جامعة السلطان قابوس
مجلة الآداب والعلوم الاجتماعية

Sultan Qaboos University
Journal of Arts & Social Sciences

التمثيل الكارتوغرافي الأمثل للظاهرات المتحركة على الخرائط الموضوعية

عبد الرحمن مصطفى دبس

أستاذ
كلية الآداب والعلوم الإنسانية
جامعة طيبة
Dobs1962@hotmail.com

تاريخ الاستلام: ٢٠١٦/١٢/١٤
تاريخ القبول للنشر: ٢٠١٧/١٢/١٩

التمثيل الكارتوغرافي الأمثل للظاهرات المتحركة على الخرائط الموضوعية

عبد الرحمن مصطفى دبس

الملخص:

تتنوع الظاهرات الجغرافية المتحركة، التي تتواجد في الطبيعة، وتتحرك بين مواقع مختلفة، ومن هذه الظاهرات ما هو مادي ملموس، مثل: الهجرة السكانية، وحركة الأوراق النقدية، وحركة السلع، وحركة الطائرات والسفن والعربات، ومنها ما هو غير ملموس، مثل: الطاقة، والأفكار، والسمعة، والحضارة، كما أن هذه الظاهرات تمتلك في حركتها عددًا من الخصائص منها: مسار الحركة الذي تسلكه، وسرعة الحركة، والمواقع التي تتحرك بينها، وقوة الظاهرة المتحركة أو شدتها، ونوع الظاهرة المتحركة وبنيتها. هذا ويتم عرض الظاهرات الجغرافية المتحركة المختلفةعلى خرائط تسمى "خرائط الحركة"، التي تنتمي بطبيعتها ووظيفتها إلى الخرائط الموضوعية، وذلك بواسطة رموز الحركة. تم في هذا البحث دراسة معظم طرق التمثيل الكارتوغرافية، المستخدمة في إعداد الخرائط الموضوعية ورسمها، و التركيز على طرق الترميز برموز الحركة موضوع البحث، بعد ذلك تم التطرق إلى طبيعة الظواهر المتحركة وأنواعها، ثم تحديد هذه الظواهر وخصائصها المختلفة، وعرض أساليب تمثيلها على الخرائط وتحليل طرقها؛ وذلك بواسطة رموز الحركة وخصائصها المتنوعة، وأخيراً تحديد الطرق الأمثل لتصميم خرائط الحركة وإخراجها. يهدف هذا البحث إلى دراسة الظواهر المتحركة، وأنواعها، وخصائصها، وتحليل الأساليب المستخدمة حالياً في تصويرها وعرضها على خرائط الحركة، واقتراح طرق وأساليب جديدة في هذا المجال، وكذلك في مجال إعداد خرائط الحركة وإخراجها بالصورة الصحيحة، التي تساعد على عرض الظاهرات الجغرافية على الخرائط، بدون أي تشويش، أو تشويه، أو غموض. وبناء على ما تم دراسته في هذا البحث، تم التوصل إلى عدة نتائج منها: حصر التمثيل الكارتوغرافية وتحديد طرق ومجال استخدامها، تحديد طرق التمثيل الأنسب للظواهر المتحركة، وخصائصها المختلفة على الخرائط الموضوعية، وتحديد الطرق الأمثل لتصميم خرائط الحركة وإخراجها.

الكلمات المفتاحية: الخرائط الموضوعية، خرائط الحركة، الظاهرات المتحركة، طرق التمثيل الكارتوغرافية.

Optimal Cartographic Representation of Geographical Mobile Phenomena on Thematic Maps

Dobs Abdul - Rahman

Abstract:

Nature is full of geographical kinetic phenomena; some are tangible such as population emigration, money transfer, goods movement and transportation. Yet others are intangible such as energy, thoughts, reputation and civilization. These phenomena have got specific characteristics while moving such as the movement's route, speed, locations, strength of the kinetic phenomena and their type and structure. Different geographical kinetic phenomena can be illustrated on maps called "Animation Maps", which are considered part of the Thematic Maps, based on their nature and function by the motion symbols. This article studies most of the cartographic representation methods that are used in designing Thematic Maps. It also concentrates on motion symbolizing methods. It studies the nature and types of kinetic phenomena and identifies their different characteristics, and presents and analyzes its numerous demonstration ways on maps, using animation symbols. Finally, it reveals the best ways to design and present Animation Maps. This paper aims to study kinetic phenomena and their kinds and characteristics, and to analyze the methods currently used to demonstrate them on Animation Maps. This leads to suggest new methods and ways in this field, in order to assist in demonstrating geographical phenomena on maps accurately and clearly. The study reached a number of results such as determining cartographic representation methods and their fields, and finding the best optimal representation methods of kinetic geographical phenomena, and their different characteristics on Thematic Maps, and thus determining the best methods to design and present Animation Maps.

Keywords: Thematic Maps, Flow Maps, Animated Phenomena, Methods of Map Representation.

المقدمة:

تتنوع الظاهرات الجغرافية المتحركة، التي تتواجد في الطبيعة، وتتحرك بين مواقع مختلفة، ومن هذه الظاهرات ما هو مادي ملموس، مثل: الهجرة السكانية، وحركة الأوراق النقدية، وحركة السلع، وحركة الطائرات والسفن والعربات. ومنها ما هو غير ملموس، مثل: الطاقة، والأفكار، والسمعة، والحضارة، (Debiaci, et al., 2014)، كما أن هذه الظاهرات تمتلك في حركتها عددًا من الخصائص، منها: مسار الحركة الذي تسلكه، سواء كان معلوماً أو وهمياً، واتجاه الحركة، وسرعة الحركة، والمواقع التي تتحرك بينها، وقوة الظاهرة المتحركةأوشدتها، ونوع الظاهرة المتحركةوبنيتها (Salishev, 1990, 82).

ويتم عرض الظاهرات الجغرافية المتحركة المختلفة: الطبيعية، والبشرية، والاقتصادية، على خرائط تسمى "خرائط الحركة"، التي تنتمي بطبيعتها ووظيفتها إلى الخرائط الموضوعية؛ وذلك بواسطة رموز الحركة، التي يستخدم منها النوعان: الخطوط، والأسهم، إذ يستخدم الرمز المناسب، وفقاً لنوع، حركة الظاهرة المصورة على الخريطة، وخصائصها وطبيعتها (Berliant, 2002, 112).

عرف (Verbeek, et al.,) خرائط التدفق على أنها خرائط موضوعية، تصور (تعرض) حركة الأجسام، مثل الناس، والسلع بين المواقع أو المناطق الجغرافية ، كما عرفها (Slocum, et al. 2009) على أنها خريطة موضوعية، يتم التركيز فيها على عرض النمط المكاني لواحد أو أكثر من السمات (المعالم) الجغرافية. وعرفها أيضاً (سلمى، ١٩٩٥: ١٦١) في كتابه "خرائط التوزيعات البشرية - مفهومها وطرق إنشائها" على أنها عبارة عن خرائط إحصائية تستخدم فيها الخطوط مختلفة السمك لتمثيل ظاهرة حركية بين موقع مختار ومجموعة من المواقع المحيطة به أو البعيدة عنه أو العكس، أو بين عدد من المواقع فيما بينها.

هذا وتعد خرائط الحركة الأكثر انتشاراً واستخداماً في عرضها لحركة البيانات، بواسطة خطوط مستقيمة أو منحنية، تربط بين مواقع المصدر والهدف، ولقد استخدمت خرائط الحركة في عرض الكثير من بيانات الحركة، مثل: الهجرة السكانية (Tobler, 1887)، وحركة السلع (Ullman & Dacey, 1960)، والنقل (Gould 1967)، وأنماط الجريمة (Groff & McEwen, 2006)، والحركة السياحية (Landré, & Peeters, 2012)، مع الإشارة إلى أنه تم إنشاء أول خريطة تدفق من قبل الرسام هنري دروري Henry Drury في العام ١٨٣٧؛ وذلك لإظهار نقل الركاب في إيرلندا. ومنذ عام ١٩٧٠، ونظراً لضخامة الحركة وتشعب بياناتها، تم استخدام الحاسوب لرسم خرائط الحركة.

إن مسألة تتبع الحركة عبر الفضاء الجغرافي، وتصور البيانات المتحركة على الخرائط، يعد حجر الزاوية لجوانب عديدة، من الدراسات التي تجرى على المعالم، والظواهر الطبيعية والمجتمعات البشرية، وتحدياً مهماً في رسم الخرائط، هذا وقد تم في السنوات الأخيرة إحراز تقدم كبير في مسألة تصور البيانات المكانية المتحركة، وخاصة تلك التي تتحرك من موقع واحد إلى عدة مواقع، وتم استخدام تقنيات جديدة في ذلك منها: التجميع الهرمي، والحافة الملزمة، وتوجيه الحافة، والقوات الموجهة، والأشجار اللولبية (Zhou, et al. 2013)، كما أن موضوع تحليل حركة البيانات أو الظاهرات يعد موضوعًا حساسًا وحيويًا في مجال التحليلات البصرية للخرائط، وقد تمفي الآونة الأخيرة تطوير مجموعة واسعة من وسائل وأدوات تحليل حركة البيانات وأدواتها، وهي تسمح للمحللين بإلقاء نظرة على البيانات المتحركة من وجهات نظر متعددة، وإنجاز المهام التحليلية المختلفة (Andrienko, et al., 2013, 1).

أهداف البحث:

هدف البحث: يهدف هذا البحث إلى دراسة الظواهر المتحركة، وأنواعها، وخصائصها، وتحليل الأساليب المستخدمة حالياً في تصويرها وعرضها على خرائط الحركة، واقتراح طرق وأساليب جديدة في هذا المجال، وفي مجال إعداد إخراج خرائط الحركة وإعدادها بالصورة الصحيحة، التي تساعد على عرض الظاهرات الجغرافية على الخرائط، بدون أي تشويش، أو تشويه، أو غموض.

منهجية البحث: تم تنفيذ هذه الدراسة بالاعتماد على المنهج الاستنباطي، والوصفي التحليلي، وقد تم بها الوصول إلى الهدف المنشود وفق المنهجية الأتية: تم أولاً دراسة معظم طرق التمثيل الكارتوغرافية المستخدمة في إعداد الخرائط الموضوعية ورسمها، والتركيز على طرق الترميز برموز الحركة موضوع البحث، بعد ذلك تم التطرق إلى طبيعة الظواهر المتحركةوأنواعها، ثم تحديد هذه الظواهر وخصائصها المختلفة، وعرض طرق وأساليب تمثيلها على الخرائط وتحليلها؛ وذلك بواسطة رموز الحركة وخصائصها المتنوعة،وأخيراً تحديد الطرق الأمثل لتصميم خرائط الحركةوإخراجها.

الدراسات السابقة:

عند البحث عن الدراسات السابقة حول موضوع بحثنا هذا، لم يتم العثور ضمن البحوث والدراسات باللغة العربية، على أي بحث تناول هذا الموضوع، وإنما كان هناك عرض مبسط في هذا الموضوع، ضمن بعض الكتب الخرائطية: (الشرنوبي، ١٩٧٠: ٧٨-٩٢)، (سطيحة، ١٩٧٢:٢١٨-٢٣٢)، (العيسوي، ٢٠٠٠: ٢٠٥-٢٢٢)، (أبو راضي، ٢٠٠٠: ٦٥-٦٨)، (بن سلمى، ١٩٩٥: ١٦١-١٧٦)، (دبس، ٢٠١٢: ١٦٧-١٧٦)، وأما باللغات الأجنبية، وخاصة الإنكليزية فقد عثر على مجموعة محدودة من الدراسات والبحوث، التي تناولت موضع الدراسة من عدة جوانب أهمها: إخراج خرائط الحركة، وأتمتة البيانات المتحركة، ورسم خرائط الحركةعن طريق وضع لوغاريتمات جديدة، وإنشاء خرائط الحركة بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية GIS، وتصور خرائط الحركة، وتطبيقات خرائط الحركة،وأستعرض فيما يلي عددًا من هذه الدراسات:

دراسة Phan et al (٢٠٠٥): تم في هذه الدراسة تقديم طريقة للإنشاء الآلي لخرائط الحركة، وذلك باستخدام مجموعة هرمية محددة من العقد، والمواقع، والبيانات المتحركة بين العقد، وقد تم

تشويه أماكن العقد مع الحفاظ على المواقع النسبية لها، كما تم دمج نهايات جهة الخطوط باستخدام المجموعات الهرمية، بناءً على المعطيات المكانية؛ وذلك لتجنب حدوث التقاطعات.

دراسة Pieke & Kruger (٢٠٠٧): تعتمد هذه الدراسة باستخدام خرائط الحركة، على بيان حركة الأشخاص أو الأشياء في فترة زمنية محددة، وتقديم طريقة مقترحة لطريقة وضع خطوط الحركة على الخريطة آلياً، استناداً إلى تحديث الخوارزميات القائمة حالياً، والجهد المقدم في هذه الدراسة عرض منهجاً للإنشاء الآلي لخرائط الحركة؛ وذلك باستخدام خوارزميات تربط بين عدة بدايات ونهايات لحركة الظواهر، دون إخفاء للعقد أو الخطوط.

دراسة Quan et. al (٢٠١١): تغطي هذه الدراسة التفاعلات المكانية، والصور المتحركة لمجموعة واسعة من حركة الناس، مثل التنقل والهجرة بين المنشأ والهدف؛ وذلك بالسهام الموزونة الموجهة فوق مساحة جغرافية محددة، تعرض هذه الدراسة خرائط الحركة التفاعلية، التي تستطيع استكشاف التفاعل والتواصل الكبير بين قواعد البيانات الإحصائية المكانية المتحركة زمانياً، ومتغيرات عدة، وربطها مع خرائط الكوروبليث والمخططات البيانية.

دراسة Cornel et. al (٢٠١٦): تهدف هذه الدراسة إلى دمج جميع التحركات في خريطة واحدة، عن طريق اقتراح منهج يمكن من التعامل مع عدد من المصادر العشوائية، لتجنب الفوضى البصرية على الخريطة؛ وذلك عن طريق تبسيط خرائط الحركة، باستخدام خوارزمية قوية، تهدف للحفاظ على الخصائص المهمة للسياق الجغرافي، كما تقترح هذه الدراسة تقنية تصورية مبسطة للبيانات المتحركة، تركز على إظهار هذه البيانات على الخريطة بين المصادر والفروع الكثيرة المتشعبة بشكل منظم دون التداخل، ويعتمد الأسلوب المطبق في هذه الدراسة على تمثيل موحد لحركة البيانات، عن طريق الرسم البياني لمنطقة ما، لا تتطلب سوى حركة البيانات باتجاه واحد أو اثنين بين المناطق.

دراسة Kevin et. al (٢٠١١): تقدم هذه الدراسة طريقة خوارزمية جديدة تركز على تجميع نهايات الخطوط، وحساب حركة العبور الحرة بجودة بصرية عالية،مع الإشارة إلى أن أسلوب هذه الدراسة يستند على ما يسمى "الأشجار الحلزونية"، وهو نوع من أنواع شجرة شتاينر، التي تعتمد على لوالب خوارزمية، وتعد الشجرة الحلزونية إنتاجًا طبيعيًا يجمع بين الفروع (الأغصان) والمصدر (الجذر) بشكل مرتب وسلس، ولقد تم في هذه الدراسة تصميم برنامج يحسب شجرة الحركة المثلى لمعظم الخرائط في أقل من دقيقة واحدة، مع تطبيقه على خريطة حركية لجزيرة جاوة.

الإطار النظري للبحث:

١- الخرائط الموضوعية:

إلى الآن لم يتحدد بشكل دقيق في عالمنا العربي مصطلح الخرائط الموضوعية، وإنما هناك عدة مسميات ومصطلحات إنكليزية تطلق على الخرائط الموضوعية نذكر منها: الخرائط الموضوعية Thematic Maps، والخرائط الخاصة Special Maps، وخرائط التوزيعات Distribution Maps، خرائط الأغراض الخاصة Special Purpose Maps، وتعرف هذه الخرائط على أنها تلك الخرائط التي تعرض أو تدرس بدرجة عالية من التفصيل عنصرًا أو ظاهرة ما، من عناصر أو ظواهر محتوى الخرائط الجغرافية العامة،وتظلل الخرائط الموضوعية النوعية بشبكات أو ألوان متنوعة، أما الخرائط الموضوعية الكمية فتظلل بشبكات أو ألوان متدرجة، كما عرفها (سلمى، ١٩٩٥: ٣٣) على أنها الخرائط التي تعتمد على الرموز النقطية والخطية والمساحية لتمثيل الظواهر الجغرافية ذات المصادر الإحصائية المتعددة، ويربط تلك الرموز بالخارطة الموقع الذي تتوزع عليه تلك الرموز، وبناءً على ذلك الارتباط بين الرموز وبين الموقع على الخارطة يستطيع مستخدم الخارطة أن يحلل المعلومات الممثلة بالرموز النقطية والخطية والمساحية في إطار جغرافي ذي علاقة وثيقة بالمكان، وأن يخرج بفكرة واسعة عن كيفية توزيع الظاهرة ومواقع تركزها، وكمياتها وأقسامها.

لكن ومع تعدد هذه المسميات والمصطلحات، إلا أن المعنى والمفهوم المراد منها هو واحد , وهو أن هذه الخرائط تختص بدراسة موضوع واحد محدد، من المعالم والظواهر الجغرافية الطبيعية أو البشرية،ورسمه بشكل مفصل ودقيق، وما يتعلق به من أمور تهم هذا الموضوع؛ لذلك نجد أن محتوى الخرائط الجغرافية الموضوعية يتحدد بالمواضيع التي تدرسها، وكذلك بالهدف أو المسائل التي يفترض أن تحل عن طريقها، وأيضاً بصفات المعالم المرسومة عليها وعلاقاتها ببعضها البعض.

٢- طرق التمثيل الكارتوغرافية:

تعرف طرق التمثيل الكارتوغرافية بأنها عبارة عن طرق فنية علمية، تعتمد على استخدام طرق الرسم البياني والرموز المختلفة، من أجل عرض التوزيع الفراغي للظاهرات الجغرافية، وتوضيح العلاقات الارتباطية بينها، وإظهار منحى تطورها ونموها على الخريطة، ومن أجل تحقيق هذا الهدف تستخدم في الكارتوغرافيا مجموعة كبيرة من العلامات والرموز، التي تصاغ ضمن نظام محدد من الطرق الفنية المتخذة لرسم الخرائط الموضوعية، من هذه الطرق نذكر:

- طرق التمثيل بالنقط Dot Maps: يعتمد مبدأ عمل هذه الطريقة على استخدام (رسم) نقاط صغيرة ومتساوية في الحجم والمقدار الذي تمثله من قيمة الظاهرة، لتمثيل توزع قيم الظواهر المدروسة، عن طريق رسمها أو توزيعها في المواقع أو المساحات التي تنتشر فيها هذه الظاهرة على الخرائط الموضوعية، وفق أسس وقواعد علمية كارتوغرافية صحيحة تؤدي إلى تمثيل مرئي جميل وصحيح ومعبر،ويتم رسم النقاط داخل الوحدات المساحية التي تنتشر فيها الظاهرة الجغرافية، بأحد الشكلين: التوزيع الهندسي، والتوزيع الجغرافي الحقيقي، انظر الشكل رقم (١) .

- طرق التمثيل النقطي بواسطة العلامات والرموز الهندسية والمرئية والأحرف الأبجدية: تعتمد هذه الطرق على استخدام علامات ورموز هندسية ومرئية وأحرف أبجدية؛ لتمثيل المعالم النقطية، أو المعالم التي تتركز في مواقع محددة صغيرة، ولا يمكن التعبير عنها عبر مقياس الخريطة، ومن هذه العلامات والرموز نذكر: الرموز الهندسية، والأحرف الأبجدية، والرموز المرئية،

هذاوتوضح هذه العلامات والرموز عدة خصائص للمعالم، أو الظواهر الجغرافية التي تمثلها، ومنها: نوع المعلم أو الظاهرة التي تمثلها، وقيمتها، وأهميتها، وتغيرها، أو تطورها عبر فترة من الزمن، مثال: المراكز السكانية، ونوعيتها، وعدد سكانها، وتقسيمها الإداري، ولتمثيل خصائص المعالم أو الظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية يستخدم كل من شكل العلامة أو الرمز، وحجمه، ولونه، والجدير بالذكر أن العلامات والرموز ترسم على الخريطة في مواضع توزع الظاهرة النقطية المدروسة.

- طرق التمثيل المساحي بواسطة العلامات والرموز الهندسية والتصويرية والأحـرف الأبجدية (كارتوداغرام): تعتمد هذه الطريقة على تمثيل القيمة الكلية للظاهرات الجغرافية، المنتشرة في إطار وحدة مساحية محددة، أو عرضها لتكون حدودها واضحة المعالم، مثل: الدول، والتقسيمات الإدارية (المناطق أو المحافظات، أو الولايات)، والتقسيمات الطبيعية (البحار والمحيطات والبحيرات، الجبال والسهول)، وتستخدم هـذه الطريقة لتمثيل مختلف الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية والاقتصادية، على مستوى الوحدات المساحية المحددة، إذ تظهر هذه الطريقة وتبين بشكل مرئي واضح مدى الاختلافات بين هذه الوحدات المساحية، نسبة إلى حجم الظواهر المدروسة المنتشرة داخلها، ومن الظواهر التي يمكن تمثيلها بواسطة هذه الطريقة نذكر: مساحة الأراضي الزراعية، وأعداد السكان، وحجم إنتاج المحاصيل، ويستخدم في هذه الطريقة كما في الطريقة السابقة مختلف العلامات والرموز الهندسية والمرئية والأحرف الأبجدية، ويربط حجم هذه الرموز والعلامات بحجم الظاهرة الممثلة أو قيمتها، وبذلك عملية العرض والمقارنة، وتوضيح اختلافات هذه الوحدات المساحية نسبة إلى قيم وحجم الظواهر الجغرافية المدروسة، وترسم العلامات والرموز المستخدمة في هذه الطريقة في وسط الوحدات المساحية التي تمثلها، على ألا يزيد حجمها عن حجم هذه الوحدات المساحية، كما أنه بإمكاننا عرض بنية الظاهرة الجغرافية المدروسة بتقسيم هذه العلامات والرموز إلى أجزاء متناسبة مع بنية الظاهرة، انظر الشكل رقم (١).

- طرق التمثيل المساحي بواسطة ملء المساحات بالعلامات والرموز الصغيرة:تعتمد هذه الطريقة على ملء الوحدات المساحية المراد تمثيلها، بعدد من العلامات، أو الرموز الهندسية، أو المرئية الصغيرة الحجم، والمتناسبة نوعاً وشكلاً وحجماً مع نوع الظاهرة الجغرافية المدروسة وطبيعتها وحجمها،مع الإشارة إلى أن هذه الطريقة تستخدم بشكل كبير للتمثيل المساحي النوعي، وكذلك في طرق التمثيل بالنطاقات، أما استخدامها الكمي فهو محدود نسبياً، مثال على استخدام هذه الطريقة: أعداد السكان، وإنتاج المحاصيل وزراعتها، وتربية الحيوانات، وحجم الخدمات.

- طرق التمثيل بالنطاقات Area: يعرف النطاق على أنه جزء من سطح الأرض، يمتد على شكل شريط، ويمتاز عن المناطق المجاورة له بصفات خاصة، والهدف منه تحديد أو إبراز المساحات التي تنتشر فيها ظاهرة ما، لتبيانها وتوضيحها، بمعزل عن الظواهر الأخرى المجاورة لها (Salishev, 1990: 80)، وتستخدم طرق التمثيل بالنطاقات في تمثيل مساحات انتشار الكثير من الظواهر الجغرافية أو إبرازها مثل: نطاق النفط، ونطاق الغاز، ونطاق القمح، ونطاق القطن، ونطاق الفحم الحجري، ونطاق أشجار الزيتون، ونطاق أشجار النخيل، مع الإشارة إلى أن هذه الطريقة تستخدم بشكل واسع في التمثيل النوعي، أما تمثيلها الكمي فهو محدود، ويتم تحديد أو إبراز نطاقات (مساحات انتشار) الظواهر الجغرافية على الخرائط الموضوعية بإحدى الأشكال الأتية: أولاً: إحاطة المساحة التي تنتشر فيها الظاهرة المدروسة، بخط منحني متصل أو منفصل، ويتم اختيار الشكل المناسب له من قائمة الرموز الخطية المعروفة، وتغطية مساحة انتشار الظاهرة المدروسة (مساحة النطاق) بالرموز المرئية، الصغيرة والمناسبة لنوع الظاهرة مثل:تيلة القطن التي تدل على نطاق القطن، وسنبلة القمح التي تدل على نطاق القمح، ورأس حيوان معين يدل على نطاق انتشار ذلك الحيوان (Vostokova, et al. 2002: 47)، ثانياً: إحاطة النطاق بخط منحني متقطع أو متصل، وكتابة نوع الظاهرة المدروسة داخل حدود النطاق، وعلى كامل مساحته، بالشكل الذي يحتله النطاق على الخريطة.

- طرق التمثيل بالرموز الخطية Line Symbols: تعتمد هذه الطريقة على التمثيل المعنوي أو الهندسي للمعالم والظواهر الجغرافية الخطية، مثل: خطوط السواحل، والتيارات الهوائية، والحدود السياسية والإدارية، وكذلك للتمثيل الحقيقي للمعالم والظواهر الجغرافية ذات الامتداد الطولي في الطبيعة، التي لا تظهر عبر مقياس الخريطة، مثل:الأنهار والأودية، والطرق، ومن أجل عرض الخصائص النوعية والكمية للمعالم الطولية، وشكل تطورها عبر الزمن، ويستخدم كل من شكل الخط، ولونه، وسماكته.

- طرق التمثيل بخطوط القيم المتساوية MapsIsoline: تعرف خطوط القيم المتساوية (خطوط التساوي) بأنها، عبارة عن خطوط منحنية، ترسم على الخرائط، وتجمع بين جميع النقاط التي لها نفس القيمة من الظاهرة المدروسة، وتستخدم طرق التمثيل بخطوط القيم المتساوية، لتمثيل الاختلافات في كميات الظواهر، التي تنتشر بصورة إنسيابية تدريجية، على كامل الخريطة، والظواهر التي تمثل بهذه الطريقة هي كثيرة مثل: تضاريس سطح الأرض، وتضاريس قاع البحار والمحيطات، ودرجات الحرارة، وكميات التهطال، والضغط الجوي، والكثافة السكانية، وشدة الزلازل، والتلوث بكافة أنواعه. وتصلح هذه الطرق لتمثيل قيم الكثير من الظواهر الطبيعية والبشرية، ومنها ما ينتشر في الطبيعة انتشاراً مساحياً متصلاً ومستمراً ، مثل: انتشار كميات التهطال ودرجات الحرارة والرطوبة والضغط الجوي، ومنها ما ينتشر انتشاراً مساحياً متقطعاً وغير مستمراً، مثل: استخدامات الأرض، والأراضي المزروعة بنوع معين من المحاصيل، وتوزيع اليابس والمياه، ومنها أيضاً ما ينتشر في الطبيعة انتشاراً غير متصلاً، على شكل نقاط أو تجمعات أو كتل، مثل: المراكز السكانية، ومحطات الرصد المناخية، والمراكز الصناعية.

- طـرق التمثيل المسـاحـي بالتلوين الـنـوعـي (الطريقة الكوروكروماتية) Chorochromatic maps: يكمن فحوى طريقة

التمثيل الكوروكروماتية، في إظهار الأنـواع المختلفة للظاهرة الجغرافية المدروسة أو توضيحها، سواء كانت طبيعية أم بشرية، وتنتشر مساحياً على مساحات محددة، أو على أساس وحدات مساحية معروفة، وذلك عن طريق تظليل هذه المساحات، سواء بألوان أو شبكات مختلفة، أو بتغطيتها برموز تعبيرية أو تصويرية صغيرة، ويرجع أصل طرق التمثيل بالتظليل المساحي (الطريقة الكوروكروماتية) إلى المصطلح اليوناني Chorochromatic, الذي يتركب من كلمتين: الأولى Choros وتعني مكان أو مساحة أو إقليم، والثانية Chroms وتعني تظليل أو تلوين, وبالتالي يصبح معنى المصطلح، هو التظليل أو التلوين المساحي أو المكاني (سطيحة، ١٩٧٢)، وتختلف طرق التمثيل بالتظليل المساحي، عن طرق التمثيل بالنطاقات، في أن الأخيرة تعنى في تمثيل نوع واحد من أنواع الظواهر الجغرافية المتنوعة أو إبرازه، في حين تعتمد طرق التظليل المساحي بتمثيل جميع أنواع الظاهرة المدروسة على الخريطة، محاولة إبراز الفرق بين كل هذه الأنواع مرة واحدة، ويستخدم في طرق التمثيل بالتظليل المساحي النوعي، للتفريق بين مختلف أنواع الظواهر المدروسة على الخرائط الموضوعية، مثل الألوان أو الشبكات المختلفة، والابتعاد ما أمكن عن الألوان أو الشبكات المتدرجة أو القريبة منها، وذلك حتى لا توقع قارئ الخريطة في الفهم الخاطئ، لطبيعة التمثيل النوعي المساحي,الذي تقتصر مهمته في التفريق أو التمييز، بين مختلف المساحات التي تنتشر فيها أنواع مختلفة للظاهرة المدروسة.

- طرق التمثيل المساحي بالتلوين الكمي (الكوروبليث) Choropleth maps: تعد هذه الطريقة نوعًا من أنـواع التمثيل الخرائطي، التي تستخدم فيها الظلال أو الألوان؛ لتبيان توزع قيم الظاهرة المدروسة، على أساس الوحدات المساحية المختلفة (قارات، ودول، وأقاليم، ومناطق،و محافظات، ونواحي، . . .)، إذ تتوافق درجة الظلال أو الألوان، مع نسبة الظاهرة المرسومةأو كثافتها أو قيمتها، فتملأ الوحدات المساحية التي تحتوي على مقادير قليلة للظاهرة المدروسة، بشبكات أو ألوان فاتحة، في حين تملأ الوحدات المساحية التي تحتوي على مقادير كبيرة للظاهرة المـدروسـة، بشبكات أو ألوان قاتمة، وأما الوحدات المساحية، التي تتدرج في احتوائها لمقادير الظاهرة المدروسة، بين المقدارين السابقين، فتملأ بشبكات أو ألوان متدرجة، ما بين كثافتي الشبكتين أو اللونين السابقين، يعود مفهوم طريقة الكوروبلث Choropleth إلى الأصل اليوناني، وهو مؤلف من كلمتين: الأولى Chore وتعني إقليم أو مكان، والثانية Plethos وتعني أهمية، وبالتالي أصبح مفهوم المصطلح هو أهمية الإقليم أو المكان، مع التذكير بأنه توجد مسميات عديدة، تطلق على هذه الطريقة أو النوع من التمثيل، منها: طريقة التمثيل بالكثافة (خرائط الكثافة)، وطريقة التمثيل بالتظليل أو التلوين المتدرج، وطريقة الكارتوغرام، وطريقة التوزيع النسبي، وتستخدم هذه الطريقة فقط في الحـالات، التي تتطلب تمثيل كميات الظواهر، الموزعة على أساس الوحدات المساحية المتنوعة، أي أن قيم الظواهر الممثلة بهذه الطريقة، لابد أن تكون مرتبطة، أو محسوبة على أساس الوحدات المساحية، التي تنتشر فيها، إضافة إلى ما تقدم، تستخدم في هذه الطريقة القيم المشتقة للظواهر، مثل: الكثافات المختلفة، والمتعلقة بمختلف الظواهر، أو المعدلات والمتوسطات، أو النسب والنسب المئوية من قيم الظواهر.

- طرق التمثيل بمخططات الرسم البيانيةالموضعية: تعتمد هذه الطريقة على استخدام كل من المخططات والرسوم البيانية، لتمثيل قيم ومنحى تغير الظواهر الجغرافية، التي تنتشر في الطبيعة بشكل مستمر وخطي، إذ يتم وضع هذه المخططات والرسوم البيانية في أماكن رصد هذه الظواهر أو قياسها، مثال: المخطط البياني لقياس المتوسط الشهري أو السنوي لدرجات الحرارة، أو المتوسط السنوي لكميات الهطول، أو المخطط البياني للتلوث النهري.

- طرق التمثيل النسبوية والمعدلات (الكارتوغرام) Cartogram Maps: تعتمد هذه الطريقة على تمثيل المؤشرات النسبية، أو الكثافة المتوسطة للظواهر الجغرافية، في إطار وحدات مساحية محددة، غالباً ما تكون الوحدات الإدارية، مثال: الكثافة السكانية المتوسطة، والكثافة الشجرية، والكثافة الطرقية، والكثافة الفيزيولوجية، كما تستخدم هذه الطريقة أيضاً لعرض التغيرات التي تحدث بمرور الزمن وتوضيحها، وذلك بواسطة المؤشرات النسبية، مثال: نسب الهجرة السكانية الوافدة والمغادرة، ونسب النمو السكاني، ونسب المهن، والخدمات، والصناعات.

- طرق التمثيل برموز الحركة Flow Line Map: يعتمد مبدأ طرق التمثيل برموز الحركة، على استخدام خطوط أو أسهم، تختلف في أشكالها، وألوانها، وسماكاتها ومساراتها، واتجاهاتها، لتمثيل أنواع الظواهر المنقولة وكمياتها، أو المتحركة من مكان لآخر، وفق مسارات محددة، على الطرق، أو الأنهار، أو في الأنابيب والمجاري, أو وفق اتجاهات معينة، تربط بين مكاني انطلاق الظاهرة المتحركة ووصولها، انظر الشكل رقم (١)، ويتم التعبير في هذه الطريقة، عن كميات الظاهرة المتحركة، ومن موقع لآخر عن طريق التغير، الموافق في سماكة الخطوط، الممثلة لكميات هذه الظاهرة، كما يتم التعرف إلى جهة تحرك الظاهرة المدروسة، بواسطة الأسهم الصغيرة، التي توضع على الخطوط الممثلة لمسارات الظاهرة، أو في نهايات الخطوط، أو في جوارها.

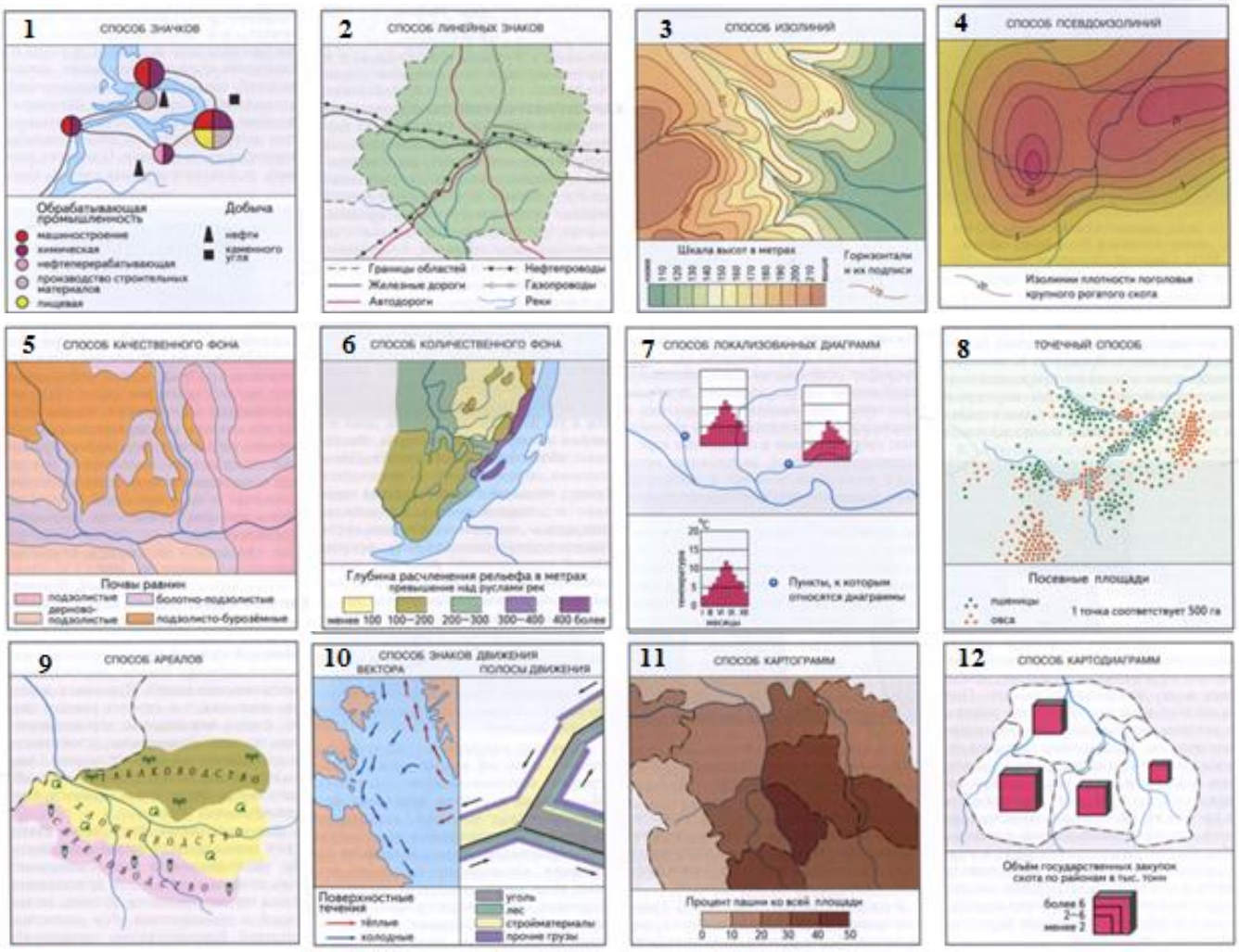
- طرق التمثيل بالرموز الحيوية المتحركة Dynamic Signs: تعتمد هذه الطريقة على استخدام علامات ورموز حيوية، يتم تحريكها على الخريطة الإلكترونية من مكان إلى مكان اخر، مع التغيير في شكلها، وحجمها، ولونها، وإضاءتها؛ وذلك من أجل تمثيل الظواهر المتغيرة والمتحركة وعرضها على الخرائط الجغرافية الإلكترونية، مثل: تحرك الجبهات الهوائية والسحب، والمنخفضات الجوية على خرائط الطقس الحيوية، انظر الشكل رقم (٢) .

المناقشة:

التمثيل الأنسب للظاهرات المتحركة على الخرائط:

تختلف الظاهرات الحركية التي يمكن تمثيلها على خرائط الحركة كثيراً فيما بينها، مما يصعب وضع نظام أو تصور واحد لتمثيلها على الخرائط، وفيما يلي أوضح أهم هذه الاختلافات:

شكل (١) أهم طرق التمثيل الكارتوغرافية



شكل (٢) خرائط الرموز الحيوية المتحركة

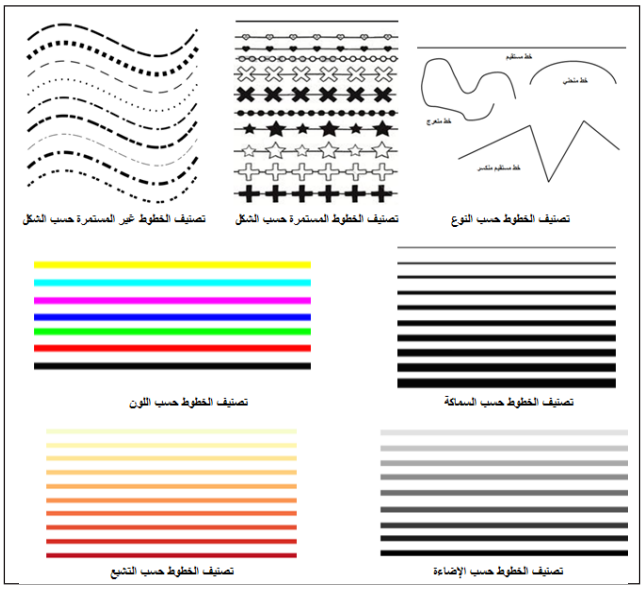
- هناك الظاهرات الحركية المادية الملموسة، مثل: الناس، والسلع، والأموال، والمنتجات الزراعية والصناعية، والمواد الخام، والعربات، والطائرات، والقطارات، والحيوانات والطيور، والمياه، والنفط والغاز، وفي المقابل هناك الظاهرات غير الملموسة، مثل: الطاقة، والأفكار، والشهرة، والحضارة، والعادات والتقاليد، والعلم.
- هناك التمثيل لظاهرات حركية مفردة، مثل: هجرة الناس وتنقلاتهم، وحركة سلعة، أو محصول، أو منتج ما، وحركة السيارات على الطرق، وبالمقابل هناك تمثيل لظاهرات حركية مجمعة ومركبة، مثل: الصادرات والواردات، وحركة السلع والمنتجات.
- هناك ظاهرات تتحرك عبر مسارات واضحة، مثل: الماء في الأنهار أو الأنابيب أو قنوات الري، والمسافرين على الطرق البرية، أو سكك الحديد، وحركة السلع والمنتجات ومواد الخام عبر الطرق أو السكك الحديدية، وبالمقابل هناك ظاهرات تتحرك في الطبيعة عبر مسارات إما غير واضحة أو متعددة، مثل: الهجرة السكانية، وهجرة الطيور، وحركة السلع والمنتجات، والصادرات والواردات.

- هناك تمثيل لظاهرات تتحرك باتجاه واحد فقط، مثل: الصادرات، أو الواردات، والهجرة السكانية من، أو الهجرة السكانية إلى، وحركة السلع والمنتجات من، أو حركة السلع والمنتجات إلى، وحركة السياح من، أو حركة السياح إلى، وهناك تمثيل لظاهرات تتحرك باتجاهين، مثل: الصادرات والواردات، والهجرة السكانية المزدوجة، وحركة السلع والمنتجات من وإلى، وحركة المسافرين بالاتجاهين. وهناك تمثيل لظاهرات دون تحديد الاتجاه، مثل: الحمولة الطرقية، وحركة السلع والمنتجات بين الدول أو المدن، والعلاقات الثقافية أو الاقتصادية، أو التجارية بين الدول.

- هناك ظاهرات يمكن أن تمثل نوعياً فقط، مثل: حركة الرياح، وحركة المنخفضات الجوية، وحركة الأعاصير والعواصف، وحركة المهاجرين، وهناك ظاهرات ينبغي تمثيلها كمياً، مثل: حركة الصادرات أو الواردات، وحركة الأموال، وحركة المسافرين، وحركة البضائع، ونقل النفط أو الغاز، كما أن هناك تمثيلاً لتحرك الظاهرات زمانياً، مثل: الهجرة السكانية، وهجرة الطيور، وحركة السلع والمنتجات، وحركة السياح، وحركة الماء في الأنهار، وبناءً على ما تقدم، سوف نركز على جميع الجوانب المتعلقة بخصائص الظاهرات المتحركة، من أجل اختيار الطرق الأفضل لتمثيلها على خرائط الحركة.

وتستخدم عادة رموز الحركة كما تم الإشارة إليه سابقاً، من أجل تمثيل طبيعة تنقل، أو حركة مختلف الظواهر الجغرافية الطبيعية والبشرية والاقتصادية وعرضها، وخاصة في رسم خرائط سير المعارك الحربية، والخرائط الممثلة للعلاقات التبادلية: الاقتصادية، والتجارية، والمالية، والسياسية، والثقافية، مع الإشارة إلى أن الظواهر الجغرافية التي يمكن تمثيلها بواسطة رموز الحركة، يمكن أن تكون من نوع الظواهر ذات الانتشار النقطي والخطي والمساحي، كما أن رموز الحركة يمكن أن توضح الكثير من خصائص الظواهر المتحركة، مثل : المسار، والطريقة، والاتجاه، والسرعة، والكيفية، والقوة، وبنية الظاهرة المتحركة (Salishev, 1990: 82)، وفيما يلي سيتم التطرق بالتفصيل لجميع جوانب التمثيل الأنسب للظاهرات المتحركة؛ وذلك من أجل توضيحها جيداً، واقتراح الأساليب الأمثل لتمثيلها على الخرائط.

شكل (٣) تصنيف الخطوط



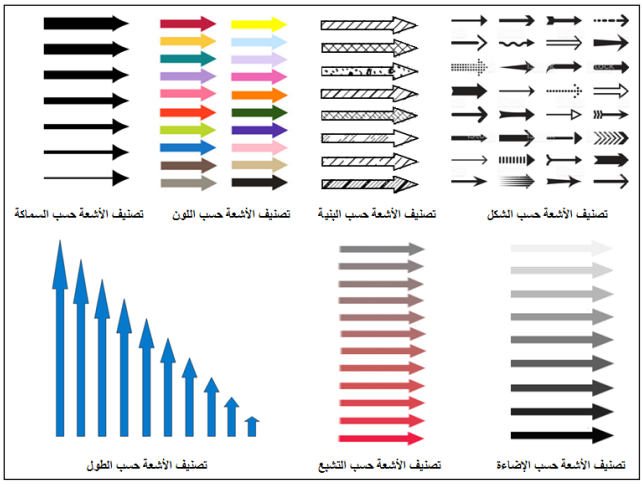
١- الرموز الكارتوغرافية المستخدمة في التمثيل: يستخدم عادة في تمثيل معظم الظواهر المتحركة الرموز الثلاثة الآتية:

- الخطوط: تستخدم الخطوط على الخرائط، لتمثيل الظواهر المتحركة، إذ تستخدم جميع خصائص (تصانيف) الخط من:نوع، وشكل، ولون، وسماكة، وغيرها، لتمثيل خصائص الظاهرة المتحركة. مع أن رمز الخط يملك خصائص عدة، يمكن استخدامها في تمثيل خصائص الظاهرة المتحركة، إلاّ أن المستخدم من هذه الخصائص فقط النوع والسماكة، وبصورة أقل اللون، وللاستفادة من جميع خصائص الخط، أقترح هنا استخدام الخاصيات الأخرى للخط مثل: الشكل، لتمثيل أنواع الظواهر، والاستمرارية، لتمثيل نوع وطبيعة انتشار الظاهرة، وإضاءة اللون وتشبعه، لتمثيل حجم الظاهرة (Losiakov, 1986: 279)، وجهة تحركها، وكذلك سرعتها، انظر الشكل رقم (٣).

- الأسهم الخطية: يختلف السهم عن الخط بأنه موجه، يشير إلى اتجاه ما، وهذا ما جعله مفيداً والأكثر استخداماً من الخط في تمثيل الظواهر المتحركة، إذ يوضح اتجاه حركة الظاهرة، والأسهم فالخطوط على سبيل المثال تمتلك خصائص (تصانيف) كثيرة، يمكن أن تستخدم جميعها في تمثيل مختلف خصائص الظاهرة المتحركة، وبدراسة خرائط الحركة المرسومة بواسطة الأسهم، تبين أن معظم هذه الخرائط استخدم في رسمها فقط خصائص اللون والطول والسماكة للأسهم، أما باقي الخصائص مثل الشكل، والبنية، وإضاءة اللون وتشبعه، فنادراً ما تستخدم، مع أن استخدامها مفيد جداً في توضيح مزيد من خصائص الظواهر المتحركة، مثل: النوع، والحجم، والخطورة، والقوة، والسرعة.

- الأسهم الصغيرة : مع أن الأسهم الصغيرة تعد الأقل استخداماً لتمثيل الظواهر المتحركة، إلا إنها مفيدة وفاعلة جداً في تمثيل بعض الظواهر، وخاصة المساحية، إذ بالإمكان وبشكل جيد استخدام جميع خصائص هذه الأسهم الصغيرة، في تمثيل مجمل خصائص الظواهر المتحركة، انظر الشكل رقم (٤) .

شكل (٤) تصنيف الأسهم



٢- تمثيل المواقع التي تتحرك الظاهرة بينها: يمكن أن تكون المواقع التي تتحرك بينها الظاهرة أي معلم جغرافي، سواء كان نقطياً، مثل: المراكز السكانية، والمصانع، والمطارات، والموانئ، أو كان خطياً، مثل: الحدود، وخطوط السواحل، والجبهات الهوائية، أو كان مساحياً، مثل: المناطق، والدول، وجبهات القتال، ومناطق الضغط الجوي المنخفض والمرتفع، ومساحات ومناطق محددة تنتقل الظاهرة بينها، وبما أن هذه المواقع تعد نقاطًا فاصلة في حركة الظاهرة، لذا لا بد من توضيحها بشكل جيد، ومتناسق مع محتوى الخريطة، فالمواقع النقطية يفضل أن تأخذ أشكال الرموز الهندسية، مثل: الدوائر، أو المربعات، أو المثلثات، أما المواقع المساحية، فتقسم إلى قسمين: الأول: المساحات، أو المناطق الجغرافية ذات الحدود الواضحة والمعلومة، وهنا الأفضل لتميز هذه المساحات تغطيتها بلون معين لتوضيحها، انظر الشكل رقم (٥)، والثاني: المساحات، أو المناطق الجغرافية ذات الحدود غير الواضحة، وغير المعلومة، فإما أن يرسم لها حدود تقريبية، وإما أن تترك بدون حدود، فتحدد بداية السهم، أو الأسهم المتحركة منها، أو الواصلة إليها، مكان تواجدها وانتشارها.

٣- تمثيل أشكال حركة الظاهرة بين المواقع: يتم تمثيل تنقل (حركة) الظاهرات الجغرافية على الخرائط وفق الأشكال الثلاثة الآتية:

- من موقع محدد إلى موقع آخر، أو بالعكس: مع أن هذا النوع من التمثيل يعد بسيطاً، لكنه يكون واضحاً على الخريطة، ويؤدي الغرض المطلوب منه بشكل جيد، فهو يعبر عن تحرك الظاهرة من موقع إلى آخر، مثل : حركة البضائع، أو المسافرين، أو هجرة الطيور، أو نقل النفط أو الغاز، أو المياه من مكان المصدر إلى المصدر، كما يسمح بتمثيل الظاهرة المتحركة من عدة مواقع على الخريطة، دون أن يؤدي إلى الازدحام وضعف قرائية الخريطة، كما أنه يسمح أيضاً بتمثيل بنية الظاهرة الجغرافية المتحركة .

- من موقع محدد إلى عدة مواقع، أو بالعكس:يعد هذا النوع من التمثيل الأكثر انتشاراً واستخداماً؛ ذلك لأنه يوضح تحرك الظاهرة بشكل كامل، من المصدر إلى كل المصبات أو المخارج، أو العكس. مثال : حركة الطيران لشركة من الشركات من مطار ما محدد، إلى جميع المطارات التي يتحرك إليها، وتصدير محصول، أو إنتاج،أو سلعة ما، من دولة ما إلى الدول الأخرى، أو العكس، واستيراد محصول، أو إنتاج، أو سلعة ما، من الدول إلى دولة محددة، انظر الشكل رقم (٦) .

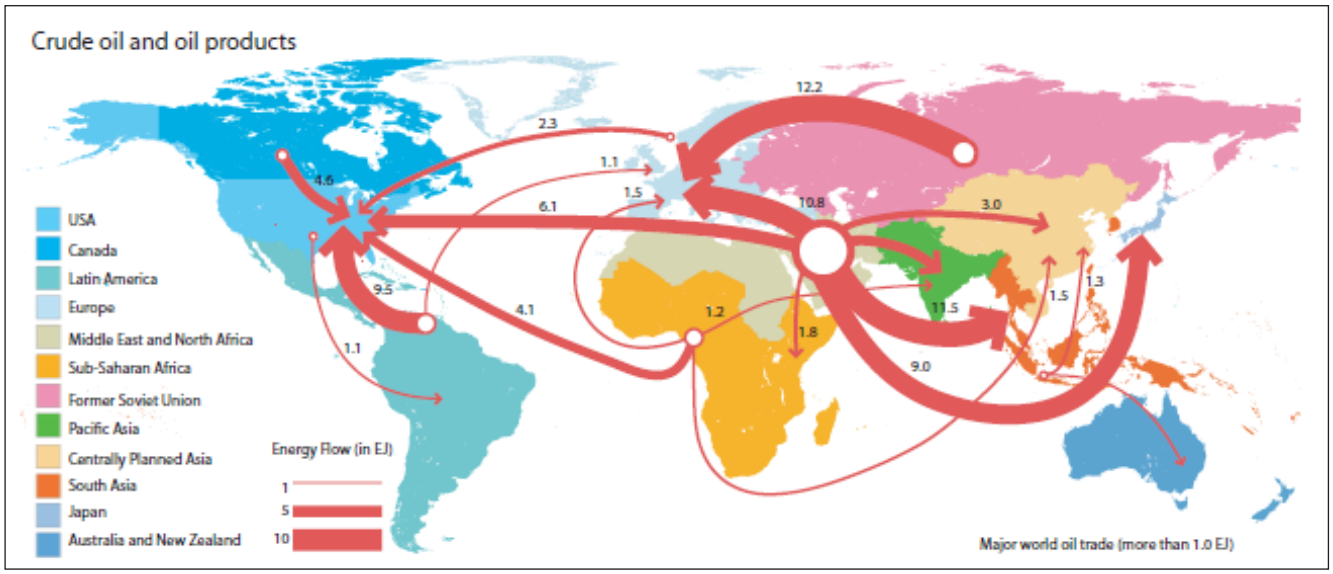
-من عدة مواقع إلى عدة مواقع، أو بالعكس: يبقى هذا النوع من التمثيل مقبولاً وواضحاً، إذا بقي عدد المواقع التي تتحرك بينها الظاهرة محدوداً وقليلاً (٣ - ٥)، وكلما زاد عدد المواقع تعقدت الخريطة، وازدادت حمولتها، وصعبت عملية قرائيتها وفهمها .

٤- اتجاه حركة الظاهرة المتحركة : يعد تحديد اتجاه حركة الظاهرة المتحركة من أساسيات تمثيل رموز الحركة، وبناءً على الغرض من الدراسة، وطبيعة الظاهرة المتحركة، يتم تحديد واحد من الخيارات الآتية، المحددة لنوع حركة الظاهرة وعددها واتجاها:

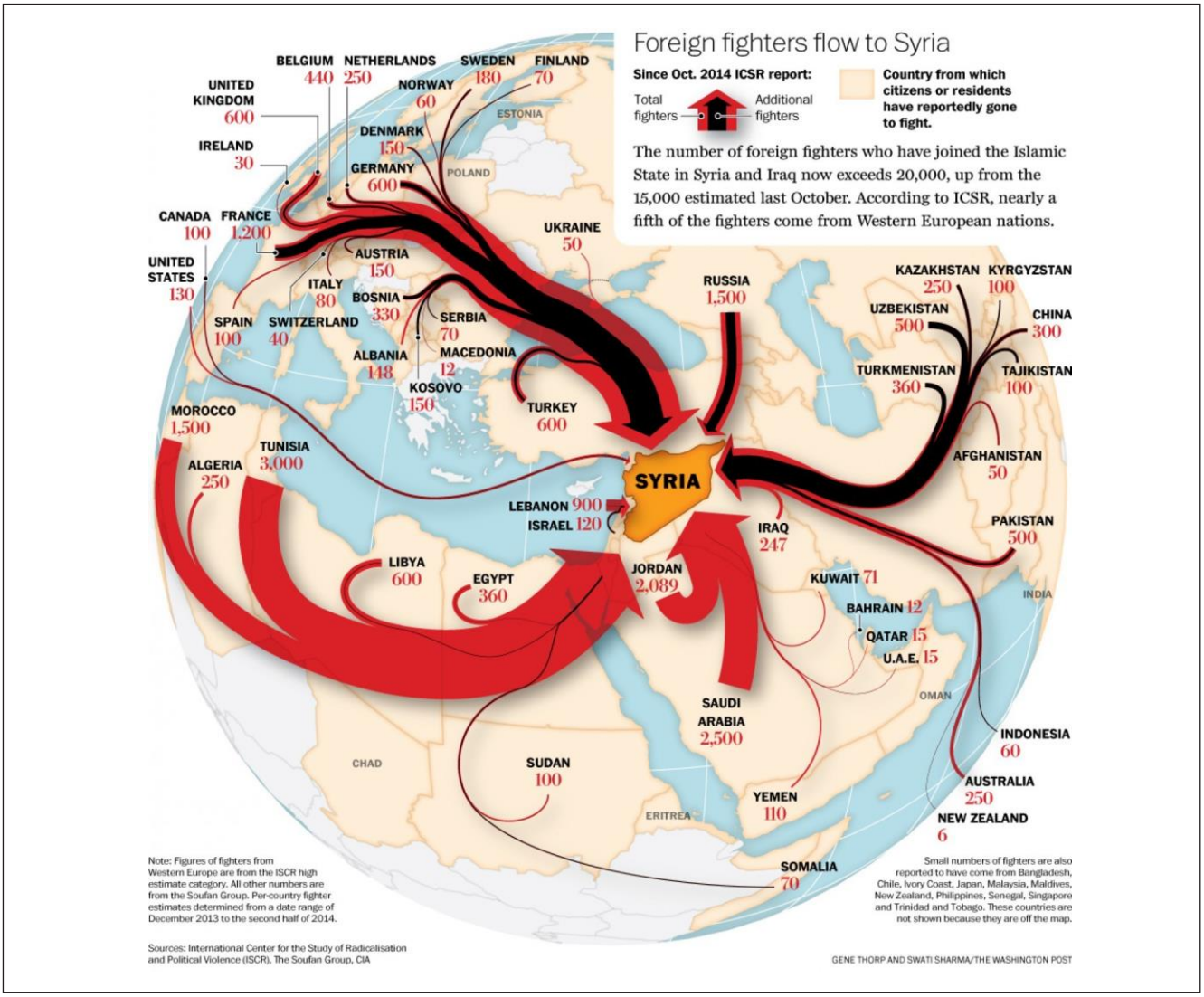
- باتجاه واحد: يعتمد هذا النوع على تمثيل ظاهرة جغرافية ما، تتحرك باتجاه واحد فقط، من موقع ما، إلى موقع آخر، أو من مواقع محددة،إلى عدة مواقع أخرى، مثال: هجرة السكان من مدينة إلى مدينة أخرى، أو من بلد إلى آخر، ونقل منتج أو بضاعة أو محصول ما، من موقع مصدر محدد، إلى موقع آخر، أو من عدة مواقع محددة إلى موقع واحد، انظر الشكل رقم (٦)، ويعد هذا النوع من التمثيل بسيطاً وسهلاً وواضحاً بشكل جيد على الخريطة، بشرط عدم كثرة عدد المواقع، التي تتحرك بينها الظاهرة .

- باتجاهين: يقوم هذا النوع علىتمثيل ظاهرة جغرافية ما، تتحرك باتجاهين (ذهابًا وإيابًا)، من موقع ما، إلى موقع آخر، أو من مواقع محددة، إلى عدة مواقع أخرى، مثال: هجرة السكان من مدينة إلى مدينة أخرى وبالعكس، أو من بلد إلى آخر وبالعكس، وحركة المسافرين، من مدينة أو بلد محدد، إلى مدينة أو بلد آخر

شكل (٥) حركة النفط الخام والمنتجات النفطية بالعالم / المصدر : http://www.sankey-diagrams.com/tag/map/



شكل (٦) خريطة توضح الحركة من عدة مواقع إلى موقع واحد. المصدر: https://www.pinterest.com/davecolumbus/cartographymiddle-east/



وبالعكس، أو من عدة مدن محددة إلى عدة مدن أخرى وبالعكس، ويبقى هذا النوع من التمثيل جيدا وواضحاً على الخريطة، بشرط التقليل كثيراً من عدد المواقع، وعدم تقاطع الخطوط مع بعضها البعض؛ ذلك لأن التمثيل المزدوج يكثر من عدد الخطوط، ويزحم ويعقد محتوى الخريطة، انظر الشكل رقم (٨).

- دون الإشارة إلى الاتجاه:يستخدم هذا النوع من التمثيل للظاهرات المتحركة، التي لا تحتاج إلى تحديد الاتجاه، أو أن تحديد اتجاهها غير مهم للعرض على الخريطة، مثل الحمولة الطرقية، وحركة السلع بين المدن، وحركة المسافرين على الخطوط الجوية، ويكون التمثيل واضحاً وجيداً فقط عندما يتم استخدام المسارات الحقيقية لانتقال الظاهرة، ذلك أن المسارات الوهمية تعقد المشهد على الخريطة بتقاطعها مع بعضها البعض، انظر الشكل رقم (٧).

٥- طبيعة التمثيل:

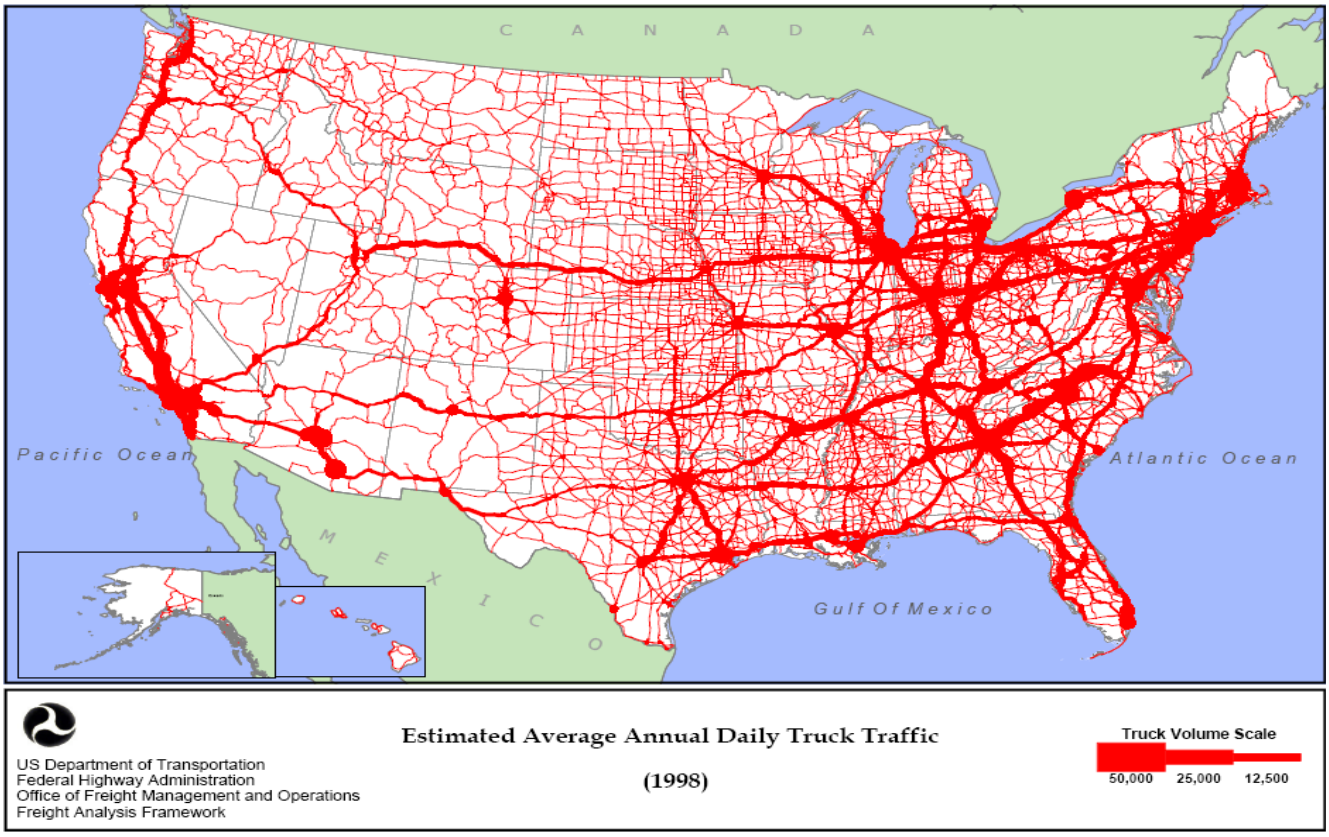
- التمثيل النوعي: يعتمد التمثيل النوعي للظاهرات المتحركة على الإجابة عن الأسئلة الآتية: ماهي الظاهرة المتحركة، أو ما نوعها؟، إلى أين تتحرك (تتوجه) الظاهرة المتحركة، أو من أين تأتي؟ ماهو المسار الذي تتحرك عليه الظاهرة؟ هل تتحرك الظاهرة باتجاه واحد، أم باتجاهين؟

وإن كان هذا النوع من التمثيل أقل استخداماً بكثير من التمثيل الكمي، إلا أنه أبسط وأسهل، ويلبي الغرض المطلوب منه،وذلك في توضيح فقط نوع الظاهرة المتحركة، ومسارها الحقيقي، أو الوهمي، والإشارة إلى جهة تحركها، مع التنويه إلى أن هذا النوع من التمثيل عادة ما يكون مدموجاً مع التمثيل الكمي؛ ليمثل الصورة كاملة عن الظاهرة المتحركة، وهنا يمكن أن يكون التمثيل أحادي الظاهرة، بحيث تكون الظاهرة معروفة، لكن التمثيل يحدد وجهة تحرك هذه الظاهرة ومسارها، أو أن يكون التمثيل لعدة ظاهرات، فيحدد التمثيل أنواع الظاهرات، ووجهة تحركها.

- التمثيل الكمي: أما التمثيل الكمي فبالإضافة إلى ما يؤديه التمثيل النوعي، وهو عرض الظاهرة المتحركة وتوضيح نوعها، ومسارها الحقيقي أو الوهمي، والإشارة إلى جهة تحركها، ويهتم بتمثيل حجم الظاهرة المتحركة، ويعد هذا النوع من التمثيل الأكثر شهرة واستخداماً في تمثيل نوع الظاهرات المتحركة وحجمها على الخرائط، وعادة يستخدم التمثيل الكمي لتمثيل ظاهرة واحدة متحركة، سواء باتجاه واحد، أوباتجاهين، أو عدة اتجاهات؛

شكل (٧) خريطة توضح حجم الظاهرة المتحركة بين المدن دون الإشارة إلى الاتجاه.

المصدر : https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Estimated_Average_Annual_Daily_Truck_Traffic_(1998).PNG



وذلك لأن التمثيل متعدد الظاهرات؛ يؤدي إلى شغل مساحة أكبر على الخريطة، وازدياد في أنواع، الخطوط وأحجامها، مما يؤدي إلى تعقيد المشهد على الخريطة، وبالتالي ضعف تصور الظاهرات ومقارنة نوعها وحجمها وجهة تحركها، انظر الشكل رقم (٨).

٦- طرق تمثيل نوع الظاهرة المتحركة: تتعلق طرق التمثيل النوعي بعدد الظاهرات الممثلة على الخريطة، فإذا كان التمثيل لظاهرة متحركة واحدة فقط، عندها يفضل استخدام سهم أو خط بسماكة واحدة، ولون أو شكل واحد مناسب، أما إذا كان التمثيل النوعي على الخريطة يشمل عدة ظاهرات، ففي هذه الحالة يفضل استخدام أسهم، أو خطوط بعدد الظاهرات المتحركة، فتأخذ أشكالاً مختلفة، أو ألواناً متنوعة، متناسبة مع طبيعة الظاهرات المتحركة، انظر الشكل رقم (٩).

٧- طرق تمثيل حجم الظاهرة المتحركة :

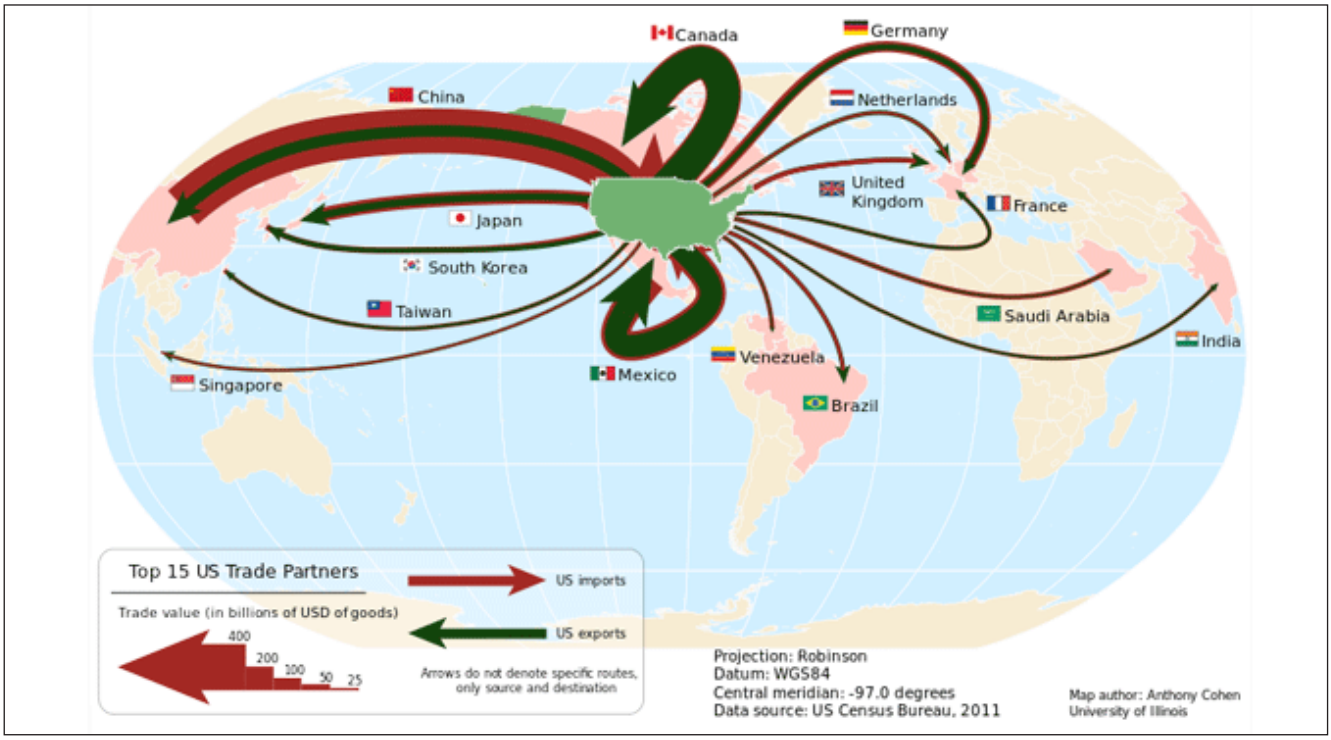
- خطوط متغيرة السماكة: تعد طرق التمثيل بخطوط الحركة من الطرق السهلة والبسيطة، إذ تختار سماكة قياسية مناسبة للخط، وعلى أساسها، تحسب سماكات جميع الخطوط، الممثلة لكميات الظاهرة المتحركة؛ وذلك عن طريق النسبة والتناسب، ثم ترسم هذه الخطوط، التي تم معرفة سماكتها على الخريطة، سواء فوق المسارات الحقيقية لانتقال الظاهرة، أو بمسارات وهمية بواسطة خطوط مستقيمة أو منحنية، تصل بين نقطتي الحركة، البداية والنهاية، انظر الشكل رقم (١١)، وتعد هذه الطريقة الأكثر انتشاراً واستخداما لتمثيل حجم الظاهرة، سماكة السهم، أو الخط، أو المسار.

- حزمة من الخطوط بسماكة واحدة: بالإضافة إلى الطريقة السابقة هناك طرق أخرى لرسم خطوط الحركة، تكمن في أننا بدلاً من اختيار سماكة قياسية مناسبة للخطوط، نختار خطاً قياسيا ذا سماكة مناسبة معينة، ونفترضه مساوياً لقيمة قياسية مناسبة من كميات الظاهرة، بعدها وعلى أساس هذا الخط القياسي، نحسب عدد الخطوط الواجب رسمها، والممثلة لكميات الظاهرة في كل مكان تتحرك فيه الظاهرة، وبناءً على ذلك نجد، أنه بدلاً من رسم خطوط ذات سماكات مختلفة كما في الطريقة الأولى، نرسم في هذه الطريقة حزمة من الخطوط، ذات السماكة الواحدة، يعبر عددها عن كميات الظاهرة المدروسة، إلا أن هذه الطريقة لا تخلو من بعض المساوئ, التي تظهر عندما تتعدد أماكن انتشار الظاهرة، وعندها سوف نحصل على شبكة معقدة من الخطوط المتشابكة، مما يؤثر ذلك سلبا على قرائية الخريطة .

- خطوط متغيرة الإضاءة (قيمة اللون): يعتمد هذا النوع من التمثيل على استخدام خطوط بسماكة واحدة مناسبة على الخريطة، ولون واحد، تتغير إضاءته بالتوافق مع تغير حجم الظاهرة المتحركة، إذ بازدياد إضاءة الخطوط، يقل حجم الظاهرة المتحركة، والعكس صحيح.

- خطوط متغيرة التشبع اللوني:يعتمد هذا النوع من التمثيل على استخدام خطوط بسماكة واحدة مناسبة على الخريطة، ولون واحد، يتغير تشبعه بالتوافق مع تغير حجم الظاهرة المتحركة، إذ بازدياد تشبع أو كثافة لون الخطوط، يزداد حجم الظاهرة المتحركة، والعكس صحيح.

شكل (٨) خريطة توضح كمية حركة الظاهرة بالاتجاهين. المصدر : https://www.gislounge.com/overview-flow-mapping/



- أسهم متغيرة السماكة:يعتمد هذا النوع من التمثيل على استخدام أسهم، بسماكات مختلفة متناسبة مع حجم الظاهرة المتحركة، ويتم حساب سماكاتها تماماً كما في طريقة الخطوط المتغيرة السماكة، انظر الشكل رقم (١١).

- أسهم متغيرة الأطوال:تختلف هذه الطريقة عن الطريقة السابقة، في أننا هنا نعبر عن حجم الظاهرة بالأطوال المتغيرة للأسهم المرسومة على الخريطة، حيث تزداد أطوال الأسهم بالتناسب مع زيادة حجم الظاهرة المتحركة.

- أسهم متغيرة الإضاءة (قيمة اللون): يعتمد هذا النوع من التمثيل على استخدام عدد من الأسهم بسماكة واحدة مناسبة على الخريطة، ولون واحد، تتغير إضاءته بالتوافق مع تغير حجم الظاهرة المتحركة، إذ بازدياد إضاءة عدد من الأسهم، يقل حجم الظاهرة المتحركة، والعكس صحيح، انظر الشكل رقم (١٠).

-أسهم متغيرة التشبع اللوني: يعتمد هذا النوع من التمثيل على استخدام عدد من الأسهم بسماكة واحدة مناسبة على الخريطة، ولون واحد، يتغير تشبعه بالتوافق مع تغير حجم الظاهرة المتحركة، إذ بازدياد تشبعه أو كثافة لون عدد من الأسهم، يزداد حجم الظاهرة المتحركة، والعكس صحيح.

- خطوط وأسهم متغيرة السماكة مدعمة بالأرقام: تستخدم هذه الطريقة عادة لتوضيح حجم الظاهرة المتحركة بالشكل الدقيق، إذ توضح الأرقام بالإضافة إلى سماكة الخطوط أو الأسهم حجم الظاهرة المتحركة، انظر الشكل رقم (٦).

٨- شكل التمثيل الكمي للظاهرة المتحركة

- التمثيل النسبي: يعتمد هذا النوع من التمثيل على اختيار سماكة قياسية مناسبة للخط أو السهم، وعلى أساسها، تحسب سماكات جميع الخطوط أو الأسهم، الممثلة لكميات الظاهرة المتحركة، عن طريق النسبة والتناسب، وبالتالي سوف نحصل في النتيجة على خطوط، أو عدد من الأسهم مختلفة السماكات، تتناسب سماكة كل منها مع الكمية التي تمثلها من قيمة الظاهرة المتحركة، انظر الشكل رقم (٨).

- التمثيل الفئوي: يعتمد هذا النوع من التمثيل على: أولاً دراسة قيم الظاهرة المتحركة، ثم ترتيب قيمها من الأصغر إلى الأكبر، بعد ذلك نقسم قيم الظاهرة إلى فئات وفق سلم تدرجي، يتوافق مع منحى سير قيم الظاهرة، وأخيراً نفترض لكل فئة سماكة محددة من الخط أو السهم، تتناسب مع قيمتها، وبالنتيجة سوف نحصل على سماكات عدة، مساوية تماماً لعدد الفئات التي تم تحديدها، وبناء عليه سترسم الخطوط أو الأسهم على الخريطة فقط بهذه السماكات، انظر الشكل رقم (١١).

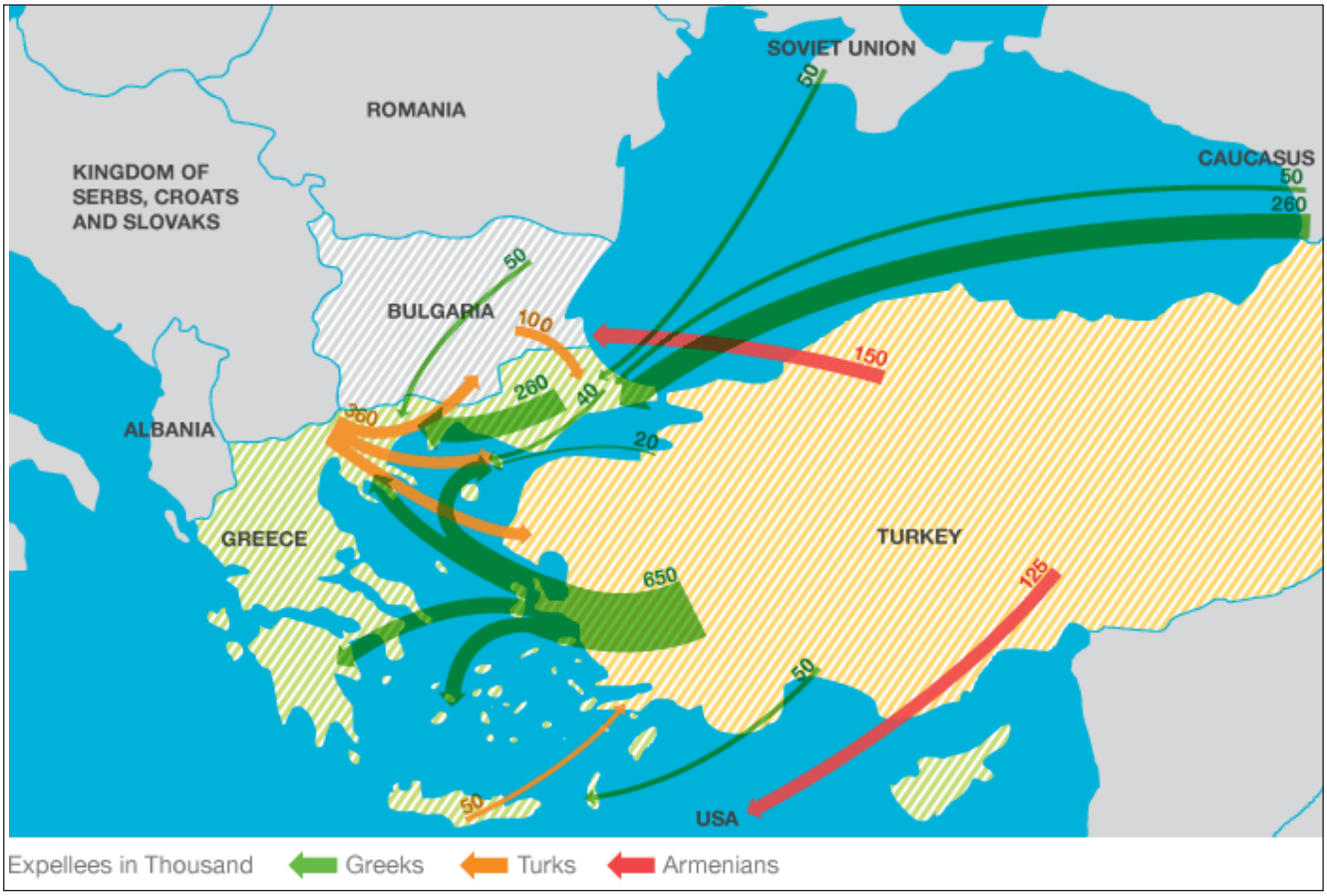
٩- تمثيل مسار الظاهرة المتحركة :

- التمثيل الحقيقي لمسار حركة الظاهرة: عندما يتطلب الغرض من الخريطة أو الدراسة ضرورة إظهار المسار الحقيقي لحركة أو تنقل الظاهرة، وقتها يقتضي هذا رسم خطوط الحركة الممثلة لقيم الظاهرة تماماً فوق المسارات الحقيقية التي تسير أو تتنقل عليها هذه الظواهر، وإذا كان تمثيل حركة الظاهرة باتجاهين عندها توضع الخطوط بجانبي المسار الحقيقي، والظاهرات التي تمتلك مسارًا حقيقيًا وغالباً ما يتطلب الأمر إظهاره هي: الطرق والسكك الحديدية، والأنهار، وأنابيب النفط والغاز، وأسلاك الهاتف والكهرباء وقنوات الري، انظر الشكل رقم (٧) .

- التمثيل الشكلي الوهمي لمسار حركة الظاهرة:يستخدم هذا النوع من التمثيل عندما لا تمتلك الظاهرة المتحركة مساراً حقيقياً واضحا ومحدداً تسير عليه، مثل: الهجرة السكانية، وهجرة الطيور، وحركة المسافرين جواً أو بحراً أو براً، وحركة البضائع

شكل (٩) خريطة توضح نوع الظاهرة المتحركة بالأسهم الملونة.

المصدر : http://migrationeducation.de/13.6.html?&rid=23&cHash=42356159e66df31c95be9a083aa699c0



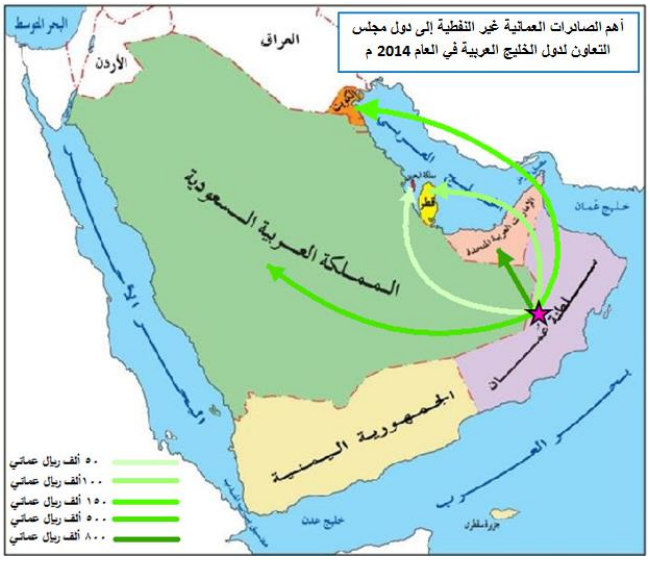
بين الدول، والتبادل التجاري والمالي والثقافي وغيره بين الدول، أو عندما تمتلك الظاهرة المتحركة مساراً حقيقياً واضحاً، لكن هذا المسار غير مهم بالنسبة للغرض من الخريطة أو الدراسة، ويعد هذا النوع من التمثيل الأكثر انتشاراً واستخداماً على الخرائط؛ وذلك لقلة البيانات الخاصة بالمسارات الحقيقية، وعدم وضوحها، وبساطتها ومرونتها في التمثيل والرسم، إذ ترسم المسارات الوهمية هنا بخطوط إما مستقيمة أو منحنية، انظر الشكل رقم (١٣).

١٠- الإشارة إلى اتجاه حركة الظاهرة:

- الأسهم: تعد هذه الطريقة الأكثر انتشاراً وتمثيلاً على الخرائط؛ ذلك لأن الأسهم واضحة ويفهمها الجميع، وهي مستخدمة في الكثير من المجالات العامة، لإرشاد الناس في الشوارع وداخل المؤسسات العامة والخاصة إلى أماكن محددة، ويشار في هذه الطريقة إلى اتجاه حركة الظاهرة بعدة أساليب منها :١) وضع الأسهم الصغيرة مباشرة فوق الخطوط الممثلة لمسارات الظاهرة، ٢) وضع الأسهم الصغيرة إلى جوار مسارات حركة الظاهرة، ٣) وضع الأسهم الصغيرة فقط في نهايات خطوط الحركة، أو بداياتها، ٤) وضع الأسهم الصغيرة، ٥) الإشارة إلى اتجاه حركة الظاهرة بالأسهم نفسها.

- التغير في سماكة الخطوط:تستخدم هذه الطريقة في مجالات محدودة، مثل: الإشارة إلى اتجاه حركة المياه في الأنهار، أو الأودية، أو عندما يكون التمثيل واضحًا باتجاه واحد محدد، وتعتمد هذه الطريق على التغير في سماكة الخطوط نحو الازدياد من المصدر (بداية الحركة) نحو المصب (نهاية الحركة)، انظر الشكل رقم (١٢).

شكل (١٠) خريطة توضح حجم الظاهرة بواسطة درجة إضاءة اللون

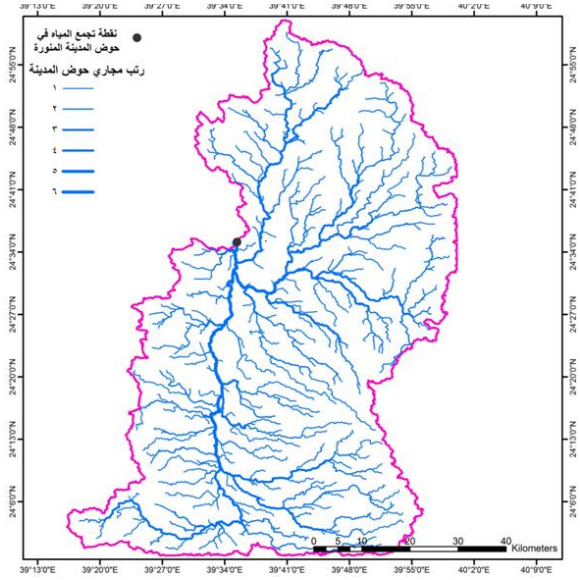


- التغير في إضاءة (قيمة اللون) الخطوط: يمكن استخدام التغير في القيمة اللونية للخطوط للإشارة إلى اتجاه حركة الظاهرة، ذلك أن الإقلال من القيمة اللونية للخطوط يشير إلى اتجاه حركة الظاهرة.

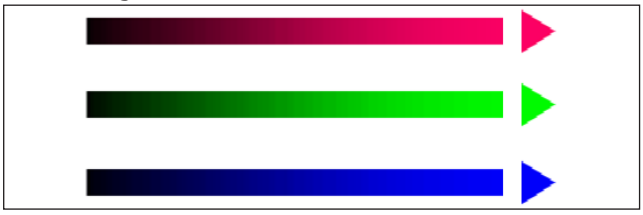
- التغير في التشبع اللوني للخطوط: يمكن استخدام التغير في التشبع اللوني للخطوط من أجل الإشارة إلى اتجاه حركة الظاهرة، ذلك أن الازدياد في التشبع اللوني للخطوط يشير إلى اتجاه حركة الظاهرة، انظر الشكل رقم (١٣).

شكل (١١) خريطة مرسومة بطريقة التمثيل الفئوي

شكل (١٢) خريطة توضح اتجاه حركة الظاهرة بواسطة التغير في سماكة الخطوط/ المصدر: دبس، ٢٠١٥



شكل (١٣) الإشارة إلى اتجاه حركة الظاهرة بواسطة تشبع الخطوط



-بواسطة الألوان المتنوعة: تستخدم عادة هذه الطريقة عند تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية DEM، وبشكل خاص عند تحليل اتجاه انحدار سطح الأرض، إذ يحلل لنا برنامج نظم المعلومات الجغرافية اتجاه انحدار سطح الأرض، في كل خلية من خلايا نموذج الارتفاعات الرقمية؛ وذلك وفق الاتجاهات الرئيسية الثمانية، ويعرضها لنا على الخريطة بألوان متنوعة، انظر الشكل رقم (١٤).

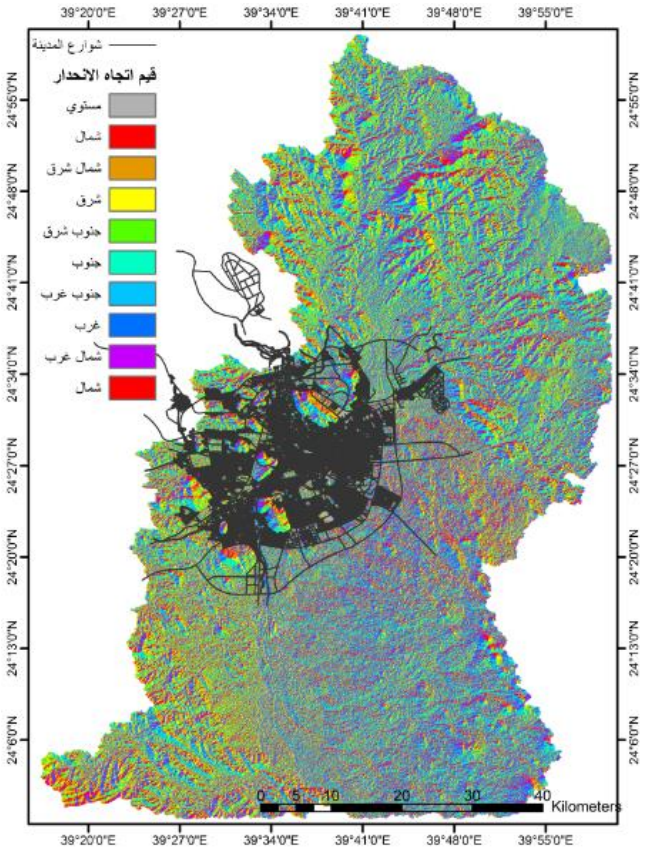
١١- تمثيل نمط انتشار الظاهرة المتحركة: تختلف الظاهرات المتحركة عن بعضها البعض حسب نمط (شكل) انتشارها في الطبيعة، وبواسطة رموز الحركة يمكن تمثيل جميع أنواع أنماط انتشار هذه الظواهر، التي تأخذ أشكال الانتشار الآتي: (Salishev, 1990: 82):

- نمط الانتشار النقطي:وهي الظواهر التي تتنقل بين مواقع محددة، مثل: حركة البواخر، والطائرات، والقطارات، والتمثيل الأنسب لهذا النمط من الانتشار هو استخدام الخطوط بمسارات وهمية، انظر الشكل رقم (١١).

- نمط الانتشار الخطي: ونعني بها تلك الظواهر التي تسلك المسار الخطي في حركتها، مثل: حركة الجيوش في جبهات القتال، وحركة المياه في الأنهار والأودية والقنوات، وحركة النفط والغاز ضمن الأنابيب، والتمثيل الأنسب لهذا النمط من الانتشار هو استخدام الخطوط بمسارات حقيقية، انظر الشكل رقم (١٢).

- نمط الانتشار المساحي:ونعني بها تلك الظواهر التي تتحرك

شكل (١٤) اتجاهات انحدار سطح أرض حوض المدينةالمنورة بتحليل نموذج الارتفاعات الرقمية/ المصدر: دبس، ٢٠١٥



وتنتشر في الطبيعة، على شكل كتلة متصلة شاغلة مساحات واضحة، مثل: الحمم البركانية، والتيارات البحرية، والأعاصير، والتمثيل الأنسب لهذا النمط من الانتشار هو استخدام مجموعة من الأسهم، التي ترسم فوق المساحات التي تنتشر، وتتحرك عليها الظاهرة .

- نمط الانتشار المبعثر:ونعني بها تلك الظواهر التي تتحرك وتنتشر في الطبيعة، على شكل أجزاء مبعثرة، مثل: هجرة الطيور، وحركة الحيوانات، أو حركة الرياح، انظر الشكل رقم (١٥). والتمثيل الأنسب لهذا النمط من الانتشار هو استخدام مجموعة من الأسهم، توضع فوق المسارات التي تسلكها الرياح، أو الطيور أو الحيوانات في تحركها.

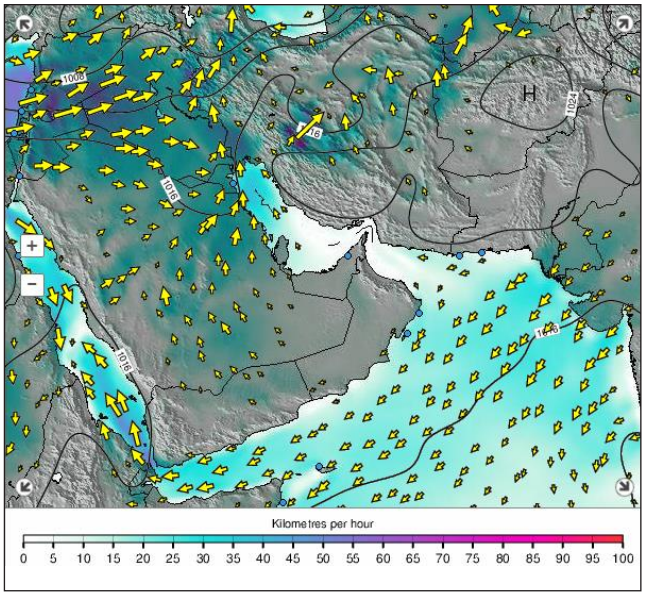
- نمط الانتشار المستمر: ونعني بها تلك الظواهر التي تتحرك بشكل مستمر، مثل: حركة الكتل الهوائية، والتمثيل الأنسب لهذا النمط من الانتشار هو ملء جميع المساحات على الخريطة بأسهم، تشير إلى جهة انتشار هذه الظاهرة.

١٢- نوع التمثيل للظاهرة المتحركة

- التمثيل البسيط:تعتمد هذه الطريقة على تمثيل ظاهرة واحدة متحركة، سواء باتجاه أو اتجاهين، أو عدة اتجاهات، وتكون بسيطة ومفهومة وواضحة على الخريطة.

- التمثيل المركب:تعتمد هذه الطريقة على تمثيل بنية الظاهرة المتحركة، سواء باتجاه أو اتجاهين؛ وذلك عندما تكون هذه الظاهرة مركبة، ومؤلفة من عدة ظواهر جزئية، مثل: تمثيل حجم السلع

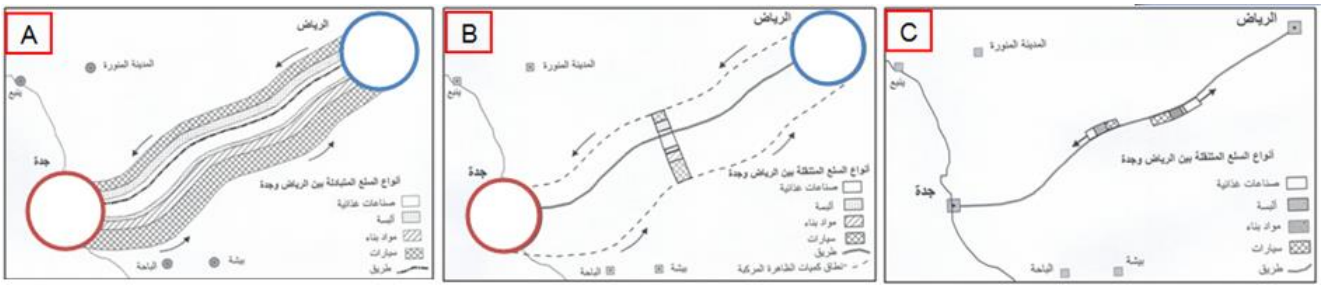
شكل (١٥) خريطة توضح نمط التوزيع المبعثر للظاهرة المتحركة (Lines show pressure and arrows show wind direction/ Saturday 03 Dec at 3am)



وأنواعها، الداخلة في عملية التصدير والاستيراد، تمثيل حجم الهجرة السكانية، مع تصنيف السكان المهاجرين إلى الفئات المختلفة، وتمثيل كميات الإنتاج الزراعي أو الصناعي وأنواعه، المتنقلة بين المدن، وترسم خطوط الحركة المركبة (الأشرطة) بإحدى الطرق الثلاث الآتية: الطريقة الأولى: يرسم في هذه الطريقة، على جانبي محور انتقال قيم الظاهرة المتنقلة، بنية الظاهرة المركبة ذهاباً وإياباً، مع تحديد سماكة كل ظاهرة جزئية أو عرضها، اعتمادا على افتراض سماكة قياسية معينة، وللتفريق بين هذه الظواهر الجزئية، تعطى كل ظاهرة لون أو شبكة مختلفة، انظر الشكل رقم (١٦-A). الطريقة الثانية: يرسم على خطوط الحركة (الأشرطة)، الممثلة لكميات الظاهرة المتحركة في مكان ما، أعمدة على محور انتقال الظاهرة، في بعض النقاط فقط، وفي كلا الاتجاهين، وتحتوي هذه الأعمدة على سماكات مختلفة، متوافقة مع كميات الظاهرة الجزئية وأنواعها للظاهرة المدروسة، انظر الشكل رقم (16-B). الطريقة الثالثة:تعتمد هذه الطريقة على رسم الأعمدة المتضمنة سماكات مختلفة، متوافقة مع كميات الظواهر الجزئية، في بعض النقاط فقط، وفي كلا الاتجاهين، بشكل موازي لمحور انتقال الظاهرة المدروسة، مع إلغاء الحدود الخارجية (سماكة الخطوط) لخطوط الحركة انظر الشكل رقم (16-C).

التمثيل الزمني لحركة الظاهرة: يعتمد هذا النوع من التمثيل على التمثيل النوعي، أو الكمي للظاهرات المتحركة، في فترة زمنية محددة، بمعنى آخر تبين هذه الطريقة، وفي فترة زمنية محددة، نوع الظاهرات التي تحركت، وحجمها، وبعض من خصائصها الأخرى، وهناك حاجة ماسة لتقنيات وأدوات دعم المحللين في استكشاف تدفقات الهجرة، وخصوصا تطورها في الوقت المناسب، ذلك أنها يجب أن تكون قادرة على المساعدة في الحصول على إجابات على الأسئلة الزمنية، مثل: كيف تتغير حركة الهجرة مع مرور الزمن؟ ماذا كان يحدث في نطاق زمني محدد؟ متى تصل حركة هجرة محددة إلى ذروتها؟ (Boyandin, et al. 2010)، ويتم عادة إجراء

شكل (١٦) طرق التمثيل المركب للظاهرات المتحركة/ المصدر: دبس، ٢٠١٢: ١٧٢-١٧٤



التمثيل الزمني للظاهرات على الخرائط،إما بواسطة أسهم، أو خطوط بألوان متنوعة أو متدرجة، على أن يمثل كل لون فترة زمنية معينة، أو بواسطة أسهم أو خطوط، تكتب عليها مباشرة الفترة الزمنية، أو تكتب عليها أرقام تدل على فترتها الزمنية، أو بوسطة أسهم بألوان مختلفة، مع خلفية ملونة تتناسب مع الفترات الزمنية لتحرك الظاهرة، انظر الشكل رقم (١٧).

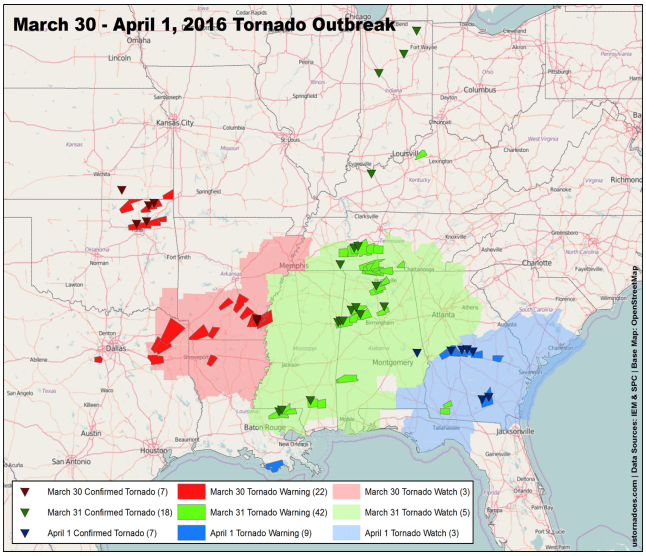
١٣- تمثيل سرعة الظاهرة المتحركة: يعتمد هذا النوع من التمثيل على تمثيل سرعة الظاهرة المتحركة (سرعة الرياح، أو العواصف، أو التيارات البحرية، أو المنخفضات الجوية)، بالإضافة إلى تمثيلها النوعي، أو الكمي، ويكون هذا النوع من التمثيل مفهوماً وواضحاً على الخريطة، فقط عند إجراء التمثيل النوعي أو الكمي البسيط؛ ذلك لأن باقي أنواع التمثيل تعقد المشهد على الخريطة، وتصبح الصورة غير واضحة ومفهومة، ويتم عادة تمثيل سرعة حركة الظاهرات على الخرائط، بواسطة أسهم، أو خطوط بألوان متدرجة الإضاءة أو التشبع، يتوافق تدرجهامع سرعة حركة الظاهرة، أو بواسطة الأسهم، مع تلوين مناطق انتشار الظاهرة بتدرجات لونية مناسبة، أاظر الشكل رقم (١٨).

١٤- تمثيل قوة (شدة) الظاهرة المتحركة: يعتمد هذا النوع من التمثيل على تمثيل قوة الظاهرة المتحركة، بالإضافة إلى تمثيلها النوعي، أو الكمي، وهذا التمثيل أيضاً يكون مفهوماً وواضحاً على الخريطة، فقط عند إجراء التمثيل النوعي أو الكمي البسيط، ويتم عادة تمثيل قوة الظاهرات على الخرائط، بواسطة أسهم أو خطوط بأشكال، أو ألوان متدرجة الإضاءة، أو بتدرجات اللون الواحد فقط، أو بواسطة تدرجات تشبع اللون، أو بتلون مناطق انتشار الظاهرة على الخريطة بألوان متدرجة، تدل على شدة الظاهرة المتحركة، انظر الشكل رقم (١٩).

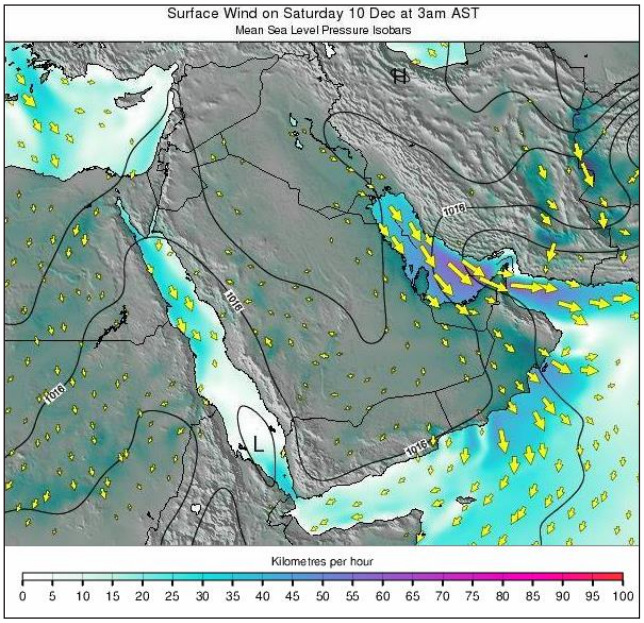
١٥- أنواع خرائط الحركة: تظهر خرائط الحركة حركة بعض الظاهرة، مثل حركة البضائع أو الأشخاص، من مكان إلى آخر، وتستخدم في ذلك خطوط ترمز إلى الحركة، وعادة ما تختلف في السماكة لتمثيل الاختلافات في كمية الظاهرة المتحركة، وبصفة عامة هناك ثلاثة أنواع رئيسية من خرائط الحركة، وهي:

- خرائط الحركة الإشعاعية Radial Flow Maps: تعرض هذه الخرائط حركة الظواهر المتحركة من موقع مصدر واحد باتجاه عدة مواقع أخرى، مثال: حركة التصدير من دولة ما باتجاه دول العالم الأخرى، وحركة الهجرة السكانية من بلد أو قارة ما باتجاه الدول أو القارات الأخرى، وحركة المسافرين من مطار ما باتجاه باقي المطارات، سواء داخل الدولة أو في باقي دول العالم، انظر

شكل (١٧) تمثيل الظاهرة المتحركة زمنياً



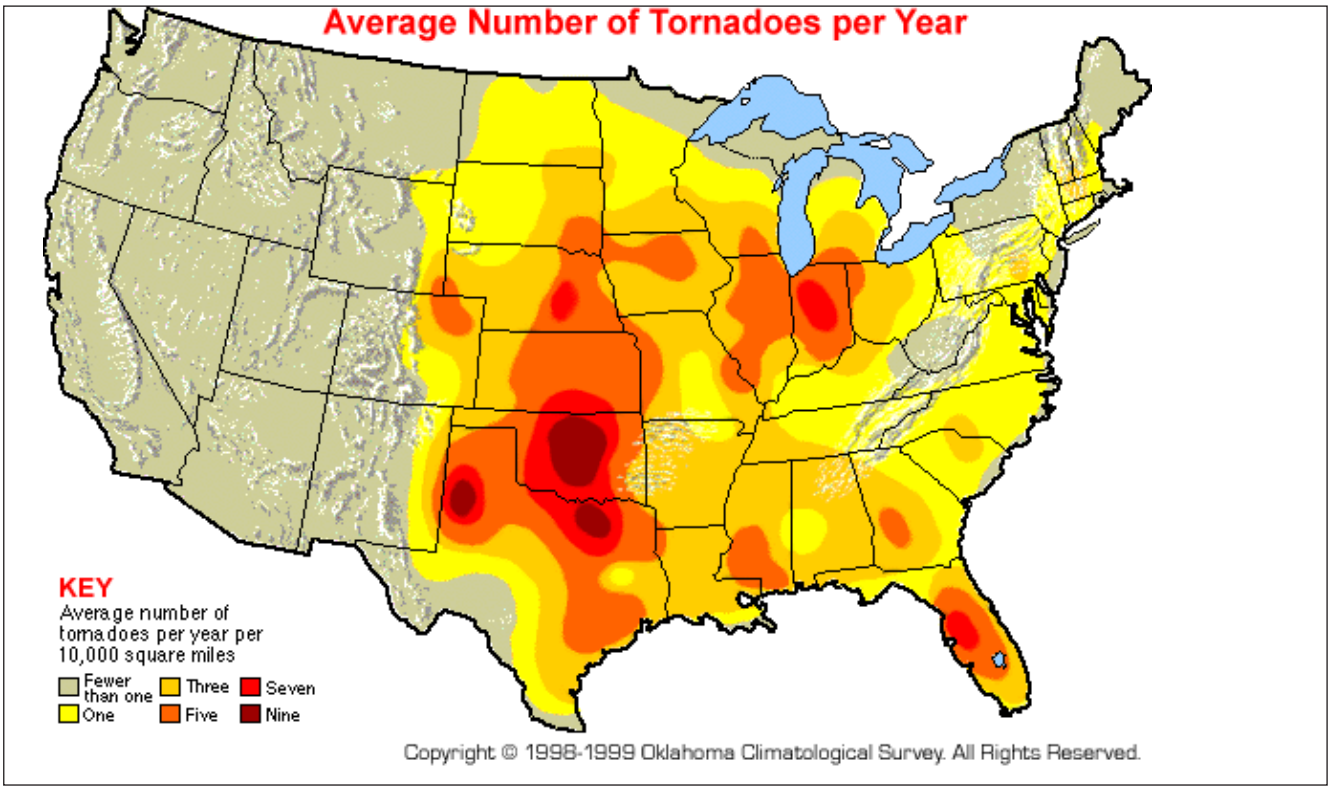
شكل (١٨) تمثيل سرعة الرياح بواسطة طول الأسهم وتلوين المناطق المنتشرة عليها



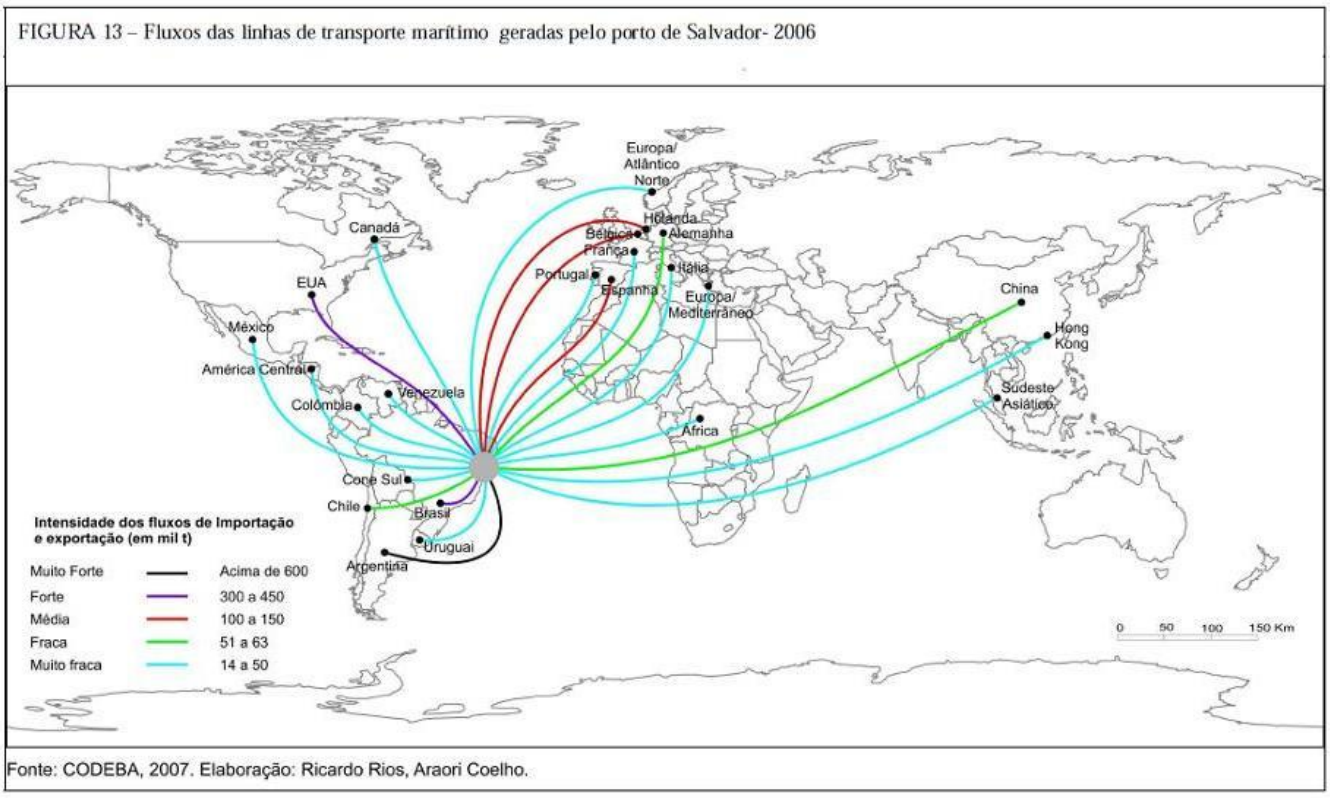
الشكل رقم (٢٠).

- خرائط الحركة الشبكية Network Flow Maps: تعرض هذه الخرائط حركة الظواهر المتحركة عبر شبكة محددة، مثال: حركة المرور اليومية عبر شبكة الطرق، والمكالمات اليومية عبر شبكة الاتصالات، وشبكة الإنترنيت، انظر الشكل رقم (٢١).

شكل (١٩) تمثيل شدة الظاهرة المتحركة بواسطة تلوين مناطق انتشار الظاهرة بالألوان المتدرجة
المصدر : http://worldbuilding.stackexchange.com/questions/29391/what-good-do-tornadoes-do



شكل (٢٠) خريطة الحركة الإشعاعية، مرسومة بواسطة التمثيل الفئوي



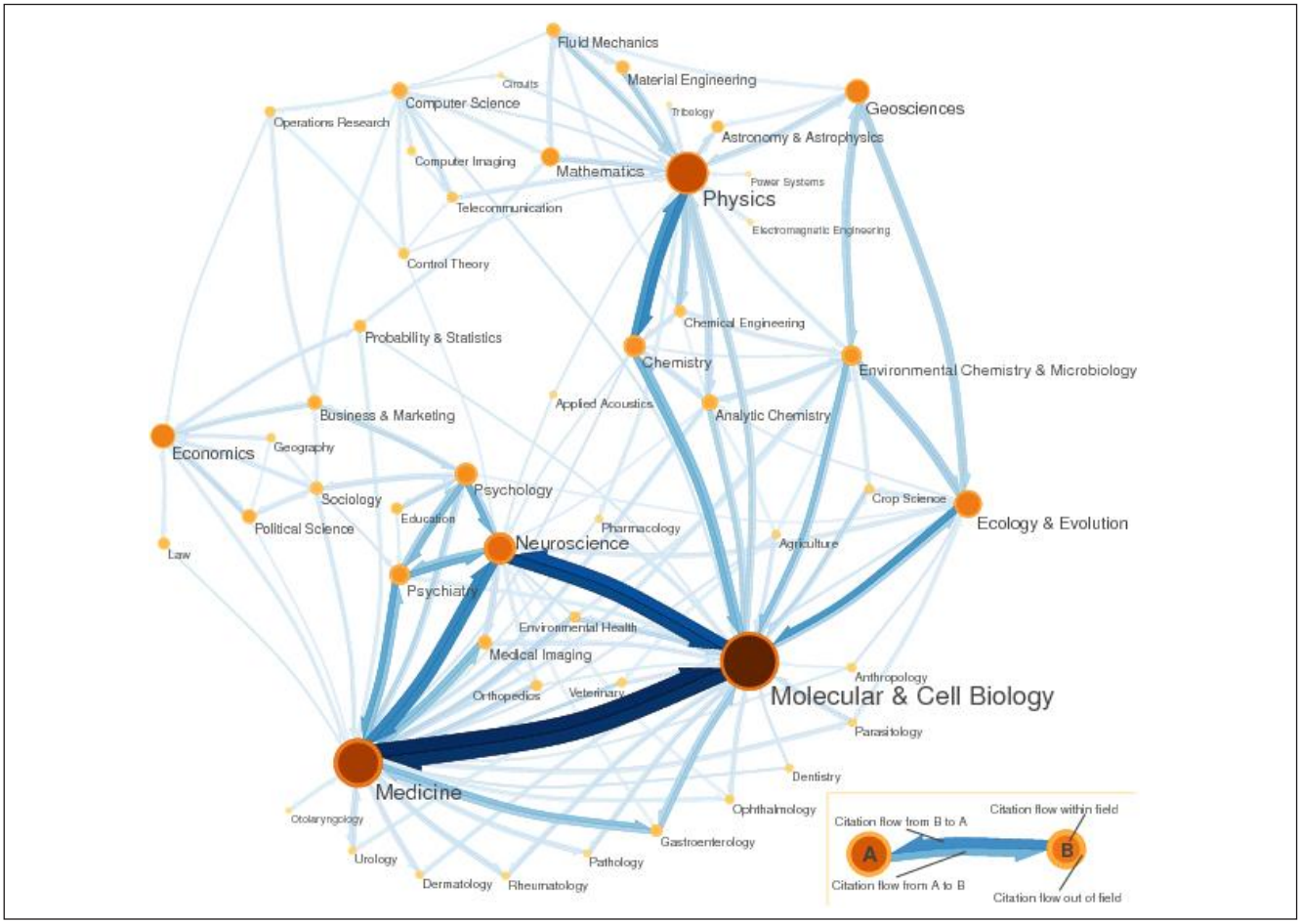
- **خرائط الحركة التوزيعية** Distributive Flow Maps: **تعرض هذه الخرائط العلاقة في حركة الظواهر المتحركة بين مصدر واحد وجهات متعددة، مثال: تصدير القمح، أو الحديد، من روسيا أو الولايات المتحدة الأمريكية إلى بلدان العالم، انظر الشكل رقم (٢٢).**

-**خرائط الحركة السهمية** (Point) Vector Flow Maps: **تعرض هذه الخرائط الظواهر التي تتحرك باستمرار وسلاسة عبر الفضاء والوقت؛ وذلك باستخدام أسهم المسافة الإقليدية، انظر الشكل رقم (٢٣).**

الطرق الأمثل لتصميم خرائط الحركة وإخراجها:

عند تصميم خرائط الحركة، يجب الانتباه إلى أن عملية إظهار حركة الظواهر المتحركة وعرضها على الخريطة، أمر ليس بالسهل، وإنما دقيق وبالغ التعقيد، إذ يمكن لخرائط الحركة أن تكون فعالة في عرض حركة الظواهر وإظهارها، وبنفس الوقت يمكن أن تكون مربكة، ومضللة وغير مفهومة، إذا لم تعد وتصمم بالشكل الصحيح، أذكر فيما يلي أهم الجوانب، أو الاشتراطات الواجب الاهتمام بها عند تصميم خرائط الركة ورسمها، حتى

شكل (٢١) خريطة الحركة الشبكية/ المصدر: http://www.eigenfactor.org/map/maps.php



شكل (٢٢) خريطة الحركة التوزيعية. المصدر: (Kevin, et al. 2011, 8)

تكون هذه الخرائط ناجحة، وتؤدي الغرض المطلوب منها بشكل جيد.

١- التشويه الذكي: يضطر الكارتوغرافي في بعض الأحيان إلى تشويه بعض المعالم على الخريطة؛ وذلك من أجل الإظهار الجيد لحركة الظواهر، ولكن يجب الانتباه هنا جيداً إلى أن إجراء أي تشويه على معالم الخريطة يجب ألا يغير في معناها.

٢- دمج نهايات خطوط الحركة في مكان التجمع عند العقد:إذا كان لدينا على الخريطة الكثير من الخطوط المتجهة إلى وجهة واحدة محددة، فمن المهم هنا تجميع هذه الخطوط؛ وذلك للحد من الفوضى على الخريطة.

٣- التوجيه الذكي لنهايات الخطوط: في بعض الحالات يجري توجيه فروع الخطوط وتشعباتها نحو مركز الخريطة، وهذا من شأنه حجب خطوط أخرى، فمن الأفضل هنا توجيهها نحو حافات الخريطة وليس مركزها؛ وذلك من أجل إتاحة الفرصة أمام كل الخطوط للظهور بشكل جيد على الخريطة.

٤- هيكلية ربط الخطوط وتشعيبها:تحتوي بعض خرائط الحركة على مجموعة من العقد المشتركة، وفي هذه الحالة يفضل ربط جميع الخطوط الواصلة والمنطلقة من هذه العقد بشكل جيد؛ تجنباً للفوضى على الخريطة.

٥- اختيار السماكة المناسبة للخط: عند إجراء عمليات التمثيل الكمي لحركة الظواهر، لا بد أولاً من إجراء الاختيار المناسب للسماكة القياسية للخط؛ وذلك من أجل رسم كل الخطوط على الخريطة بسماكات تتناسب مع كمية الظاهرة المتحركة.

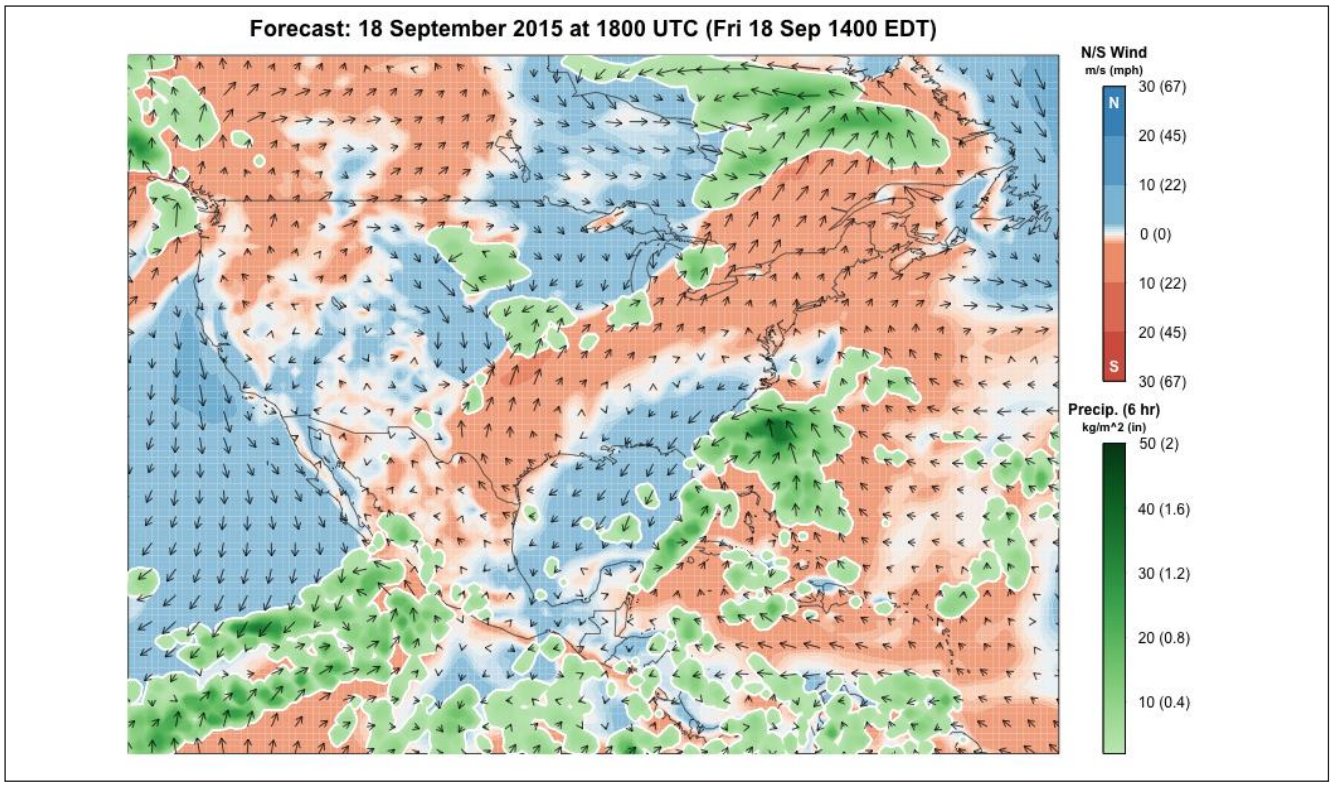
٦- البساطة في المحتوى: من المعروف أن خرائط الحركة تنتمي إلى الخرائط الموضوعية، التي تعرض موضوعاً واحداً فقط على الخريطة، مع تضمينها لمحتويين: محتوى عام، وظيفته تتحدد فقط في التوجيه على الخريطة، والمساعدة في دراسة موضوع الخريطة، أما المحتوى الخاص، فهو مخصص لعرض كل ما يخص موضوع الخريطة، ولإنجاح عرض الظاهرات المتحركة، وخصائصها، والمعالم المتعلقة بها على الخريطة، لا بد من تبسيط محتوى الخريطة إلى حد كبير، دون الإخلال بالعناصر الأساسية للخريطة، وميزاتها، وقرائيتها، ووضوحها.

٧- الدقة في اختيار الرموز والألوان المناسبة: إن اختيار الرموز المناسبة لتمثيل الظاهرات المتحركة على الخرائط، يساعد بشكل كبير على سرعة قراءة الخريطة، ووضوح محتواها، وفهم موضوعها الأساس؛ لذا لا بد من اختيار هذه الرموز بشكل جيد، وملائم للظاهرات المتحركة، وجميع خصائصها، بالإضافة إلى ذلك يجب أن تختار الألوان بشكل دقيق، ومناسب، لنوع الظاهرة وخصائصها المختلفة.

٨- الدقة في الرسم والإخراج :عادة تمثل خرائط الحركةأنواع الظواهر المتحركة، والكثير من خصائصها التي تم ذكرها سابقا، مثل: المسار، وجهة التحرك، والحجم، والشدة، والسرعة، وزمن التحرك؛ لذا لا بد من الدقة في الرسم والإخراج، وذلك للحصول على صورة واقعية عن نوع، الظاهرة المتحركة وخصائصها وخاصة الكمية.

٩- التمثيل المبسط والواضح: ليس المطلوب من خرائط الحركة أنتعرض الكثير من خصائص الظاهرات المتحركة دفعة واحدة، وإنما أن تعرض وبوضوح هذه الخصائص، وهذا لن يتحقق إلا بالعرض الجزئي لهذه الخصائص، إذ يمكن لخرائط الحركة أن تعرض فقط: أنواع الظاهرات المتحركة، أو حجمها، أو سرعتها، أو

شكل (٢٣) خريطة الحركة السهمية



شدتها، أو تحركها الزمني، أو تحركها بين مواقع محددة وقليلة، أو تحركها باتجاه واحد، أو باتجاهين.

١٠- رموز الحركة: يجب أن تتميز رموز الحركة عن بعضها البعض بشكل جيد على الخريطة، وكذلك عن الخلفية الملونة للخريطة، وتكون بسيطة، وسهلة التقبل البصري في الطباعة (Losiakov, 1986: 279).

١١- القرائية الجيدة للخريطة: يجب أن تمتلك خريط الحركة قرائية جيدة، بالنسبة للرموز المرسومة عليها وخصائصها الشكلية واللونية.

١٢- المعايير الجمالية: لا بد عند إنشاء خرائط الحركة الاهتمام بالمعايير الجمالية، وقدر الإمكان الحد من الفوضى والتشويش البصري على الخريطة (Debiasi, et al. 2014: 173).

النتائج والتوصيات:

مما تم دراسته في هذا البحث، والذي تطرق إلى دراسة ومناقشة مختلف الجوانب المتعلقة بالظواهر المتحركة، والطرق المثلى لعرضها على الخرائط الموضوعية، تم التوصل إلى النتائج الآتية:

١- حصر طرق التمثيل الكارتوغرافية وتحديدها، ومجال استخدامها.

٢- دراسة مختلف أنواع الظواهر المتحركة، وتحديد طبيعتها، ونمطها، وخصائصها المختلفة.

٣- تحديد أنواع رموز الحركة وخصائصها، التي من خلالها يتم تمثيل الظواهر المتحركة على الخرائط الموضوعية.

٤- تحديد طرق التمثيل الأنسب للظواهر المتحركة، وخصائصها المختلفة على الخرائط الموضوعية.

٥- تحديد أنواع خرائط الحركة.

٦- تحديد الطرق الأمثل لتصميم خرائط الحركة وإخراجها.

وبناءً على ما تم التوصل إليه في هذه الدراسة يمكن اقتراح التوصيات الآتية:

١- ضرورة إيلاء أهمية أكبر من قبل الباحثين العرب وغيرهم، لدراسة الظواهر المتحركة، وطرق تمثيلها على الخرائط.

٢- ضرورة متابعة البحوث والدراسات في مجال تمثيل الظواهر المتحركة، بواسطة برامج نظم المعلومات الجغرافية، وذلك من أجل الوصول إلى طرق تمثيل أفضل، وإعدادخرائط الخركة وإخرجها بالشكل السليم والمطلوب.

٣- استخدام أوسع لخرائط الحركة في الدراسات والبحوث العلمية.

المراجع:

دبس، عبد الرحمن مصطفى، ٢٠١٢، طرق إعداد ورسم الخرائط الموضوعية (التوزيعات)، دار الزمان للنشر والتوزيع، المدينة المنورة.

أبو راضي، فتحي عبد العزيز، ٢٠٠٠، خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، دار النهضة العربية، بيروت.

سطيحة، محمد محمد، ١٩٧٢، دراسات في علم الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت.

بن سلمى، ناصر بن محمد، ١٩٩٥، خرائط التوزيعات البشرية، مكتبة العبيكان، الرياض.

الشرنوبي، ممحمد عبد الرحمن، ١٩٧٠، خرائط التوزيعات البشرية، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة.

العيسوي، محمد فايز، ٢٠٠٠، خرائط التوزيعات البشرية / أسس وتطبيقات، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية.

المراجع الأجنبية :

Andrienko, G., Andrienko, N., Bak, P., Keim, D., Wrobel, S., 2013, Visual Analytics of Movement, University of Bonn Bonn Germany, springer.

Berliant, A. M., 2002, Cartography, Aspect Press, Moscow.

Boyandin, I., Bertini, E., and Lalanne, D., 2010, Using flow maps to explore migrations over time. In Proc. Workshop in Geospatial Visual Analytics: Focus on Time (GeoVA(t)).

Chang, Kang-tsung. 2012, Introduction to Geographic Information Systems. McGraw-Hill: New York, 6 Edition.

Cornel, D., Konev, A., Sadransky, B., Horváth, Z., Brambilla, A., Viola, I., Waser, J., 2016, Composite Flow Maps, In Computer Graphics Forum (Proceedings EuroVis 2016), 35(3),201 6.

Debiasi, A., F. Graphitech, B. Simões, and R. De Amicis. 2014. Supervised ForceDirected Algorithm for the Generation of Flow Maps. Paper read at WSCG 2014 -22nd International Conference on Computer Graphics, Visualization andComputer Vision at Plzen, Czech Republic.

Force Directed Flow Map Layout. Alberto Debiasi, Bruno Simões and Raffaele De Amicis. Fondazione Graphitech, Via Alla Cascata 56/c, 28133, Trento, Italy.

Gould, P. R., 1967, On the geographical interpretation of eigenvalues. Transactions of the Institute of British Geographers 42: 53–86.

Groff, E., and McEwen, T., 2006, Exploring the Spatial Configuration of Places Related to Homicide Events. Washington, DC, National Institute of Justice.

Guo, D., and X. Zhu. 2014. Origin-Destination Flow Data Smoothing and Mapping. IEEE Transactions on Visualization

destinations and flows with OD maps. The Cartographic Journal, 47(2),2010.

Zhou, H., P. Xu, X. Yuan, and H. Qu., 2013, Edge Bundling in Information Visualization, Tsinghua Science and Technology 18 (2).

Zhu, X. and D. Guo, 2014. «Mapping Large Spatial Flow Data with Hierarchical Clustering», Transactions in GIS, 18(3).
Waldo Tobler, Movement Mapping
http://www.csiss.org/clearinghouse/FlowMapper/MovementMapping.pdf

ArcGIS – Flow Maps:
http://www.arcgis.com/home/group.html?id=62918569d92344efa8b50bf3df5e8f25
https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2011/09/06/creating-radial-flow-maps-with-arcgis/
http://gisgeography.com/flow-maps/
https://www.google.ca/maps/search/traffic+flow/@53.5414191,-113.5864609,10.5z/data=!5m1!1e1
http://wiki.gis.com/wiki/index.php/Flow_map
http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2011/09/06/creating-radial-flow-maps-with-arcgis/
Generating Distributive Flow Maps with ArcGIS:
https://blogs.esri.com/esri/apl/2012/09/12/generating-distributive-flow-maps-with-arcgis/
http://ncva.itn.liu.se/explorer/flowmap-explorer?l=en

and Computer Graphics 20 (12):2043-2052.

Kevin Buchin, Bettina Speckmann, Kevin Verbeek, (2011),Angle-Restricted Steiner Arborescences for Flow Map Layout, EuroCG 2011, Morschach, Switzerland.

Landré, M., & Peeters, P., 2012, Creating Tourism Transport Flow Maps with GIS: A Practical Guide: file:///C:/Users/adobs/Downloads/Landr%C3%A9,%20%20M.%20and%20Peeters%20P.%20-%20Creating%20tourism%20flow%20maps%20with%20GIS%20-%20A%20Practical%20Guide%20(2).pdf

Losiakov, Losiakov,N.N., Skvartsov, P. A., Kamensky, A. V., & other, 1986, topographical drawing, Moscow, Nedra.
Phan, D., Xiao, L. Yeh, , R. , and Hanrahan, P., 2005, Flow map layout. In Information Visualization, 2005. INFOVIS 2005. IEEE Symposium on, IEEE.

Pieke B, Krüger , 2007, A. Flow Maps – Automatic Generation and Visualization in GIS. Proceedings of GI-Days 2007, IfGIprints 30, Münster; 261-265.

Quan Hoa, Phong H. Nguyen, Tobias Åström, Mikael Jern, 2011, Implementation of a Flow Map Demonstrator for Analyzing Commuting and Migration Flow Statistics Data,Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 21.

Salishev, K. A., 1990, Introduction to Cartography, Third Edition, Puplished By Lomonosov Moscow State University, Moscow.

Slocum, T. A., McMaster, R. B., Kessler, F. C., and Howard, H. H., 2009, Thematic Cartography and Geovisualization. Pearson, New Jersey, 3rd edition.

Ullman, E. L., and Dacey M. F. 1960, The minimum requirements approach to the urban economic base. Papers in Regional Science 6: 175–94.

Verbeek, K., Buchin, K. and Speckmann, B. Flow map layout via spiral trees. Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on, 17(12):2536, 2011.

Vostokova,A.V., Koshel,C. M., Ushakova, L. A., 2002, Maps Production Computer Design, Aspekt Press, Moscow .

W. Tobler. Experiments in migration mapping by computer. The American Cartographer, 14(2),1987.

Wood, J. , Dykes, J. and Slingsby, A. Visualization of origins,