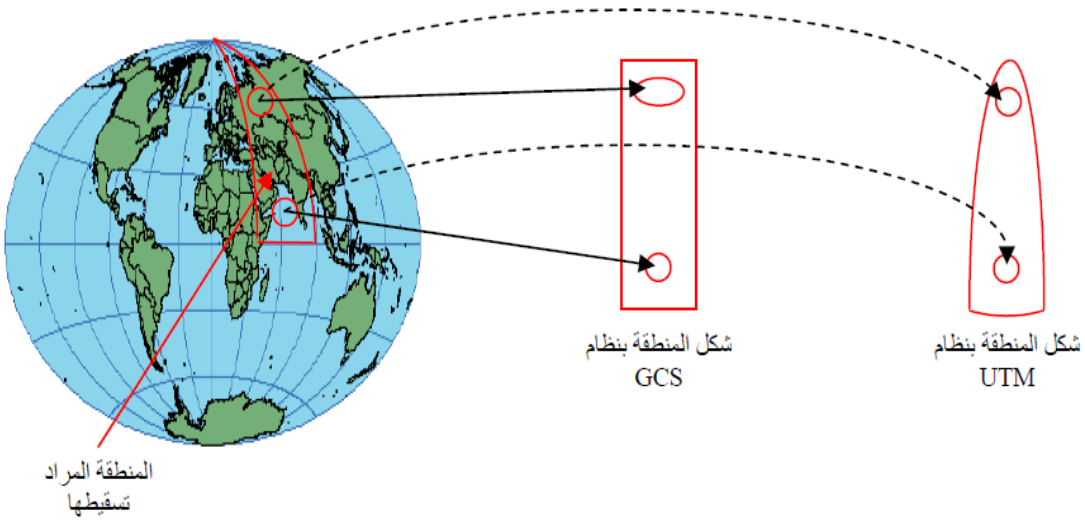
نظام مسقط ميركاتور المستعرض (U.T.M) : ويعد من أحدث نظريات الاسقاط الخرائطي ، وتبنى فكرة هذا المسقط على فكرة مسقط مركيتور المستعرض TM الذي صممه العالم الهولندي مركيتور ، إذ جاءت التسمية لمسقط UTM اختصاراً لـ Universal Transverse Mercator Projection بمعنى مسقط مركيتور المستعرض العالمي ويسمى أحياناً بالمسقط ألتربيعي أو بـ نظام شبكة المربعات العالمية International Grid System. وهو من مجموعة المساقط الاسطوانية إذ يعد من مساقط الخرائط المساحية ، والخاصية الرئيسة التي يجب توفرها في الخرائط المساحية هي خاصية التشابه. أي أن الزوايا على الخارطة المرسومة عند نقطة معينة تكون مساوية للزوايا المناظرة على سطح الأرض . إن أكثر الخرائط الطوبوغرافية الحديثة في العالم وضعت على مسقط UTM ، وهذا المسقط يعد واحداً من أهم المساقط الطوبوغرافية الشائعة الاستعمال في الوقت الحاضر .

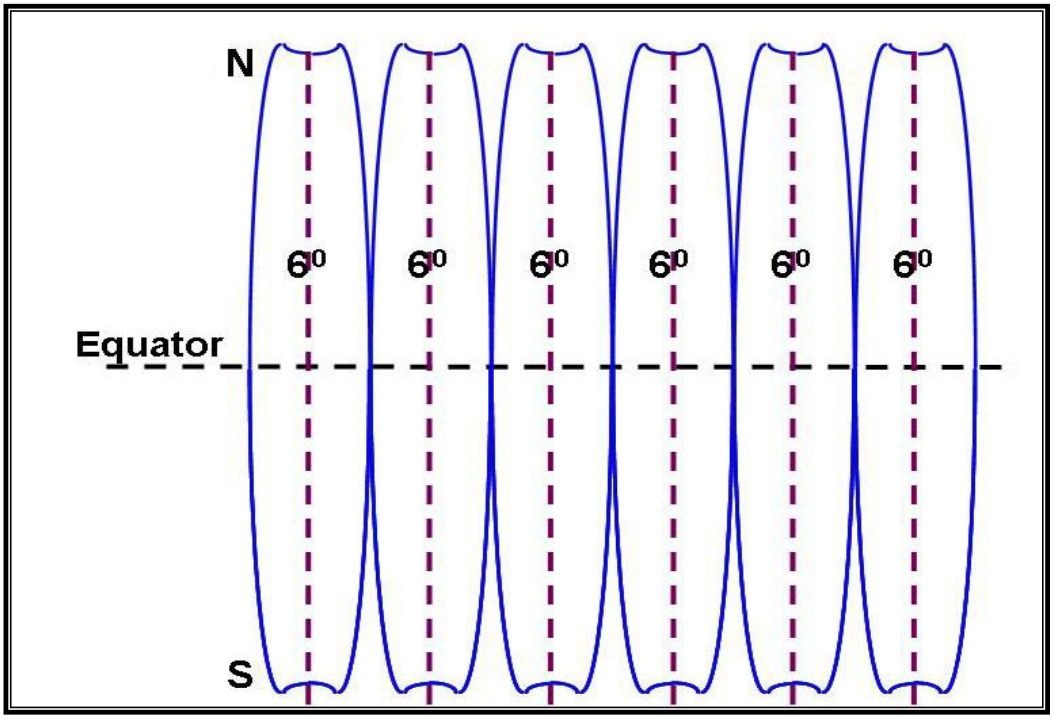
ويتم من خلال المسقط تقسيم العالم إلى مناطق (Zones) كل منها على شكل مثلث منحني قاعدته على خط الاستواء طولها ستة درجات ورأس على أحد القطبين وكل منطقة يتم تحويلها إلى سطح مستوي بشكل مستقل ولاتحول إلى مستطيل مثل نظام GCS ولكن إلى شكل أشبه بالمثلث وبهذا ستكون نسبة الخطأ في تلك المنطقة اقل مايمكن لذلك يتم تطبيق هذا النظام في مختلف المشاريع الحديثة في نظام الـ GIS ، وكما موضح في الشكل التالي :



تقسيمات مسقط UTM

إستُخدِم مسقط UTM في المساحة وللخرائط الطوبوغرافية لأول مرة في الخمسينيات بحيث أمكن تغطية سطح الكرة الأرضية بين دائرتي عرض ٨٤ درجة شمالاً و ٨٠ درجة جنوباً. أما المناطق الواقعة شمال ٨٤ درجة شمالاً إلى القطب الشمالي وجنوب ٨٠ درجة جنوباً إلى القطب الجنوبي، فقد استعمل لها المسقط القطبي المجسم Universal Polal Stereographical Projection (UPS).

يغطي مسقط UTM سطح الأرض في الاتجاه شرق-غرب على شكل نطاقات منفصلة لكل منها خط طولها الرئيسي الخاص وبخط عرض رئيسي هو خط الاستواء كما في الشكل التالي. ويغطي كل نطاق ست درجات طولية ، ويبدأ خط الصفر من خط ١٨٠ درجة غرباً، وبذلك يغطي المسقط سطح الكرة الأرضية بـ٦٠ نطاق لتشمل جميع خطوط الطول(٦×٦٠=٣٦٠). شكل(٨)، وان نقطة الصفر True Origin لكل نطاق عند تقاطع خط الطول الرئيسي لذلك النطاق مع دائرة الاستواء. ولكي نتلافى الإحداثيات سالبة الإشارة فقد أعطيت القيمة ٥٠٠٠٠٠m شرقاً وصفر شمالاً لنقطة الصفر في كل نطاق في نصف الكرة الشمالي. يتميز مسقط UTM عن شبكة دوائر العرض وخطوط الطول بأنه يستخدم وحدة المتر بدلاً عن وحدات الدرجة والدقيقة والثانية التي تستخدم في شبكة دوائر العرض وخطوط الطول، وان هذا المسقط ملائم جداً للخرائط ذات الامتداد القليل مع خطوط الطول .

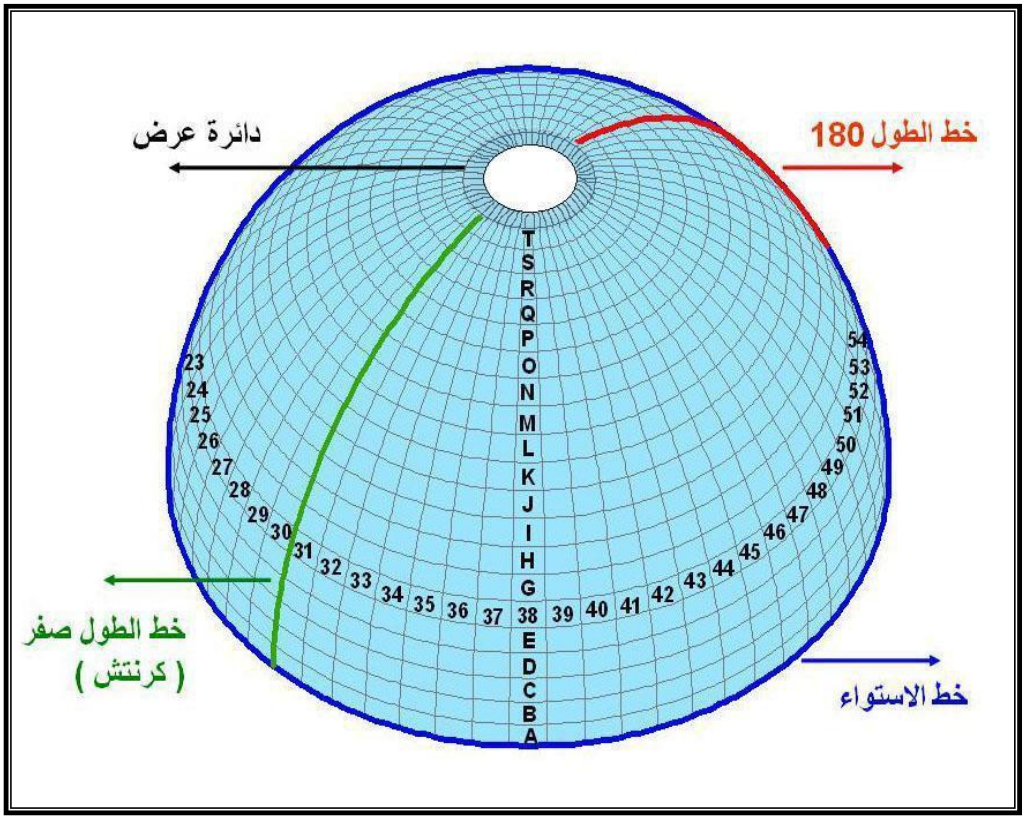


قراءة إحداثيات الموقع:

يتضح مما تقدم أن الأرقام بين صفر و١٠٠٠٠٠٠ تتكرر مراراً في الإحداثيات الشرقية لأن كل نطاق من النطاقات الـ٦٠ يبدأ بصفر وينتهي بـ ١٠٠٠٠٠٠ ، كذلك الأمر بالنسبة للإحداثيات الشمالية فالأرقام بين صفر و١٠٠٠٠٠٠٠ تتكرر شمال وجنوب خط الاستواء الذي هو محور ومركز الإحداثيات ويأخذ القيمة صفر. وبسبب هذه التكرارات فعند قراءة ألإحداثي الشمالي يجب الإشارة إلى أحد أمرين إما الإشارة إلى نصف الكرة الأرضية الذي يقع عليه الموضع أو الإشارة للحرف الذي يمثل نطاق العرض في نظام إحداثيات UTM. وأيضاً عند قراءة ألإحداثي الشرقي يجب الإشارة لرقم النطاق المعني الشكل التالي.

وعند قراءة الإحداثيات في مسقط UTM يقرأ ألإحداثي الشرقي أولاً متبوعاً بالإحداثي الشمالي ، والمقصود بالإحداثي الشرقي الخطوط العمودية أما ألإحداثي الشمالي فيعني الخطوط العرضية، ويقرأ ألإحداثي الشرقي من الغرب إلى الشرق والإحداثي الشمالي من الجنوب للشمال ولهذا السبب سميتا بالشرقي والغربي.

شكل يمثل ترقيم الأنطقة لمسقط UTM



مثال على الإحداثيات:- 18F 0439535 5024750

هذه الإحداثيات مقسمة إلى ثلاثة أجزاء هي:

أ- الجزء الأول يوضحه الرقم على اليسار مع الحرف (18F) وهذا يشير إلي رقم النطاق الطولي وحرف النطاق العرضي الذي يقع فيه الموقع ، ويجب أن يكتب الرقم أولاً ثم الحرف.

ب- الجزء الثاني تمثله الأرقام 0439535 وهي تخص ألإحداثي الشرقي للموقع أي الخط الطولي الذي يمر بالموقع بوحدة المتر.

ج- الجزء الثالث تمثله الأرقام 5024750 وهي تخص ألإحداثي الشمالي للموقع أي الخط العرضي الذي يمر بالموقع بوحدة المتر.

ويمكن استخدام وحدة الكيلومتر بدلاً عن وحدة المتر وهنا نقوم باستخدام العلامة العشرية مثلاً الرقم 0439535 متر يمكن كتابته 0439.535 كيلومتر. وان الأرقام يسار العلامة العشرية (0439) تشير إلي الكيلومتر أما الأرقام يمين العلامة العشرية (535) فتشير إلى جزء من الكيلومتر. ويتحكم مقياس الرسم في تفاصيل الخارطة وعليه سوف يتحكم في دقة قياس المسافة ونلاحظ أن في خارطة بنظام إحداثيات UTM وبمقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠ السنتيمتر على الخارطة يمثل كيلومتر على الطبيعة (١٠٠٠ متر) وعليه الميليمتر يمثل ١٠٠ متر وبهذا تستطيع تحديد الموقع لأقرب ١٠٠ متر ، وفي خارطة بنظام إحداثيات UTM وبمقياس رسم ١:٥٠٠٠٠ السنتيمتر على الخارطة يمثل ½ كيلومتر على الطبيعة (٥٠٠ متر) وعليه الميليمتر يمثل ٥٠ متر وبهذا تستطيع تحديد الموقع لأقرب ٥٠ متر ، وفي خارطة بنظام إحداثيات UTM وبمقياس رسم ١:٢٥٠٠٠ الدقة لأقرب ٢٥ متر.

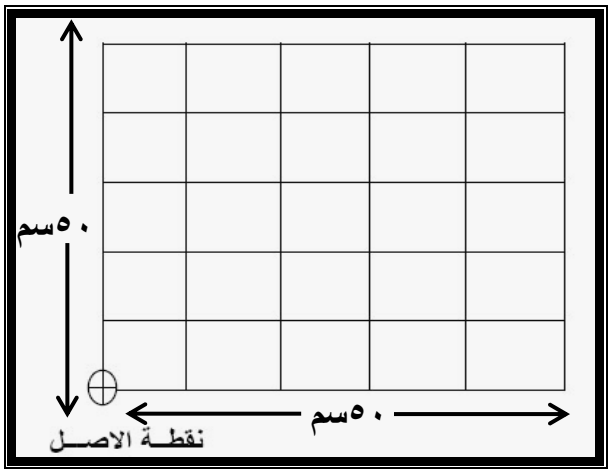
تشبيك الخرائط والإحداثيات التربيعية:

يعد تشبيك الخرائط من الأمور الهندسية المهمة التي يلجأ إليها الكارتوكرافي للحصول على أفضل تمثيل ممكن للخرائط ذات المساحة الصغيرة ولاسيما الخرائط الطوبوغرافية ، وعلى هذا الأساس يمكن تعريف التشبيك على انه العملية الحسابية والترسيمية التي يتم بموجبها وضع شبكة كروية تمثل خطوط الطول ودوائر العرض وتسمى بالشبكة الكروية ، أو وضع شبكة تربيعية خطوطها مستقيمة وتسمى بالشبكة التربيعية .

إن الأرض مهما اختلفت في شكلها فهي لا تخرج عن كونها سطحاً منحنياً وليس كروياً هندسياً ، والتشبيك هو جزء من المسقط أو هو المسقط المصغر إذا جاز التعبير عنه ، ومن أغراض التشبيك استعماله للدلالة على نظام الإحداثيات الجغرافية من خلال شبكة خطوط الطول ودوائر العرض وان الإحداثيات الجغرافية أو الكروية تقوم على أساس الدرجات وأجزائها ولا تعطي مسافات حقيقية عن نقطة مفروضة تعرف بنقطة الأصل بل يعبر عنها بالدرجات وأجزائها مما استدعى إعطاء الإحداثيات بالمسافة الحقيقية وفق نظام الوحدات القياسية المعروفة أو المستعملة عن نقطة الأصل المتمثل بالكيلو متر أو المتر. فنشأ نظام الإحداثيات التربيعية للدلالة على ذلك ، ومهما يكن من إجراء أو ضبط في المسافات فإن هناك تشويهاً مهما صغرت العلاقات الهندسية من جراء تغيير السطح الكروي إلى سطح مستوٍ من خلال التشبيك ألتربيعي.

يعد رسم الشبكة التربيعية سهل الإنشاء لا يحتاج إلى جهد كبير، فقد استقر العمل على أن تكون مسافات التشبيك ألتربيعي للمقاييس كافة وسواء كان التشبيك تربيعياً عالمياً أو محلياً بطول سنتمتر طولاً وعرضاً ويمكن رسم هذه الشبكة بوسائل عدة. ويتم تقسيم هذا المربع البالغ طوله ٥٠سم إلى ٥ مربعات طولاً و٥ مربعات عرضاً فيكون مجموع المربعات ٢٥ مربعاً طول كل مربع ١٠سم. ويجوز عند الحاجة إلى رسم شبكة تربيعية بمقاسات أخرى غير ما ذكرناه، إلا أن المهم في التشبيك ألتربيعي هو تساوي أضلاع المربعات الصغيرة فقد يجوز أن يكون طول الشبكة ٥٠*40سم أو غير ذلك ، لاحظ الشكل .

الشبكة التربيعية



ويعزى سبب انتشار استعمال الإحداثيات التربيعية بدلاً من الإحداثيات الجغرافية على نحوٍ عام إلى مجموعة من الأسباب :

١. إن طريقة استخراج الإحداثيات التربيعية طريقة سهلة وسريعة ودقيقة ، أما طريقة استخراج الإحداثيات الجغرافية فإنها طريقة رياضية صعبة ومعقدة ويكثر فيها الخطأ في قراءتها أو كتابتها.
٢. تعطينا الإحداثيات التربيعية مسافات حقيقية بالوحدات القياسية المستعملة في هذا البلد أو ذاك ، أما الإحداثيات الجغرافية فتقاس عادةً بالدرجات والدقائق والثواني وهي مجهولة المسافات أو متغيرة من مكان إلى آخر شمالاً أو جنوباً أو تتغير حسب النظام الرياضي للمسقط المصمم.

٣. طبيعة خطوط الطول ودوائر العرض في الإحداثيات الجغرافية منحنية باعتبار ان الأرض سطح منحنٍ ولا يمكن إتقان رسمها بدقة عالية على سطح مستوٍ. أما الإحداثيات التربيعية فتتكون من خطوط مستقيمة يمكن رسمها على سطح مستوٍ بدقة وسهولة.
٤. يمكن جمع الإحداثيات التربيعية والجغرافية في الخارطة الواحدة. إذ تمكن الفرنسيون من إنشاء نظام تشبيك إحداثي تربيعي يرسم فوق الخرائط وسرعان ما انتشر استعمال هذا النظام نتيجة لسهولة حل المعادلات الهندسية المستوية مقارنة بالهندسة الكروية.
٥. يتم ترقيم الإحداثيات في التشبيك ألتربيعي على أساس الكيلومتر والمتر ، أما بالنسبة للتشبيك الكروي فيتم الترقيم على أساس الدرجات والدقائق والثواني .

بالنسبة للتشبيك الكروي الذي يخص العراق فالعراق يقع ضمن المنطقة التي تنحصر بين خط الاستواء ودائرة عرض (٨٤٠) ولتحديد موقعه بالنسبة لهذه المنطقة فأنه ينحصر بين دائرتي عرض ٢٩٠-٣٧٠ ولخطوط الطول بين خطي طول ٣٨٠-٤٩٠ شرقاً. وبذلك فأن النطاقات الطولية التي يدخل فيها هي :

١- النطاق ٣٧٠ الذي يحصر بين المنطقة الواقعة بين خطي طول٣٦٠-٤٢٠.

٢- النطاق ٣٨٠ الذي يحصر بين المنطقة الواقعة بين خطي طول٤٢٠-٤٨٠.

٣- النطاق ٣٩٠ الذي يحصر بين المنطقة الواقعة بين خطي طول٤٨٠-٥٤٠.

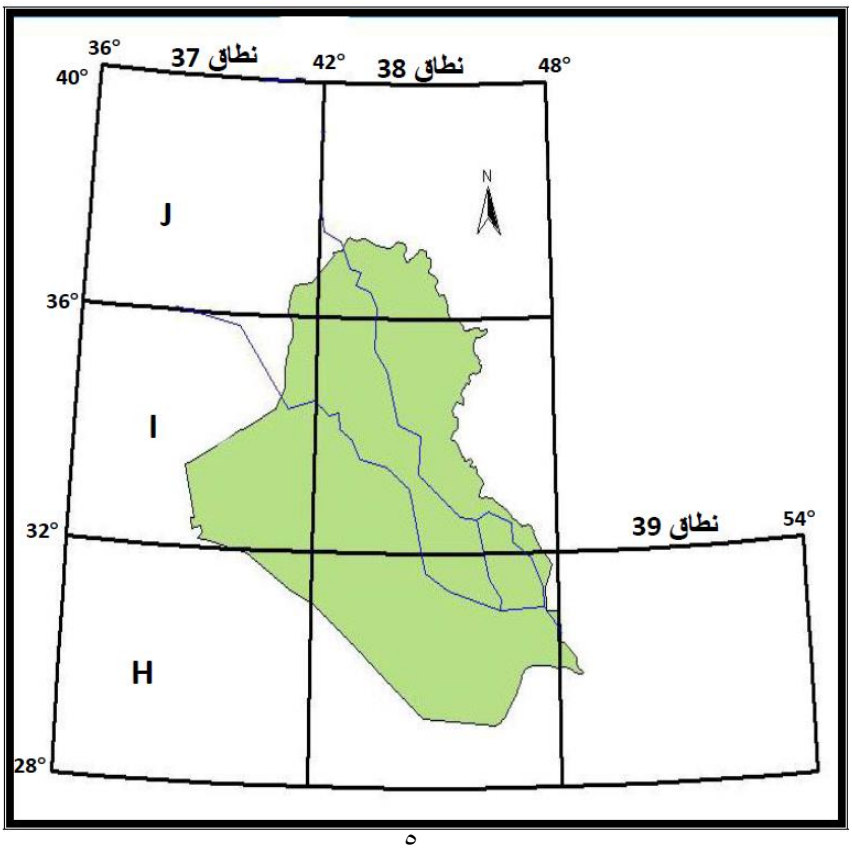
أما بالنسبة للنطاقات العرضية فالعراق ينحسر بين الأحزمة الآتية:

١- الحزام H الذي يحصر المنطقة الواقعة بين خطي عرض٢٨٠-٣٢٠.

٢- الحزام I الذي يحصر المنطقة الواقعة بين خطي عرض٣٢٠-٣٦٠.

٣- الحزام J الذي يحصر المنطقة الواقعة بين خطي عرض٣٦٠-٤٠٠ لاحظ الشكل التالي

التشبيك الكروي العالمي للعراق حسب نظام UTM



تشبيك مسقط مركيتور العالمي UTM

يتم تشبيك مسقط UTM من خلال التشبيك ألتربيعي الذي يمثل الجزء المصغر من هذا المسقط. مع الأخذ بالاعتبار أن التشبيك العام لمسقط UTM يقسم العالم إلى ٦٠ نطاقا طولياً ذا عرض ثابت وكل نطاق طولي مكون من٦° من خطوط الطول ، وكذلك الأحزمة العرضية التي تمتد إلى دائرة عرض٨٤° شمال خط الاستواء والى دائرة عرض٨٠° جنوب خط الاستواء ، وكل حزام مكون من أربعة من دوائر العرض . وعلى هذا المنطلق يتم تشبيك مسقط UTM حيث يتم الاعتماد على التقسيمات العالمية للمسقط للحصول على تقسيمات اقل وذلك من خلال رسم شبكة من الكيلومترات المربعة وأجزائها فوق خطوط المسقط . وتحقق هذه الشبكة دقة أكثر عند استخدامها في رسم الخرائط .

الخرائط المليونية: وهي الخرائط المشبكة على مقياس رسم ١:١٠٠٠٠٠٠ إذ يقسم هذا النظام الاحداثي سطح الأرض إلى أشكال رباعية تمثل الخرائط المليونية وتكون أبعادها ست درجات طولية من الغرب إلى الشرق وأربع درجات عرضية من الجنوب إلى الشمال في نصف الكرة الأرضية الشمالي ، ومن الشمال إلى الجنوب في نصف الكرة الأرضية الجنوبي وتنشأ هذه الأشكال الرباعية على النحو الآتي :

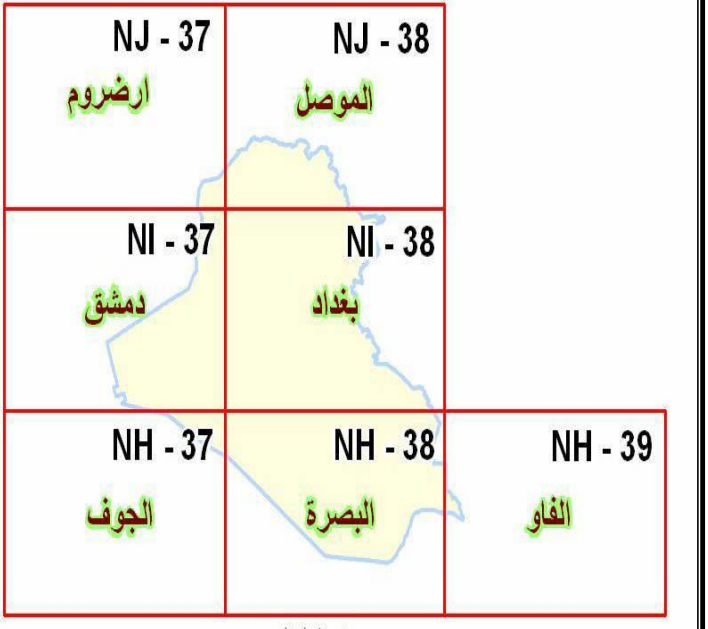
١ـ تقسم دائرة الاستواء سطح الأرض إلى نصفين ، أعطي للنصف الشمالي الحرف(N) اختصاراً لـ North وأعطي للنصف الجنوبي الحرف(S) اختصارا لـ south كما يمثل الخط ١٨٠° خط بداية التقسيم في جهة الشرق.

٢ـ يقسم الخط ١٨٠° إلى أقسام طول القسم الواحد ٤٠ عرضية من دائرة الاستواء صفر إلى دائرة عرض ٨٤° شمالاً ، ومن دائرة الاستواء إلى دائرة عرض ٨٠° جنوباً. أعطي كل قسم حرفاً من الـ(A) إلى (U) شمالاً ، ومن (A) إلى (T) جنوباً ، فالقسم الواقع بين الـ °صفر-٤٠ شمالاً يمثل (A) ومن ٤٠-٨٠° يمثل (B) وهكذا حتى القسم U.

٣ـ تقسم دائرة الاستواء التي يبلغ طولها ٣٦٠° إلى ٦٠ قسماً طولياً طول كل قسم ٦° ويبدأ ترقيمها من الـ ١ إلى ٦٠ بدءاً من الخط ١٨٠° وفي اتجاه من الغرب إلى الشرق.

٤ـ تتكون في النهاية على سطح الأرض بين دائرتي عرض ٨٤° شمالاً- ٨٠° جنوباً شبكة من المربعات ، ويرمز لكل مربع بحرف N أو S حسب موقعه بالنسبة لشمال وجنوب الأرض.

وقد خص العراق سبع خرائط تعرف كل خارطة من حيث التشريق برقم المنطقة التي تقع فيها ، كما في الشكل التالي :

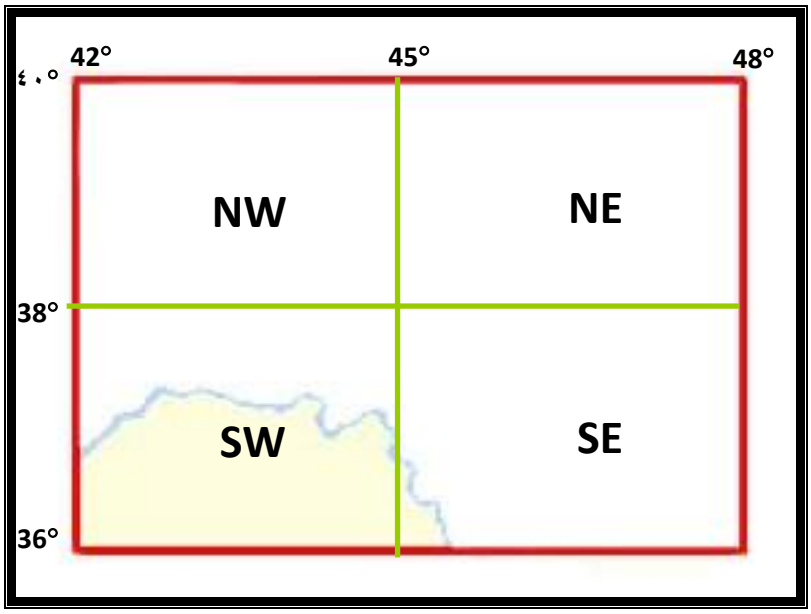


شكل (16)

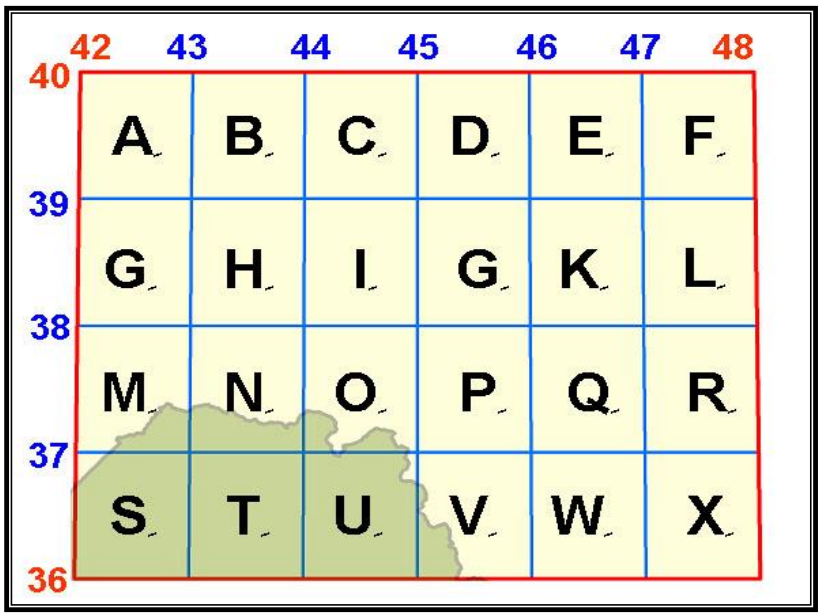
يمثل الخرائط المليونية التي تخص العراق

الخرائط ذات المقياس ١:٥٠٠٠٠٠ : تضم كل لوحة مليونية أربعة لوحات ذات مقياس ١:٥٠٠٠٠٠ أبعاد كل لوحة 3□ درجات طولية و 2□ درجة عرضية ، وتسمى كل لوحة باسم الربع الذي شغله من الخارطة المليونية. فاللوحة الشمالية الشرقية تسمى(NE) والجنوبية الشرقية(SE) والجنوبية الغربية(SW) والشمالية الغربية(NW) ويضاف اسم اللوحة المليونية إلى اليسار من اسم اللوحة مثل NJ38SW التي تضم مدينة الموصل. لاحظ الشكل التالي :

يمثل خرائط ذات المقياس١:٥٠٠٠٠٠



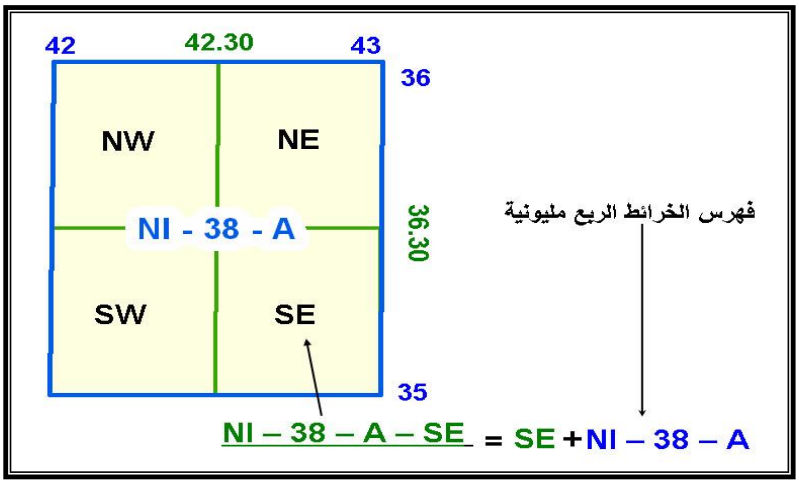
الخرائط ذات المقياس ١:٢٥٠٠٠٠ : قسمت الخارطة المليونية إلى 24 لوحة ذات مقياس 1:250 000 أبعاد كل لوحة تغطي درجة واحدة من حيث التشريق ودرجة واحدة من حيث التشميل . ويتم ترقيم الخرائط ربع المليونية بالأحرف الانكليزية من اليسار إلى اليمين ومن الشمال إلى الجنوب ، ابتداءً بالحرف A وانتهاءً بالحرف X. لاحظ الشكل التالي :



شكل يمثل خرائط ذات المقياس١:٢٥٠٠٠٠

الخرائط ذات المقياس ١:١٠٠٠٠٠ : قُسِمت الخارطة ذات المقياس ١:٢٥٠٠٠٠ إلى ٤ خرائط ذات مقياس ١:١٠٠٠٠٠ وكل خارطة ١:١٠٠٠٠٠ تمتد بين ٣٠ دقيقة من حيث التشريق و ٣٠ دقيقة من حيث التشميل. ويتم ترقيم خرائط الـ ١:١٠٠٠٠٠ على أساس الاتجاهات الأربعة للخارطة الربع مليونية من الجهة الشمالية الشرقية باتجاه عقرب الساعة.لاحظ الشكل التالي :

شكل يمثل الخرائط ذات المقياس 1 : 100000



وتعد هذه الخرائط من الإصدارات الحديثة وتتمثل بـــالخرائط الطوبوغرافيـــة ذات المقيـــاس ١:١٠٠٠٠٠ إذ يعـد هـذا المقيـاس كبيـراً جـداً مقارنةً مع الخرائط المليونية وتغطي هذه الخرائط كل العراق كما موضح في الخارطة التالية ، التي توضح فهرس الخرائط الطوبوغرافية بمقياس ١/١٠٠٠٠٠ ، الصـادر عـن دائـرة المسـاحة العسكرية .