس المسافات المتعرجة بدرجات بسيطة، أو إذا وجد انحناء على شكل قوس، والمقسم هو عبارة عن فرجار ذو سنين معدنيين، ويتم استخدام المقسم عن طريق فتح المقسم إلى فتحة معلومة الاتساع (اسم مثلاً)، ثم نقيس الخط من بدايته وحتى نهايته عن طريق نقل الفرجار من مكان لآخر على الخط نفسه ثم حساب عدد النقلات وضرب ذلك فى ١ سم ليظهر طول الخط على الخريطة، فإذا تبين أن المجموع هو ٥ نقلات فيكون طول الخط ٥ سم (٥ × ١ سم)، فتحة ويمكن بعد ذلك معرفة الطول على الطبيعة بالاستعانة بمقياس الرسم.

خامسًا الأحبار:

يعتبر الحبر الشينى أو الحبر الصينى Chinese Ink أهم أنواع الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط وقد سمى بهذا الاسم لأنه كان يصل إلى أوروبا من الصين على هيئة أقراص يمكن إذابتها فى الماء، ويمتاز هذا الحبر بأنه كثيف، شديد السواد، سريع الجفاف، وهذه الخصائص جعلته أفضل جميع الأحبار المستخدمة فى الرسم الكارتوجرافى. والحبر الصينى هو نوع خاص من الأحبار ويصنع من مسحوق الكربون مع الصمغ حتى لا يجف بسرعة ولا يتأثر بالماء Water proof بعد الجفاف، ويتوفر منه فى الأسواق ألوان مختلفة كالأسود والأزرق والأصفر والبنى وغيرها،

ويفضل اللون الأسود لكونه جيدًا عند تصوير الخرائط حيث تظهر معالم الخريطة بوضوح، وهذه الخاصية لا تتوفر فى الألوان الأخرى، ومن الصعب إزالة الحبر الشينى بعد الرسم، لذلك فإن الطريقة المثلى لإزالته من على أوراق الكلك هى كشطه من على سطح الورقة بموس حلاقة، أما على ورقة الرسم فإن كشطه يجرح الورقة، ولذا يفضل استخدام طلاء التصحيح الأبيض على سطح الورقة المزيل السائل Corrector Liquid ويوضح الشكل رقم (٢٧) الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط.



شكل (٢٧) الأحبار المستخدمة فى رسم الخرائط

سادسًا: أوراق الرسم:

تتنوع أوراق الرسم المستخدمة فى عمل الخرائط ويتوقف نوع الورق المستخدم فى الرسم على الأمور الآتية[١]:

١- طبيعة الخريطة (خريطة نهائية بالألوان أم بالحبر الأسود).

٢- محتويات الخريطة والهدف منها.

٣- حجم الشكل النهائى للخريطة وما إذا كانت ستصغر أو تبقى بحجمها الأصلى.

(١) المرجع السابق، ص ص ١٧ - ١٨ ٣.

٤- مهارة الكارتوجرافى.

٥- عدد النسخ المطلوب الحصول عليها.

٦- طريقة الترسيم المستخدمة للتحبير أو الحفر.

٧- طريقة الطبع بالأوفست أو الشف.

ويشترط فى الورق المستخدم فى رسم الخرائط عدة شروط أهمها[١]:

١- **قدرة الورق على تحمل التغيرات المحيطة:** مثل الرطوبة والحرارة دون أن يؤثر ذلك على تمدد أو انكماش أو انبعاج أو تجعد الورقة، وتكمن أهمية هذه الخاصية فى المحافظة على دقة مقياس الرسم من ناحية وثبات أبعاد اللوحة وتناسبها مع الخرائط الأخرى.

٢- **فبعض أنواع الأوراق مسامية فيتعمق الحبر فى أليافها**، وإذا ازدادت المسامية ازداد التعمق بحيث يصعب مسحه أو كشطه من الورقة لأنه أصبح يمثل جزءًا من النسيج نفسه، وهناك أنواع من الأوراق غير مسامية نهائيًا فالرسم يجف على السطح، ولكن أى احتكاك بسطح الورقة يعمل على إزالته ومحوه، وبين هذه وذاك أنواع من أوراق الرسم تختلف فى درجة مساميتها، ولكل منها استخدامات تختلف عن الأخرى.

٣- **ملمس الورقة:** تتباين أوراق الرسم بين الخشن والناعم، ولا شك أن خشونة الورقة لها تأثير واضح على شكل الخط واستقامته.

٤- **شفافية الورقة:** يهتم الجغرافى بدرجة شفافية ورقة الرسم ونقائها، وقد يرتبط هذا الاهتمام بأمرين:

الأمر الأول: شف بعض الخرائط.

الأمر الثانى: إن إعداد الخريطة للطباعة الملونة يتطلب لوحات منفصلة لكل لون، ويفضل أن تكون شفافة حتى لا تتطبق بعض الألوان على بعضها مما يظهر الخريطة مشوهة.

---

(١) حسن سيد حسن، مرجع سبق ذكره ص ١٧ – ١٨.

٥- **قوة تحمل الورقة:** قد يتطلب الأمر من الكارتوجرافى المبتدئ الاعتماد على نوعية من الورق تتحمل عمليات المسح والكشط وإعادة الرسم، وهذه النوعية قد تكون أغلى بعض الشيء خاصة إذا كانت من الأنواع التى لا تتجعد كثيرًا مع عمليات البلل بالماء والألوان المائية، وأهم أنواع الورق المتوفر فى السوق ورق الكلك ومنه الكلك العادى والكلك المعالج، ويصنع الورق الكلك من القش وسيقان نبات الذرة، وتستخدم الوسائل الكيماوية لجعلها شفافة، والورق الكلك منه نوع أبيض وأخر مربعات (مليمترات) يستخدم فى رسم القطاعات والرسوم البيانية، وتختلف أوزان ورق الكلك ما بين الورق قليل السمك والورق السميك (٥٠ جرام ويصل إلى ١٥٠ جرام) ويفضل النوع المتوسط (٩٠ - ١١٠ جم)، ويتوفر إما فى شكل لفات (رولات) بتراوح طولها بين ١٠ - ٢٠ متر أو بشكل قطع مختلفة المساحات أو بشكل دفاتر (كراسات) أو ما يعرف بالاستكشات Sketch.

كما يستخدم ورق الشف القماش Tracing Cloth، ويتكون من قماش رقيق مصنع من القطن ومطلى بالنشا، يميل لونه إلى الأزرق الفاتح نصف الشفاف، ولم ينتشر استعماله رغم إمكانية حفظه لأنه قابل للتمدد والانكماش حسب الظروف الجوية، ويؤثر عليه الماء حيث يتلف الورق والخريطة، كما أن الحك لإزالة الخطأ يؤثر عليه، ونادرًا ما نراه فى الأسواق المحلية وبوجه عام فإن مثل هذا النوع من الورق أكثر تحملاً من ورق الشف العادى (ورق الكلك)، وهو من الأنواع المهمة جدًا فى رسم أصول المشروعات الهندسية - وتوجد أنواع أخرى من أوراق الرسم غير الشفافة، حيث توجد على شكل لوحات تقطع بمقاسات مختلفة حسب الحاجة، ومن أحسن أنواعها (الكانسون) و (الفبريانو) و(البريستول)، كما يستخدم ورق لاصق له مسميات عديدة مثل الزيبتون أو نورماتون أو سيلوتيه وذلك حسب الشركة المنتجة له، ويطلق على مثل هذا النوع من الورق فى بعض الدول العربية (الإسكرين).

سابعًا : الأدوات الأخرى:

كما يستخدم الكارتوجرافى بعض الأدوات الأخرى فى عملية رسم الخريطة منها:

الريش Pens:

هناك أنواع من الريش التى تزود بالحبر من أجل الرسم، ومن أكثر أنواع الريش استخدامًا فى رسم الخرائط هى الريشة ذات الطرف الرفيع أو المسلوب Quill - Type

وهى مصنوعة من نوع جيد من المعدن، وهناك أنواع كثيرة منها، فبعضها صلب يرسم خطوط متناسقة السمك وبعضها الآخر مرن جدًا يستخدم فى رسم الخطوط التى تتطلب سمكًا متغيرًا مثل خطوط الأنهار فى الخرائط صغيرة المقياس، وعند الرسم يمكن غمس الريشة فى زجاجة الحبر بالقدر الذى لا يملأ تجويفها، ولكن الأفضل استخدام قطارة الحبر ووضع نقطة حبر فى الجانب الداخلى للريشة لأن ذلك سوف يساعد على إنتاج خطوط أدق، ويتم وصول الحبر إلى سن الريشة خلال شق طولى فى وسط السن، ويجب تنظيف السن دائمًا من الحبر لأن ذرات الكربون إذا سدت هذا الشق فإن ذلك سوف يؤدى إلى عرقلة انسياب الحبر فلا يلامس بسهولة سطح ورقة الرسم. وهناك أنواع من الريش عريضة السن Stub Pen وهى لا تختلف عن النوع العادى لا من حيث شكل السن، ومن الريش أيضًا ما يعرف باسم ريشة التسهيل Speedball Pen وهى عبارة عن سن ريشة عادية ولكن طرف السن ينتهى بزائدة دائرية أو مربعة الشكل مصنوعة بزاوية معينة بحيث إذا أمسكنا الريشة فى الوضع المعتاد فسوف تنطبق الزائدة تمامًا على سطح الورقة، وهناك أيضًا نوع خاص من الريش يسمى بالريش ذات الخزان، وهذا النوع يتركب أساسًا من اسطوانة صغيرة تشمل خزان الحبر وتنتهى بسن دائرى مجوف وهو على درجات مختلفة السمك بحيث يرسم كل سن متناسقًا بسمك معين، وأشهر أنواعها الاستاندرجراف Standargrah، والبوتو[1].

(١) فتحى أبو راضى، مرجع سابق، ص. ص٢٩٥ – ٢٩٦.