



قسم الجغرافيا الفرقة الأولى مبادئ الخرائط

الأستاذ الدكتور

عبد العظيم أحمد عبد العظيم

أستاذ الجغرافيا البشرية

رئيس قسم الجغرافيا

كلية الآداب . جامعة دمنهور

مصر

الفصل الرابع - شبكة الإحداثيات

أولا - خصائص شبكة الإحداثيات:

١ = أبعاد الأرض:

الأرض في واقع الأمر ليست كرة هندسية متقنة، وهي حقيقة سبق أن اكتشفها نيوتن في نهاية القرن السابع عشر، وقد أثبت القياس الدقيق فيما بعد أن هناك اختلافات بين أبعاد الكرة الأرضية، فقد ظهر أن القطر الاستوائي أطول من قطرها القطبي بنحو ٤٣,٥ كيلومتر، إذ يبلغ القطر الاستوائي ١٢٦٨٣,٥ كم، والقطر القطبي ١٢٦٤٠ كم "شكل ٩". معنى هذا أن شكل الأرض مفرطح عند القطبين ومنبعج عند خط الاستواء ونسبة الفرطحة هي ١: ٢٩٧.

أما محيط الكرة الأرضية فإنه يزيد نوعاً في دائرة خط الاستواء عن المحيط المار بالقطبين، فالمحيط الاستوائي يبلغ طوله نحو ٤٠٠٧٦ كم، والقطبي نحو ٤٠٠٠٧ كم، والمسافة بين أي من القطبين وخط الاستواء نحو ١٠,٠٠٠ كم، وتقدر مساحة الأرض بنحو ٥١٠ مليون كم^٢.

٢ = خطوط العرض والطول:

هي خطوط تصورية ترسم على سطح الكرة الأرضية بنظام معين حتى يتيسر تحديد مواقع الأماكن والبلدان على سطح الأرض، وبما أن الأرض تدور حول نفسها فقد نشأ عن دورانها هذا وجود نقطتين ثابتتين عند طرفي محور الدوران وهما القطبان، ويمكن استخدامهما في رسم خطين تتخذهما أساساً لتعيين مختلف المواقع.

الخط الأول:

يرسم في منتصف المسافة بين القطبين، ويلف حول الكرة الأرضية في شكل دائرة كاملة، ويسمى خط الاستواء أو الدائرة الاستوائية، ويقسم سطح الكرة الأرضية إلى نصفين متساويين: نصف الكرة الشمالي ونصف الكرة الجنوبي.

الخط الثاني:

يصل بين القطبين ويمر ببلدة جرينتش بجوار لندن، ويسمى لذلك بخط جرينتش أو خط الطول الرئيسي.

خطوط العرض:

هي دوائر ترسم حول الكرة الأرضية موازية لخط الاستواء في شماله وجنوبه، وأكبرها خط الاستواء. وتصغر هذه الدوائر تدريجياً حتى تصبح مجرد نقطة عند كل من القطبين، وبما أن المسافة بين خط الاستواء وكل من القطبين

ربع دائرة أو ٩٠°، كان عدد خطوط العرض ٩٠ خطاً في شمال خط الاستواء و ٩٠ في جنوبيه، ومن ثم تصبح المسافة بين كل خط عرض وآخر درجة واحدة، فالمسافة بين دوائر العرض متساوية تقريباً.

خطوط العرض الرئيسية:

حتى لا تزدحم الخرائط العامة للكرة الأرضية بكثرة الخطوط، يكتفى عادة برسم دوائر العرض الرئيسية وهي:
١ - خط الاستواء: وهو أكبر الدوائر العرضية، وتسقط عليه أشعة الشمس عمودية تماماً مرتين في السنة، ودرجته صفر.

٢ - المداران: وهما الدائرتان العرضيتان اللتان تتعامد أشعة الشمس على كل منهما مرة في السنة، ولا تتعداهما شمالاً وجنوباً، ويعرف الشمالي منها بمدار السرطان ودرجته ٢٣.٥° شمالاً، أما الجنوبي منها فيعرف بمدار الجدي ودرجته ٢٣.٥° درجة جنوباً.

٣ - الدائرتان القطبيتان: إحداها في الشمال والأخرى في الجنوب، وتبعد كل منهما عن خط الاستواء بمقدار ٦٦.٥° درجة.

٤ - القطبان: وهما مرد نقطتين عند طرفي محور الأرض، ودرجة كل منهما ٩٠° درجة شمالاً وجنوباً، وتسمى دوائر العرض القريبة من خط الاستواء بالعروض العليا، أما ما يقع بينهما فيعرف بالعروض الوسطى أو المعتدلة. وتدعى خطوط العرض القريبة من المدارين باسم العروض المدارية أو عروض الخلل. ويمكن التعرف على الحالة المناخية لمكان ما عن طريق معرفة موقعه بالنسبة لخط العرض. فكلما اقترب المكان من خط الاستواء ارتفعت درجة حرارته، وكلما ابتعد عنه انخفضت درجة حرارته؛ وذلك لأن أشعة الشمس تسقط عمودية أو قريبة من العمودية في العروض الاستوائية. فتشدد حرارتها تبعاً لذلك. بينما يزداد ميل أشعة الشمس ويقل تأثيرها الحراري كلما ابتعدنا عن العروض الدنيا.

خطوط الطول:

هي خطوط وهمية، تصل بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي، وتقطع خط الاستواء متعامدة عليه، وهي تسمى أيضاً خطوط الزوال؛ نظراً لأن جميع الأماكن التي تقع على أي خط منها يحل فيها الظهر في وقت واحد. وهي أنصاف دوائر تلتقي عند القطبين، ومتساوية في أطوالها وغير متوازية، وعددها ٣٦٠ خطاً، منها ١٨٠ خطاً شرق خط جرينتش، و ١٨٠ إلى الغرب منه.

وينطبق خط طول ١٨٠ شرقاً و ١٨٠ غرباً ليكونا معا خطاً واحد يعرف بـ (خط التاريخ الدولي)

٣ = أهمية خطوط الطول:

١ - تعيين مواضع الأمكنة على سطح الكرة الأرضية بدقة: فالموقع الصحيح لمكان ما على سطح الأرض يمكن تعيينه بتحديد موضعه بالنسبة لخط الاستواء شمالاً أو جنوباً وذلك بدرجات العرض، وتحديد ذلك الموضع أيضاً بالنسبة لخط جرينتش شرقاً أو غرباً بالدرجات الطولية، فإذا أردنا تعيين موقع القاهرة وجب علينا أن نعرف خط العرض وكذلك خط الطول اللذين تقع عليهما. ويقول حينئذ: إن القاهرة تقع عند التقاء خط عرض ٣٠ درجة شمالاً "أي شمال خط الاستواء" بخط طول ٥٣١.١٥ شرقاً "أي شرق خط جرينتش".

٢ - تفيد في ضبط رسم الخرائط، وفي تعيين المواقع والاتجاهات اللازمة للبحارة والطيارين والمسافرين.

٣ - ويستفاد من خطوط الطول في معرفة زمن مختلف البلدان.

٤ = علاقة خطوط الطول بالزمن:

يتوحد الزمن في الأماكن الواقعة على خط طول واحد، فيحلُّ الزوال أو الظهر مثلاً في جميعها في وقت واحد، فتوقيت الإسكندرية كتوقيت لننجراد بالاتحاد السوفيتي وكتوقيت الأبيض بالسودان، فالبلدان الثلاثة تقع على خط طول واحد تقريباً "٣٠ درجة شرقاً" ولكن التوقيت يختلف في الأماكن الواقعة على خطوط طول مختلفة. فنجد وقت الزوال في بغداد أسبق منه في بورسعيد بنحو خمسين دقيقة، وفي بورسعيد أسبق منه في الإسكندرية بنحو عشر دقائق، وفي الإسكندرية أسبق منه في بنغازي بنحو أربعين دقيقة.

١ - حينما يحلُّ الظهر أو الزوال فوق خط جرينتش، يصبح الزمن في جميع الأماكن الواقعة عليه ١٢ ظهرًا، فساكن لندن أو وهران "بالجزائر" أو أكرا "غانا" وهي جميعاً تقع على ذلك الخط تقريباً يرى الشمس في السمات، بينما الواقف على خط طول ١٨٠ درجة "شرقي جزر نيوزيلندا بالمحيط الهادي" يسمع الساعة تدق معلنة منتصف الليل.

٢ - ويشاهد الواقف في مدينة نيواورليانز مثلاً "على خليج المكسيك" عند خط ٩٠ غرباً الشمس وهي تشرق في الأفق في الساعة السادسة صباحاً بينما يلاحظها ساكن مدينة دكا "بينجلاديش" عند خط طول ٩٠ شرقاً، وهي تغيب في الساعة السادسة مساءً.

والسبب في اختلاف الزمن في الأماكن الواقعة على خطوط طول متباينة يرجع إلى:

أ- دوران الأرض حول نفسها أمام الشمس مرة كل ٢٤ ساعة كاملة. ولما كان سطح الكرة الأرضية قد

قسم إلى ٣٦٠ درجة طولية، فإن الأرض تقطع في الساعة الواحدة ١٥ درجة طولية، والخط الواحد = ٤ دقائق

ب- اتجاه دوران الأرض حول نفسها باستمرار وبسرعة منتظمة من الغرب إلى الشرق، ويترتب على ذلك أن الشمس تشرق على الأماكن الواقعة على خطوط الطول الشرقية قبل أن تشرق على الأماكن الواقعة على خطوط الطول الغربية بمعدل ٤ دقائق عن كل خط.

ويمكن تعيين زمن مكان ما باتباع الخطوات الآتية:

١- احسب الفرق في درجات الطول بين المكان الذي تريد تعيين زمنه وأي خط آخر زمنه معروف.

٢- حول هذه الدرجات إلى دقائق ثم إلى ساعات.

٣- أضف الدقائق أو الساعات إذا كان المكان واقعاً في الشرق، وأنقصها إذا كان في الغرب.

ولنضرب لذلك الأمثلة الثلاثة الآتية:

المثال الأول:

إذا كانت الساعة ١٢ ظهرًا في الإسكندرية الواقعة على خط طول ٣٠ درجة شرقًا، فكم تكون الساعة في طرابلس بالجماهيرية الليبية الواقعة على خط طول ١٥ درجة شرقًا.

الحل:

١- الفرق بالدرجات الطولية بين البلدين = $30 - 15 = 15$ درجة.

٢- الفرق في الزمن بين البلدين = $15 \times 4 = 60$ دقيقة " ١ ساعة".

٣- لما كانت طرابلس تقع إلى الغرب من الإسكندرية فإن زمنها يكون متأخرًا عن زمن الإسكندرية.

٤- إذا زمن طرابلس = ١٢ ظهرًا - ١ ساعة = ١١ صباحًا.

المثال الثاني:

إذا كانت الساعة ١٢ ظهرًا في الإسكندرية الواقعة على خط طول ٣٠ درجة شرقًا، فكم تكون الساعة في بغداد الواقعة على خط طول ٤٥ درجة شرقًا؟

الحل:

١- الفرق بالدرجات الطولية البلدين = $45 - 30 = 15$ درجة طولية.

٢- الفرق في الزمن بين المكانين = $15 \times 4 = 60$ دقيقة " ساعة واحدة".

٣- لما كانت بغداد تقع إلى الشرق من الإسكندرية فإنها تسبقها في الزمن.

٤- إذا زمن بغداد = ١٢ ظهرًا + ١ ساعة = ١ مساءً.

يلاحظ في المثالين السابقين أن البلدان المذكورة تقع كلها على خطوط طول في جهة واحدة إلى الشرق من جرينتش. ويمكن اتباع نفس الخطوات السابقة لبلدان تقع إلى الغرب من ذلك الخط. أما إذا أردت تعيين زمن مكان يقع إلى الشرق من جرينتش بالاستعانة بمكان آخر زمنه معروف ويقع إلى الغرب من ذلك الخط، أو العكس، فيمكن اتباع الخطوات التي نوردتها في المثال التالي:

المثال الثالث:

إذا كانت الساعة ١٢ ظهرًا في الإسكندرية الواقع على خط طول ٣٠ درجة شرقًا، فكم تكون الساعة في نيويورك الواقعة على خط طول ٧٥ درجة غربًا.

الحل:

$$١ - \text{الفرق بالدرجات الطولية بين الإسكندرية وجرينتش} = ٣٠ - ٠ = ٣٠ \text{ درجة طولية.}$$

$$٢ - \text{الفرق بالدرجات بين نيويورك وجرينتش} = ٧٥ - ٠ = ٧٥ \text{ درجة طولية.}$$

$$٣ - \text{الفرق بالدرجات الطولية بين الإسكندرية ونيويورك} = ٧٥ + ٣٠ = ١٠٥ \text{ درجة طولية.}$$

$$٤ - \text{الفرق في الزمن بين المدينتين} = ١٠٥ \times ٤ = ٤٢٠ \text{ دقيقة} = ٧ \text{ ساعات.}$$

$$٥ - \text{بما أن نيويورك تقع غرب الإسكندرية فإن توقيتها يتأخر عن توقيت الإسكندرية.}$$

$$٦ - \text{إذا زمن نيويورك} = ١٢ \text{ ظهرًا} - ٧ \text{ ساعة} = ٥ \text{ صباحًا.}$$

٥ = تعيين خط طول المكان:

ويمكنك بطريقة مماثلة أن تعرف خط طول مكان ما ذلك باتباع الخطوات التي نوردتها في المثال الآتي: إذا كانت الساعة ١٢ ظهرًا في الإسكندرية، وكانت الساعة العاشرة صباحًا في وهران بالجزائر الواقعة على خط جرينتش، فما خط طول الإسكندرية.

الحل:

$$١ - \text{الفرق في الزمن بين المدينتين} = ١٢ - ١٠ = ٢ \text{ ساعة أي } ١٢٠ \text{ دقيقة.}$$

$$٢ - \text{الفرق بالدرجات الطولية بين المدينتين} = ١٢٠ \div ٤ = ٣٠ \text{ درجة طولية.}$$

$$٣ - \text{وبما أن زمن الإسكندرية متقدم على زمن وهران. إذا فالإسكندرية تقع إلى الشرق من وهران.}$$

$$٤ - \text{إذا تقع الإسكندرية على خط طول } ٣٠ \text{ درجة شرقًا.}$$

يتم تحديد موقع أي نقطة على سطح الكرة الأرضية بواسطة شبكة الإحداثيات الجغرافية، ويستعمل خط الطول المبدئي ودائرة خط الاستواء، كما يمكن الاستفادة من هذه الشبكة في تحديد اتجاه الخريطة لأن خطوط العرض تمتد في اتجاه شرقي - غربي، وخطوط الطول في اتجاه شمال جنوب. والخريطة بمختلف أحجامها تغطي رقعة من جغرافيه محددة لها طول ولها عرض بمعنى أن امتداد أو اتساع مكاني، ويسعى الجغرافيون لتحديد هذا الامتداد المكاني بمعرفة موقعه الفلكي. ولمعرفة هذا لابد من الإلمام بمفهوم الإحداثي الجغرافي.

ثانياً- تطبيقات الإحداثيات الجغرافية:

تستخدم الإحداثيات الجغرافية (دوائر العرض و خطوط الطول) (في عدد كبير من التطبيقات في مجالات الجغرافيا و الخرائط و الهندسة المدنية و المساحية، وتشمل بعض هذه التطبيقات ما يلي.

١=تحديد الاتجاهات:

الإحداثيات الجغرافية هي الهيكل العظمي للخريطة، ومن أهم تطبيقاتها تحديد الاتجاهات علي الخريطة فاتجاه زيادة قيم خطوط الطول علي الخريطة يدل علي اتجاه الشرق بينما اتجاه تناقصها يدل علي اتجاه الغرب. وبالمثل فأن اتجاه زيادة قيم دوائر العرض علي الخريطة يدل علي اتجاه الشمال بينما اتجاه تناقصها يدل علي اتجاه الجنوب.

٢=تحديد المواقع:

أهم استخدامات الإحداثيات الجغرافية يكمن في التحديد الدقيق لموقع أي ظاهرة أو معلم جغرافي سواء علي سطح الأرض أو علي الخريطة.

٣=تحديد مقياس رسم الخريطة:

تمكننا الإحداثيات الجغرافية من حساب المسافة الحقيقية علي سطح الأرض بين أي نقطتين، فإذا قمنا بقياس المسافة علي الخريطة بين هاتين النقطتين أمكننا حساب مقياس رسم هذه الخريطة في حالة أنه غير معلوم.

٤=الملاحة:

يمكن التحرك من نقطة معلومة الإحداثيات إلى نقطة أخرى معلومة الإحداثيات من خلال حساب أو تقدير المسافة و الاتجاه بين كلتا النقطتين، وهذا ما يطلق عليه الملاحة. ويتم استخدام الإحداثيات الجغرافية في الملاحة البرية (التحرك بين نقطتين معلومتين عن طريق السيارة) (والملاحة البحرية (عن طريق السفن) (و الملاحة الجوية (بالبطائرات) (والملاحة الفضائية) (باستخدام مكوك الفضاء)، فالإحداثيات الجغرافية هي التي تمكننا من تحديد اتجاه و طول خط السير بين النقطتين أو المكانين.

٥= تحديد الأقاليم المناخية:

تستخدم دوائر العرض في معرفة الأقاليم المناخية السائدة لأي موقع علي سطح الأرض.

٦= تحديد الزمن:

- تدور الارض حول محورها أمام الشمس من الغرب إلى الشرق وهي تدور حول نفسها دورة كاملة كل (٢٤) ساعة.

- تكمل خطوط الطول (٣٦٠ خطاً) دورة أمام الشمس في مدة (٢٤) ساعة.
- تقسم (٣٦٠ على ٢٤) فكل ١٥ خطاً من خطوط الطول تلزمها ساعة واحدة.

مثال:

- تقع مدينة دبي عند خط طول (٥٥) شرقاً تقع مدينة بومباي عند خط طول (٧٣) شرقاً
- فرق خط الطول بينهما = $٧٣ - ٥٥ = ١٨$ خط طول.
- ويكون فرق الوقت بينهما = $١٨ \times ٤ = ٧٢$ دقيقة (أي ساعة و ١٢ دقيقة)

مثال:

- إذا كانت الساعة في مدينة جرينتش بالإنجلترا الآن ٧:٣٠ مساءً فكم تكون الساعة في مدينة القاهرة الواقعة على خط الطول ٣٠ شرقاً
- من المعلوم أن خط طول جرينتش = ٠
- فرق خطي الطول = $٣٠ - ٠ = ٣٠$
- وحيث أن ١ درجة من خطوط الطول = ٤ دقيقة زمنية، فإن:
- $٤ \times$ فرق الزمن بالدقائق = فرق خطوط الطول
- $٤ \times ٣٠ = ١٢٠$ دقيقة
- $١٢٠ \div ٦٠ = ٢$ ساعة
- وحيث أن مدينة القاهرة تقع شرق جرينتش، فإن الزمن بالقاهرة سيكون أكثر من الزمن بجرينتش في نفس الوقت:

الزمن في مدينة القاهرة = الزمن في مدينة جرينتش + فرق الزمن

$$٩:٣٠ = ٧:٣٠ + ٢$$

* يمكن التعرف على الزمن باستخدام القاعدة:

- (١) إضافة فرق الزمن إذا كان المكان أو المدينة المطلوب معرفة وقتها تقع جهة الشرق.
- (٢) طرح فرق الزمن إذا كان المكان أو المدينة المطلوب معرفة وقتها تقع جهة الغرب.

٧= تحديد المسافات:

- إذا خلت الخريطة من مقاس رسم نقوم بتقدير المسافة عن طريق استخدام دوائر العرض , حيث إن المسافة بين كل درجتين عرض متتاليتين تساوي (١١١) كيلو متر.

مثال:

قسم الجغرافيا - الفرقة الأولى - مبادئ الخرائط - أ.د.: عبد العظيم أحمد عبد العظيم - كلية الآداب . جامعة دمنهور - مصر

- مدينة ابوظبي تقع عند دائرة عرض ٢٥ شمالاً والمسافة بينها وبين خط الاستواء ٢٥ - صفر = ٢٥ درجة عرضية أي $١١١ \times ٢٥ = ٢٧٧٥$ كم.
- أما المسافة بينها وبين القطب الشمالي = $٩٠ - ٢٥ = ٦٥$ أي تساوي $١١١ \times ٦٥ = ٧٢١٥$ كم