محاضرة تعريفية عن

الخرائط الإلكترونية وصور الأقمار الصناعية

مهندس أقدم
مثنى محمد كاظم توفيق
مديرية التخطيط والتطوير

المديرية العامة لتوزيع كهرباء الكرخ

٢٠٠٨

محاضرة تعريفية بالخرائط الإلكترونية وصور الأقمار الصناعية

الفهرس

المقدمة

الفصل الأول : التعريف بأنواع الخرائط والصور

الفصل الثاني : التعريف بصور Raster ورسوم Vector

الفصل الثالث : تكوين صور الأقمار الصناعية والمعالجة الصورية

الفصل الرابع : المرجع الجغرافي Georeference ونظم الإحداثيات

الفصل الخامس : البرامج المستخدمة

المصادر

المقدمة

منذ ظهور الحضارة ويحاول الإنسان رسم خرائط دقيقة للطرق والمدن والمناطق لأغراض مختلفة وإن كان الجانب العسكري هو الأهم وكان رسم الخرائط يجري بطرق يدوية بدائية ومع الزمن تطور رسم الخرائط تدريجياً وكان إختراع المنطاد الهوائي وإختراع آلة التصوير طفرة نوعية حيث إستطاع الإنسان إلتقاط صورة حقيقية لمعالم الأرض من مكان مرتفع عام ١٨٥٥ على يد المصور الفرنسي جيرارد فلكس تورناشون وهذا أدى إلى ظهور مفهوم الصورة الجوية ، وإستمر بالتطور مع تطور آلات التصوير وتطور الطائرات ومنذ إختراع المركبات الفضائية والأقمار الصناعية عام ١٩٥٧ ظهر مفهوم صور الأقمار الصناعية ، وكانت الأقمار الصناعية الأولى تلتقط الصور ثم تسقطها في صناديق بالمظلات حتى عام ١٩٧٢ حيث أطلق القمر الصناعي Landsat-1 وهو أول قمر صناعي تجاري للتصوير واستخدم أجهزة تصوير رقمية ويقوم بإرسال الصور إلكترونياً إلى المحطة الأرضية .

ثم استمرت بالتطور يوماً بعد يوم وظهرت أجيال (Landsat, SPOT and IRS series) وهي ذات مدارات يبلغ إرتفاعها ٧٠٠ – ٩٠٠ كم وتتم دورتها حول الأرض في ١٠٠ دقيقة ، ثم ظهرت الأنواع (IKONOS ، QuickBird) والذي يبلغ إرتفاع المدار حوالي ٦٨٠ كم (لـ IKONOS) وذات وضوح (resolution) أعلى والذي يبلغ ١ م/بكسل (لـ IKONOS) ويبلغ ٠,٦ م/بكسل (لـ QuickBird) وهناك أنواع أخرى من الأقمار الصناعية ذات وضوح أكبر وإرتفاع مداراتها يبلغ ٢٠٠ – ٣٠٠ كم .

الفصل الأول – التعريف بأنواع الخرائط والصور

هناك عدة مصطلحات واردة في هذا الموضوع ينبغي التعرف عليها

علم الخرائط (Cartography) :- وهو العلم الذي يبحث في رسم الخرائط .

الخرائط اليدوية (maps) :- وهي الخرائط المرسومة باليد وآلات الرسم البسيطة وهي قليلة الدقة وصعبة وتحتاج إلى وقت أطول لإنجازها .

الخرائط الإلكترونية (electronic maps) :- وكذلك تسمى الخرائط الرقمية (digital maps) وهي رسم وتشكيل معالم الخرائط بالكومبيوتر وأجهزة الرسم الإلكترونية (ثيودولايت ليزري أو أجهزة تسجيل معلومات مع GPS) بصيغة تتيح حفظ المعلومات رقمياً ومعالجتها وعرضها وطباعتها بدقة عالية ويمكن تحديثها بسهولة . وغالباً مايتم تشكيل هذه الخرائط من عدة طبقات كل منها مرسومة عليها معالم معينة ، ويمكن أن تكون الطبقة الأولى صورة قمر صناعي والطبقات الأخرى مرسومة بالكومبيوتر .

الصور الجوية (Aerial photographs) :- وهي الصور الملتقطة بواسطة الطائرات لمساحة محدودة من الأرض وقليلة جداً وخصوصاً في الإستخدامات العسكرية وعند الكوارث وذلك لأن تصحيح الصورة ووضع مرجع جغرافي أي نظام صحيح للإحداثيات عملية مكلفة نسبةً إلى المساحة .

صور الأقمار الصناعية (Satellite images) :- وهي الصور الملتقطة بواسطة الأقمار الصناعية المتخصصة بالتصوير وهذه الصور لها مرجع جغرافي ونظام إحداثيات صحيح ومعالجة صورياً لتصحيح بعض الأخطاء وتفسير معالم الصورة ، وهناك خطأ شائع بتسمية صور الأقمار الصناعية بالصور الجوية .

وأفضل وقت للتصوير (من حيث الإضاءة) هو بين الساعة ٩:٣٠ – ١٠:٣٠ صباحاً بالتوقيت المحلي للمنطقة المراد تصويرها .

قاعدة بيانات جغرافية (GeoDatabase) :- هي عبارة عن كم من المعلومات والبيانات الرقمية والجغرافية متنوعة المصادر عن معالم وأنشطة ذات مواقع جغرافية مختلفة وكذلك العلاقة فيما بينها . وتحتوي قواعد البيانات على جداول مؤلفة من سجلات (Records) كل سجل يحتوي على مجموعة من الحقول (Fields) مبنية وفق خصائص معينة

(Attributes) وذلك لتسهيل تخزينها وتفسيرها وتحليلها وعرضها وربط النتائج بالمعلومات التي تم تخزينها في قاعدة البيانات . وتعتبر مرحلة بناء قاعدة البيانات في مشاريع نظم المعلومات الجغرافية من أهم المراحل التي تحقق أهداف العمل .

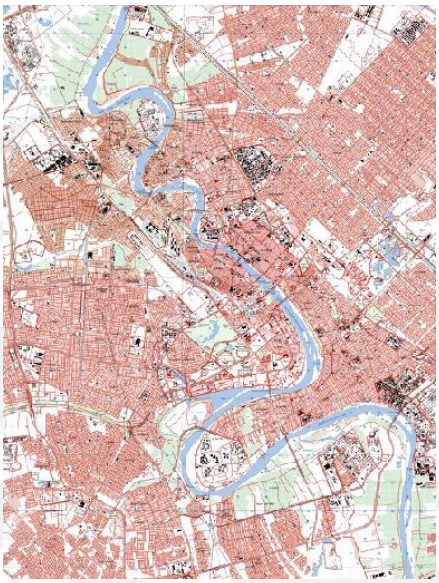
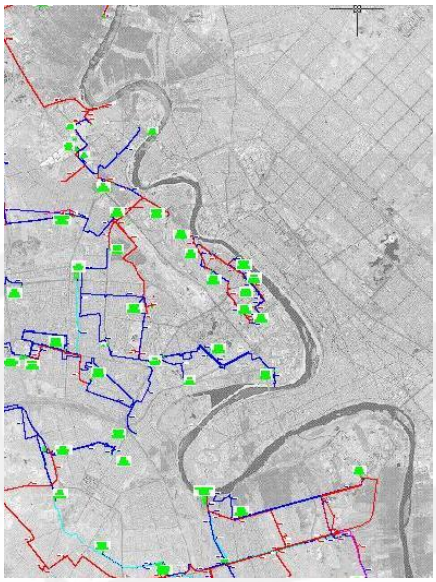
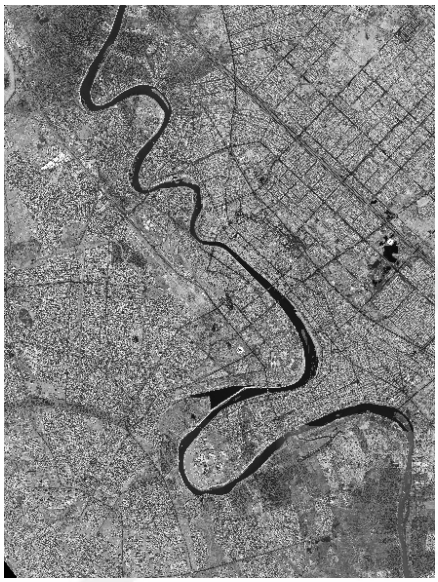
الترقيم : هو عملية تحويل خريطة ورقية مطبوعة إلى الهيئة الرقمية ليمكن قراءتها على الكومبيوتر ، وذلك بإدخال الإحداثيات الجغرافية للمعالم الجغرافية بإستخدام برامج كومبيوتر خاصة .

نظام المعلومات الجغرافية (GIS – Geographic Information System) :- وهو نظام حاسوبي لجمع وإدارة ومعالجة وتحليل البيانات ذات الطبيعة المكانية (spatial) . ويُقصد بكلمة مكانية (spatial) أن تصف هذه البيانات معالم (features) جغرافية على سطح الأرض ، سواءً أكانت هذه المعالم طبيعية كالغابات والأنهار أم اصطناعية كالمباني والطرق والجسور والسدود والشبكات الكهربائية وشبكات الماء والأهداف العسكرية وغيرها .

أو هو حالة خاصة من نظام المعلومات تحتوي على قواعد بيانات تعتمد على دراسة التوزيع المكاني للظواهر والأنشطة والأهداف التي يمكن تحديدها في المحيط المكاني مثل النقاط والخطوط والمساحات ، حيث يقوم نظام المعلومات الجغرافية بمعالجة البيانات المرتبطة بتلك النقاط أو الخطوط أو المساحات لجعل البيانات جاهزة لإسترجاعها من أجل تحليلها أو الاستعلام عن بيانات من خلالها .

لقد كانت بعض تقنيات هذا النظام مستخدمة في مجال توجيه صواريخ كروز (والتي تحمل كاميرا تصوير لمقارنة أرض الهدف مع الصورة المخزنة في الصاروخ) في الثمانينيات وبداية التسعينات ثم تم الإستغناء عنها في نهاية التسعينات وإعتماد الصواريخ على تقنيات الـ GPS .

ومن أهم البرامج المتخصصة في هذا المجال (ArcGIS) و (CYME) وهو متخصص في الشبكات الكهربائية وكذلك برنامج (AutoCAD) يمكن فيه إنشاء قواعد بيانات مبسطة .

أ ب ج

الصورة أ تمثل خارطة إلكترونية مرسومة بالكومبيوتر لمدينة بغداد

الصورة ب تمثل خارطة إلكترونية مرسومة على شكل طبقات بالكومبيوتر على صورة قمر صناعي لمدينة بغداد

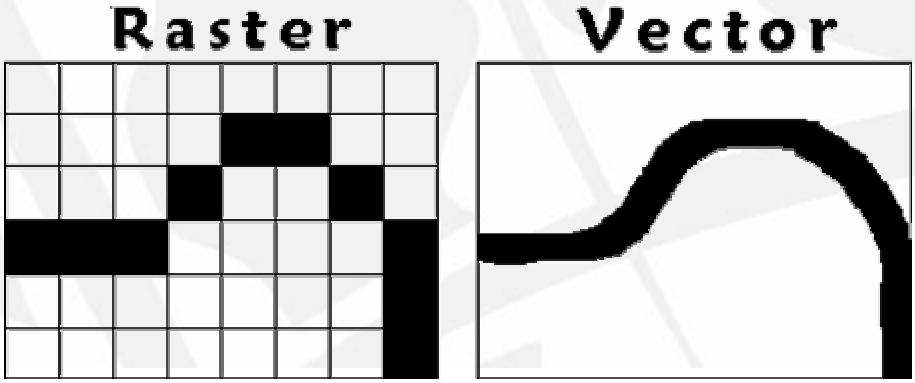
الصورة ج تمثل صورة قمر صناعي لمدينة بغداد

الفصل الثاني – التعريف بصور Raster ورسوم Vector

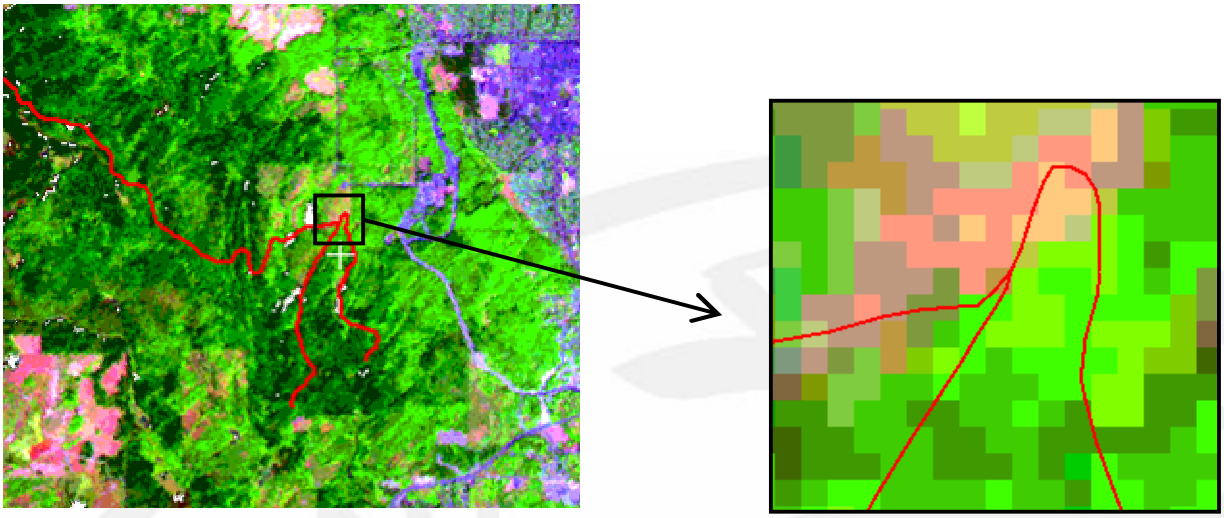
تنقسم الأشكال في برامج الكومبيوتر إلى نوعين :

Raster Images :- أي الصور النقطية، وتسمى أيضاً Bitmap Images ، وتتكون من شبكة من المربعات الصغيرة تسمى ,Pixels وكل مربع يكون له مكان ثابت ولون ثابت ودرجة سطوع ثابتة كما أن العدد الإجمالي للمربعات يكون ثابتاً ويخزن في ملف الصورة عنوان المربع مع اللون ودرجة السطوع ، ولذلك عند تغيير حجم الصورة بالتكبير فإنه يفقد جزءا كبيرا من وضوحه ودقته ، هذا النوع من الصور يظهر درجة مقبولة من تفاوت الألوان والظلال ، و يندرج تحت هذا القسم الصور الفوتوغرافية – ومنها صور الأقمار الصناعية والصور الجوية – والتصاميم المنتجة ببرامج التعامل مع الصور.

Vector Graphics :- أي الرسومات المتجهة، وتتكون من خطوط ومنحنيات تعرّف بصيغ رياضية وتسمى المتجهات (Vectors) أي تصف المتجهات الصورة المرسومة وفقاً لأرقام وصيغ رياضية هندسية مثل النقطة والمستقيم والأشكال المتعددة الأضلاع والدائرة والقوس . ورسومات المتجهات يمكن إظهارها في أي حجم بالتصغير أو التكبير دون أن يؤثر ذلك على جودتها ودرجة وضوحها أي الـ resolution ، ويندرج تحت هذا القسم الخرائط الإلكترونية والرسوم والتصاميم المنتجة ببرامج الرسم مثل , Corel Draw AutoCAD Macromedia Flash , GIS .

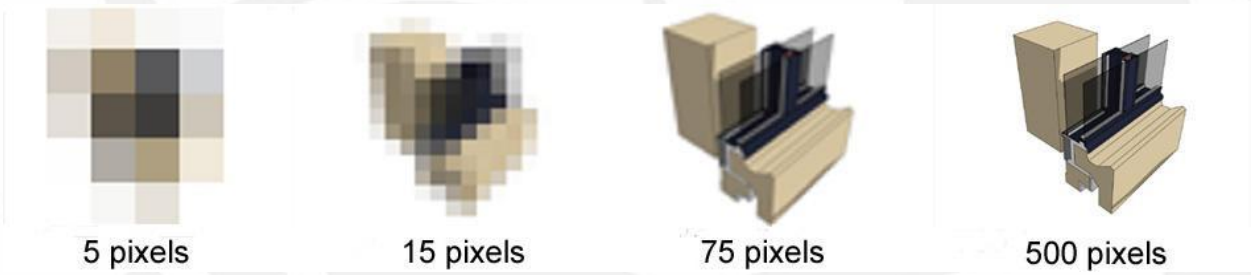


شكل مبسط يبين الفرق بين النوعين



شكل يبين صورة قمر صناعي (Raster) مرسوم عليها (Vector) باللون الأحمر وعند التكبير يقل وضوح الصورة الــ Raster بينما يبقى رسم الــ Vector بنفس درجة الوضوح

الــ Resolution : هو عدد النقاط أو pixels في وحدة القياس المستخدمة في إنتاج العمل ، وبالنسبة للصور فيتم التعبير عنه بــصيغة (ppi=pixels per inch) وبالنــسبة لأجهــزة العرض والطابعات فيتم استخدام , (dpi =dots per inch) ، وكلما كانت القيمة عالية كلما كان ذلك يعني تفاصيل أكثر وتدريجات لونية أنعم وبالتالي جودة عالية ، والعكس صــحيح ، وكما في الشكل أدناه



شكل يبين درجة الوضوح – resolution – لكل قيمة ppi لصورة واحدة

ولما كان جهاز العرض يقوم بتمثيل الصورة فوق شبكة غاية في الدقة فإن كلا من النوعين يتم عرضهما على شكل مجموعة من الـ pixels .

وتعتمد جودة العرض للنوع الأول (Raster) على جهاز العرض المستخدم بما فيه كارت الشاشة ، بالإضافة إلى الـ Resolution الأصلي بحيث أي تغيير فيه يغير من وضوح الصورة ، أما جودة عرض النوع الثاني (Vector) فتعتمد على جهاز العرض فقط ولا تتأثر جودته بتغيير الـ Resolution . وفي الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية يقاس الـ Resolution (ويسمى أحياناً spatial resolution) بوحدة meters/pixel أي طول ضلع مربع الـ pixel الواحد وكلما كان أصغر كان أكثر دقة والخارطة الواضحة للمدينة تكون بحدود ١ meters/pixel أو أقل (أي الـ pixel الواحد بقياس ١م × ١م وأصغر عنصر يظهر في الصورة طوله ١م) .

أنواع صور الـ Raster

وهناك طرق عدة لتشكيل وضغط البيانات في الصور وما يعرف بالنسق أو الهيئة Format فكل شركة أو هيئة تصمم طريقة خاصة بها بالنسبة الى الصور. ويمكن التعرف على الميزات والفروق بين هيئة الـ GIF و JPG و PSD و BMP و TIFF وSID و PNG و ECW . وغيرها من أنواع الصور. هناك نوعان معروفان ومنتشران بكثرة وهما GIF و JPEG ويمكن بسهولة ويسر فتح ومشاهدة الصور التي تكون بأحد هذين النوعين وكما ذكرنا ، فان كل نسق من هذين النوعين يتم ضغط البيانات فيه بهدف تقليص المساحة التي يحتلانها في ذاكرة الكمبيوتر، ولكن النوع JPEG يحتوي على معلومات اللون أكثر من GIF ولهذا السبب، يستخدم عادة للصور التي يكون فيها اللون أو ظلال اللونين الرمادي والأسود ذات أهمية كبيرة.

إن النوع GIF يحتوي على معلومات خاصة باللون أقل من النوع JPEG ولكنه أفضل لعرض الخطوط الحادة ولهذا السبب يستخدم بكثرة في النصوص والشعارات الصغيرة والأيكونات والأزرار والخطوط ، كما أنه من الممكن إعداد صور الحركة Animation بالنوع GIF وهو ما لايمكن انجازه بواسطة JPEG ، والنوع PNG يشابه النوع GIF.

وهناك أنواع أخرى للصور منها النوع BMP وهذه الصور هي ملفات مستخدمة في وندوز وهي في العادة ملفات كبيرة، لأنه من الممكن اختزانها من ضغط البيانات · والنوع PSD وهي ملفات أدوبي فوتوشوب طورتها شركة أدوبي.

وهناك النوع TIFF ويستخدم عادة لتبادل الصور بين أنواع البرامج وأجهزة الكمبيوتر وفي صور الأقمار الصناعية حيث يمكنه حمل كم هائل من البيانات وقد يصل حجم ملف الصورة إلى بضعة GBytes ويمكن لهذا النوع أن يخزن النظام الإحداثي في ملف الصورة وليس في ملف منفصل وعندئذٍ يسمى GeoTIFF ·

وأيضاً النوع SID (طورته شركة LizardTech) ويستخدم لضغط الصور ذات الحجم الكبير جداً وحتى إلى ٢٠% من حجمها الحقيقي وبجودة عالية جداً كما في ضغط صور الأقمار الصناعية إلى حجم أصغر كي يسهل التعامل معها ، وبرامج محدودة هي التي تتعامل مع هذا النوع من الصور وخصوصاً البرامج الجغرافية التي تتعامل مع صور الأقمار الصناعية ، وحتى برنامج AutoCAD لا يتعامل مع هذا النوع من الصور إلاّ بتنصيب برنامج آخر معه هو Autodesk raster design .

والنوع ECW وهو مختصر Enhanced Compression Wavelet (طورته شركة Earth Resource Mapping) ويستخدم للتعامل وضغط الصور الفائقة الحجم (كما في ضغط صور الأقمار الصناعية) والتي تصل إلى 50 000 Gb .

وهناك أكثر من مائة نوع للصور، وهي من نتاج شركات أو هيئات مختلفة .

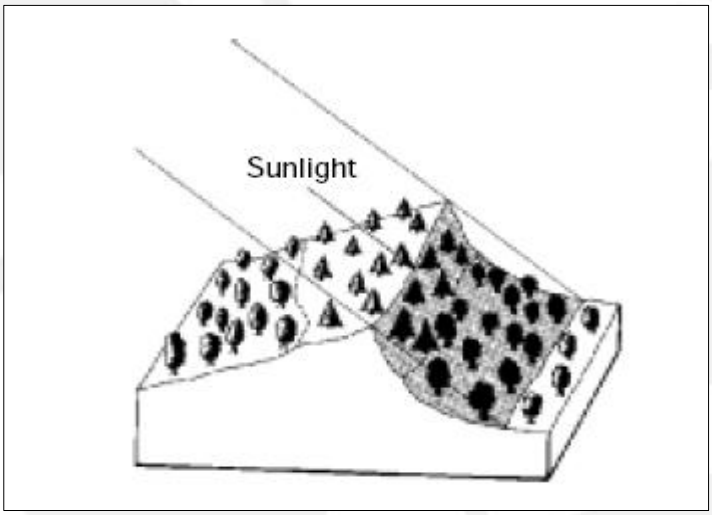
ملاحظة مهمة :- بسبب الحجم الكبير لملفات الخرائط الإلكترونية وصور الأقمار الصناعية وبالتالي لا يمكن عرض كل الصورة أو يكون التحميل والتعامل بطئ جداً ، تعتمد برامج الكومبيوتر المتخصصة إسلوب عرض يعرف بالهرمي (Pyramids) أي يقوم البرنامج بتحديد مستويات للعرض وفي كل مستوى يقوم بتحميل أجزاء من الصورة فقط وليس كل الصورة (بكسل واحدة من مجموعة بكسلات متجاورة) لكل منظر عرض (Zoom) وحينها لا تستطيع العين ملاحظة الخلل لأنه ضمن التفاصيل الدقيقة وعند التقريب أكثر أي التحول إلى مستوى عرض آخر يقوم البرنامج بتحميل بكسلات إضافية لتلافي حصول خلل في الصورة المعروضة ، وكلما تقرب أكثر تقل مساحة الصورة المعروضة وتزداد التفاصيل أي عدد البكسلات لوحدة المساحة .

الفصل الثالث : تكوين صور الأقمار الصناعية والمعالجة الصورية

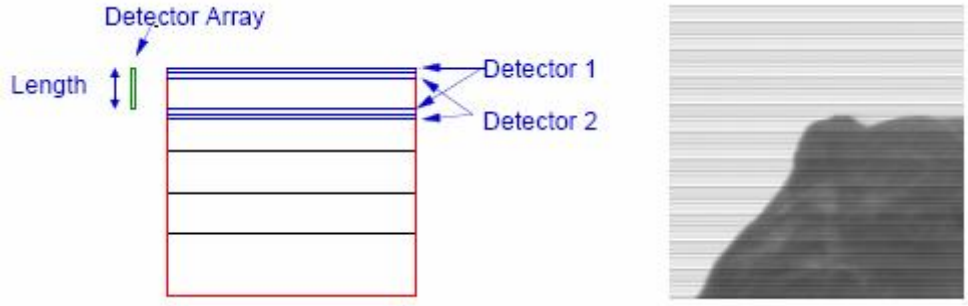
المعالجة الصورية – Image processing :- التعامل أو التلاعب بالصور وتفسير بياناتها وتصحيح التشوهات بإستخدام الكومبيوتر ، وتتضمن المعالجة الصورية خطوات وأعمال كثيرة تستخدم طرق فيزيائية ورياضية متقدمة بواسطة برامج متخصصة .

وأهم أهداف المعالجة الصورية لصور الأقمار الصناعية والصور الجوية :-

أولاً- إزالة التشويش (noise) وضبط الصورة وتسمى هذه العملية Image Enhancement :- غالباً تحتوي صور الأقمار الصناعية على معالم ذات أهمية ولكنها غير واضحة من حيث شدة السطوع (brightness) والتمايز (contrast) واللون (color) بسبب الظل ، وزاوية سقوط وانعكاس الضوء ، والتقارب اللوني ، والتشويش (noise) الحاصل في أجهزة التصوير أو لأسباب بيئية ، وغيرها ونتيجة لذلك يصعب تفسيرها وفهم تفاصيلها لذا يتم ضبط هذه العوامل الثلاثة للحصول على تفاصيل واضحة وكما يلي .



شكل يبين عدم وضوح أجزاء من الصورة وظهورها غامقة بسبب زاوية سقوط وانعكاس الضوء



شكل يبين ظهور التشويش الحاصل في أجهزة التصوير على شكل أشرطة

فشـــدة السطوع يتم ضبطها لكل بكسل على حدة .

والتمايز يتم ضبطه للصورة بعدة تقنيات أهمها :-

- Thresholding ,

وتعتمد على تحديد عتبة لمستويات اللون يتم ضبط كل بكسل وفقها.

- Stretching ,

وتعتمد على معادلة رياضية يتم تطبيقها على كل بكسل بحساب موقعها في الصورة.

- Slicing ,

وتعتمد على تقسيم مستويات اللون الموزعة على الصورة وفق الرسم البياني إلى مـــستويات لونية محددة (شرائح – Slices).

وأيضاً يتم ضبط تمايز بعض معالم الصورة المهمة بإعطاء مستويات لونية مميزة لحدود هذه المعالم بحيث تتمايز عن البكسلات التي حولها وتسمى هذه العملية Edge enhancement.

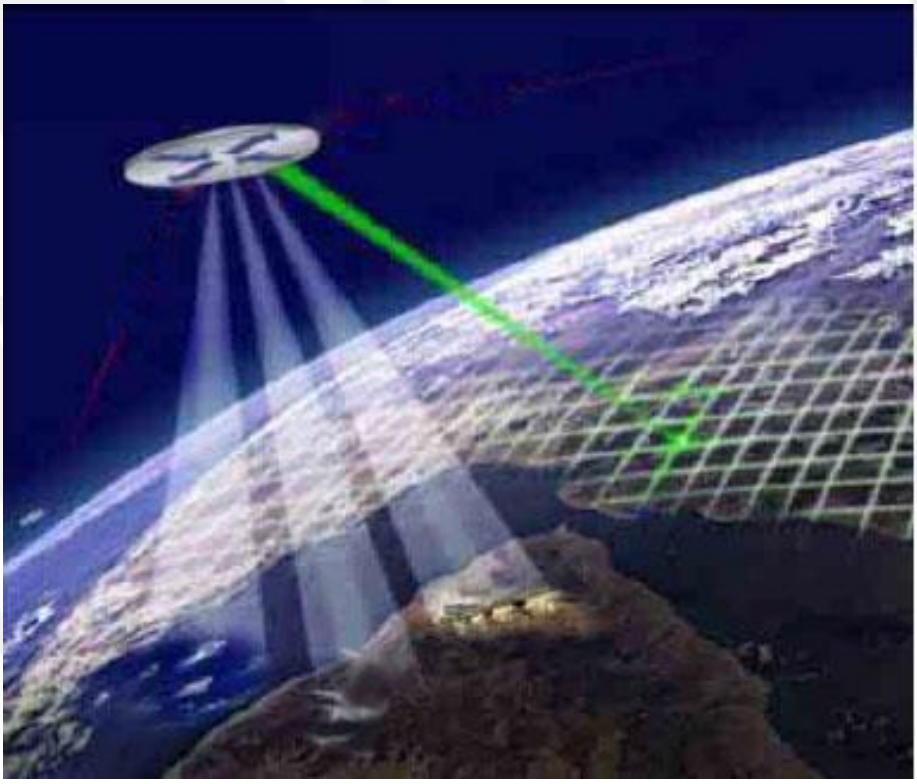
أما اللون فيتم تحديده من خلال دمج ألوان كل صورة من الصور المتعددة حيث إن الصورة الواحدة تتألف من عدة صور تدمج سوياً .

وهناك طريقة أخرى معقدة تسمى Spatial filtering تعتمد على التخلص أو التقليـــل مـــن الترددات المسببة للتشويش (وخصوصاً العالية) بإستخدام أساليب رياضـــية متقدمـــة مثـــل Fourier ، Wavelet .

ثانياً- التصحيحات الهندسية وتشمل :-

١- تصحيح زاوية النظر بسبب إنحناء الكرة الأرضية إلى الوضع العمودي ، وتسمى هذه العملية Orthorectification :- بسبب كروية الأرض وكذلك ميلان زاوية التصوير وهذا الميلان ليس ثابت فهو غير موجود بالنسبة للنقطة التي تحت جهاز التصوير وتزداد بكل الإتجاهات مع الإبتعاد أي سيكون لكل بكسل زاوية ميلان خاصة بها- لذا يزداد الميلان بكل الإتجاهات مع إتساع المساحة -وبالنتيجة يظهر سطح الصورة غير أفقي أي زاوية النظر غير عمودية وبذلك تكون الإتجاهات والمسافات والزوايا غير صحيحة ولا يمكن وضع نظام إحداثيات صحيح للصورة لذلك يتم تصحيح هذا الخطأ.

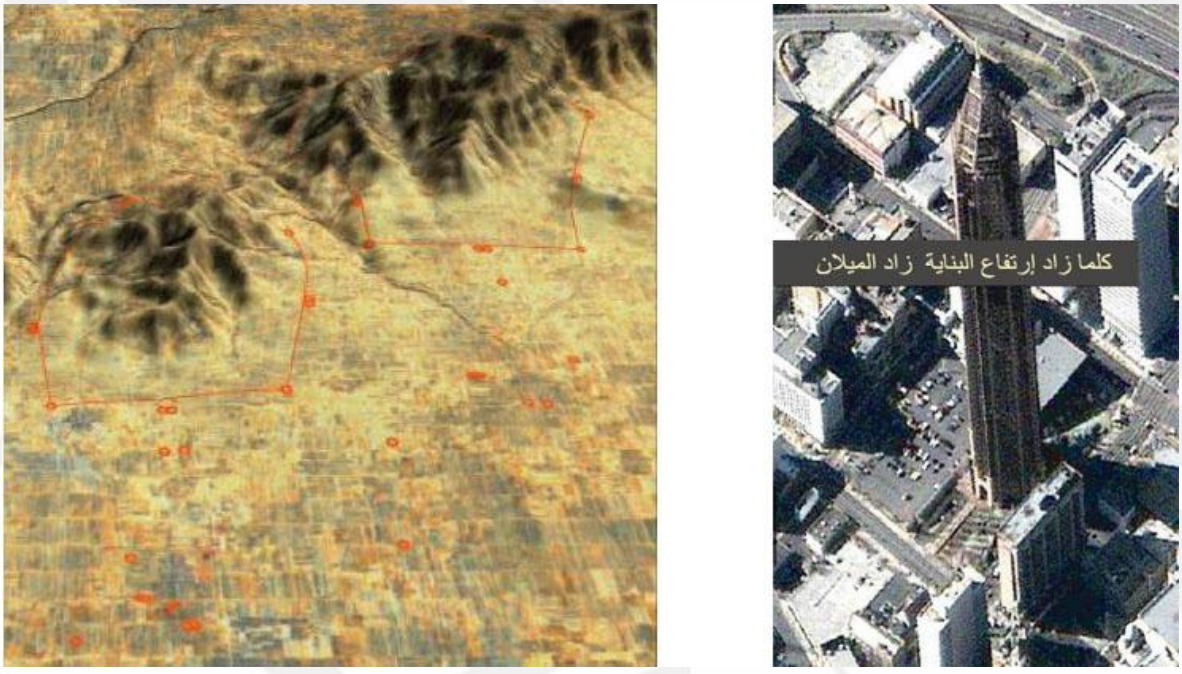
وتزداد المشكلة عند وجود أجسام ذات إرتفاعات عالية في الصورة (جبال أو بنايات عالية أو أبراج) فإنها ستظهر بشكل منظور ثلاثي الأبعاد ، ويفيد الظل الذي تتركه في حسابات تصحيح الصورة وقياس الإرتفاع . وفي التضاريس العالية والمرتفعات يتم تصحيح الصورة إلى الوضع العمودي وتخزن المعلومات الخاصة بالإرتفاع وهذه الخطوة تعرف بـ digital elevation model (DEM) .



شكل يبين إنحناء سطح الكرة الأرضية و ميلان زاوية التصوير

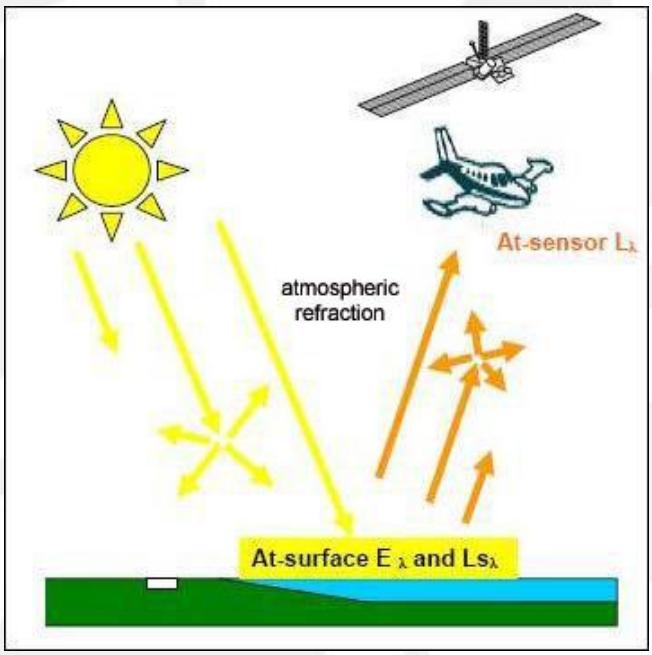
بعد التصحيح　　قبل التصحيح

شكل يبين تصحيح زاوية النظر بسبب إنحناء الكرة الأرضية إلى الوضع العمودي



شكل يبين الأجسام ذات الإرتفاعات العالية والتي تظهر بزاوية نظر غير عمودية

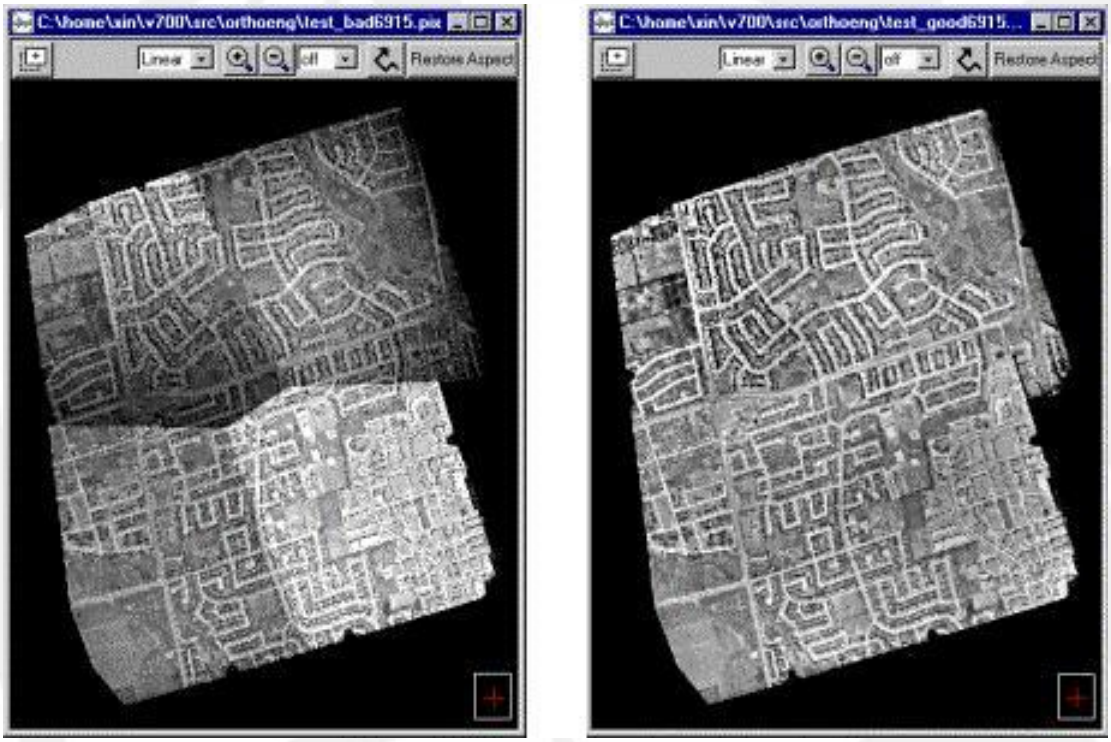
٢- تصحيح خطأ إنكسار الغلاف الجوي atmospheric refraction :- عند سقوط أشعة الشمس والموجات ذات الترددات الأخرى على سطح الأرض فإنها سوف تتأثر بذرات الغلاف الجوي أي الـ atmosphere وتعاني من الإنكسار وكذلك عند إنعكاسها فإنها سوف تعاني من الإنكسار أيضاً وهذا سيؤثر على الصورة وستظهر المواقع غير صحيحة في الصورة ، وكما ذكرنا أعلاه فإن زاوية التصوير مائلة وهذا الميلان ليس ثابت فهو غير موجود بالنسبة للنقطة التي تحت جهاز التصوير وتزداد بكل الإتجاهات مع الإبتعاد أي سيكون لكل بكسل زاوية ميلان خاصة بها ، وبالتالي فإن كل بكسل سيكون لها إنكسار خاص بها ولهذا يحسب معامل الإنكسار (بإلتقاط صور بترددات مختلفة كالضوء الطبيعي والأشعة تحت الحمراء) ويتم تصحيح هذا الخطأ .



شكل يبين إنتقال الأشعة في الغلاف الجوي وإنكسارها مرتين إثناء السقوط والانعكاس

ملاحظة :- هناك خطأ آخر ولكن تأثيره قليل جداً ويتم تصحيحه أيضاً ويحدث بسبب دوران الأرض حول نفسها بسرعة هائلة ويكون الدوران كما هو معروف من الغرب إلى الشرق لذلك تظهر المعالم زاحفة إلى الغرب قليلاً .

٣- لصق عدة صور لمناطق متجاورة للحصول على صورة واحدة شاملة لهـذه المنـاطق ، وتسمى هذه العملية Image Mosaicking وتتم بواسطة برامج كومبيوتر متخصصة أهمها برنامج ERDAS وبرامج جغرافية أخرى ومن أهم الأخطاء التي تطرأ أثناء هـذه العمليـة هي معالجة أطراف الصورة بحيث تتطابق المواقع وكذلك إختلاف الألوان ودرجة الـسطوع بين الصور المتعددة كما في الشكل أدناه .



شكل يبين كيفية لصق عدة صور لمناطق متجاورة للحصول على صورة واحدة شاملة لهذه المناطق

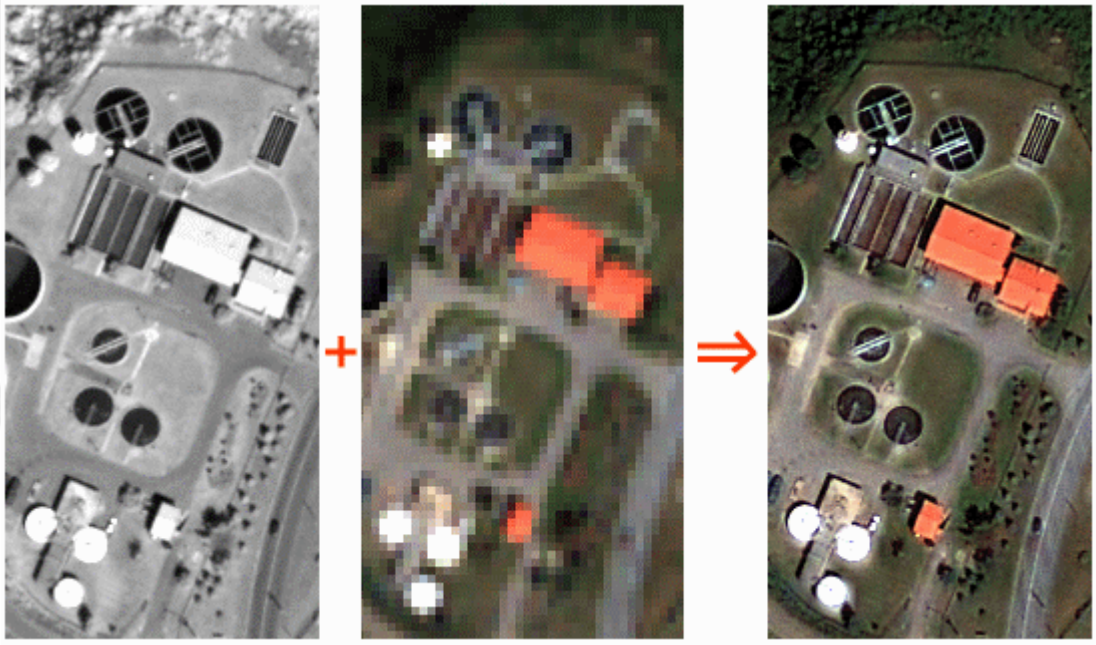
٤- وضع نظام إحداثيات georefrence مناسب . وتسمى هذه العملية geocoding .
وسنتكلم عن هذا الموضوع لاحقاً بشكل مفصل.

دمج عدة صور بصورة واحدة

ويوجد شكلين من أشكال الدمج :-

أ- تقنية Image fusion techniques ، وتقوم على أساس إلتقاط عدة صور للمنطقة الواحدة بإستخدام ترددات مختلفة (أشعة تحت الحمراء ، ضوء الشمس الطبيعي) ومن خلال هذه التقنية يمكن دمج صور متعددة ألوان الطيف (mutispectral images) قليلة الوضوح ، مع صورة باللون الأبيض والأسود عالية الوضوح (panchromatic image) للحصول على صورة متعددة ألوان الطيف عالية الوضوح (multi-band image) . مثال على ذلك

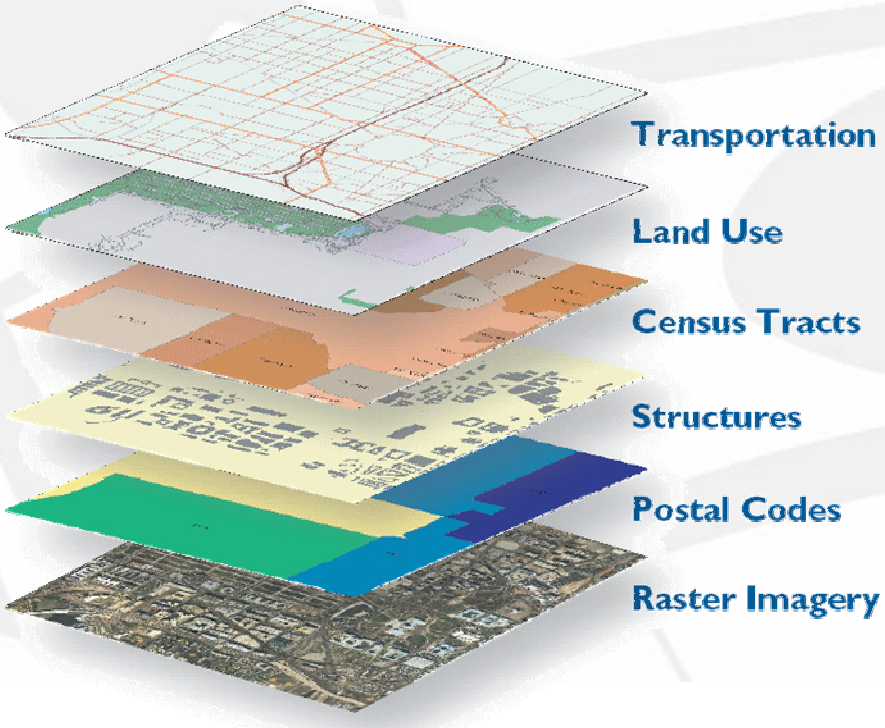
Satellite	IKONOS	QuickBird
(panchromatic image)	m/pixel ١	m/pixel ٠,٦
(mutispectral image)	m/pixel ٤	m/pixel ٢,٤



شكل يبين دمج صورة متعددة الألوان قليلة الوضوح مع صورة باللون الأبيض والأسود عالية الوضوح

ب- تقنية combining images ، وهي دمج أكثر من صورة ملتقطة من مواقع متعددة على نفس المدار يقوم بإلتقاطها القمر الصناعي لنفس المنطقة المراد تصويرها وكل صورة باتجاه مختلف عن الأخرى ، لإنشاء صورة ثلاثية الأبعاد (مجسمة) إعتماداً على إسلوب رؤية العين البشرية – حيث ترى الأجسام مجسمة ، ويرجع هذا إلى الرؤية بعينين إثنتين ، ففي الحقيقة تنظر كل عين في اتجاه مختلف عن العين الأخرى (أغمض العين اليمنى وانظر إلى قلم ممسوك بآخر الذراع ثم أغمض العين اليسرى وانظر إلى القلم ستجد مكانه أميل إلى اليسار) مما يعني أن صورة الجسم الناتجة في كل عين تختلف عن الأخرى ، فالعين اليمنى ترى الجزء الأيمن من الجسم أفضل من العين اليسرى ، والعكس صحيح ، وهذه الظاهرة هي أصل الرؤية المجسمة .

جـ- تقنية combining vector data ، لتكوين خارطة إلكترونية (رقمية) ، بدمج أو ضم صورة قمر صناعي مع معلومات عن معالم الصورة مرسومة (Vector Graphics) على شكل طبقات (Layers) لتكوين خارطة إلكترونية (رقمية) .



شكل يبين ضم عدة طبقات من المعلومات المرسومة مع صورة قمر صناعي لتكوين خارطة إلكترونية

الفصل الرابع : المرجع الجغرافي Georeference ونظم الإحداثيات

هنالك إسلوبين لتمثيل الإحداثيات على الخارطة هما نظام الإحداثيات الجغرافي ونظام إحداثيات المسقط ولكل منهما استخداماته .

نظام الإحداثيات الجغرافي (Geographic Coordinate System)

هو النظام الذي نستعمله لتقسيم سطح الأرض إلى أجزاء أفقياً وعمودياً ومن خلال استعراض تأريخ الخرائط نجد كيف أضيفت خطوط الطول والعرض والتي استخدمت لتحديد موقع أي نقطة على الخريطة وبعد أن اكتشفت كروية الأرض (حيث اعتقد إن الأرض تأخذ الشكل الكروي ولها نصف قطر ثابت) تم استخدام نظام الدرجات الستينية لأنه يتلاءم مع السطح الكروي المنتظم وسمي هذا النظام بنظام الإحداثيات الجغرافي (Geographic Coordinate System) وفيه تم تقسيم سطح الأرض إلى ١٨٠ درجة بالاتجاه الشرقي من خط الزوال (prime meridian) و ١٨٠ درجة بالاتجاه الغربي من خط الزوال تسمى خطوط الطول (Longitude) ويمر خط الزوال قرب مدينة جرينتش البريطانية ولهذا يسمى خط جرينتش . وكذلك تم التقسيم إلى ٩٠ درجة إلى الشمال من خط الاستواء و ٩٠ درجة إلى الجنوب من خط الاستواء تسمى دوائر العرض (Latitude) .

فمنذ القرن العشرين ظهرت محاولات لتصحيح النظام الإحداثي ورسم خارطة صحيحة للعالم ففي عام ١٩٢٧ ظهر مصطلح يسمى (NAD27 (North American Datum 1927 حيث قام الأميركيون بمسح لسطح الأرض لرسم خارطة العالم وتحديد حجم و شكل الأرض من خلال حساب طول خط الاستواء (أي محيط الأرض الأفقي) وكذلك طول خط الزوال (محيط الأرض العمودي) وقد استخدموا لذلك أجهزة قياس بصرية تعتمد على دقة الشخص الذي يستعملها لإيجاد الاتجاهات والمسافات وقاموا بجمع البيانات ومن ثم باشروا بالحسابات اليدوية وقد أيدت النتائج صحة الشكل البيضوي للأرض خلافا للاعتقاد السائد سابقاً وهو أن الأرض كروية ، وبهذا قاموا برسم خارطة العالم على أساس تلك النتائج وقد اعتبرت هذه الخريطة من أدق خرائط العالم في ذلك الوقت ، لهذا استخدمت دول كثيرة نفس النتائج التي حصل عليها الأميركيين لرسم خرائطهم وكانوا يضعون عبارة (NAD27) على تلك

الخـــرائط ليتعـــرف المـــستخدم علـــى الطريقـــة التـــي رســـمت بهـــا الخريطـــة . بعد تطور أجهزة القياس الالكترونية واستخدامها في الأقمار الصناعية اكتـشف العلمـاء أن شكل الأرض ليس بيضوياً منتظما بل بيضوياً غير منتظم حيث يكون محدب في منـاطق و مقعر في مناطق أخرى ولا نقصد بذلك تضاريس سطح الأرض من جبال ووديان بل نقصد عموم سطح الأرض وكذلك وجد أن المحيط المنجمد الجنوبي اقرب إلى مركز الأرض مـن المحيط المنجمد الشمالي لهذا لا يمكن استخدام أي معادلة رياضية لتحويله إلى شكل منـتظم فيصبح بالإمكان تطبيق إحدى نظريات تسقيط الخرائط لرسمها على الورق وبـذلك ولـدت مشكلة جديدة وهي تحويل الشكل البيضوي الغير منتظم وهو الشكل الحقيقي لـلأرض إلـى شكل بيضوي منتظم .

وبعد ذلك وباستخدام أجهزة الكومبيوتر في إجراء العمليات الحسابية المعقدة علـى البيانـات التي جمعت من الأقمار الصناعية ومن خلال برنامج يقوم بتحويل شكل الأرض الغير منتظم إلى أفضل شكل منتظم ولد الجيل الجديد من أنظمة الإحداثيات والتي خفضت نسبة الخطأ إلى أقل مقدار ممكن وهذا هو أسـاس النظامين

- NAD83 (North American Datum 1983)
- WGS84 (World Geodetic System 1984)

والنظام الأول هو نظام أمريكي والثاني هو نظام أوربي وهما تقريباً متطابقان ومعتمد عليهما في كل خرائط العالم حالياً .

ملاحظات :-

البيان (datum) :- والكلمة تعني مفرد (data) ويقصد به الشكل البيضوي المنتظم الممثل لسطح الأرض والمتضمن للقيم التي تعرف الحجم والشكل والموقع نسبة للمركز ، ومركزه هو مركز كتلة الأرض مع مياهها وغلافها الجوي (Geocentre) ، والمستخدم في حساب الإحداثيات الجغرافية .

Geoid :- ويقصد به شكل الأرض .

- بسبب حركة الطبقات التكتونية لسطح الأرض فإن أجزاء العالم تتحرك وتكون الحركة أكثر وضوحاً في الأجزاء الأكبر فمثلاً أستراليا تتحرك سنوياً ١٠سم بينما بريطانيا تتحرك

سنوياً ٢,٥سم لذلك فإن الإحداثيات في نظام WGS84 تتغير لأنها ثابتة بالنسبة لخط الزوال والقطب .

وضع نظام إحداثيات لخارطة أو صورة

يمكن وضع نظام إحداثيات معين لخارطة إلكترونية أو صورة جوية أو صورة قمر صناعي خالية من الإحداثيات بكل سهولة عن طريق الحصول على إحداثيات دقيقة لبعض النقاط الموجودة في الخارطة أو الصورة ثم إدخالها برنامج كومبيوتر متخصص (ArcGIS، global mapper 7 ، ERDAS) يقوم بحساب الإحداثيات لكل نقاط الخارطة أو الصورة ويجب أن تكون النقاط ثلاثة فما فوق وأن لا تكون بإستقامة واحدة وكلما زاد عددها كانت النتيجة أكثر دقة ، وتسمى هذه النقاط نقاط التحكم Ground Control Points (GCP) .

أما لو كانت الخارطة أو الصورة لها نظام إحداثيات وأردنا تغييره فيمكن تغييره بواسطة أي برنامج كومبيوتر متخصص بالنظم الجغرافية مثل برنامج ArcGIS ، global mapper 7 ، ERDAS .

تسقيط الخرائط (Map Projection) :

ومع اكتشاف كروية الأرض وبعد تحديد النظام الجغرافي والذي يستخدم الدرجات أصبح بالإمكان رسم خارطة العالم على سطح مستوي من خلال معرفة إحداثيات كل نقطة على سطح الأرض وتسقيطها على السطح المستوي والذي يتم تقسيمه إلى خطوط طول وعرض مشابهة لخطوط الطول والعرض لسطح الأرض ، وسمي تحويل شكل سطح الأرض من الكروي إلى المستوي بهذه الطريقة تسقيط الخرائط وكانت هذه الطريقة هي أول أسلوب اتبع لتسقيط الخرائط بالاعتماد على الإحداثيات الجغرافية وظهر نظام إحداثيات جديد سمي نظام الإحداثيات المسقط (Projected Coordinate System) والذي استخدم وحدات قياس الطول مثل المتر أو القدم بدل من الدرجات وبهذا أصبح بالإمكان قياس المسافات بين النقاط على الخريطة .

ويمكن فهم معنى تسقيط الخرائط من خلال تخيل وضع مصباح ضوئي داخل كرة زجاجية مجوفة ترسم على غشائها الخارجي خارطة العالم وتوضع هذه الكرة داخل لوح اسطواني وبعد تشغيل المصباح سنلاحظ ظهور خارطة العالم على الجدار الداخلي للوح الاسطواني وبذلك يمكن رسمها ومن ثم فتح اللوح الاسطواني ليصبح مستوياً .

ومع التطور إزدادت الحاجة إلى تحديد أمور أكثر تعقيداً مثل الشكل والمساحة والمسافات والاتجاه لكل جسم على الخارطة بالإضافة إلى موقع الجسم وبصورة دقيقة أكثر من السابق وبهذا بدأ التركيز يزداد على نظام تسقيط الخريطة المتبع ولم تتمكن أي من نظريات التسقيط من الحفاظ على المواصفات الأربع الخاصة بالخرائط وهي :-

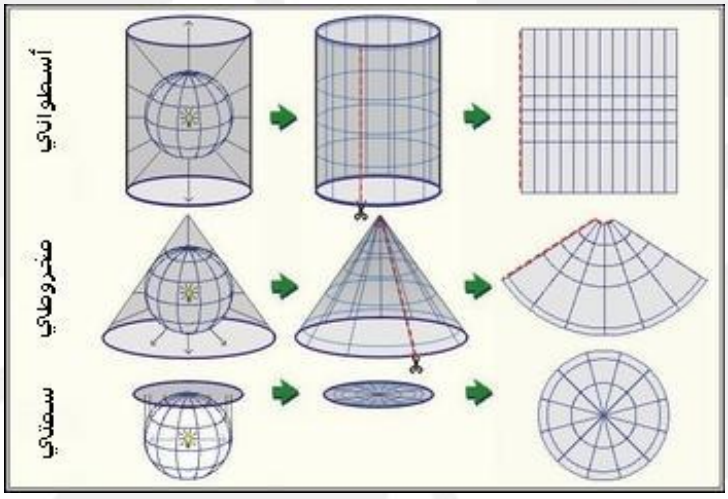
- الشكل
- المساحة
- المسافة
- الاتجاه

حيث أن كل نظام مسقط (Projection) يعمل على ضبط أحد هذه المواصفات وهذا يؤدي إلى تشوه المواصفات الأخرى ، ويجب أن نعلم إننا لا يمكننا ضبط كل المواصفات في وقت واحد إلا إذا استعملنا مجسم كروي يطابق شكل الأرض يتم رسم خارطة العالم عليه وبسبب

استحالة استخدام الشكل الكروي في الكتب والمجلدات أو الاستخدامات اليومية للخرائط فإننا نضطر إلى تحويلها إلى الشكل المستوي بإستخدام أحد المساقط الذي يحافظ على بعض المواصفات والتضحية بالأخرى وفق الإستخدام المطلوب .

نلخص الطرق الرياضية التي بنيت على أساسها أنظمة إحداثيات المسقط كما يلي:

- الطريقة الأسطوانية: مناسبة للمناطق المستطيلة والقريبة من خط الاستواء .
- الطريقة السمتية: مناسبة للمناطق ذات الشكل شبه الدائري والمناطق القطبية .
- الطريقة المخروطية: مناسبة للمناطق ذات الشكل شبه المثلث والمناطق ذات خطوط عرض متوسطة .

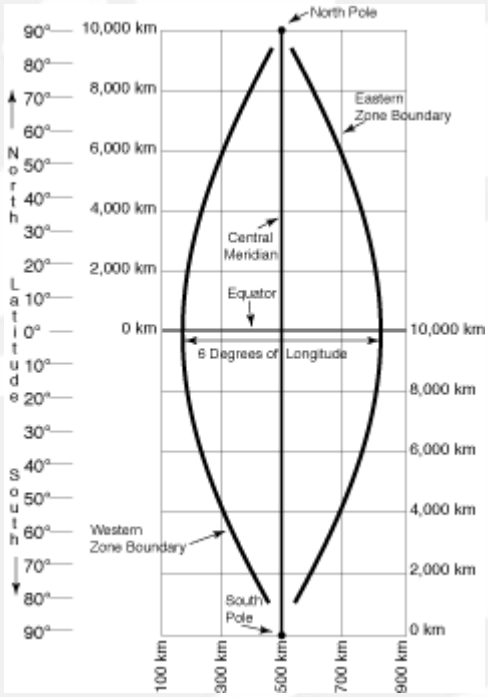


شكل يبين هيئة إحدى المناطق التي تم تقسيم العالم وفقها في نظام المسقط UTM

المسقط :- إسلوب رياضي يحول مواقع معالم سطح الأرض الثلاثي الأبعاد إلى مواقع على سطح مستوي ثنائي الأبعاد . وتحافظ بعض المساقط على الشكل ويحافظ البعض الآخر على دقة المساحة أو المسافة أو الاتجاه .

إن أحدث نظرية لتسقيط الخرائط هي نظرية UTM (Universe Transverse Mercator) والتي اعتمدت على معادلات رياضية معقدة ، ويتم من خلالها تقسيم العالم إلى مناطق (Zones) يبلغ عددها ٦٠ منطقة وعرض كل منها ٦ خطوط طول وتكون بشكل شريحة عريضة من الوسط – عند خط الإستواء – ويقل عرضها شمالاً وجنوباً باتجاه الأقطاب ، أما طولها فيمتد من دائرة عرض ٨٤° شمالاً إلى ٨٠° جنوباً لذلك فمنطقتي القطبين لا يصلح تطبيق هذا النوع من المساقط عليها بل هناك مساقط أخرى .

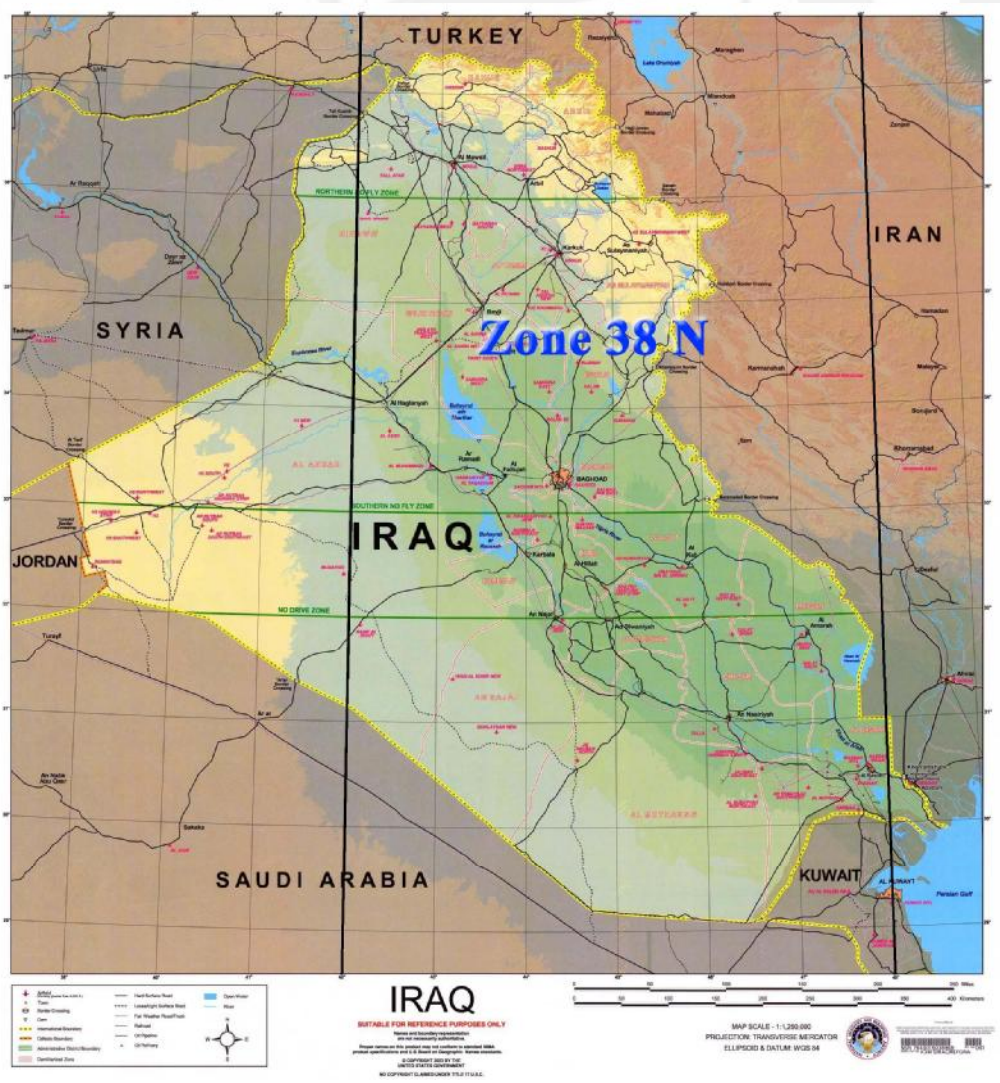
وكل منطقة يتم تحويلها إلى سطح مستوي بشكل مستقل ووفق معادلات رياضية خاصة بها تتناسب مع شكل الأرض في تلك المنطقة وبهذا ستكون نسبة الخطأ في تلك المنطقة أقل ما يمكن .



شكل يبين هيئة إحدى المناطق التي تم تقسيم العالم وفقها في نظام المسقط UTM

لتسقيط خريطة معينة نحدد رقم المنطقة وكذلك الموقع أما شمال خط الاستواء أو جنوبه باستخدام الحرف N للدلالة على الشمال أو الحرف S للدلالة على الجنوب ومثال ذلك فإن معظم مناطق العراق – بضمنها جميع مراكز المحافظات – تقع ضمن المنطقة Zone 38 N (مابين خط طول ٤٢° و٤٨°) أما الجزء الغربي منه (صحراء الأنبار وصحراء الموصل) فيقع ضمن المنطقة Zone 37 N وجزء صغير في أقصى الجنوب الشرقي (منطقة الفاو والسواحل العراقية على الخليج) فيقع ضمن المنطقة Zone 39 N .

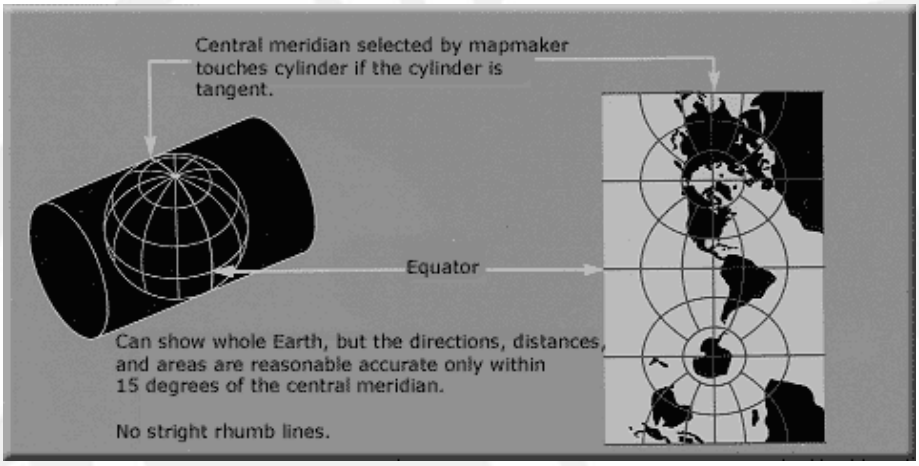
ملاحظة :- لايمكن تحويل أي خريطة تقع ضمن منطقتين أو أكثر لذلك يجب إيجاد مسقط خاص لها .



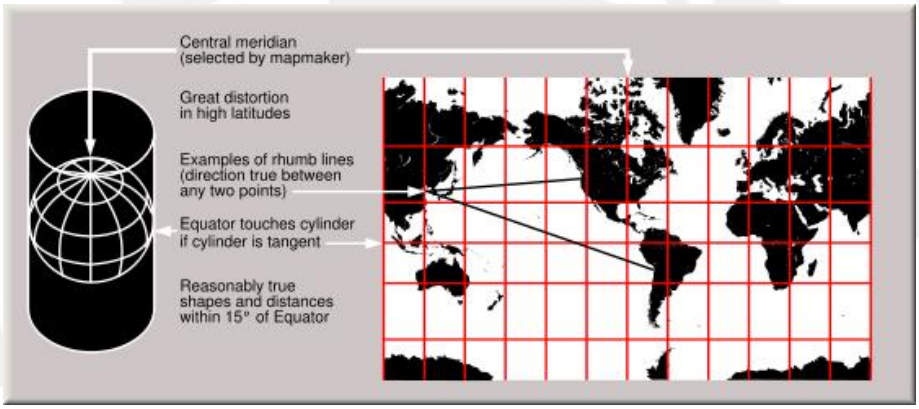
شكل يبين المناطق التي يقع العراق ضمنها في نظام المسقط UTM (لاحظ تقوس خطوط الطول)

نماذج أخرى من أنظمة المساقط (Map Projections)

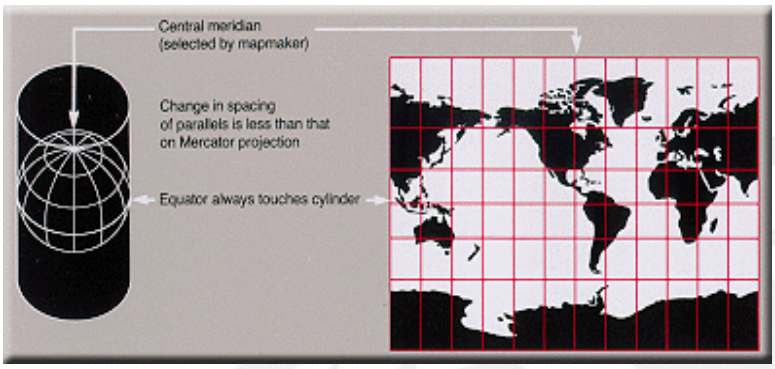
توجد عشرات المساقط الأخرى ومنها الخاصة بمنطقة معينة ومنها العامة لأكثر مناطق العالم ولكنها أقل دقة من نظام UTM (Universe Transverse Mercator) وفي مايلي بعض النماذج الأخرى مع مميزاتها.



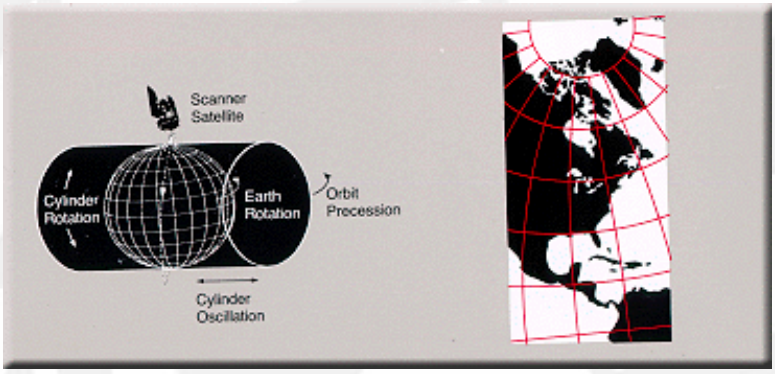
Transverse Mercator projection



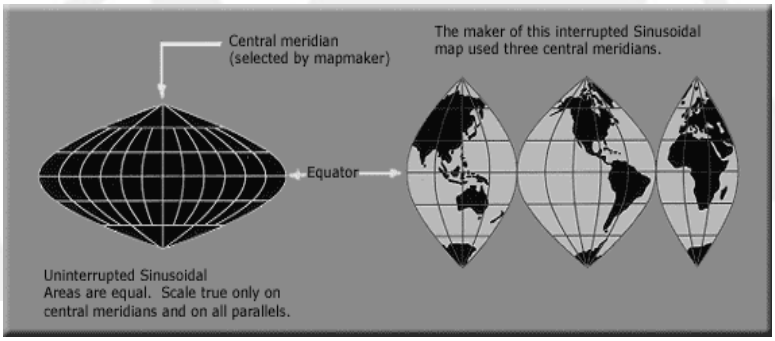
Mercator projection



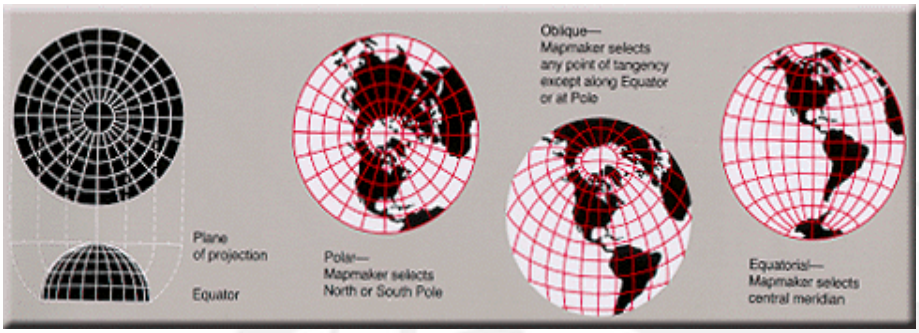
Miller cylindrical projection



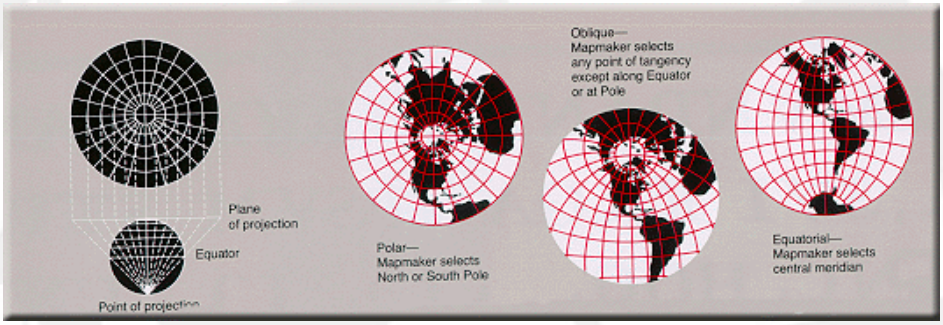
Space-oblique Mercator projection



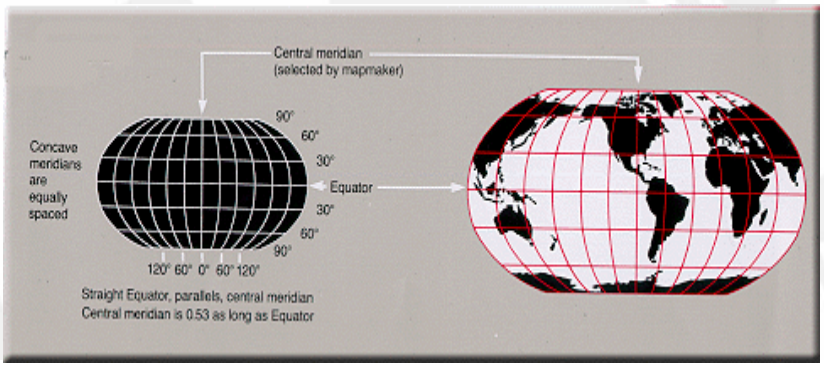
Sinusoidal projection



Azimuthal projection



Stereographic projection



Robinson projection

الفصل الخامس : البرامج المتخصصة

- لتحويل نوع ملف الخريطة أو الصورة تستخدم البرامج :-
  ArcGIS ، global mapper 7 ، ERDAS ، GeoExpress 6
- لضغط ملف الخريطة أو الصورة يستخدم البرنامج :-
  GeoExpress 6
- لتحويل أنظمة الإحداثيات والمساقط تستخدم البرامج :-
  ArcGIS، global mapper 7 ، ERDAS
- لرسم الخرائط الإلكترونية وإنشاء قواعد البيانات الجغرافية تستخدم البرامج :-
  ArcGIS ، CYME ، AutoCAD

تمت بعونه تعالى

المصادر

1. Stephen Brooks And Jacqueline L. Whalley, 2007. A 2D/3D Hybrid Geographical Information System.

2. C. Ross Hinkle, Ph.D., November 2002. Remote Sensing – An Overview with Application Examples.

3. Wolfgang Boehler, Guido Heinz, Gong Qiming, Yin Shenping, October 2004. The Progress In Satellite Imaging And Its Application to Archaeological Documentation During The Last DecadeDE.

4. Minakshi Kumar, Indian Institute of Remote Sensing, Dehra Dun, 2007. DIGITAL IMAGE PROCESSING.

5. Dr. Stuart Murchison, Fall 2007. Digital Image Analysis.

6. PHAN TRäNG TRỊNH, HO�́RNG QUANG VINH, ANDRĐ OZER, MAI THANH TŠN, 2007. FUSION OF MULTIRESOLUTION AND MULTISENSOR IMAGERY.

7. E. Baltsavias L. Zhang, D. Holland P.K. Srivastava, B. Gopala Krishna, T.P. Srinivasan, India, September 2006. Extraction of Geospatial Information from High Spatial Resolution Optical Satellite Sensors.

8. Sohaib A Khan, 2006. Geographical Information Systems (GIS) and Satellite Imagery.

9. Roger Trias-Sanz, September 2002. Automatically detecting geographical objects in high-resolution satellite images.

10. joseph w. grubbs, October 2006. Plotting Coordinates and Projections.

11. S. Tramini, M. Antonini, M. Barlaud, G. Aubert, B. Rougé, C. Latry, 2000. Spatio-Frequency Noise Distribution A Priori For Satellite Image Joint DENOISING/ DEBLURRING.

12. Jalobeanu, L. Blanc-Féraud, J. Zerubia, June 2000. Satellite image deconvolution using complex wavelet packets.

13. Yoshifumi Yasuoka, Tao Guo, Tokyo, Japan, Snake-based approach for building extraction from high-resolution satellite images and height data in urban areas.

14. S.H Hana, J.M Kangb, Korea, IMAGE FUSION OF LANDSAT AND KOREAN SATELLITE KOMPSAT.

15. P. Sarabandi, F. Yamazaki, M. Matsuoka, A. Kiremidjian, USA, 2004. Shadow Detection and Radiometric Restoration in Satellite High Resolution Images.

16. Dr. John Wenzhong Shi, Hong Kong, Extraction of Spatial Information from High Extraction of Spatial Information from High Resolution Satellite Images for Geographic Resolution Satellite Images for Geographic Information SystemsInformation Systems.

17. Alexander Kolesnikov, Joensuu, Finland, 2006. Design of Spatial Information Systems-Raster Image Maps.

18. Ordnance Survey, May 2002. A guide to coordinate systems in Great Britain.

19. Wikipedia, the free encyclopedia, January 2008. Map projection

20. US Patent Issued on September, 2007. Method of determining atmospheric refraction profile using two spatially separated light sources

٢١. مجموعة مقالات علمية باللغتين العربية والإنكليزية