تطور الأنظمة المساحية والكارتوغرافية وأثر التقانات الحديثة

الأستاذ الدكتور بهجت محمد*

الملخص

عَرَضَ البحث المفاهيم الأساسية للمنظومات المساحية والكارتوغرافية بوصفها أساساً لأي إدارة أو تخطيط مكانيين، وأظهر التطورات التي حدثت لهذه المفاهيم من الناحية النظرية المحضة، ومن جهة القياسات التي تغيّرت أدواتها مثلما تغيّرت أسسها النظرية؛ ممَّا أدى أيضاً إلى نتائج قياس أكثر دقة وأكثر حيوية وديناميكية بحيث يمكن القول: إنَّ المنظومات المساحية المعاصرة صارت ديناميكية وحية وآلية.

هَدَفَ البحث إلى الكشف عن هذه التطورات بغية تلمس الطريق الأنسب نحو بناء منظومة مساحية وكارتوغرافية حديثة في سورية.

* قسم الجغرافية - كلية الآداب والعلوم الإنسانية- جامعة دمشق

مقدمة البحث:

نظراً إلى زيادة عدد صفحات البحث الذي قام الباحث بإعداده بعنوان المعايير المساحية والكارتوغرافية لقواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها عن الحدود الموضوعة من قبل هيئة تحرير مجلة جامعة دمشق لحجم البحوث التي تنشرها، ونظراً إلى أهمية مكونات البحث وصعوبة اختصارها، قام الباحث بتجزئة بحثه إلى ثلاثة أقسام تناول القسم الأول المفاهيم المساحية وتطورها، وتناول القسم الثاني الأنظمة المساحية المعتمدة في سورية والدول المجاورة وبعض دول العالم، في حين تناول القسم الثالث تحديد المعايير المساحية والكارتوغرافية لبناء قواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها، وتعدُّ هذه الأجزاء مكملة لبعضها حتى لو نشرت بشكل مستقل .

آ - موضوع البحث وأهميته:

من أجل بناء نظام معلومات جغرافية وطني لابدَّ من امتلاك نظام معلومات مساحية وطني يمكّن من الربط المكاني للمعالم الأرضية، ويمكّن من بناء خرائط جغرافية عامة وموضوعية ذات وثوقية مكانية عالية، ولذلك فإن بناء هذا النظام بدءاً من اعتماد إطار مساحي مرجعي وقواعد مساحية وطنية يُحدَّدُ على أساسها كل من النقطة (أو النقاط) المرجعية المحلية والإهليلج الأرضي وقياسات الجيوئيد المبنية على قياسات الجاذبية الأرضية، واعتماد نظام إسقاط ونظام إحداثيات مناسبين لأراضي الدولة متفق عليها من قبل الجهات المعنية كلّها، يتطلب عملاً منظماً يستغرق وقتاً ليس بالقليل؛ وذلك بحسب وضع النظام المساحي المعمول به في كل دولة والحاجة إلى تطويره أو استكماله أو بناء نظام جديد كلياً.

أمَّا ما يتعلق بخارطة الأساس المطلوبة كحامل مكاني للمعلومات والبيانات الجغرافية ومحتوياتها الرياضية فهي خارطة رقمية توضع بمقياس تفصيلي (1:25000) يمكن زيادته بالنسبة إلى المناطق المأهولة من البلاد وتتمتع بالدقة المكانية الافتراضية

القصوى لهذا المقياس ومناسبة لنمط الخرائط الاستعلامية[1]، وتضم الشرائح كلّها التي تحتويها الخرائط الطبوغرافية التقليدية ذات المقياس المماثل.

تناول هذا البحث تطور المفاهيم الأساسية للمكونات المساحية والكارتوغرافية التي يجب أن يقوم عليها بناء قواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها، ولا يدخل البحث في التفاصيل المساحية الرياضية التي يتركها الباحث للمهندسين المساحيين.

تنبع أهمية الموضوع من أهمية رصد تطور المفاهيم المساحية والكارتوغرافية من ضرورة ضبط مشاريع الأعمال المساحية والطبوغرافية ومشاريع الخرائط الطبوغرافية الأساس التي تعدُّ واحدة من المهام المطروحة حالياً أمام الجهات المعنية في سورية .

ب : مشكلة البحث:

تأسست في سورية منظومة مساحية - كارتوغرافية منذ نحو قرن من الزمن، وهي منظومة مبكرة نسبياً، ولكن هذه المنظومة تعاني الآن مما يأتي:

- عدم تحديث المنظومة المساحية - الكارتوغرافية بشكل يواكب التطورات التقانية والمنهجية وما تبعها من تطور الدقة ودخول مكونات جديدة يجب الأخذ بها .
- تشتت النشاطات والمعطيات المساحية بين جهات متعددة لكل منها أجزاء من منظومة مساحية غير مكتملة وغير متوافقة.
- عدم مقدرة المنظومة الحالية (من حيث الشكل والمضمون) على الوفاء بمتطلبات قواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها التي تعدُّ أساساً لأعمال الإدارة والتخطيط على الصعد المحلية والإقليمية والوطنية.

ج: أهداف البحث:

هَدَفَ هذا البحث إلى:

- تعرّف المفاهيم المساحية الأساسية.

1 الخرائط الاستعلامية ، نسق من الخرائط غزيرة التفاصيل وعالية الدقة توضع ليفاد منها في أغراض شتى من أغراض الإدارة والتخطيط والاستعلام المكاني.

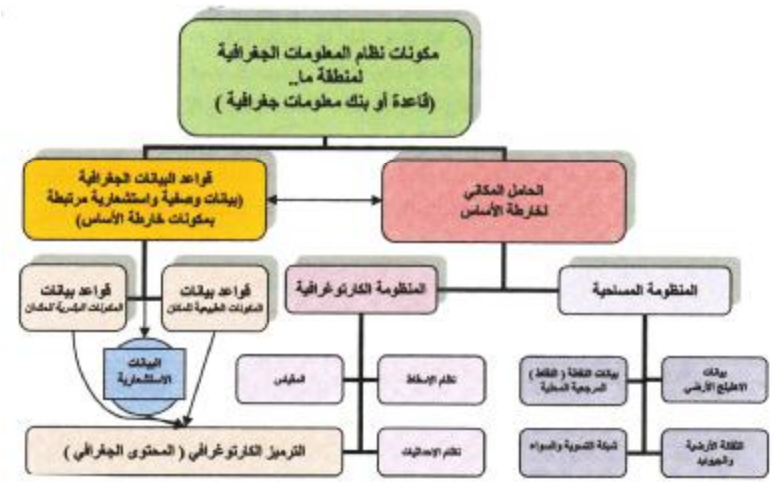
- تعرّف التطورات التقانية وتأثيرها في المفاهيم المساحية.
- رصد التطورات الحديثة في مجال المنظومات المساحية والكارتوغرافية التي تستخدم في بيئة نظم المعلومات الجغرافية.

د: المناهج المستخدمة في البحث:

اعتُمِدَ المنهج الوصفي التحليلي لتوصيف الوضع الراهن وتحليله. كما سيتم اعتماد المنهج التقاني المعاصر لإظهار أهمية فهم المنظومات المساحية والكارتوغرافية المتوافقة مع نظم المعلومات الجغرافية واستخدامها.

1- موقع المنظومتين المساحية والكارتوغرافية من قواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها:

عند اتخاذ قرار ببناء نظام معلومات جغرافية لمنطقة ما فإن قواعد البيانات الجغرافية يجب أن ترتبط بخارطة أساس مناسبة تكون حاملاً مكانياً لقواعد البيانات الجغرافية، ويحتاج بناء خارطة الأساس إلى منظومة مساحية ومنظومة كارتوغرافية، لكل منها مكوناتها والمخطط الهيكلي الآتي يوضح الصورة:



شكل - 1 - المخطط الهيكلي لبناء نظام المعلومات الجغرافية (عمل الباحث)

نلاحظ من المخطط الهيكلي السابق أهمية الحامل المكاني لقواعد المعلومات الجغرافية وبنوكها، وتراتبية بناء كل منها وعلاقاته، وصولاً إلى الترميّز الكارتوغرافي والربط المكاني للبيانات والمعلومات .

2 : المنظومة المساحية_ Geodetic System: هي مجموعة من المكونات المساحية التي تبنى الخرائط على أساسها وتتكون من:

2-1 : بيانات الإهليلج الأرضي المعتمد: geodetic reference (المرجع الجيوديزي)

أو يطلق عليها اسم النظام المرجعي الجيوديزي geodetic reference system أو النظام المرجعي فقط ، وإذا نظرنا إلى الجدول التالي الذي بَيَّنَ مجموعة من المرجعيات المساحية للإهليلج الأرضي نلاحظ اختلاف أسمائها واختلاف قياساتها وتواريخها والدول التي أنجزتها أو التي اعتمدتها. وهناك جهود دولية تبذل من خلال الرابطة الدولية للمساحة والجيوفيزياء (IAGG) لتوحيد الأنظمة وجعلها عالمية، وتقوم هذه الرابطة باعتماد مرجعيات مساحية تستخدم في أوروبا الغربية ودول أخرى من العالم مثل ITRS / ITRF، ويمكن توضيح المفهوم بأنها الأرقام والنسب والمعادلات المعتمدة لقياسات الإهليلج الأرضي المكونة من نصف القطر الاستوائي ونصف القطر القطبي ونسبة التفلطح، إذْ تعبّر هذه القياسات عن أبعاد مجسم القطع الناقص المعتمد في المنظومة المساحية. وبالطبع فإن قياسات الإهليلج الأرضي كثيرة وقد بدأت في القرن الثامن عشر (مجسم Maupertuis1738) ثم في القرن التاسع عشر (1830 – Everest, Airy) وما زالت تجرى القياسات حتى الآن على يد مراكز البحوث والمؤسسات العاملة في الحقل المساحي مع اختلاف الطرائق والأدوات المستخدمة، ونذكر على سبيل المثال بيانات مجسم كلارك 1866 و1880 وبيانات مجسم هايفورد 1909 وبيانات المجسم الدولي (International-1924)، وبيانات مجسم كراسوفسكي 1940 الذي وضع واستخدم في الاتحاد السوفييتي، وبيانات الإطار الدولي الأمريكي

(WGS) ذي الإصدارات المتعددة وآخرها (WGS84) وبيانات المرجع الدولي الحديث (ITRS/ITRF) الذي ظهر آخر إصدار من قياساته في آخر أيار – مايو سنة 2010[2]. والمرجع الروسي الجديد (P3-90). وتعدُّ هذه القياسات نقطة الانطلاق لإنشاء المنظومة المساحية الوطنية، يليها الإطار المرجعي الإقليمي أو المحلي الذي يعتمد على إحدى المرجعيات الخاصة بالإهليلج الأرضي، ويضيف بيانات الموقع الأفقي والرأسي ومعامل المقياس إلى النقطة أو النقاط المرجعية التي تكون عادة مركزاً للمسقط المستخدم والنقطة المرجعية لنظام الإحداثيات المحلية المرتبطة بالمسقط المعتمد مثل المرجعية المساحية لأمريكا الشمالية (Nord American Datum- NAD) بإصداراته المختلفة، والجدول الآتي يبيّن بعض هذه القياسات وتواريخ إجرائها.

الجدول - 1 - قياسات الاهليلج الأرضي في عدد من المرجعيات المساحية

اسم الاهليلج	نصف القطر الاستوائي (m)	نصف القطر القطبي (m)	معدل التفلطح /1	مكان الاستخدام
Maupertuis (1738)	6,397,300	6,363,806.283	191	France
Everest 1830 (1967 Definition)	6,377,298.556	6,356,097.550	300.8017	Brunei & East Malaysia
Airy (1830)	6,377,563.396	6,356,256.909	299.3249646	Britain
Bessel (1841)	6,377,397.155	6,356,078.963	299.1528128	Europe, Japan
Clarke (1866)	6,378,206.4	6,356,583.8	294.9786982	North America
Clarke (1880)	6,378,249.145	6,356,514.870	293.465	France, Africa
Hayford (1910)	6,378,388	6,356,911.946	297	USA
International 1924	6,378,388	6,356,911.946	297	Europe
NAD 27 (1927)	6,378,206.4	6,356,583.800	294.978698208	North America
Krassovsky (1940)	6,378,245	6,356,863.019	298.3	Russia
WGS66 (1966)	6,378,145	6,356,759.769	298.25	USA/DoD
New International (1967)	6,378,157.5	6,356,772.2	298.24961539	
GRS-67 (1967)	6,378,160	6,356,774.516	298.247167427	
WGS-72 (1972)	6,378,135	6,356,750.52	298.26	USA/DoD

2 Al Tamimi Zouheir, ITRF08,IGN France,2010

GRS-80 (1979)	6,378,137	6,356,752.3141	298.257222101	Global ITRS[3]
NAD 83	6,378,137	6,356,752.3	298.257024899	North America
WGS-84 (1984)	6,378,137	6,356,752.3142	298.257223563	Global GPS
IERS (1989)	6,378,136	6,356,751.302	298.257	
P3-90	6378,136		298,257839303	Russia
IERS (2003)[4]	6,378,136.6	6,356,751.9	298.25642	[3]

(إعداد الباحث اعتماداً على معلومات Wikipedia)

وممَّا تجدر ملاحظته في هذا الجدول أن القياسات القديمة كانت كثيرة الاختلاف عن بعضها، أمَّا الحديثة فهي قريبة جداً من بعضها بسبب اعتماد أساليب وأدوات متشابهة في القياس، ومن المرجح أن الأرقام الجديدة كلها قريبة من الأبعاد الحقيقية وقريبة من بعضها بعضاً، لذلك لا يشكل الاعتماد على هذه المنظومة من القياسات أو تلك فرقاً جوهرياً.

سنستعرض هنا نموذجين أساسيين من النظم المرجعية الأرضية الدولية هما المرجعية الدولية الأوروبية (ITRS/ITRF)، والثانية هي المرجعية المساحية الدولية ذات الإصدار الأمريكي (WGS 1984).

1- **المرجعية الدولية (ITRS/ITRF)**: ITRS-International Terrestrial Reference System) نظام مرجعي دولي للأرض اتُفِقَ على اعتماده من قبل الاتحاد الأوروبي في عام 1991 واعتمد نظام (ITRF- International Terrestrial Reference Frame) كإطار عملي لتجسيد النظام المرجعي ، بدأ إصداره سنة 1994.

بدأ المعهد الجغرافي الوطني في فرنسا (IGN) إصدار هذه المرجعية عن طريق مركزه العلمي المسمى مخبر البحث الجيوديزي (Laboratoire de Recherche en Geodesie) وقام المركز بإصدار أول نسخة من المرجعية الدولية باسم (ITRF) سنة

200، ثم صدرت نسخة أخرى سنة 2005 كما صدرت النسخة الأخيرة سنة 2010 ببيانات 2008. يتكون هذا النظام المرجعي من ثلاثة مستويات :

الأول: النظام المرجعي- Reference System: وهو نظام مبني على أساس موديل رياضي للأرض يعتمد على أنظمة قياس مستوية وجيومركزية مترية ويعتمد خط الاستواء ومحور دوران الأرض حول نفسها خطين مرجعيين تحدد أبعاد الأرض على أساسهما.

الثاني: الإطار المرجعي لتجسيد النظام أعلاه – Reference Frame، وهو في حالة النظام الأوروبي ITRF وظيفته إيجاد الطرائق المناسبة لحساب الشكل والأبعاد واستخراج النتائج بالاعتماد على أشكال مختلفة من القياسات للنقط والخطوط .

الثالث: البيانات المساحية – Geodetic Datum التي تعبّر عن النظام بعد تجسيده (قياسه) فتظهر كنقاط أساس ومحاور إحداثيات ومعامل المقياس ووحدات القياس المستعملة.[3]

تميّزت هذه المرجعية بجملة من الخصائص، أولها: اعتمادها على عدد كبير من نقاط الرصد حول العالم ولاسيَّما أوروبا، وثانيهما اعتماد أساليب تقانية مختلفة في عملية القياس كطريقة دوبلر في القياس الفضائي والطريقة الليزرية ونظام تحديد المواقع، فضلاً عن قياس خطوط طويلة على سطح الأرض والتعامل مع الثقالة الأرضية وحركة الصفائح القارية وصولاً إلى نموذج ثلاثي الأبعاد. والشكل الآتي يبيّن توزع المحطات المعتمدة وطريقة قياسها.

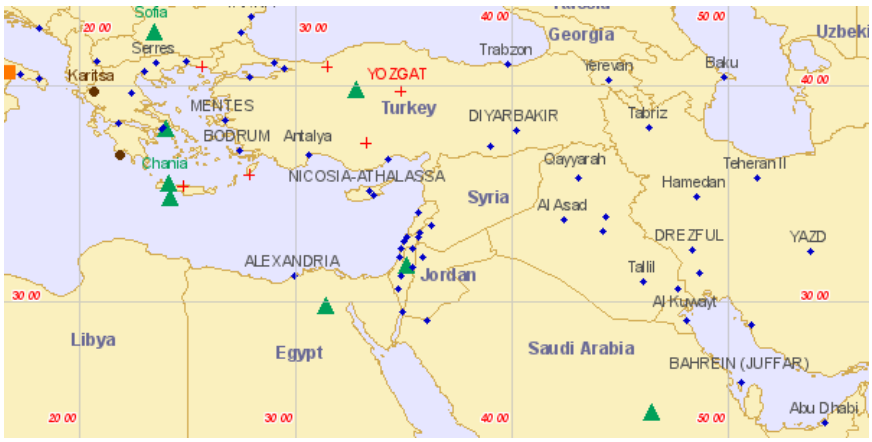
3 Deutsches Geoditisches Forschungs Institut (DGF), On he ITRS Datum Specifications, Munchen,Germany2007.

الشكل - 2 - مواقع محطات ونقاط الرصد المعتمدة وطرائقها في حسابات المرجعية المساحية الدولية ITRF-08 [4]

المصدر(IGN-010)

ومن المناسب ذكره أن هذه المرجعية اعتمدت في منطقة الشرق الأوسط على مجموعة من النقط منها تسع منها في فلسطين المحتلة وواحدة في دمشق واثنتان في الجولان المحتل وواحدة في عمان وواحدة في لبنان.. إذْ تؤدي نقاط الضبط دوراً مهماً في دقة النموذج ثلاثي الأبعاد للأرض أو جزء منها ولاسيَّما تلك المحطات التي جرى القياس فيها بأكثر من طريقة، كما هو موضّح في الشكل السابق.

4 IGN France, International Terrestrial Reference Frame 08, directed by Al Tamimi Zoheir,2010.

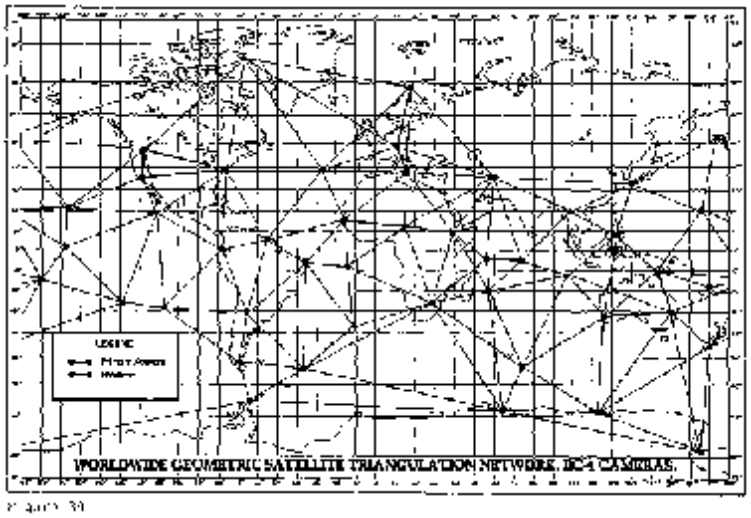


شكل - 3 - توزع نقاط الضبط للمرجعية الدولية في الشرق الأوسط (ITRF-08)

المصدر السابق

2- أمَّا المنظومة المرجعية المساحية العالمية الأمريكية (WGS84-World Geodetic System) فتعدُّ مرجعية للأعمال الكارتوغرافية والمساحية، والملاحية وتحتوي على إطار الإحداثيات لسطح الأرض وعلى الإطار المرجعي للإهليلج الأرضي وعلى المرجعية الرأسية المنسوبة إلى سطح البحر وإلى مستوى سطح الجيوئيد[5] وقد جاءت هذه النسخة (84) تطويراً للمرجعية التي تحمل الاسم نفسه للأعوام 1960،1966،و1972،وضعت من قبل الوكالة الوطنية الأمريكية للصور والتخريط التابعة لوزارة الدفاع(National Imagery & Mapping Agency -NIMA). اعتمد وضعها على المسح الفضائي من الأقمار الصناعية ذات الوظائف المساحية، وعلى منظومة تحديد المواقع العالمية (GPS)، كما اعتمدت على 51 محطة قياس حول العالم تظهر في الشكل الآتي:

5 Wikipedia , Wgs84, last updating 9-2010

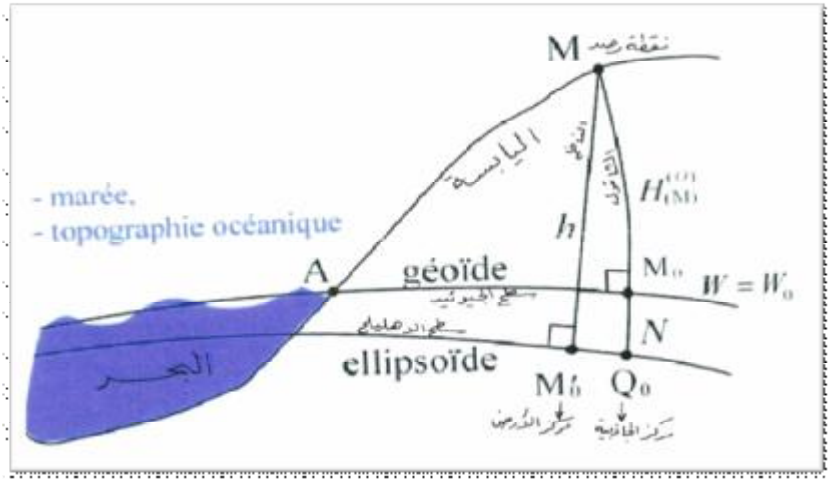


شكل - 4- شبكة النقاط حول العالم المعتمدة في حسابات WGS 84

(المصدر :Wikipedia[6])

2-2: الثقالة الأرضية والجيوئيد: من المعروف أنه مع شكل الأرض شبه الكروي، إلاّ أن كتلة الأرض لا تتوزع بشكل منتظم داخلها ممَّا يؤدي إلى تباين طفيف في قيم الجاذبية الأرضية من موقع إلى آخر، وهذا يؤدي إلى جعل سطح الأرض المتأثر بقيم الجاذبية المختلفة ينتفخ في مواضع الجاذبية المنخفضة وينضغط في أماكن الجاذبية المرتفعة بالنسبة إلى سطح الاهليلج الأرضي (مجسم القطع الناقص)، والشكل الناتج عن هذا التأثر المختلف بالجاذبية يسمى بالجيوئيد – Jeoide.

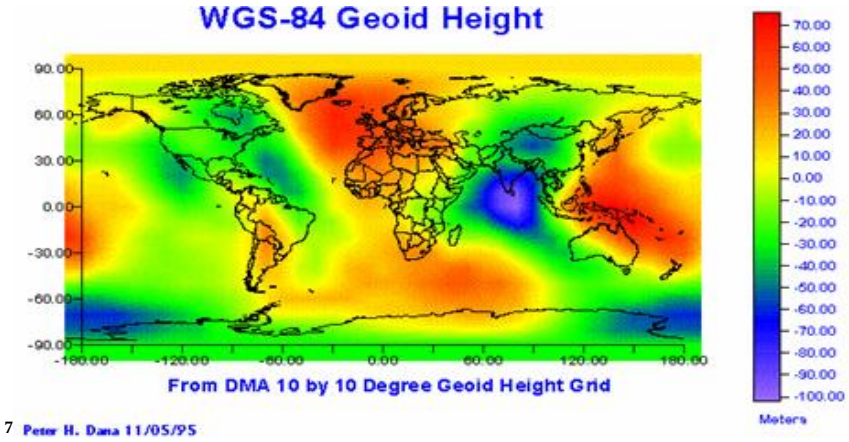
6 Wikipedia ,WORLDWIDE GEOMETRIC SATELLITE TRIANGULATION NETWORK, BC-4 CAMERAS.GIF,2010



شكل - 5- سطح الاهليلج الأرضي وسطح الجيوئيد وزاوية الشاقول

(المصدر : الباحث استناداً إلى موسوعة ويكيبيديا)

ومن أجل تحديد مستويات سطح الجيوئيد الحقيقية يجب إجراء قياسات الجاذبية (القياسات الغرافيمترية – Gravimetric) والمقارنة بين سطح الجيوئيد وسطح الاهليلج الأرضي لمعرفة الفرق بينهما زيادة أو نقصاناً، إذْ لا بدَّ من الأخذ بهذه التفاصيل عند وضع الخارطة الوطنية الأساس وفي المشاريع التي تتطلب دقة في تحديد الارتفاعات، وتظهر القياسات في مناطق العالم المختلفة أن الارتفاع فوق مستوى الاهليلج يمكن أن يصل إلى 70 متراً والهبوط عن مستوى الاهليلج يصل إلى 100 متر، والشكل الآتي يبيّن مستوى الجيوئيد في العالم بحسب المرجعية الأمريكية WGS-84:



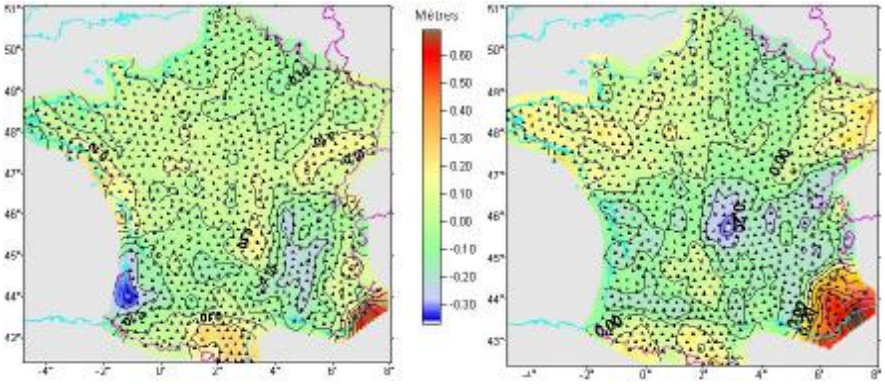
الشكل - 6- ارتفاع سطح الجيوئيد وانخفاضه بالمقارنة بسطح الاهليلج الأرضي بحسب المرجعية WGS84 [8]

ولكن هذه الخارطة التي تبيّن مستوى الجيوئيد على المستوى العالمي لا تتمتع بالدقة الكافية لاعتمادها على الصعيد الوطني، إذْ تعمد كل دولة إلى إجراء قياسات دقيقة على شبكة وطنية منتشرة على كامل أراضي الدولة، أو تعتمد النموذج الرياضي الذي يحسب هذه الجاذبية بتفصيل يصل إلى َ2,5 وسنأخذ هنا مثالين:

الأول فرنسا: التي قامت بوضع نموذج لمستوى الجيوئيد على أراضيها منذ عقود، وتقوم دورياً بتدقيق القياسات. وقد ظهرت نماذج مختلفة لما يمكن دعوته : النموذج أو المرجع الفرنسي لمستوى الجيوئيد (Le quasi-géoïde QGF98,RGF98,RGF09)[9]

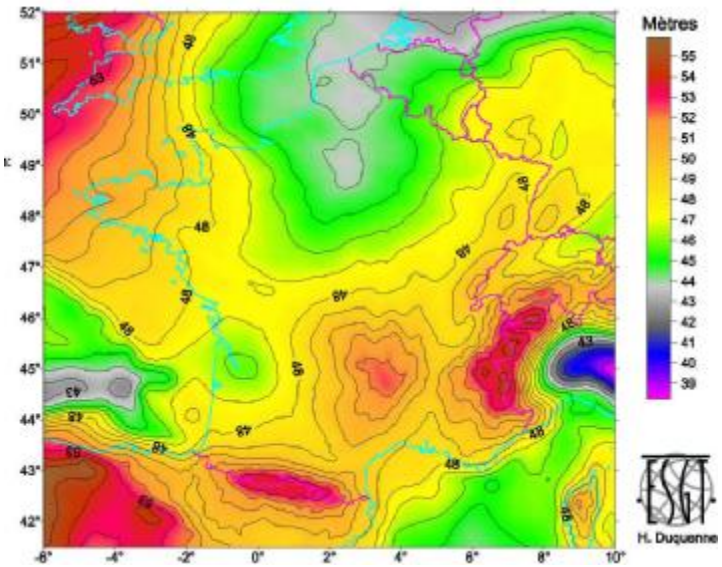
8 Peter Dana , Datum wgs1984 & Geoide 1995

9 DESCRIPTIFS QUASI-GEOIDES ET GRILLES DE CONVERSION ALTIMETRIQUE SUR LA FRANCE METROPOLITAINE, IGN 2010,23 p. France.

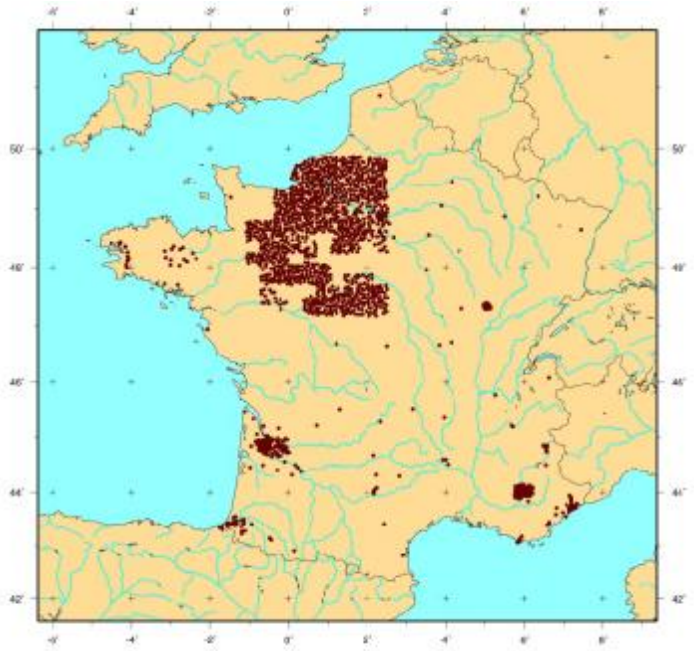


الشكل - 7 - شبكة نقاط رصد الجاذبية في فرنسا ومستوى الجيوئيد في حالتين والفرق بين نتائجهما

(المصدر : المعهد الجغرافي الوطني - فرنسا IGN)



الشكل - 8 - مستويات الجيوئيد في فرنسا (المصدر السابق IGN)



الشكل-9- تكثيف شبكة رصد الجاذبية وتحديثها في الأقاليم الفرنسية (المصدر السابقIGN)

المثال الثاني - العراق: إذْ قيست الجاذبية وبحسب مستوى الجيوئيد من قبل شركة بولونية في سبعينيات القرن الماضي، وقد أجري القياس على امتداد الطرق العامة (كل 5 كم) وصولاً إلى بناء شبكة من النقاط وحساب المستوى عبر خطوط تساوي الجاذبية[10]، وتعدُّ هذه القياسات نموذجاً جيداً وفريداً مبكراً لو أنه اكتمل وأُفيدَ منه، إذْ إنَّ ما جرى بدءاً من عام 1980 في العراق أوقف كثيراً من المشاريع الرائدة التي بدأها.

أمَّا في سورية فقد قِيسَتِ الجاذبية الأرضية (الغرافيمترية) بخبرات وطنية في الثمانينيات والتسعينيات من القرن الماضي، كما نعتقد بوجود قياسات أخرى غير

10 Wasim Al Hassani,ACSM,Bulletin,12-2007,pp. 34-38

مذكورة في المراجع التي توفرت للباحث قامت بها مؤسسات وطنية وشركات أجنبية عند إجراء دراسات بأهداف مختلفة، لكن ماتم من قياسات لم ينشر ولم يصدر ما يدلُّ على الأخذ بها في الأعمال المساحية والكارتوغرافية. ويعزى التقصير في عمل المؤسسة العامة للمساحة في سورية إلى انصرافها عن الأعمال البحثية وأعمال تحديث الشبكة والخرائط الطبوغرافية عند تحويلها سنة 1986 من مؤسسة خدمية ينفق على مشاريعها من الخزينة العامة إلى مؤسسة إنتاجية تغطي نفقاتها من مشاريعها الإنتاجية، ولذلك تركز نشاطها على المشاريع التي تعاقدت على تنفيذها مع الجهات الحكومية الأخرى (المصدر السابق).

ومن الجدير ذكره في معرض الحديث عن الجيوئيد ذكر النموذج الرياضي الذي أعدته الوكالة الوطنية للاستخبارات المكانية الأمريكية (National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) والذي يحسب بموجبه مستوى الجيوئيد في أي نقطة من الكرة الأرضية بناء على معطيات محسوبة لشبكة من النقاط بفارق 2.5َ دقيقة (طولاً وعرضاً)، وقد سُجّل النموذج المعدل الأخير منه في أيار- مايو 2009 (May, 2009 - Global 2.5 Minute Geoid Undulation Grid available in GIS format.)[11]. وأُصدِرَتْ نسخة معدلة من المرجعية المساحية العالمية الأمريكية WGS84 في سنة 2008 تتضمن شبكة وبرنامج لحساب مستوى الجيوئيد مقارنة بالأهليلج الخاص WGS84[12]. وبناء على ما سبق فإن إمكانية بناء سطح افتراضي لمستوى الجيوئيد لسورية ومقارنته بمستوى الاهليلج الأرضي المعتمد يمكن أن يتم مؤقتاً بالاعتماد على البرنامج الأمريكي الخاص بحساب نقاط الشبكة إذْ يمكن أن يعطي عدداً كبيراً من القياسات تبنى على أساسها خطوط الارتفاعات المتساوية لمستوى الجيوئيد فيها. (في

11 National Geospatial-Intelligence Agency (NGA), May, 2009 - Global 2.5 Minute Geoid Undulation Grid available in GIS format.11 (2009)

12 USGS, WGS84,version of EGM2008 released. Includes grids and programs for computing geoid undulations relative to WGS 84 Ellipsoid.2008

كل مضلع درجة طولية ودرجة عرضية واحدة 476 نقطة، وهذا يعني وجود أكثر من عشرة آلاف نقطة على الأراضي السورية، وهذا كافٍ جداً لتحديد خطوط مستوى الجيوئيد ورسمه على أكبر المقاييس اللازمة)، وفي ضوء التطورات التكنولوجية الكبيرة ستصبح مصداقية هذه القياسات التي تؤخذ من بعد، وتلك النماذج الرياضية لاستكمال الصورة أكبر بما يؤدي إلى الاعتماد كلياً على هذا المصدر من المعلومات، وهذا الوضع يشبه -إلى حد ما- حلول التصوير الفضائي محل التصوير الجوي في معظم الحالات.

2- 3: بيانات النقاط المرجعية المحلية: تقسم هذه النقاط إلى نقاط شبكة السواء (إحداثيات الأفقية للموقع) ونقط شبكة التسوية (الارتفاع)

أ- **النقطة المرجعية الأفقية (السواء) Horizontal Datum**: هي نقطة – أو نقاط – تُحدَّدُ في مواقع مناسبة من أراضي الدولة إذْ يمكن أن تنشأ منها قاعدة قياس الشبكة، فضلاً عن تحقيقها شروط النقطة الجيوديزية من الدرجة الأولى. تُحدَّدُ مواقع النقط المرجعية بدقة متناهية منسوبة إلى خطوط الطول والعرض الجغرافية وإلى قياسات الاهليلج الأرضي الذي اعتُمِدَ في المنظومة المساحية، كما يحدد ارتفاعها عن مستوى الأساس (سطح البحر) أو عن سطح الاهليلج الأرضي بعد حساب الثقالة الأرضية ومستوى الجيوئيد في النقطة، وغالباً ما تكون نقطة الأساس هذه بداية لخط **القاعدة المساحية** - Base line في الطرائق المساحية التقليدية الذي تحسب على أساسه الشبكة المثلثية، وقد أصبحت النقط المرجعية في الطرائق الحديثة (ITRF) نقاطاً في شبكة ثلاثية الأبعاد لا ترتبط بخط أو خطوط قاعدية لأن المسافات بين النقاط تحسب آلياً اعتماداً على الموقع المعرف المنسوب إلى مركز الثقالة الأرضية.

ب- **النقطة المرجعية الرأسية (التسوية) Vertical Datum**: تُختَارُ نقطة شاطئية على بحر مفتوح ويحسب متوسط ارتفاع سطح البحر عند هذه النقطة وتنسب إليها

شبكة نقاط الارتفاع الأخرى، وإذا كانت الدولة تشرف على أكثر من بحر فإنها تختار عادة نقطة واحدة على أحدها فالمملكة العربية السعودية تعتمد نقطة التسوية على شاطئ البحر الأحمر في جدة، وجمهورية مصر العربية تعتمد نقطة التسوية على البحر المتوسط (الاسكندرية)، وفرنسا تعتمد على نقطة التسوية على البحر المتوسط في مرسيليا، وروسيا التي تطل على أربعة بحار مفتوحة تعتمد نقطة التسوية في سانت بطرسبورغ على بحر البلطيق.. أمَّا سورية فتعتمد على نقطة التسوية في المينا البيضاء في اللاذقية التي يقاس فيها المستوى المتوسط لسطح البحر. ولابد من التنويه هنا إلى أن مستوى نقطة التسوية يتغيّر مع مرور الزمن، ليس فقط بسبب عامل المد والجذر إنما بسبب عوامل أخرى كالحركات الأرضية وتغيّر مستوى الجيوئيد وتغيّر مستوى مياه البحر، وقد أشارت مراقبة مستوى مجموعة من النقاط على الشواطئ الفرنسية المتوسطية والأطلسية إلى أن مستويات هذه النقط مختلفة عن بعضها بالأساس وتتغيّر مستوياتها مع الزمن، وقد وجد أن مستوى البحر على شواطئ بحر المانش (القنال الانكليزي) أعلى من النقاط المقاسة على الساحل الأطلسي، وهذه الأخيرة أعلى من شواطئ المتوسط، إذْ يؤدي الصبيب النهري والتيارات البحرية ودرجة البخر أدواراً مختلفة في تحديد المستوى[13] فضلاً عن مستوى سطح الجيوئيد .

2-4: الشبكة الجيوديزية (التسوية والسواء): تشكل شبكة التسوية والسواء (كل على حدة) البنية التحتية للنظام المساحي الوطني، وهي الشبكة الأفقية والرأسية، وتقسم الشبكات الجيوديزية إلى شبكات الدرجة الأولى أو الصفرية (First Order) ثم شبكات الدرجة الثانية (Second Order) ثم الثالثة وهكذا؛ وذلك وفق المسافات

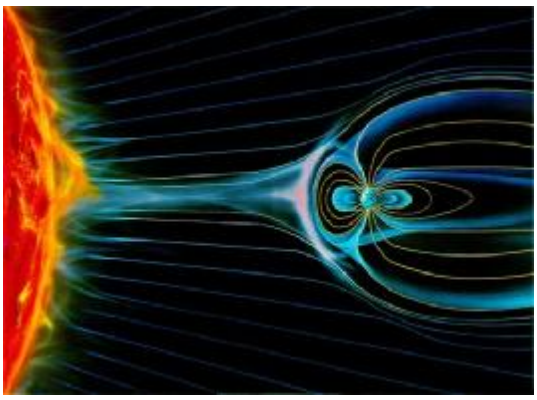
13 IGN France, Sea Level Monitoring programme, William Mitchell, The Australian Basel line Sea Level l Monitoring Project L'évolution des références géodésiques de la NTF.

الفاصلة بين النقاط وطبيعة الأرض وصولاً إلى النقاط التفصيلية التي تصلح لتحديد العقارات الصغيرة.

كانت الشبكات الجيوديزية تبنى بالطرائق التقليدية القائمة على الرصد بالأجهزة المساحية التقليدية (التيودوليت والنيفومتر والأليداد والتاكيومتر، ثم باستخدام أنظمة تحديد المواقع العالمية (GPS, Galileo, GLONASS) والقياسات الرادارية والليزرية ليصبح رصد النقاط بها أكثر سهولة وسرعة وبالدقة الأفقية والرأسية المطلوبة. ولذلك نرى حالياً أن معظم الدول التي تجدد شبكاتها أو تبني شبكات جديدة تعتمد على محطات تحديد المواقع، بل إن بعض النقاط الرئيسة تثبت فيها محطات للقياس والضبط المستمرين للشبكة فضلاً عن ما يمكن أن تضيفه هذه المحطات من قياس إلى حركة الصفائح القارية، كما أصبحت نقاط الشبكة موحدة (أفقية ورأسية) إذ لا حاجة إلى بناء شبكتين منفصلتين للقياسات الأفقية والرأسية، بل يقاس الموقع الأفقي والرأسي لنقاط الشبكة كلّها من مختلف المستويات؛ ممَّا يشكل نموذجاً شبكياً ثلاثي الأبعاد، كما لم تعد فكرة خطوط الأساس قائمة لأن قياس المسافات بين النقاط جميعها ممكن وبالدقة نفسها بطريقة رياضية ينفذها برنامج خاص.

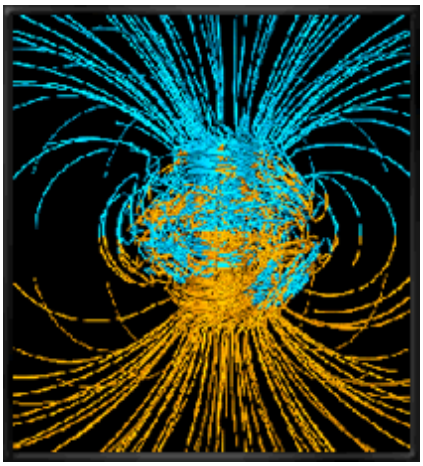
2-5 : المغناطيسية: الأرض عبارة عن مغناطيس كبير الحجم له قطبان ينحرفان عن القطبين الجغرافيين ويتحركان باستمرار بسبب تغيّر شدة الشحنات الكهرومغناطيسية المخزونة في الأرض أو طبيعتها وتلك الداخلة إليها عبر القطبين ومصدرها الأساسي هو الشمس.

يقع القطب الشمالي المغناطيسي حالياً (سنة2010) عند تقاطع خط العرض $80^{\circ}\ 8'$ شمالاً مع خط الطول $72^{\circ}\ 21'$غرباً، في حين يقع القطب المغناطيسي الجنوبي عند تقاطع خط العرض $80^{\circ}\ 08'$جنوباً مع خط الطول $107^{\circ}\ 79'$شرقاً، وينحرف محور الأرض المغناطيسي عن المحور الجغرافي (محور دوران الأرض حول نفسها) بمقدار $9,98^{\circ}$.



الشكل - 10 - الرياح المغناطيسية الشمسية والمجال المغناطيسي الأرضي

(المصدر: NASA Science[14])

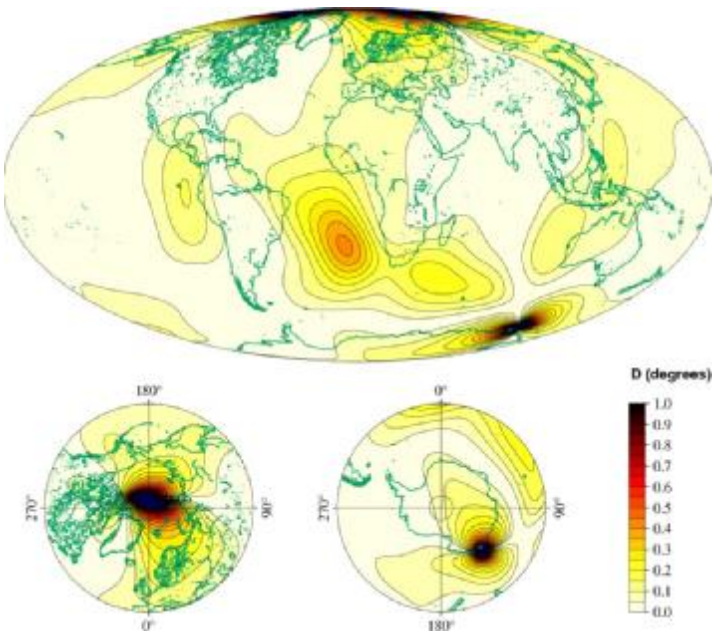


الشكل - 11 - الحقل المغناطيسي للأرض

(المصدر: NASA Science)

14 NASA Science, Earth ,s Inconstant Magnetic Field , 2010

الشكل-12- محطات رصد المغناطيسية وتغيّراتها حول العالم (British Geology Survey[15])



شكل - 13 - توزع قيم المغنطة المطلقة على الكرة الأرضية بين القطبين المغناطيسيين

(المصدر السابق)

15 British Geology Survey ,the Earth s Magnetic Field, 2010

من المفيد هنا ذكر إمكانية حساب المغناطيسية وفق هذا البرنامج لأي نقطة من سورية، وفي أي تاريخ نريد للحصول على بيانات يمكن تمثيلها على الخرائط الطبوغرافية، فضلاً عن إمكانية التعامل المباشر مع البرنامج (بعد التحقق من مستوى دقته بالنسبة إلى الأراضي السورية) بوصفه جزءاً من متطلبات العمل على المشاريع التي تتطلب قياس المغناطيسية وحساب السموت بدقة كبيرة.

جدول – 2- حساب القيم المتعلقة بالمغناطيسية في نقطة من سورية

Lat: 35° Lon: - 39° Elev: 500.00 m	**Declination الانحراف المغناطيسي** + East - West	**Inclination زاوية ميل الإبرة** + Down - Up	**Horizontal Intensity** الكثافة الأفقية nt: نانو تسلا	**North Component المكون الشمالي** + North - South	**East Component المكون الشرقي** + East - West	**Vertical Component المكون الرأسي** + Down - Up	**Total Field** مجموع الحقل
9/26/2010	- 13° 52'	52° 2'	26,400.9 nT[16]	25,630.9 nT	-6329.7 nT	33,841.1 nT	42,921.2 nT
Change per year بالسنة	9' per year	- 6' per year	33.8 nT/year	49.3 nT/year	59.1 nT/year	-79.8 nT/year	-42.1 nT/year

(المصدر :الباحث اعتمادا على البرنامج[17])

3- : المنظومة الكارتوغرافية: من المعروف أن للخارطة أساساً رياضياً يتكون من نظام الاسقاط والإحداثيات والمقياس، ومحتوىً جغرافياً يتمثل بكل ما يوضع على الخارطة من رموز دالة على الظواهر الطبيعية والبشرية، ولا شك أن خارطة الأساس تبنى بأبعاد المكان المرسوم من خلال المنظومة المساحية والمنظومة الكارتوغرافية، وتعدُّ بعض الدول أن خارطة الأساس الوطنية تبنى على قاعدة المخططات العقارية من مقياس 1:500 و1:1000 لأنها تعطي الصورة التفصيلية

16 Nt: nano tesla=1nt*100000=1 gauss. nt إذْ تراوح قوة الحقل المغناطيسي للأرض بين 25 و65 ألف

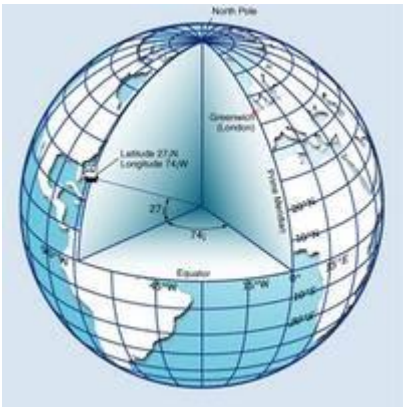
17 Community Coordinated Modeling System Center , Geomagnetic Field Model 1945 - 2010, and related parameters

للمكان بأبعاده ومكوناته، غير أن بعض الدول تجعل بناء الخارطة الطبوغرافية الأساس منفصلاً عن المخططات العقارية والمخططات التنظيمية، وغالباً ما يعتمد مقياس 1:25000 كمقياس لهذه الخارطة التي تبنى من خلال المسح الجوي والفضائي والتكميل على الأراضي وتربط بالمنظومة المساحية الوطنية بمكوناتها كلّها، وتشتق من خارطة الأساس هذه الخرائط الأخرى الأصغر مقياساً، أمَّا المخططات العقارية والتنظيمية فإنها توضع كمشروعات مستقلة تربط بالمنظومة المساحية الوطنية ويمكن ربطها بخارطة الأساس سواء اتبع نظام إسقاط واحد أم أكثر.

3-1: نظام الإسقاط (Projection): هو الطريقة الرياضية التي يحول بها سطح الأرض شبه الكروي إلى سطح مستوٍ، إذْ يجب اختيار المسقط (أو المساقط) المناسبة للدولة بحسب موقعها الفلكي وامتدادها الجغرافي ومساحتها والهدف التي توضع من أجلها الخرائط بهذا المسقط أو ذاك، ومن المستحسن اعتماد نظام إسقاط واحد للدولة الواحدة (مخروطي، اسطواني مستعرض، مستوي ستريوغرافي..)، ولكن لا يعدُّ اعتماد إسقاط واحد من نظام ما لأراضي الدولة أمراً ضرورياً إذا كانت الدولة متوسطة أو كبيرة المساحة والامتداد الطولي أو العرضي، لأن الأغراض التي تعمل عليها الجهات المختلفة مختلفة أيضاً، ولذلك يجب أن يحقق خيار الإسقاط المستخدم الغايات الأساسية التي تطلبها كل مؤسسة.

3-2 : نظام الإحداثيات (Coordinate System): يتبع نظام الإحداثيات عادة لطريقة الإسقاط، لكن الناظر إلى الخارطة ومستخدمها يرى شبكة الإحداثيات ولا يرى المسقط إلا من خلالها ومن خلال البيانات المكتوبة في إطار الخارطة. وتعدُّ الإحداثيات الجغرافية النظام الأشمل الذي ينبغي أن لا تخلو خارطة، منه، وهو نظام يعتمد إلى تقسيم سطح الأرض (تقسيماً ستينياً) إلى دوائر عرض موازية للاستواء (Parallels- Altitude) وخطوط طول تصل بين القطبين

(Longitude–Meridians) ويمكن القول: إن هذه الإحداثيات إحداثيات مركزية أرضية (Geocentric Coordinate System) بمعنى أن تقسيمها يعتمد على نقطة مركز الأرض وعلى مستوى خط الاستواء ومستوى خط الطول الصفري المتعامد مع الاستواء، وإذا أضيف عنصر الارتفاع (البعد الثالث) الذي يحسب على أساس البعد عن مركز الأرض أو عن مركز الثقالة (الجاذبية) أو عن سطح الاهليلج الأرضي أو سطح الجيوئيد، أو مستوى سطح البحر فإن الإحداثيات في هذه الحالة تسمى ثلاثية الأبعاد. أمَّا الإحداثيات في مستوى الإسقاط الأفقي (الإحداثيات الديكارتية - Cartesian) فهي إحداثيات أفقية اصطلاحية تخص نظام إسقاط بعينه أو حزمة إسقاط خاصة كما هو الحال في الإحداثيات التربيعية بنظام مركاتور أو لامبير أو النظام الستريوغرافي السوري، ولها نقطة مرجعية تنطلق منها.



شكل - 14 - نظام الإحداثيات الجغرافية وطريقة وضعها اعتماداً على مركز الأرض

3-3 : المقياس (Scale): يرتبط اختيار المقياس بمقدار الدقة والتفصيل المطلوبين في كل خارطة، وغالباً ما تحسب الدقة على الخرائط على أساس ما تعادله مسافة تراوح بين 0.25 و 0.5 ملم ، إذْ تعدُّ هذه المسافة هي الأصغرية التي يمكن

قراءتها على الخرائط الورقية، غير أن الانتقال إلى الخرائط الرقمية وإمكانية الحصول على مقاييس في بناء الخارطة تصل إلى 1/1 (كما هو الحال في نظام أوتوكاد) فإن الدقة ترتبط بمقياس خارطة الأساس التي تم بناؤها، ولاسيَّما عند التعامل مع منتجات كارتوغرافية تفاعلية متعددة المقاييس (يكبر المقياس وتظهر تفاصيل جديدة مع التكبير على الشاشة ويصغر وتقل المحتويات مع التصغير على الشاشة).

4-3 : الترميّز الكارتوغرافي (Symbolization): عملية تحويل المظاهر الجغرافية المراد تمثيلها على الخارطة إلى رموز كارتوغرافية مناسبة واصطلاحية تتناسب مع مقياس كل خارطة ووظيفتها وطبيعة المكان المرسوم، إِذْ تخضع عمليات التمثيل لمبدأي الانتقاء والتعميم، كما تخضع للمعايير الاصطلاحية في أشكال الرموز المستخدمة وألوانها وأبعادها.

4: قواعد البيانات الجغرافية (Geodatabases): البيانات الجغرافية هي بيانات عن مظاهر طبيعية أو بشرية ربطت بموقع ما على سطح الأرض، فقد تكون الظواهر ذات طابع مساحي أو خطي أو نقطي، وقد تكون ثابتة أو متحركة مع الزمن، وقد تكون مادية أو معنوية، وقد تكون صورة أو مرئية أو خارطة سابقة أو جدولاً أو نصاً؛ ولكل نمط من البيانات تصنيفه وطريقة ربطه بالمكان وتنظيمه في قواعد البيانات الجغرافية تمهيداً ليكون معلومة مفيدة قابلة للربط والتحليل في إطار بنك معلومات وطنية ونظام وطني للمعلومات الجغرافية. وفي الحالات كلَّها يجب أن يطرح مصممو قواعد البيانات الجغرافية وأنظمتها مجموعة من الأسئلة ويجيبوا عنها قبل البدء ببناء قواعد البيانات، فالبناء يرتبط بالهدف قبل ارتباطه بمواد البناء، ثم تطرح بعد ذلك الأسئلة الواردة في كتاب مؤسسة (ESRI) بناء قواعد البيانات الجغرافية (Building a geo database)[18] إِذْ نجد هناك أسئلة مثل: كيف

18 ESRI, Building a Geo database ,

وجدت البيانات التي تريد وضعها في قاعدة البيانات؟ وفي أي مسقط تريد وضعها؟ وكيف تريد تنظيمها؟ جداول وصفية أم شرائح تحتوي على سمات رسومية؟ وهل تريد استثمار القاعدة في إيجاد العلاقات؟ وهل سيكون لها ارتباط بالقاعدة المساحية؟ وهل تريد بناء علاقات طبولوجية؟ وغير ذلك من الأسئلة المبررة والمنطقية، ثم تأتي الاشتراطات والمكونات التي ستضمها قاعدة البيانات وحقول الربط بين القواعد ومع بيانات الشرائح الرسومية في نظام المعلومات الجغرافية..

4-1: **قواعد بيانات المكونات الطبيعية** للمكان: عند الحديث عن قواعد بيانات المكونات الطبيعية يؤخذ بالحسبان أولاً المقياس الذي ستوضع به خارطة الأساس الوطنية – أي 1:25000 – ومن ثمَّ فإن درجة الدقة والتفصيل في التعبير عن هذه المكونات (العناصر)، وتنقسم البيانات التي تخص هذه المكونات إلى:

- **بيانات إحصائية** جدولية عن المكونات يجب أن تربط بمكان محدد سواء كان نقطة أم خطاً أم مساحة كي يصبح لها بعد جغرافي قابل للتعبير عنه على خارطة الأساس، وتُدخَلُ هذه البيانات إما كجداول مستقلة في أحد برامج حفظ البيانات العلائقية وتنظيمها، أو في قاعدة بيانات نظام المعلومات الجغرافية بعد إنشاء الشريحة الرسومية الخاصة بهذه البيانات.
- **بيانات نصية** ترتبط بالسمات المكانية الموجودة على الشرائح مهمتها توضيح خصائص بعض الظواهر المكانية.
- **بيانات صُوَرية** على هيئة صور للظاهرة تدخل في قواعد البيانات لزيادة فهمها وتوصيفها وتحديدها أحياناً ، فالصور يمكن أن تكون لعنصر مكاني بعينه ولا تخص غيره كأن نقول صورة لمخرج نبع طبيعي اسمه عين الفيجة، فلا تصلح لغيره من الينابيع، أمَّا إذا وضعنا صورة لنوع من الصخور البركانية أو

الرسوبية أو صورة لنوع من النباتات فهي صورة نموذج، ويمكن أن تكون البيانات الصورية بصيغة فيديو .

- **بيانات رسومية** (خرائط ومخططات لعناصر محددة): يمكن أن تكون هذه البيانات بصيغة شبكة المسح (Raster Data)، ويمكن أن تكون بصيغة خطية – متجهية (Vector Data).

4-2 : **قواعد بيانات المكونات البشرية**: لا تختلف صيغ البيانات الخاصة بالمكونات البشرية عن المكونات الطبيعية للمكان من حيث شكلها وصيغتها، ولذلك ينطبق عليها ما ذكر عن المكونات الطبيعية.

4-3: **بيانات الاستشعار عن بعد**: تعدُّ بيانات الاستشعار عن بعد ذات وزن متزايد في قواعد البيانات المكانية وذلك نظراً إلى تعدّد أنواع البيانات المكانية التي يمكن الحصول عليها من التوابع الصنعية، فإذا كانت الصور الفضائية الأولى صوراً فوتوغرافية عادية ملونة أو بالأبيض والأسود وتلتها الصور المتعددة الأطياف بألوان الطيف المرئي، ثم ما تحت الأحمر؛ فإن المرئيات الفضائية والبيانات الأخرى التي يمكن الحصول عليها بواسطة منظومات الأقمار الصناعية الحديثة كثيرة جداً، فلدينا المسح الراداري والمسح الليزري والمسح الحراري وقياسات المغناطيسية والجاذبية ومسوحات الارتفاع الرقمية والرصد بطريقة دوبلر ومنظومات تحديد المواقع ومنظومات الملاحة البحرية والجوية ومنظومات الأرصاد الجوية بكل تنوع بياناتها ومنظومات الاتصالات والبث، وكلها ذات أبعاد مكانية يمكن أن تنعكس في قواعد البيانات المكانية وتربط بخارطة الأساس بشكل أو بآخر، ممَّا دعا إلى عدّها مصدراً مستقلاً للبيانات التي تستقى من سطح الأرض.

4-4: **خارطة الأساس (Base Map)**: هي الخارطة الطبوغرافية الوطنية كبيرة المقياس التي توضع بدقة عالية لاعتمادها أساساً للخرائط والمخططات كلّها التي

تبنى على أساس نظام مساحي مناسب وتحتوي على العناصر الطبيعية والبشرية المنتشرة في المكان، ومهيئة لتكون حاملاً للبيانات كلّها الموضوعية التي تحمّل عليها، ولكن لا بدَّ من الإشارة هنا إلى أن خارطة الأساس تصدر في البداية كخارطة طبوغرافية عامة تحتوي على المكونات الطبيعية والبشرية المعتادة، أمَّا عندما يراد لها أن تكون حاملاً لإظهار بعض المكونات الطبيعية أو البشرية وإبرازها فإن الخارطة تتحول إلى موضوعية تحتفظ ببعض مكوناتها العامة التي تفيد في فهم الظاهرة الطبيعية الممثلة عليها. فعندما نقول سننتج خارطة جيولوجية فالأصل الطبوغرافي يبقى منه خطوط الكنتور ونقاط الارتفاع والمجاري المائية وطرق المواصلات والمراكز البشرية ، لأن هذه العناصر ستفيد في فهم توضع العناصر الجيولوجية وتفسيرها أو تفسير عناصر طبوغرافية على أساسها، فالمجاري المائية ترتبط من جهة بالفوالق (الصدوع) ولكن ترتبط بالوديان التي تشكلها المجاري المائية تكشفات صخرية وإرسابات يُفهم توضّعها من خلال علاقتها بالمجرى المائي وهكذا...

تعتمد بعض الدول في بناء خرائط الأساس الطبوغرافية على مقياس 1:25000 كما هو الحال في فرنسا والعديد من الدول الأوروبية، في حين تعتمد الولايات المتحدة الأمريكية وكندا ومجموعة أخرى من الدول على مقياس 1:50000، وذلك لأسباب تتعلق باتساع رقعة الدولة واتساع رقعة المناطق الخالية وشبه الخالية من النشاطات البشرية.

5: الخاتمة (النتائج والمقترحات):

بعد عرض المفاهيم ومناقشة خصائصها توصل الباحث إلى ما يأتي:

1. تتغيّر المفاهيم المساحية والكارتوغرافية باستمرار مع تغيّر التقانات المستخدمة في القياس والمعالجة والتخزين والإظهار.

2. تشكل عناصر القياس المساحية المعاصرة منظومة متكاملة لابدَّ من أخذها معاً عند بناء منظومة مساحية وطنية حديثة.
3. تحتاج المنظومة السورية إلى التحديث بمختلف مستوياتها ومفاهيمها بحيث يمكن القول: إنَّ الشبكة الجديدة المقترحة لاعلاقة لها بالقديمة إلاَّ بالمواضع التي يتم فيها وضع النقاط الجديدة مكان القديمة.
4. إن التقانات المساحية (الجيوماتية) الحالية تسمح بالوصول إلى نتائج دقيقة وسريعة وأقل تكلفة من الطرائق المساحية التقليدية، ولا يمكن تجاوز هذه الحقيقة كلياً أو جزئياً عند بناء المنظومة الجديدة؛ لذلك لا بدَّ من الإفادة من الشبكة والإطار المساحي الدولي لبناء الشبكة المحلية وتحقيق الربط مع الإطار العالمي ودول الجوار التي اعتمدته، وهذا يستدعي إلغاء فكرة سرية بيانات المنظومة المساحية الوطنية ولا يلغي خصوصيتها..

وبناء على ما تقدم يقترح الباحث ما يأتي:

- إنشاء شبكة مساحية وطنية تقوم على أحدث الأطر والمرجعيات المساحية المعتمدة .
- تبني التقانات الحديثة في بناء المنظومة المساحية والكارتوغرافية لسورية.
- التوجه نحو شفافية العمل المساحي في القطاعات المدنية بعد توحيد مرجعيتها.

تعريفات واختصارات :

- Cartesian references:هي الإحداثيات الأفقية التي تعرف النقطة نسبة إلى محورين أفقيين
- Datum: هي البيانات المساحية المتعلقة بعنصر واحد أو عناصر المنظومة المساحية
- ED-50 (European Datum 1950): بيانات الاهليلج الأرضي بحسب المرجعية المساحية الأوروبية.
- EGM-96(Earth Gravity Model): نموذج الثقالة الأرضية المحسوب على أساس بيانات 1996.
- ETRS(European Terrestrial Reference System): النظام المرجعي الأرضي الأوروبي
- EuRef(European Reference) : المرجعية المساحية الأوروبية، يجري في إطارها التنسيق لإنتاج مرجعية ثلاثية الأبعاد لكامل أوروبا.
- Galileo: هو نظام الملاحة الفضائية الأوربي لتحديد المواقع على نسق نظام تحديد المواقع الأمريكي
- Geocentric Reference: الإرجاع الجيومركزي للمواقع على سطح الأرض (نظام الإحداثيات الذي يعتمد مركز الأرض كنقطة مرجعية)
- Geodetic Coordinates: المرجعية الإحداثية هي الخطوط الوهمية التي توضع بنظام إسقاط معين للتعبير عن مواقع النقط وارتفاعها
- Geodetic System Data:بيانات المنظومة المساحية
- Glonass: المنظومة الروسية لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية
- GNSS (Global Navigation Satellite System): النظام الشامل لتحديد المواقع بالأقمار الصناعية (تتدرج تحته المنظومة الأمريكية والروسية والأوروبية لتحديد المواقع)
- Gravisat-12:القمر الصناعي المخصص لقياس الثقالة الأرضية - غرافيمتري
- GRS -80 (Geodetic Reference System):النظام المرجعي المساحي
- Horizontal Datum: بيانات النقطة أو النقاط المرجعية الأفقية المعتمدة لنظام مساحي معين
- IGN: Institute Geographique National, Paris : (المعهد الجغرافي الوطني الفرنسي) وهو المؤسسة المسؤولة عن النظام المساحي والكارتوغرافي الفرنسي والمساهم الأساسي في بناء المرجعية المساحية الأوروبية والدولية
- MERIT: Monitoring of Earth Rotation and Intercomparison of Techniques (Observation campaign) : مراقبة حركة دوران الأرض
- IERS: International Earth Rotation and Reference Systems Service: النظام الدولي المرجعي المبني على موديل رياضي ما للأرض ويتضمن مكونات المنظومة المساحية.
- ITRF: International Terrestrial Reference Frame: الإطار الدولي المرجعي لتجسيد النظام المساحي المرجعي السابق
- VLBI: Very Long Baseline Interferometry:) قياس قواعد الخطوط الطويلة جداً باستخدام الرصد من الأقمار الصناعية لتحديد شكل وأبعاد الأرض.
- SLR: Satellite Laser Ranging: القياس بالليزر من الأقمار الصناعية
- GPS: Global Positioning System: النظام الأمريكي لتحديد المواقع الشامل
- DORIS: Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (Two-way radiopositioning system): منظومة دوبلر للقياس من الأقمار الصناعية وإليها والخاصة بقياسات الأرض

- IGRS(Iraq Geospatial Reference System): المنظومة المرجعية المساحية العراقية (حديثة وضعت من قبل قوات الاحتلال الأمريكي)
- ITM (Israel Transverse Mercator): نظام إسقاط مركاتور المستعرض الإسرائيلي (ذو الثلاث درجات)
- ITRS (International Terrestrial Reference System): المنظومة المرجعية الأرضية الدولية (المقترحة من قبل الجهات الأوروبية)
- JTM (Jordan Transverse Mercator): نظام إسقاط مركاتور المستعرض الأردني (ذو الثلاث درجات)
- Lambert-93: هو مسقط لامبرت المخروطي القاطع المحسوب سنة 1993 والمعتمد في فرنسا
- Map Datums: بيانات الخارطة وتتضمن معلومات عن نظام إسقاطها وإحداثياتها وموقعها الجغرافي وغير ذلك.
- NAD-83(North American Datum): بيانات المرجعية المساحية لأمريكا الشمالية لسنة 1983 وتحديثاتها.
- NASA(National Aeronautical & Space Agency: الوكالة الوطنية للطيران والفضاء
- RGF-93(La Referential Geodisique Francais):وهي ,المرجعية المساحية الفرنسية مجموعة المحددات والمعايير المساحية المعتمدة لفرنسا بموجب المرسوم 272 لسنة 2006
- RS (Reference System): النظام المرجعي المبني على موديل رياضي ما للأرض ويتضمن مكونات المنظومة المساحية.
- RF (Reference Frame): الإطار المرجعي لتجسيد النظام المساحي المرجعي السابق
- STM (Syrian Transverse Mercator): نظام إسقاط مركاتور المستعرض السوري (ذو الثلاث درجات)
- USGS (Unaited State Geological Survey) وكالة المسح الجيولوجي الأمريكية
- UTM(Universal Transverse Mercator): مسقط مركاتور المستعرض العالمي ونظام إحداثياته
- Vertical Datum: المرجعية الرأسية – أي بيانات نقطة أو نقاط الارتفاع المرجعية
- VLBI: Very Long Baseline Interferometry: خطوط القواعد المساحية الطويلة جداً على سطح الأرض
- WGS-84(World Geodetic System) (الأمريكي) النظام المرجعي المساحي الدولي ويتضمن سلة من المعايير المساحية للكرة الأرضية بحسب القياسات الأمريكية سنة 84 وما تلاها.

المصادر والمراجع

أولاً العربية:

1- البني صريح ، هل نشهد ولادة الهيئة المساحية السورية؟، صحيفة الثورة الالكترونية 2008/1/15

2- الأشرف نبيل، إدارة العمل المساحي في سورية ، المهندس العربي 2008

3- سلمى ناصر، نظام المعلومات الجغرافية الوطني كمكون أساسي لبناء الحكومة الإلكترونية، الندوة الثامنة لأقسام الجغرافية بجامعات المملكة السعودية – مكة المكرمة 2003 م.

4- صافية سميح، المساحة1 ، كلية الهندسة المدنية – جامعة دمشق 1998

5- الطرابيشي عارف ، مشروع قانون هيئة المساحة ، صحيفة الثورة الالكترونية ، 25 / 7 / 2004

6- رئاسة مجلس الوزراء، قرار رقم 204 تاريخ 2008/1/20 ، تشكيل لجنة الأنظمة المساحية والجغرافية، دمشق 2008

7- محمد بهجت ، بنك المعلومات الجغرافية الوطني سورية نموذجاً، الملتقى الخامس للجغرافيين العرب ، الكويت 2009 .

8- محمد بهجت ، عيد صفية المساحة والمصورات، قسم الجغرافية – جامعة دمشق 2004

9- محمد بهجت، ادريس يونس، نظام المعلومات الجغرافية، دليل استخدام Arc View 3,2 دمشق 2008

10- القانون رقم 7 لعام 2010 . فك ارتباط المصالح العقارية بوزارة الزراعة وإتباعها بوزارة الإدارة المحلية

11- هيئة تخطيط الدولة (سورية)، الخطة الخمسية العاشرة 2006-2010- دمشق 2006

ثانياً : الأجنبية :

1. Aydin Ustun, Huseyin Demirel 2006, Long Range Geoid testing by GPS-Leveling data in Turkey , Journa; Survey engineerinf v. 13.2.
2. BKG (Federal Agency for Cartography and Geodesy) Products of the national geodetic reference systems,2010
3. British Geology Survey 2010 ,the Earth s Magnetic Field, 2010
4. Cassini Projection,
5. Clifford J, Mugnier C.P. Grid and Datum of USA, Louisiana University ,2005
6. Clifford J. Mugnier C.P Grids & Datums Israel, Louisiana University 2000
7. Clifford J. Mugnier C.P Grids & Datums of Jordan, Louisiana University 2006 p.1318
8. Clifford J. Mujnier C.P. Grids & Datums Republic of Turkey, Louisiana University 2005
9. Cliford J. Mugnier C.P. Grids & Datums Syria. C.M.S. Louisiana University 2001
10. DESCRIPTIFS QUASI-GEOIDES ET GRILLES DE CONVERSION ALTIMETRIQUE SUR LA FRANCE METROPOLITAINE, IGN 2010,23 p. France.
11. Deutsches Geoditisches Forschungs Institut (DGF) 2007, On he ITRS Datum Specifications, Munchen,Germany2007
12. [1] Digital Globe Elevation Products, Digital Globe website,11-2010
13. ESRI 1999-2002, Building a Geo database ,
14. Francois Duquenne, Evalution des References Verticales, Journee Geodesie ,IGN France,2010
15. Franson J.2010, Franson Technology AB.The Coordinate Formats.
16. Hakan S. ,Kutoglu 2005: Datum Issue in Deformation Monitoring Using GPS,
17. IGN France 2010, International Terrestrial Reference Frame 08, directed by Al Tamimi Zoheir,2010.
18. IGN France, Sea Level Monitoring programme, William Mitchell, The Australian ----Basel line Sea Level l- 2010, Monitoring Project L'évolution des références géodésiques de la NTF.u
19. James R. Clynch 2006, Introduction to Datums, 2006,

20. Jean Kovalevski, Les debuts de Geodesie Spatiale, Journee Geodesie ,IGN France,2010.
21. Jemes R. Clynch,2006, Datum Map Coordinate Reference Frame.
22. K.N. Celik, T. Ayan, R. Deinz 2007, Geodetic Infrastructure of Turkey for GIS ,GPS & RS Applications
23. NASA Science 2010, Earth ,s Inconstant Magnetic Field , 2010
24. National Geospatial-Intelligence Agency (NGA), May, 2009 - Global 2.5 Minute Geoid Undulation Grid available in GIS format.[1] (2009)
25. Nikolaos Pavlis 2008 ,NGA, Geodesy and Geophysics Basic and Applied Research
26. Community Coordinated Modeling System Center , -----Geomagnetic Field Model 1945 -2010, and related parameters
27. Pascale Willis, Le Systeme DORIS, Journee Geodesie ,IGN France,2010.
28. Peter Dana1995 , Datum wgs1984 & Geoide 1995
29. Peter Dana1995 ,Geodetic Datum overview , www.colorado.edu,geog
30. RGF93 - 2006.IGN France,272/2006
31. The Swedish International Development Agency , Draft final report, January 2008 Damascus
32. USGS, WGS84,version of EGM2008 released. Includes grids and programs for computing geoid undulations relative to WGS 84 Ellipsoid.2008
33. Wasim Al Hassani 2007, ACSM, Bulletin,12-2007, pp. 34 - 38
34. Wikipedia 2010 ,WORLDWIDE GEOMETRIC SATELLITE TRIANGULATION NETWORK 2010, BC-4 CAMERAS.GIF,2010
35. Wikipedia 2010, Latest version of North American Datum, 2010
36. Wikipedia 2010, WGS-84, last updating 9-2010
37. www.mapmart.com2008./DEM/ DEM.htm-6-2008
38. Zuheir Altamimi, Galileo et ITRF, Journee Geodesie ,IGN France,2010.

تاريخ ورود البحث إلى مجلة جامعة دمشق 2010/12/21