دار المنظومة
DAR ALMANDUMAH
الرواد في قواعد المعلومات العربية

العنوان:	نمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل شمال العراق باستخدام تقانات الجيوماتكس
المصدر:	دراسات - العلوم الإنسانية والاجتماعية
الناشر:	الجامعة الأردنية - عمادة البحث العلمي
المؤلف الرئيسي:	الجابرى، على خليل خلف غضا
مؤلفين آخرين:	مخلف، مجيد محمود جراد(م. مشارك)
المجلد/العدد:	مج47, ملحق
محكمة:	نعم
التاريخ الميلادي:	2020
الصفحات:	16 - 50
رقم MD:	1085811
نوع المحتوى:	بحوث ومقالات
اللغة:	Arabic
قواعد المعلومات:	EduSearch, HumanIndex
مواضيع:	نظم المعلومات الجغرافية، تقنية الجيوماتكس، ظلال التلال، أربيل، العراق
رابط:	http://search.mandumah.com/Record/1085811

© 2021 دار المنظومة. جميع الحقوق محفوظة.
هذه المادة متاحة بناء على الإتفاق الموقع مع أصحاب حقوق النشر، علما أن جميع حقوق النشر محفوظة. يمكنك تحميل أو طباعة هذه المادة للاستخدام الشخصي فقط، ويمنع النسخ أو التحويل أو النشر عبر أي وسيلة (مثل مواقع الانترنت أو البريد الالكتروني) دون تصريح خطي من أصحاب حقوق النشر أو دار المنظومة.

نمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل شمال العراق باستخدام تقانات الجيوماتكس

علي خليل خلف الجابري، مجيد محمود جراد مخلف*

ملخص

يهدف البحث إلى نمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل شمال العراق باستخدام تقانات الجيوماتكس وإجراء مقارنة بين نمذجة ظلال التلال المحسوبة من خلال إعدادات برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الأفتراضية التي تعتمد على قراءة واحدة فقط، وهي: زاوية موقع الشمس على خط الأفق (Azimuth) مقاسة من الشمال باتجاه الشرق)باتجاه عقارب الساعة(والبالغة °315، وميل أشعة الشمس فوق الأفق)أي مقدار ارتفاع الشمس فوق الأفق في القبة السماوية(Altitude) (والبالغة °45، المتبعة في جميع الدراسات والبحوث الجغرافية حالياً، مع نمذجة ظلال التلال المحسوبة من: برنامج PV Lighthouse لكل ساعة من ساعات اليوم حسب موقع مدينة أربيل مركز محافظة أربيل، ويمكن حسابها لجميع أيام العام.

الكلمات الدالة: نمذجة، تقانات الجيوماتكس، ظلال التلال، نظم المعلومات الجغرافية، أربيل.

المقدمة:

المقصود بنمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل شمال العراق باستخدام تقانات الجيوماتكس إجراء مقارنة بين نمذجة ظلال التلال المحسوبة من خلال إعدادات برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الأفتراضية التي تعتمد على قراءة واحدة فقط، وهي: زاوية موقع الشمس على خط الأفق (Azimuth) مقاسة من الشمال باتجاه الشرق (باتجاه عقارب الساعة) والبالغة 315°، وميل أشعة الشمس فوق الأفق (أي مقدار ارتفاع الشمس فوق الأفق في القبة السماوية) (Altitude) والبالغة 45°، المتبعة في جميع الدراسات والبحوث الجغرافية حالياً، مع نمذجة ظلال التلال المحسوبة من: برنامج PV Lighthouse لكل ساعة من ساعات اليوم حسب موقع مدينة أربيل مركز محافظة أربيل، ويمكن حسابها لجميع أيام العام.

فقد ساهم التطور العلمي والتكنولوجي بتسهيل دراسة الأشكال الأرضية بوساطة تقانات الجيوماتيكس التي تتمثل بـ: مرئيات السواتل المختلفة سواء كانت ثنائية الأبعاد ذات اللون الأبيض والأسود أم المرئيات المتعددة النطاقات أو المرئيات الثلاثية الأبعاد المتمثلة بالمرئيات الرادارية (نموذج الارتفاعات الرقمية .D.E.M)، وبرامج نُظم المعلومات الجغرافية لإعداد قواعد البيانات لخصائص السطح وتحليلها بوساطة مجموعة من الخرائط الموضوعية لعلم الأشكال الأرضية، وتنتهي بإخراج مخرجاتها المتنوعة بهيئة: خرائط، تقارير، جداول، رسوم بيانية، ومجسمات، والتي تتميز بالدقة المتناهية والمصداقية والموثوقية العالية، إذ يستطيع المستفيد منها التحاور والتفاعل المباشر معها بما تسهم في دعم أصحاب القرار في اتخاذ القرارات الصائبة لحل مشاكل من الواقع الجغرافي.

1- تعريف بمنطقة البحث:

تقع محافظة أربيل في شمال وطننا العراق، وهي إحدى محافظات إقليم كردستان، كما تبينه الخريطة (1). وتقع المحافظة جغرافياً بين دائرتي عرض[1] 30ً 25َ 35ْ حتى 32ً 19َ 37ْ شمالاً، بذلك تمتد محافظة أربيل من أقصى نقطة في جنوبها حتى

* مركز أعالي الفرات، جامعة الانبار، العراق. تاريخ استلام البحث 2020/1/9، وتاريخ قبوله 2020/6/2.

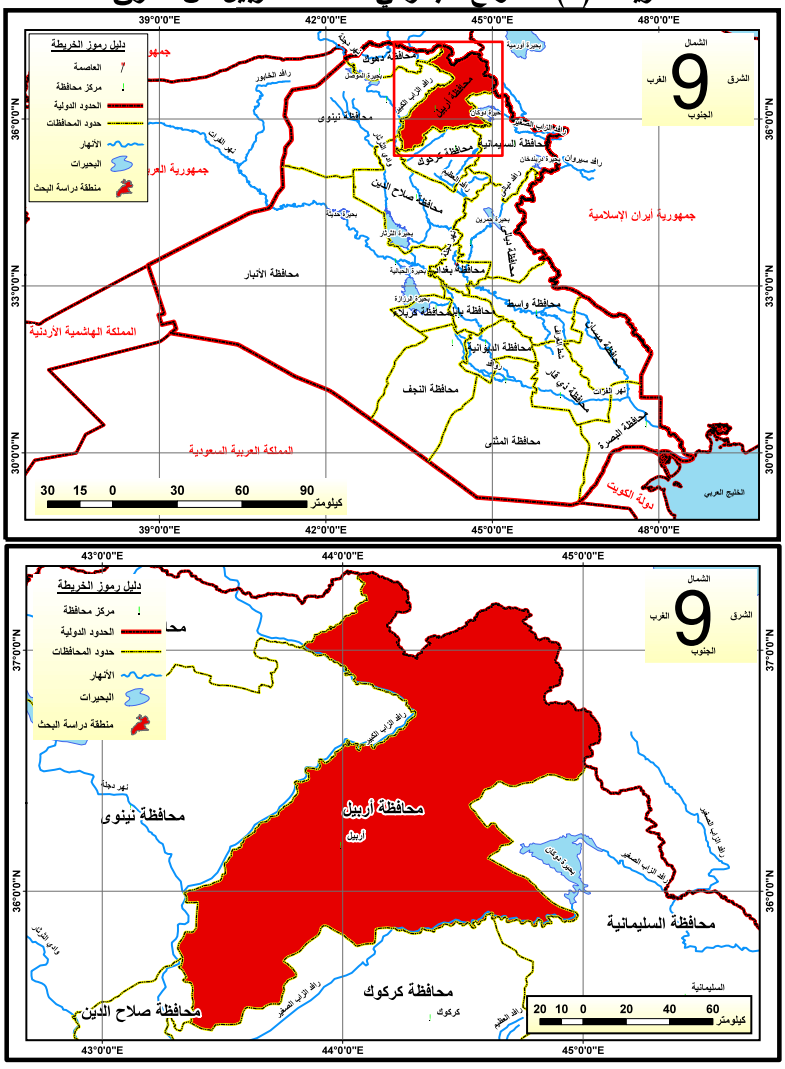
(1): يجد القارئ في كتب علم رسم الخرائط مصطلحات متضادة أحياناً حتى في الكتاب الواحد، مثل: أقواس الطول خطوط الطول ودوائر العرض وخطوط العرض. مما تسبب الإرباك ولاسيما لطلبة الدراسات الأولية، ومن أجل التفريق بين هذه المصطلحات وعدم الخلط بينها، يرى الباحث استخدام مصطلح أقواس الطول Longitude عندما نتحدث عن الظواهر الجغرافية على الأرض أو الخرائط ذات نظام الإحداثيات الجغرافية، ويستخدم مصطلح خطوط الطول Meridian عندما نتحدث عن الظواهر الجغرافية على الخريطة ذات نظام الإحداثيات التربيعية. وينطبق الحال

 © 2020 عمادة البحث العلمي/ الجامعة الأردنية. جميع الحقوق محفوظة.

أقصى نقطة في شمالها بمقدار 02ً 06َ 02ْ، وتقع محافظة أربيل بين قوسي طول 54ً 18َ 43ْ حتى 16ً 04َ 45ْ شرقاً، بذلك تمتد المحافظة من أقصى نقطة في غربها حتى أقصى نقطة في شرقها بمقدار 38ً 14َ 02ْ، كما تبينه الخريطة (1). تبلغ مساحة محافظة أربيل 14535 كيلومتر مربع.

يتبين من الخريطة (1)، بأن محافظة أربيل يحدها من الشمال جمهورية تركيا، ومن الشمال الغربي تحدها محافظة دهوك، وتحدها من الغرب والجنب الغربي محافظة نينوى، ومن الجنوب تحدها محافظة صلاح الدين، وتحدها من الجنوب الشرقي محافظة كركوك، ومن الشرق تحدها محافظة السليمانية، ومن الشمال الرقي تحدها جمهورية إيران الإسلامية.

الخريطة (1): الموقع الجغرافي لمحافظة أربيل من العراق.



المصدر: من عمل الباحثان بوساطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1، بالاعتماد على:

- جمهورية العراق، وزارة الموارد المائية، خريطة العراق الإدارية ذات مقياس الرسم 1 / 1300000، 2007.

تتنوع الخصائص الطبيعية في محافظة أربيل، إذ تتميز المحافظة بتنوع مظاهر السطح فيها، والذي يمكن أن نقسمه إلى

نفسه على مصطلحي دوائر العرض Latitude وخطوط العرض Parallel. والتي سيتم إن شاء الله تعالى اعتمادها في هذا البحث. يُنظر المصدر: الجابري، علي خليل خلف غضا، النمذجة الآلية للخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة في قضاء هيت باستخدام التقنيات الحديثة، مصدر سابق، ص 3.

قسمين رئيسيين، هما:

أ- منطقة الجبال العالية:

تعني الجبال، هي تلك المنطقة المرتفعة من الأرض تتصف بوجود قمة أو محور، وقد حدد ارتفاعها بأكثر من 500 متر فوق مستوى الأراضي المجاورة، وترتفع 1000 متر فأكثر فوق مستوى سطح البحر، بينما تسمى المرتفعات التي يقل ارتفاعها عن ذلك بالتلال. عندما تتصل الجبال مع بعضها على هيأة سلسلة Range مكونة حائطاً يمتد لمسافة طويلة[2]. وتتكون من سلاسل جبلية التوائية تمتد متوازية تقريباً، وتحصر بينها وديااً طولية هي بالأصل التواءات مقعرة، وقد عملت المياه الجارية على النحت والإرساب بشدة فقطعت الجبال بخوانق ووديان وأضافت إلى السهول كميات كبيرة من الترسبات وحفرت فيها مجاري عميقة، الأمر الذي جعل سطح المنطقة كلها غير منتظم[3]. وتشغل هذه المنطقة الأقسام الشمالية الشرقية من المحافظة، وتتكون من سلاسل جبلية يكون اتجاهها العام من: الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي[4]. ومن أهم سلاسلها الجبلية: سلسلة جبال حصاروست التي تضم أعلى القمم الجبلية في العراق، وتتمثل بقمة جبل هلكرد الذي يصل ارتفاعه إلى قرابة 3600 متر فوق مستوى سطح البحر، وجبال سفين، وجبل حرير.

ب- منطقة السهول والهضاب:

تشغل هذه المنطقة الجهات الجنوبية الغربية من المحافظة، وأبرز أقسامها، هي: سهل أربيل، سهل ديبكة، سهل مخمور، فضلاً عن وجود العديد من الهضاب التي تنتشر على مساحة واسعة من سطح المحافظة.

أما بالنسبة لمناخ محافظة أربيل، تتميز المحافظة بسيادة مناخ البحر المتوسط الذي يتميز بصيف معتدل الحرارة، وبشتاء بارد، أما كمية الأمطار فتصل أحياناً إلى أكثر من 1000 مليمتر، وتزداد في الأقسام الشمالية الشرقية، مع فرص كبيرة لتساقط الثلوج.

يبلغ عدد سكان محافظة أربيل حسب تقديرات عام 2017 م قرابة 1806871 نسمة، موزعين على عدة مدن، أبرزها مدينة أربيل مركز المحافظة، ومئات القرى المتناثرة على مساحة المحافظة.

2- مشكلة البحث:

لما كانت المشكلة البحث يمكن طرحها على شكل سؤال أو أكثر، لذا تكمن مشكلة البحث بالأسئلة الآتية:

أ- هل نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M باستخدام الإعدادات الافتراضية للبرنامج تمثل الواقع الجغرافي لمحافظة أربيل؟

ب- كيف يمكن نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M بحيث تمثل الواقع الجغرافي لمحافظة أربيل؟

ج- هل يمكن نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M بقراءة واحدة فقط؟

3- فرضية البحث:

لما كانت الفرضية إطار عام يصور العلاقة بين متغيرات الظاهرة المدروسة ويفسرها. لذا جاءت فرضيات البحث إجابات عن أسئلة مشكلته، كما يأتي:

أ- لا تمثل نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M باستخدام الإعدادات الافتراضية للبرنامج الواقع الجغرافي لمحافظة أربيل؛ لأن ميل ارتفاع الشمس عن الأفق بزاوية 45° واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق بزاوية 315° من المستحيل في أي يوم من أيام السنة في محافظة أربيل أن تكون ميل ارتفاع الشمس عن الأفق واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق بزوايا نفسها حسب الإعدادات الافتراضية للبرنامج المستخدمة

(2): عدنان باقر النقاش ومهدي علي الصحاف، الجيومورفولوجي، بغداد، 1989، ص 431.

(3): جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، ط 2، معهد الدراسات العربية العالية، القاهرة، 1961، ص 76 – 77.

(4): جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، ط 2، معهد الدراسات العربية العالية، القاهرة، 1961، ص 65.

في الدراسات والبحوث الجغرافية.

ب- يمكن نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. عن طريق حساب ميل ارتفاع الشمس عن الأفق، واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق لأي يوم من أيام السنة، بل لأي ساعة من ساعات النهار والليل بواسطة برنامج[5] PV Lighthouse، وبالتالي تتعدد نماذج ظلال التلال بعدد ساعات النهار خلال اليوم الواحد. كما سيتم بيانه في ثنايا هذا البحث الذي بين أيدينا.

ج- لا يمكن نمذجة ظلال التلال بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. بقراءة واحدة فقط؛ لأن حركة الشمس الظاهرة تختلف في ميل ارتفاع الشمس عن الأفق، واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق من شروق الشمس حتى تصل إلى أقصى ارتفاع لها في منتصف، وتأخذ بالانخفاض في الجهة المعاكسة حتى تصل إلى مغيب الشمس تحت الأفق. وبالتالي تختلف الشمس في ميل ارتفاع الشمس عن الأفق، واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق خلال ساعات النهار المختلفة، فلا يمكن الاعتماد على قراءة واحدة ولاسيما بإعدادات البرنامج الافتراضية، وتعميم نتائجها على منطقة البحث كونها تمثل الواقع الجغرافي كما سيتم بيانه في ثنايا هذا البحث الذي بين أيدينا.

4- حدود البحث:

يمكن تحديد البحث على النحو الآتي:

أ- الحدود الجغرافية:

يتحدد البحث جغرافياً بالحدود الإدارية لمحافظة أربيل التي تم بيانها سابقاً تحت عنوان تعريف بمنطقة البحث، كما تبينه الخريطة (1).

ب- الحدود العلمية:

يتحدد البحث علمياً بنمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. حسب إعدادات البرنامج الافتراضية ومقارنتها مع نماذج ظلال التلال للمحافظة حسب إعدادات المحسوبة من برنامج PV Lighthouse لكل ساعة من ساعات اليوم حسب موقع مدينة أربيل مركز محافظة أربيل، ولجميع أيام العام؛ ولكن البحث لا يسمح بدراسة جميع ساعات الأيام على مدار عام كامل، لذلك فقد تم اختيار أربعة أيام فقط، هي: يوم 21 مارس الاعتدال الربيعي، ويوم 21 حزيران الانقلاب الصيفي، ويوم 23 أيلول الاعتدال الخريفي، ويوم 21 كانون الأول الانقلاب الشتوي لنصف الأرض الشمالي، هذه الأيام الأربعة تمثل أيام العام المختلفة لكونها تضم أطول نهار في العام يوم الانقلاب الصيفي وأقصر نهار خلال العام يوم الانقلاب الشتوي فضلاً عن يومي الاعتدالين التي تختلف فيها ميل ارتفاع الشمس عن الأفق، واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق.

طالما أن ظلال التلال تحدث خلال النهار فقط؛ لذلك فقد تم اهمال ساعات الليل التي تحمل إشارة سالبة دلالة على أن الشمس تكون دون مستوى الأفق. فضلاً عن اهمال توقيت الشروق والغروب بالضبط؛ لأن توقيت الشروق والغروب يكون ارتفاع الشمس قريب جداً من مستوى الأفق، ويعمل ذلك على تضليل نتائج البحث. لذلك فقد تم حساب ميل ارتفاع الشمس عن الأفق واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق على رأس كل ساعة من ساعات النهار بعد الشروق حتى آخر رأس ساعة قبل مغيب الشمس لما سيتم بيانه في ثنايا البحث لاحقاً.

ج- الحدود الزمانية:

يتحدد البحث زمنياً بإعدادات برنامج PV Lighthouse المحسوبة لكل ساعة من ساعات النهار لأيام الاعتدالين والانقلابين لنصف الأرض الشمالي لعام 2017 م.

5- أهداف الدراسة:

يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

أ- الكشف عن الخطأ في حساب ظلال التلال لمحافظة أربيل بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. حسب إعدادات البرنامج الافتراضية التي لا تمثل الواقع الجغرافي في المحافظة.

(5): رابط برنامج PV Lighthouse على الشبكة العنكبوتية، هو: http://www2.pvlighthouse.com.au

ب- الكشف عن برنامج PV Lighthouse لحساب إعدادات ظلال التلال لمحافظة أربيل كأنموذج تطبيقي بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M.

ج- بيان الاختلاف في نمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. حسب إعدادات البرنامج الافتراضية مقارنة مع نماذج ظلال التلال للمحافظة حسب إعدادات المحسوبة من برنامج PV Lighthouse لكل ساعة من ساعات الأيام الاعتداليين والانقلابين المحسوبة لموقع مدينة أربيل مركز محافظة أربيل.

د- بيان التكامل بين تقنيات الجيوماتيكس، بما يؤدي إلى مخرجات قواعد البيانات الجغرافية ذات دقة متناهية بحيث يمكن الوثوق بها والاعتماد عليها في التخطيط التنموي للمحافظة مستقبلاً.

هـ- يُعد هذا البحث الدليل التطبيقي للتعرف على آلية نمذجة ظلال التلال لأية منطقة ما على سطح الأرض بخطوات سليمة تمثل الواقع الجغرافي، ومتجاورة الخطأ الشائع في استخدام إعدادات البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الافتراضية في إعدادها؛ لذلك يمكن الاعتماد عليها من العاملين في مجال نُظم المعلومات الجغرافية لدراسة التلال الظلال لأية منطقة أخرى.

6- مناهج البحث وأساليبه:

فقد تم الاعتماد في هذا البحث على أكثر من منهج؛ وذلك بما يتلاءم مع طبيعة مشكلته وأهدافه، وهي على النحو الآتي:

أ- **المنهج الاستقرائي الوصفي:** إذ يقوم هذا المنهج على فلسفة دع الحقائق تتكلم، وهو الانتقال من الخاص إلى العام، عن طريق وصف مفاهيم ظلال التلال التي يتيحها البرنامج المستخدم في هذا البحث، فضلاً عن الكشف عن الخطأ في الإعداد الافتراضية للبرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 التي لا تمثل الواقع الجغرافي.

ب- **المنهج الإقليمي:** يقوم هذا المنهج على دراسة ظلال التلال لكل ساعة من ساعات الأيام الأربعة ضمن الحدود الإدارية المحافظة أربيل، من أجل توافر قواعد البيانات الجغرافية لهذه الخصائص بما تسهم في دعم أصحاب القرار في اتخاذ القرارات الصائبة من شأنها أن تسهم في تنمية المحافظة مستقبلاً.

ج- **المنهج التطبيقي المعاصر:** الذي يبين الخطوات التطبيقية لنمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل بواسطة البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. حسب إعدادات البرنامج الافتراضية والإعدادات المحسوبة من برنامج PV Lighthouse.

7- أدوات البحث:

فقد تم استخدام في هذا البحث الأدوات الأتية:

أ- مرئية الرادارية – نموذج الارتفاع الرقمي D.E.M.:

هي المرئية التي تتألف كل خلية من خلاياها بثلاث قيم، اثنتان يحددان موقعها على محوري الإحداثيات: X, Y، والقيمة الثالثة تمثل متوسط ارتفاع الخلية Z عن مستوى سطح البحر. تبلغ الدقة التمييزية المكانية 86,62 × 86,62 متراً، المأخوذة بوساطة الساتل انديفور التابع لوكالة الفضاء ناسا عام 2000، والمتاحة على الشبكة الدولية للمعلومات، رابط الموقع هو: http://srtm.csi.cgiar.org/ SELECTION/inputCoord.asp، كما تبينه الخريطة الصورية المصححة (1).

ب- برنامج PV Lighthouse:

لحساب ميل ارتفاع الشمس عن الأفق واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق حسب موقع مدينة أربيل مركز محافظة أربيل لكل ساعة من ساعات نهار الأيام الأربعة المتمثلة بأيام الاعتداليين والانقلابين.

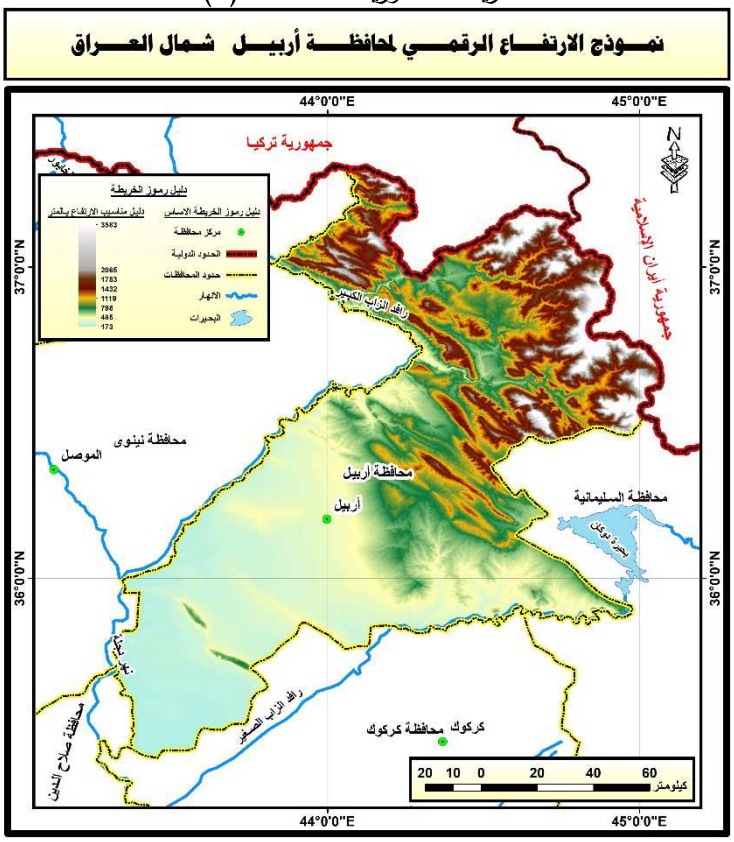
ج- برنامج نُظم المعلومات الجغرافية:

فقد تم إعداد قواعد البيانات الجغرافية بالاعتماد على برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1، وإجراء التحليل الجغرافي.

د- حاسوب الإلكتروني محمول ذو مواصفات عالية الكفاءة.

هـ- طابعة ملونة ليزرية ذات درجة وضوح عالية.

الخريطة الصورية المصححة (1)

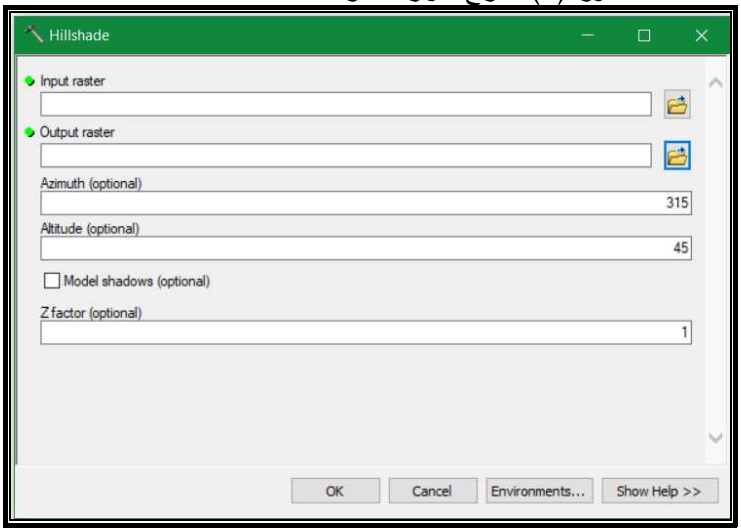


المصدر: من عمل الباحثان بوساطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 بالاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي.

المبحث الأول: نمذجة ظلال التلال بإعدادات برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الافتراضية:

يمكن إعداد نموذج ظلال التلال لمحافظة أربيل حسب إعدادات برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الافتراضية من صندوق أدوات التحليل المكاني Spatial Analyst Tools، ومن ثم صندوق السطح Surface، ومنه يتم بالنقر المزدوج على الأمر ظلال التلال Hillshade، ويظهر بعدها مربع حوار ذي الاسم Hillshade، كما تبينه الصورة (1)، يتم تطبيق الخطوات الأتية:

الصورة (1): مربع حوار الأمر ظلال التلال Hillshade.

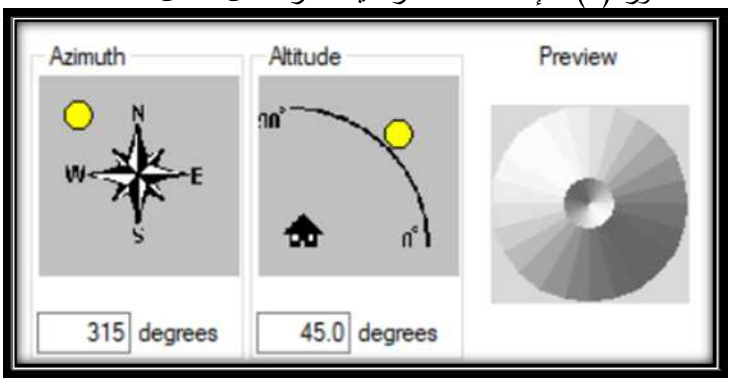


المصدر: برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

1- نختار في الشريط الأول ذي الاسم Input Raster نموذج الارتفاع الرقمي D.E.M. لمحافظة أربيل.
2- نختار في الشريط الثاني ذي الاسم Output Raster مكان خزن مرئية ظلال التلال المستخرجة من الأمر واسمها أيضاً.
3- نترك بقية الإعدادات الافتراضية الأخرى في مربع الحوار على حالها المتمثلة فيما يأتي:

أ- يعني الشريط الثالث الاختياري ذي الاسم Azimuth (Optional) زاوية اتجاه الشمس من الشمال باتجاه الشرق (مع عقارب الساعة)، كما تبينه الصورة (2)، وتكون زاوية اتجاه الشمس (أي موقع الشمس من قبة السماء) في الإعدادات الافتراضية هي: 315°، كما يبينه الجدول (1)، ويعني ذلك بأن الشمس تقع في الجهة الشمالية الغربية من منطقة البحث.

الصورة (2): الإعدادات الافتراضية لأمر ظلال التلال Hillshade.



المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

الجدول (1): زوايا الاتجاهات بالدرجة وتوصيفها.

زوايا الاتجاه الرئيسية والفرعية بالدرجة	توصيف الاتجاهات	زوايا الاتجاه الرئيسية والفرعية بالدرجة	توصيف الاتجاهات
0 – 22,5 و 337,5 – 360	الشمال	157,5 – 202,5	الجنوب
22,5 – 67,5	الشمال الشرقي	202,5 – 247,5	الجنوب الغربي
67,5 – 112,5	الشرق	247,5 – 292,5	الغرب
112,5 – 157,5	الجنوب الشرقي	292,5 – 337,5	الشمال الغربي

المصدر: من عمل الباحثان.

يتبين من الصورة (2)، توجد منطقة في الشمال الغربي من الشكل الدائري يكون لونها أبيض، أي أن هذه المنطقة تستلم الإشعاع الشمسي المباشر لكونها مواجهة لأشعة الشمس؛ لذلك تكون قيمة الإضاءة فيها 255، وهي تمثل أعلى قيمة يمكن الحصول عليها. بينما تقع على الجهة المعاكسة الجنوب الشرقي منطقة ذات لون أسود؛ دلالة على كونها منطقة ظل ولا تستلم أشعة الشمس لوجود حاجز مرتفع يحجب أشعة الشمس، وتسجل أدنى قيمة إضاءة فيها 0، وهي تمثل أقل قيمة يمكن الحصول عليها. والمناطق الأخرى المحصورة بين المنطقتين السابقتين ذات الاتجاهات المختلفة تتدرج في لونها الرمادي من الأبيض حتى تصل إلى اللون الأسود، دلالة على استلام هذه المناطق أشعة الشمس غير المباشرة أو المنعكسة؛ لذلك تتدرج قيمها حسب مقياس التدرج الرمادي بين: 1 – 254.

ويتبين من الجدول (1)، تقسيم الاتجاهات الرئيسية إلى أربعة اتجاهات مختلفة، كل اتجاه منها يحتل زاوية مقدارها 90°، بينما تقسم الاتجاهات الثانوية إلى ثماني جهات، كل اتجاه منها يحتل زاوية مقدارها 22,5°؛ بذلك يمكن تحديد زاوية اتجاه الشمس من الشمال باتجاه الشرق (مع عقارب الساعة) على أساس رياضي علمي دقيق بعيداً عن مزاج كل باحث علمي. كما يتبين من الجدول (2)، تقسيم ميل أشعة الشمس فوق الأفق بتقسيم الزاوية القائمة إلى ست أقسام كل قسم يحتل زاوية مقدارها 15°؛ بذلك يمكن تحديد ميل أشعة الشمس فوق الأفق في القبة السماوية على أساس رياضي علمي دقيق.

ب- يعني الشريط الرابع الاختياري ذي الاسم Altitude (Optional) ميل أشعة الشمس فوق الأفق (أي مقدار ارتفاع الشمس

فوق الأفق في القبة السماوية)[6]، ومقدار ميل أشعة الشمس فوق الأفق هي: 45°، كما تبينه الصورة (2) والجدول (2)، ويعني ذلك بأن الشمس ترتفع فوق الأفق بزاوية مقدارها 45° أي متوسطة الميل.

الجدول (2): ميل أشعة الشمس فوق الأفق بالدرجة وتوصيفها.

ميل أشعة الشمس فوق الأفق بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس	ميل أشعة الشمس فوق الأفق بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس
0 – 15	شديدة الميل جداً	45.1 – 60	معتدلة الميل
15.1 – 30	شديدة الميل	60.1 – 75	شبه عمودية الميل
30.1 – 45	متوسطة الميل	75.1 – 90	عمودية

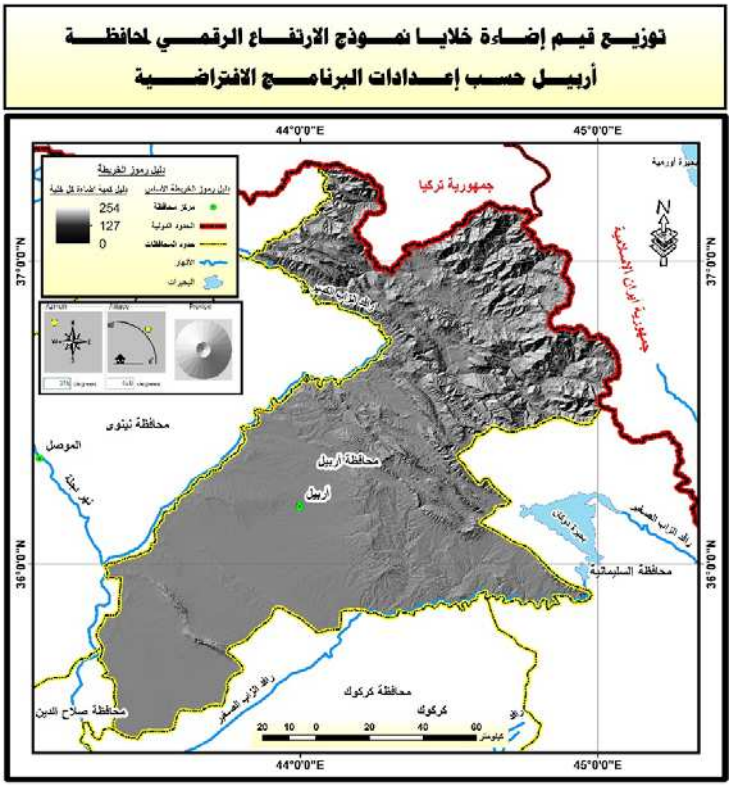
المصدر: من عمل الباحثان.

ج- يعني الشريط الأخير الاختياري ذي الاسم Z factor (Optional) عامل الارتفاع، ومقدار عامل الارتفاع هو: 1 متر حسب نظام الإحداثيات التربيعية لنموذج الارتفاع الرقمي، كما تبينه الخريطة الصورية المصححة (1).

4- اختيار الأمر موافق Ok، تظهر الخريطة الصورية المصححة لظلال التلال لمحافظة أربيل (2).

5- تصنيف مرئية ظلال التلال، يتبين من الخريطة الصورية المصححة (2)، يصعب دراسة ظلال التلال منها؛ لأن قيم إضاءة مرئية ظلال التلال لمحافظة أربيل تتراوح بين 0 حتى 254. لذلك لابد من إعادة تصنيفها على أساس علمي سليم، يكون التصنيف موحد يتم تطبيقه على مرئية ظلال التلال المحسوبة من الإعدادات الافتراضية يتفق مع تصنيف مرئيات ظلال التلال المحسوبة من برنامج PV Lighthouse؛ لكي تسهل المقارنة بين المرئيات المختلفة المبني على أسس موحدة. لذا تم تقسم مرئية ظلال التلال إلى ثلاث أقسام، كما تبينه الخريطة (2) هي:

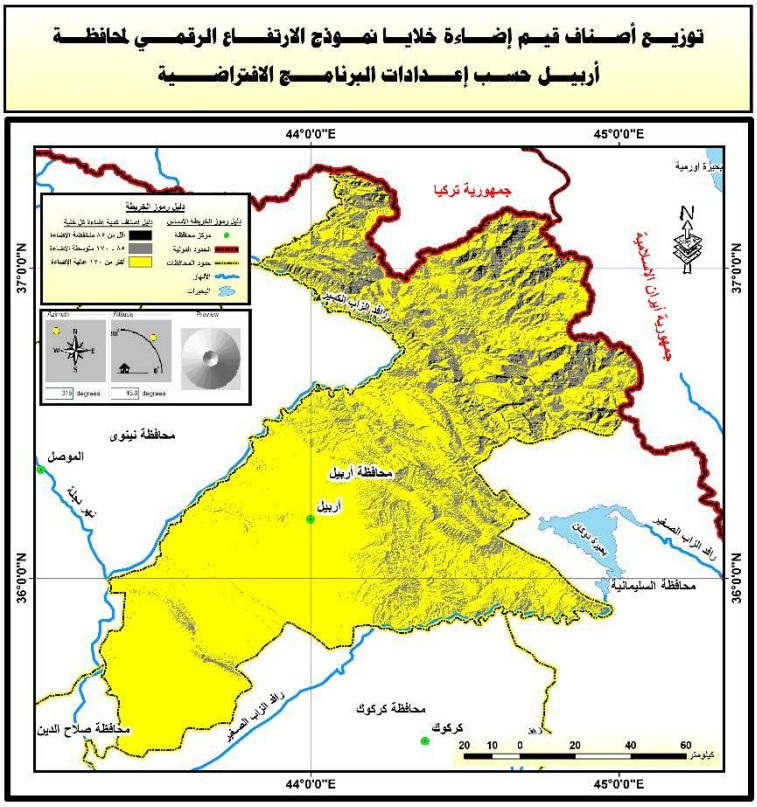
الخريطة الصورية المصححة (2)



المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

(6): نزار محمود قاسم الشيخ، مواقيت العبادات الزمنية والمكانية دراسة فقهية مقارنة، ط 1، مؤسسة الرسالة ناشرون، بيروت، لبنان، 2005.

الخريطة (2)



المصدر: من عمل الباحثان باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

أ- منطقة شديدة الظل ذات القيمة أقل من 85:

هي المنطقة المعتمة ذات اللون الأسود التي تكون منخفضة الإضاءة؛ نتيجة وقوعها في ظل حاجز مرتفع ولا تستلم أشعة الشمس، والتي تم تحديد قيم إضاءتها تتراوح من 0 حتى أقل من 85.

ب- منطقة متوسطة الظل ذات القيمة تتراوح بين 85 – 170:

هي المنطقة المتدرجة اللون الرمادي على مقياس التدرج الرمادي المتباينة في كمية الإضاءة التي تستلمها؛ نتيجة وقوعها في شبه ظل حاجز مرتفع وتستلم أشعة الشمس المنعكسة غير المباشرة، والتي تم تحديد قيم إضاءتها تتراوح من 85 حتى 170.

ج- منطقة قليلة الظل ذات القيمة أكثر من 170:

هي المنطقة المضاءة ذات اللون الأبيض التي تكون مرتفعة الإضاءة؛ نتيجة وقوعها في مواجهة الشمس واستلامها الأشعة الشمسية المباشرة من دون وجود حاجز مرتفع يحول دون ذلك، والتي تم تحديد قيم إضاءتها أكثر من 170 من دون الأخذ بالحسبان أعلى قيمة يمكن الحصول عليها من مرئية ظلال التلال.

6- إعادة تصنيف مرئية ظلال التلال Reclassify؛ من أجل تحويل فيما بعد من نظام التمثيل الخلوي إلى نظام التمثيل الخطي، وبالتالي يمكن حساب مساحات كل صنف من الأصناف مرئية ظلال التلال. فقد تم إعادة تصنيف مرئية ظلال التلال حسب حدود فئات الثلاث السابقة في النقطة السابقة، وتم استخراج مرئية ظلال التلال بعدد الأصناف التي تم اختيارها، ولكن تم التعويض عن كل صنف برقم، هي: 1، و2، و3 على التوالي.

7- تحويل مرئية إعادة تصنيف ظلال التلال من نظام التمثيل الخلوي إلى نظام التمثيل الخطي، ينتج عنها طبقة مستقلة من نوع Feature Class تمثل طبقة ظلال التلال بأصنافها السابقة بنظام التمثيل الاتجاهي الخطي ذات ترميز مساحي.

8- توصيف أصناف طبقة ظلال التلال؛ لأن أصناف الظلال التلال تم التعويض عن كل صنف برقم، هي: 1، و2، و3 على التوالي. ولابد من إعادة توصيف هذه الأصناف (الأرقام) عن طريق إضافة عمود Column أو حقل Filed باسم Classify_HillShade، ومن ثم كتابة توصيف كل رقم من أرقام التصنيف السابق.

9- يمكن حساب مساحة كل صنف من أصناف طبقة ظلال التلال عن طريق الاختيار حسب الخاصية المحددة Select By Attributes، فيتم تحديد جميع المعالم فضلاً عن تحديد سجلات في قاعدة البيانات الوصفية، ومن ثم حساب المساحة بالمتر المربع حسب نوع نظام الإحداثيات المحدد مسبقاً، يمكن تحويل المساحات من المتر المربع إلى الكيلومتر المربع بإضافة عمود باسم Area KM^2، ومن ثم قسمة ناتج حقل المساحة Shape_Area على 1000000 يكون الناتج المساحة بالكيلومتر المربع، كما يبينه الجدول (3).

الجدول (3): مساحات أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل حسب الإعدادات الافتراضية بالكيلومتر المربع.

منطقة شديدة الظل	منطقة متوسطة الظل	منطقة قليلة الظل
258	3189	11088

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة الصورية المصححة (3)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

يتبين من الجدول (3)، بأن مساحة منطقة شديدة الظل ذات قيمة 0 حتى أقل من 85 في المحافظة تبلغ 258 كيلومتراً مربعاً، تشكل نسبة مقدارها 2 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل، وتبلغ مساحة منطقة متوسطة الظل ذات قيمة 85 حتى أقل من 170 في المحافظة 3189 كيلومتراً مربعاً، تشكل نسبة مقدارها 22 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل، أما منطقة قليلة الظل ذات القيمة 170 فأكثر تبلغ مساحتها 11088 كيلومتراً مربعاً، وتشكل نسبة مقدارها 76 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل.

المبحث الثاني: نمذجة ظلال التلال بإعدادات المحسوبة من برنامج PV Lighthouse:

يعلم الجميع بأن الشمس تشرق من الشرق وترتفع فوق الأفق شيئاً فشيئاً حتى تصل إلى أقصى ارتفاع لها في منتصف النهار حتى تبدأ بالميل في جهة الغرب شيئاً فشيئاً حتى تغيب الشمس تحت الأفق، هذه رحلة الشمس يومياً. ولكن يختلف موقع شروق الشمس من يوم إلى يوم آخر، ويختلف موقع غروب الشمس من يوم إلى آخر، وكذلك يختلف طول مسار الشمس، وارتفاعه فوق الأفق من يوم إلى يوم آخر.

يتم في هذا المبحث استخدام جميع الخطوات السابقة التي تم استخدامها في المبحث الأول مع مراعاة تعديل قيم كلاً من: زاوية موقع الشمس على خط الأفق (Azimuth)، وميل أشعة الشمس فوق الأفق (Altitude) المقاسة من برنامج PV Lighthouse لموقع مدينة أربيل عند رأس كل ساعة من ساعات النهار للأيام التي حددها البحث؛ منعاً للتكرار الممل في إعادة كتابة الخطوات، سيكتفي الباحثان بعرض النتائج فقط في هذا المبحث. ويمكن نمذجتها على النحو الآتي:

أولاً: نمذجة ظلال التلال يوم 21 مارس 2017 ميلادية:

يمثل يوم 21 مارس (آذار) من كل عام يوم الاعتدال الربيعي Spring Equinox بالنسبة لنصف الأرض الشمالي، عندما تكون الشمس عمودية على دائرة الاستواء، وفي هذا الفصل يكون الفارق بين عدد ساعات: الليل، والنهار قليلاً في معظم أنحاء الأرضية، ويأخذ الفارق بالزيادة بينهما مع الابتعاد عن دائرة الاستواء نحو القطبين. ويأتي فصل الربيع بعد فصل الشتاء؛ لذلك يكون أوله أبرد من آخره. ويحدث العكس في نصف الأرض الجنوبي، إذ يعد يوم 21 مارس يوم الاعتدال الخريفي في نصف الأرض الجنوبي.

يختلف وقت الشروق والغروب وعدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، كما يبينه الجدول (4)، خلال أيام الانقلابين والاعتداليين. يتبين من الجدول (4)، بأن يوم الاعتدال الربيعي وقت شروق الشمس 6,03 صباحاً، أما وقت غروب الشمس في اليوم نفسه 6,19 مساءً، لذا تكون عدد ساعات النهار في هذا اليوم 12,16 ساعة بينما تكون عدد ساعات الليل في هذا اليوم 11,84 ساعة؛ لذلك يكاد يتساوى عدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، ويعود هذا الاختلاف للموقع الجغرافي المحافظة بالنسبة إلى دائرة الاستواء التي تتعامد عليها الشمس في هذا اليوم(7).

(7): عبد الرحمن حسين المحمدي، حركات الشمس والقمر الفيزيائية وتطبيقاتها للمواقيت الإسلامية، أطروحة دكتوراه (غ، م)، جامعة بغداد، 1997.

الجدول (4): أوقات الشروق والغروب وعدد ساعات النهار والليل لمدينة أربيل المحسوبة من برنامج PV Lighthouse.

تاريخ	21/03/2017	21/06/2017	23/09/2017	21/12/2017
وقت الشروق	03,6	43,4	49,5	7,07
وقت الغروب	6,19	29,7	6,04	4,57
عدد ساعات النهار	16,12	46,14	12,15	9,50
عدد ساعات الليل	84,11	54,9	11,85	14,5

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على برنامج PV Lighthouse المحسوبة لموقع مدينة أربيل.

يمكن نمذجة ظلال التلال يوم 21 مارس 2017 ميلادية عند رأس كل ساعة من ساعات النهار حسب إعدادات برنامج PV Lighthouse لموقع مدينة أربيل، كما يبينه الجدول (5).

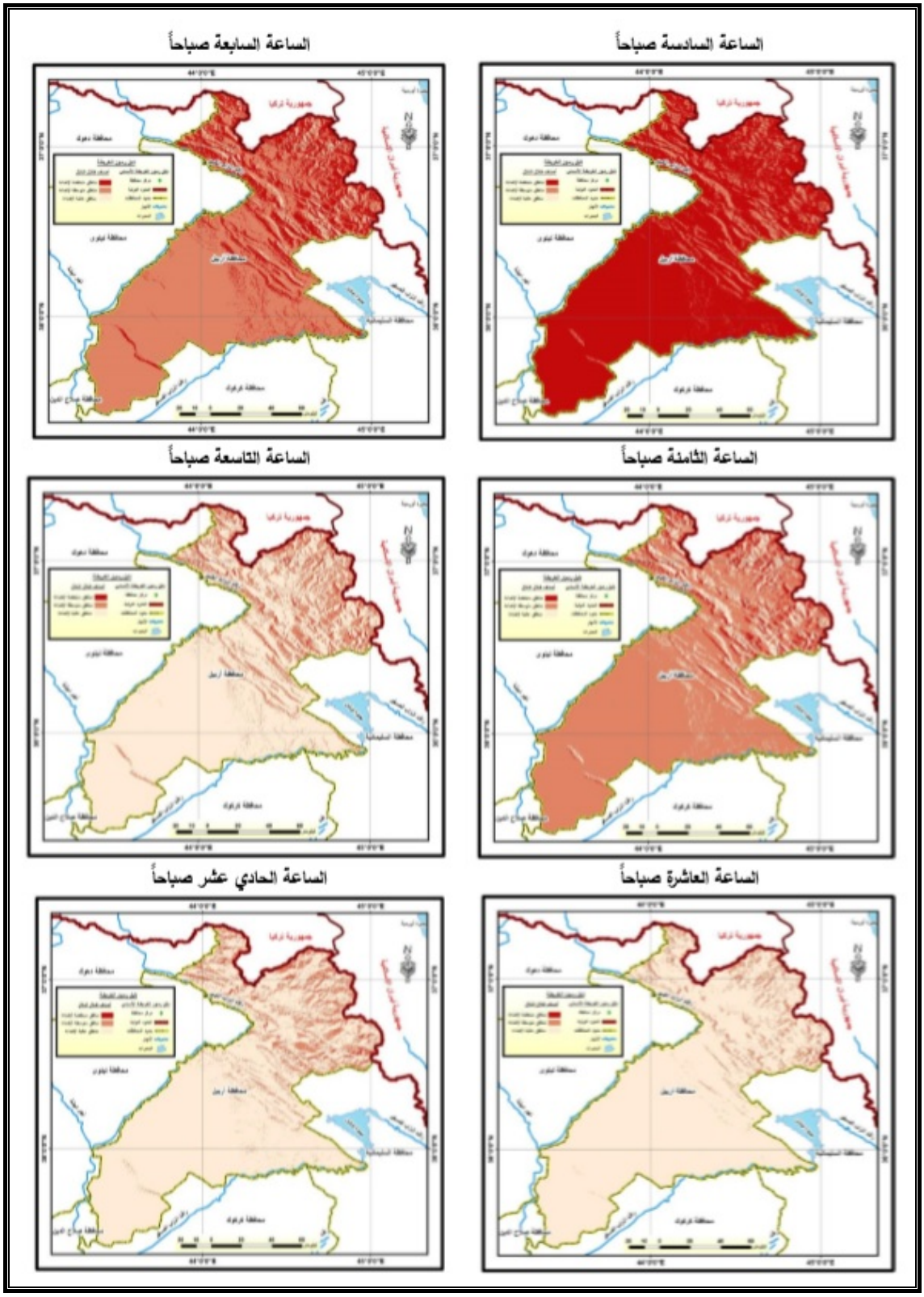
الجدول (5): زاوية اتجاه الشمس وميلها وتوصيفها في يوم الاعتدال الربيعي 21/ 3/ 2017 م.

الساعة	زاوية اتجاه الشمس بالدرجة	توصيف اتجاه الشمس	ميل أشعة الشمس بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس
7 صباحاً	97,0	الشرق	10,0	شديدة الميل جداً
8 صباحاً	106,6	الشرق	21,9	شديدة الميل
9 صباحاً	117,9	الجنوب الشرق	33,1	متوسطة الميل
10 صباحاً	132,2	الجنوب الشرق	43,0	متوسطة الميل
11 صباحاً	151,3	الجنوب الشرق	50,5	معتدلة الميل
12 صباحاً	175,3	الجنوب	54,1	معتدلة الميل
1 مساءً	200,3	الجنوب	52,4	معتدلة الميل
2 مساءً	221,4	الجنوب الغربي	46,2	معتدلة الميل
3 مساءً	237,3	الجنوب الغربي	37,0	متوسطة الميل
4 مساءً	249,6	الغرب	26,2	شديدة الميل
5 مساءً	259,7	الغرب	14,5	شديدة الميل جداً
6 مساءً	268,8	الغرب	2,5	شديدة الميل جداً

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على برنامج PV Lighthouse المحسوبة لموقع مدينة أربيل.

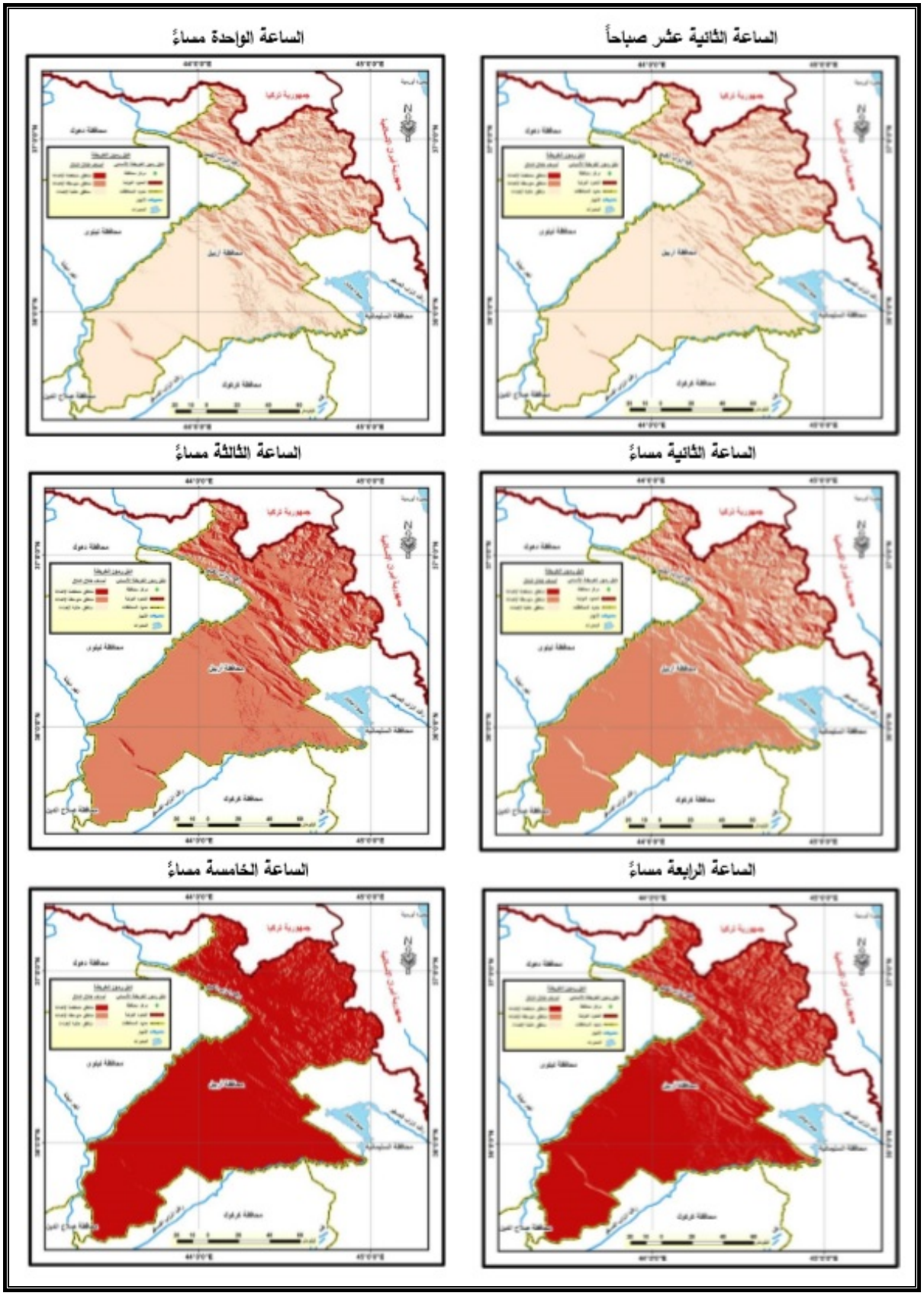
فقد تم نمذجة ظلال التلال للمحافظة بالاعتماد على إعدادات المبينة في الجدول (5)، كما تبينه سلسلة الخرائط (3)، وحساب مساحات كل صنف من أصناف ظلال التلال، كما يبينه الجدول (6) والشكل (1)، كما يأتي:

سلسلة خريطة (3): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الاعتدال الربيعي حسب توقيت كل منها.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (5)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

تابع إلى سلسلة خريطة (3): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الاعتدال الربيعي حسب توقيت كل منها.



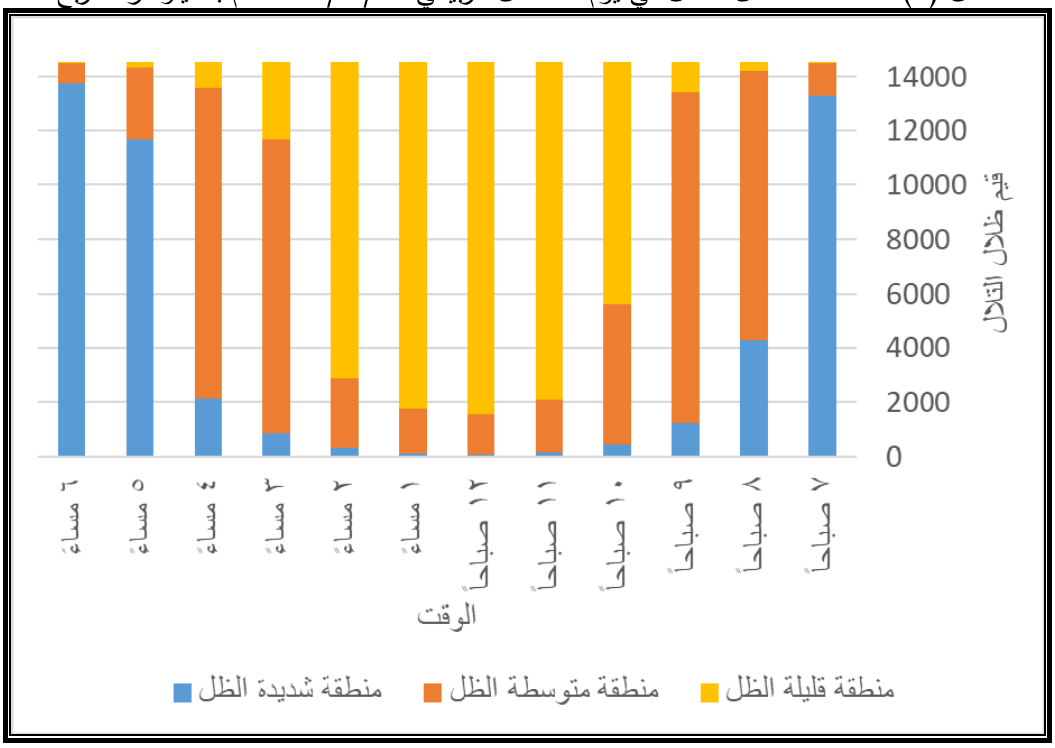
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (5)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

الجدول (6): مساحات ظلال التلال في يوم الاعتدال الربيعي 21/ 3/ 2017 م بالكيلومتر المربع.

الساعة	منطقة شديدة الظل	منطقة متوسطة الظل	منطقة قليلة الظل
7 صباحاً	13290	1199	46
8 صباحاً	4262	9965	308
9 صباحاً	1232	12176	1127
10 صباحاً	427	5190	8918
11 صباحاً	150	1956	12429
12 صباحاً	83	1458	12994
1 مساءً	117	1655	12763
2 مساءً	301	2599	11635
3 مساءً	839	10866	2830
4 مساءً	2140	11456	939
5 مساءً	11693	2642	200
6 مساءً	13733	775	27

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على سلسلة الخريطة (3) باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.

الشكل (1): مساحات ظلال التلال في يوم الاعتدال الربيعي 21/ 3/ 2017 م بالكيلومتر المربع.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة (3) والجدول (5).

1- مساحات صنف منطقة شديدة الظل ذات قيمة 0 حتى أقل من 85:

يتبين من سلسلة الخريطة (3) والجدول (6) والشكل (1)، تباين مساحات صنف منطقة شديدة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 13290 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 92 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 10° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 97° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من المحافظة لكونها منطقة شديد التضرس ذات اتجاه عام من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، تكون أشعة الشمس عمودية على السفوح

المواجهة للشمس في هذا الوقت بينما تكون شديدة الميل جداً في المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتناقص مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 83 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 54,1° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 175,3° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 117 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 52,4° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 200,3° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة السادسة مساءً البالغة 13733 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 94,48 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 2,5° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 268,8° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,19 مساءً تحت الأفق.

2- مساحات صنف منطقة متوسطة الظل ذات قيمة 85 حتى أقل من 170:

يتبين من سلسلة الخريطة (3) والجدول (6) والشكل (1)، تباين مساحات صنف منطقة متوسطة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 1199 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 8 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 10° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 97° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 1458 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 10 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 54,1° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 175,3° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 1655 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 11 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 52,4° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 200,3° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة السادسة مساءً البالغة 775 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 5 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 2,5° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 268,8° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,19 مساءً تحت الأفق.

3- مساحات صنف منطقة قليلة الظل ذات القيمة 170 فأكثر:

يتبين من سلسلة الخريطة (3) والجدول (6) والشكل (1)، تباين مساحات صنف منطقة قليلة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 46 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 10° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 97° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 12994 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 89 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 54,1° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 175,3° أي

موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 12763 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 89 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 52,4° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 200,3° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة السادسة مساءً البالغة 27 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 2,5° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 268,8° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,19 مساءً تحت الأفق.

ثانياً: نمذجة ظلال التلال يوم 21 حزيران 2017 ميلادية:

يمثل يوم 21 حزيران من كل عام يوم الانقلاب الصيفي Summer Solstice بالنسبة لنصف الأرض الشمالي، تستمر الشمس في حركتها الظاهرية باتجاه الشمال حتى تكون الشمس عمودية على دائرة مدار السرطان في هذا اليوم، وهذا المدار يمثل أقصى مكان يمكن للشمس أن تتعامد عليه في الشمال، وفي هذا الفصل يكون الفارق بين عدد ساعات: الليل، والنهار كبيراً حيث يطول النهار، ويقصر الليل، كما يبينه الجدول (4)، ويأخذ الفارق بالزيادة بينهما مع الابتعاد عن دائرة الاستواء نحو القطب الشمالي. ويحدث العكس في نصف الأرض الجنوبي، إذ يعد يوم 21 حزيران يوم الانقلاب الشتوي في نصف الأرض الجنوبي. ويختلف وقت الشروق والغروب وعدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، كما يبينه الجدول (4)، خلال أيام الانقلابين والاعتداليين. يتبين من الجدول (4)، بأن يوم الانقلاب الصيفي وقت شروق الشمس 4,43 صباحاً، أما وقت غروب الشمس في اليوم نفسه 7,29 مساءً، لذا تكون عدد ساعات النهار في هذا اليوم 14,46 ساعة بينما تكون عدد ساعات الليل في هذا اليوم 9,54 ساعة؛ لذلك يكون هذا اليوم أطوال نهار خلال أيام العام جميعاً في محافظة أربيل.

يمكن نمذجة ظلال التلال يوم 21 حزيران 2017 ميلادية عند رأس كل ساعة من ساعات النهار حسب إعدادات برنامج PV Lighthouse لموقع مدينة أربيل، كما يبينه الجدول (7)، فقد تم نمذجة ظلال التلال للمحافظة بالاعتماد على إعدادات المبينة في الجدول (7)، كما تبينه سلسلة الخرائط (4)، وحساب مساحات كل صنف من أصناف ظلال التلال، كما يبينه الجدول (8) والشكل (2)، كما يأتي:

1- مساحات صنف منطقة شديدة الظل ذات قيمة 0 حتى أقل من 85:

يتبين من سلسلة الخريطة (4) والجدول (8) والشكل (2)، تباين مساحات صنف منطقة شديدة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الخامسة صباحاً 13900 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 96 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 1,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 61,7° أي موقعها باتجاه الشمال الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من المحافظة لكونها منطقة شديد التضرس ذات اتجاه عام من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، تكون أشعة الشمس عمودية على السفوح المواجهة للشمس في هذا الوقت بينما تكون شديدة الميل جداً في المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتناقص مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في الساعتين الثانية عشرة صباحاً والوحدة مساءً حيث تبلغ مساحتها 2 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 77,2° أي عمودية، و72,7 أي شبه عمودية على التوالي، بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 174,0° أي موقعها باتجاه الجنوب و226,3 أي الجنوب الغربي على التوالي. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق[8].

(8): حميد مجول النعيمي ومجيد محمود جراد، الحسابات والتطبيقات الفلكية العلمية في خدمة الشريعة الإسلامية الآفاق المشرقة، الأمارات العربية المتحدة، 2011.

الجدول (7): زاوية اتجاه الشمس وميلها وتوصيفها في يوم الانقلاب الصيفي 21/ 6/ 2017 م.

الساعة	زاوية اتجاه الشمس بالدرجة	توصيف اتجاه الشمس	ميل أشعة الشمس بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس
5 صباحاً	61,7	الشمال الشرقي	1,5	شديدة الميل جداً
6 صباحاً	70,0	الشرق	12,5	شديدة الميل جداً
7 صباحاً	77,7	الشرق	24,1	شديد الميل
8 صباحاً	85,6	الشرق	36,1	متوسطة الميل
9 صباحاً	94,5	الشرق	48,2	معتدلة الميل
10 صباحاً	106,5	الشرق	60,1	شبه عمودية الميل
11 صباحاً	127,4	الجنوب الشرقي	70,9	عمودية
12 صباحاً	174,0	الجنوب	77,2	عمودية
1 مساءً	226,3	الجنوب الغربي	72,7	شبه عمودية
2 مساءً	250,5	الغرب	62,3	شبه عمودية
3 مساءً	263,5	الغرب	50,5	معتدل الميل
4 مساءً	272,8	الغرب	38,4	متوسطة الميل
5 مساءً	280,8	الغرب	26,4	شديدة الميل
6 مساءً	288,5	الغرب	14,7	شديدة الميل جداً
7 مساءً	296,7	الشمال الغربي	3,5	شديدة الميل جداً

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على برنامج PV Lighthouse المحسوبة لموقع مدينة أربيل.

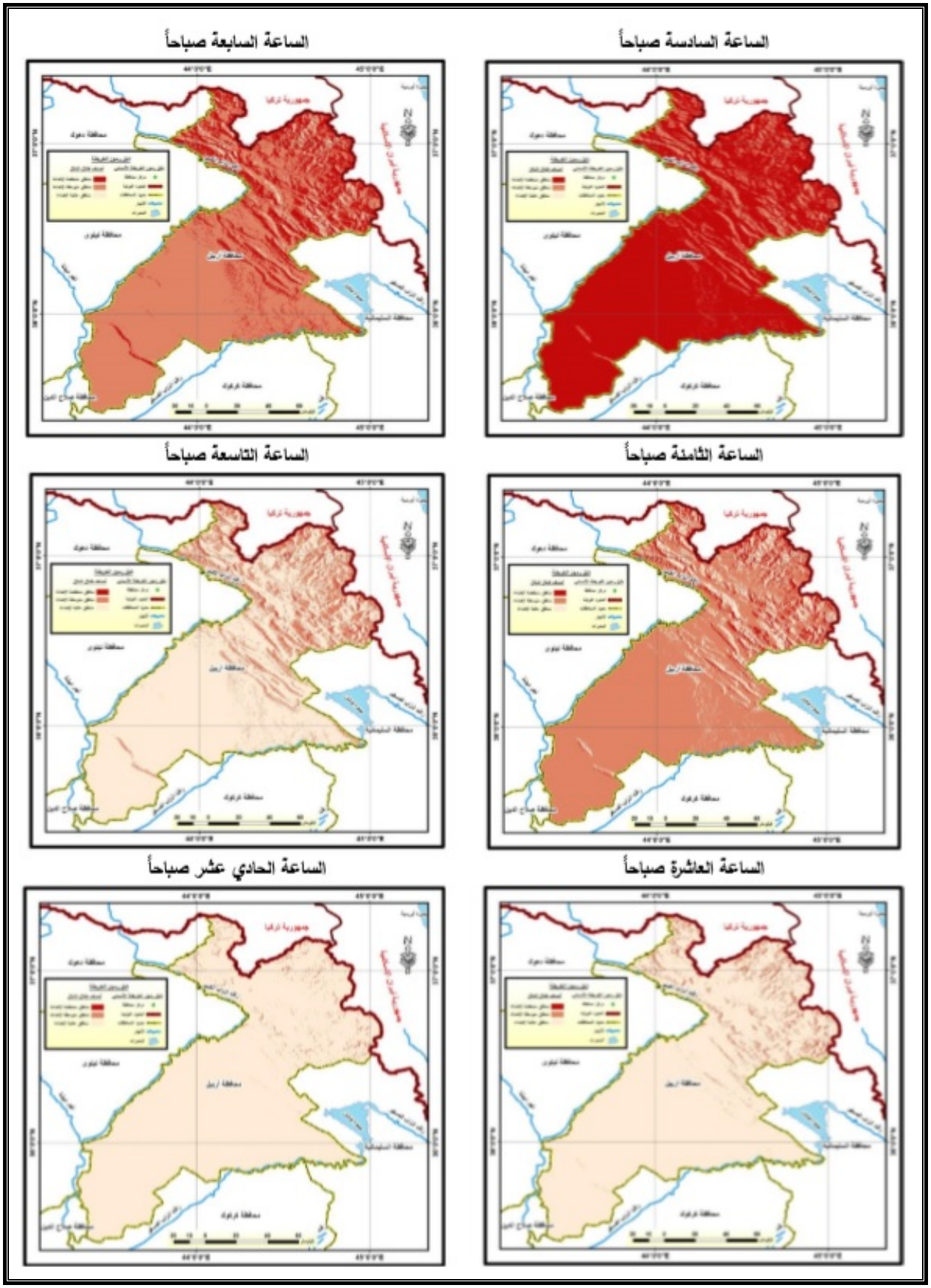
تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثانية مساءً 12 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 62,3° أي شبه عمودية، بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 250,5° أي موقعها باتجاه الغرب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة السابعة مساءً البالغة 13763 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 95 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 3,5° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 296,7° أي موقعها باتجاه الشمال الغربي، وتغيب الشمس في تمام الساعة 7,29 مساءً تحت الأفق.

2- مساحات صنف منطقة متوسطة الظل ذات قيمة 85 حتى أقل من 170:

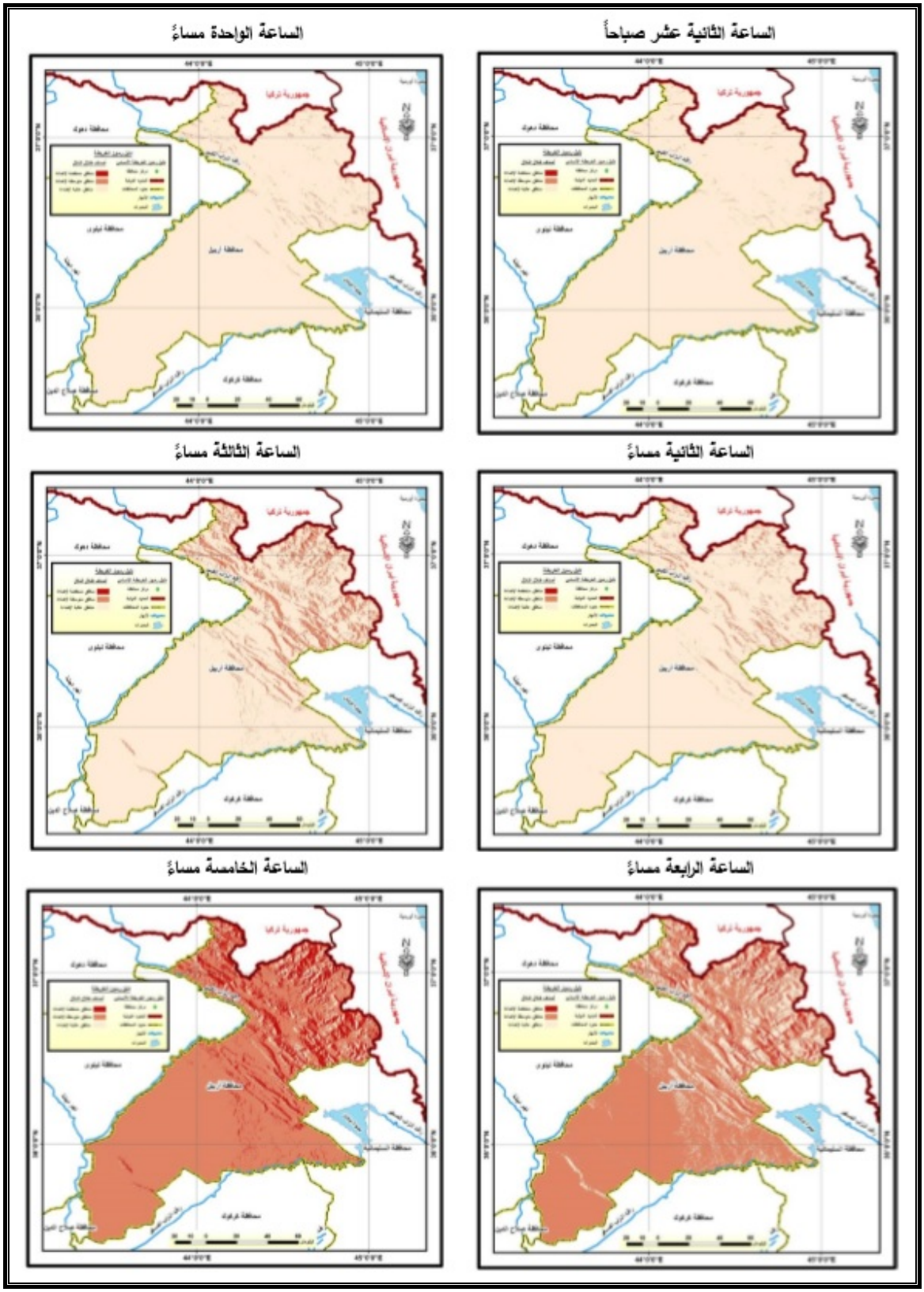
يتبين من سلسلة الخريطة (4) والجدول (8) والشكل (2)، تباين مساحات صنف منطقة متوسطة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الخامسة صباحاً 624 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 4 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 1,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 61,7° أي موقعها باتجاه الشمال الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تتبلغ 11680 كيلومتراً مربعاً، في تمام الساعة الثامنة صباحاً، وتحتل بذلك نسبة 80 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 36,1° أي متوسطة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 85,6° أي موقعها باتجاه الشرق، وبذلك تكون السفوح المعاكسة للشمس والسهول والأودية خلف المرتفعات الجبلية ضمن هذا الصنف أو المنطقة شبه الظل.

سلسلة خريطة (4): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الانقلاب الصيفي حسب توقيت كل منها.



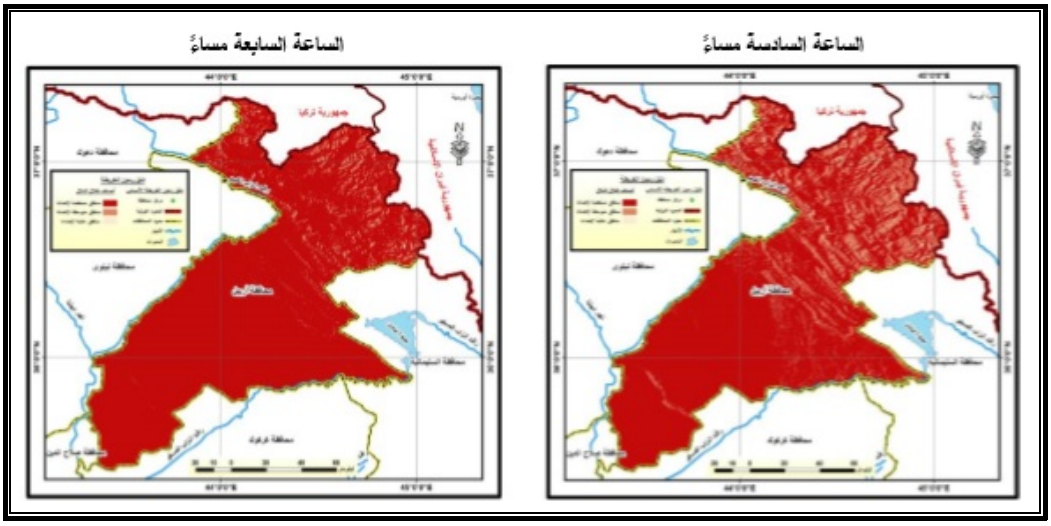
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (7)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

تابع إلى سلسلة خريطة (4): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الانقلاب الصيفي حسب توقيت كل منها.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (7)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

تابع إلى سلسلة خريطة (4): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الانقلاب الصيفي حسب توقيت كل منها.



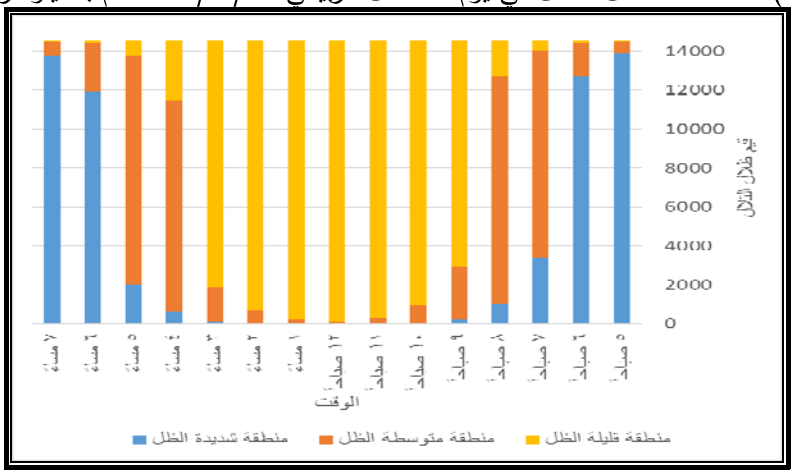
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (7)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

الجدول (8): مساحات ظلال التلال في يوم الانقلاب الصيفي 21/ 6/ 2017 م بالكيلومتر المربع.

الساعة	منطقة شديدة الظل	منطقة متوسطة الظل	منطقة قليلة الظل
5 صباحاً	13900	624	11
6 صباحاً	12730	1712	93
7 صباحاً	3382	10649	504
8 صباحاً	1064	11680	1791
9 صباحاً	232	2712	11591
10 صباحاً	34	942	13559
11 صباحاً	5	272	14258
12 صباحاً	2	108	14425
1 مساءً	2	195	14338
2 مساءً	12	665	13858
3 مساءً	100	1817	12618
4 مساءً	582	10888	3065
5 مساءً	1970	11779	786
6 مساءً	11920	2444	171
7 مساءً	13763	747	25

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على سلسلة الخريطة (4) باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.

الشكل (2): مساحات ظلال التلال في يوم الاعتدال الربيعي 21/ 3/ 2017 م بالكيلومتر المربع.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على سلسلة الخريطة (4) والجدول (7).

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 195 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 72,7° أي شبه عمودية بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 226,3° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد مرة أخرى حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة الخامسة مساءً البالغة 11779 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 81 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 26,4° أي شديدة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 280,8° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 7,29 مساءً تحت الأفق[9].

3- مساحات صنف منطقة قليلة الظل ذات القيمة 170 فأكثر:

يتبين من سلسلة الخريطة (4) والجدول (8) والشكل (2)، تباين مساحات صنف منطقة قليلة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الخامسة صباحاً 11 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 1,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 61,7° أي موقعها باتجاه الشمال الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 14425 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 99 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 77,2° أي عمودية بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 174,0° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 14338 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 99 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 72,7° أي شبه عمودية بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 226,3° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل

9: Rajiv Gupta, Observer's Handbook, Royal Astronomical Soc of Canada; First Edition (October 2001).
http://www.icoproject.org/ref/yaqub.pdf

إلى أقل مساحة لها في الساعة السابعة مساءً البالغة 25 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 3,5° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 296,7° أي موقعها باتجاه الشمال الغربي، وتغيب الشمس في تمام الساعة 7,29 مساءً تحت الأفق.

ثالثاً: نمذجة ظلال التلال يوم 23 أيلول 2017 ميلادية:

يمثل يوم 23 أيلول من كل عام يوم الاعتدال الخريفي Autumnal Equinox بالنسبة لنصف الأرض الشمالي، تعاود الشمس ادراجها نحو الجنوب مرة أخرى حتى تتعامد على دائرة الاستواء بعد عودتها من مدار السرطان، ويأتي فصل الخريف بعد فصل الصيف؛ لذلك يكون أوله أحر من آخره. ويحدث العكس في نصف الأرض الجنوبي، إذ يعد يوم 23 أيلول يوم الاعتدال الربيعي في نصف الأرض الجنوبي. ويختلف وقت الشروق والغروب وعدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، كما يبينه الجدول (4)، خلال أيام الانقلابين والاعتداليين. يتبين من الجدول (4)، بأن يوم الاعتدال الخريفي وقت شروق الشمس 5,49 صباحاً، أما وقت غروب الشمس في اليوم نفسه 6,04 مساءً، لذا تكون عدد ساعات النهار في هذا اليوم 12,15 ساعة بينما تكون عدد ساعات الليل في هذا اليوم 11,85 ساعة؛ لذلك يكاد يتساوى عدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، ويعود هذا الاختلاف للموقع الجغرافي المحافظة بالنسبة إلى دائرة الاستواء التي تتعامد عليها الشمس في هذا اليوم[10].

يمكن نمذجة ظلال التلال يوم 23 أيلول 2017 ميلادية عند رأس كل ساعة من ساعات النهار حسب إعدادات برنامج PV Lighthouse لموقع مدينة أربيل، كما يبينه الجدول (9)، على النحو الآتي:

الجدول (9): زاوية اتجاه الشمس وميلها وتوصيفها في يوم الاعتدال الخريفي 23/ 9/ 2017 م.

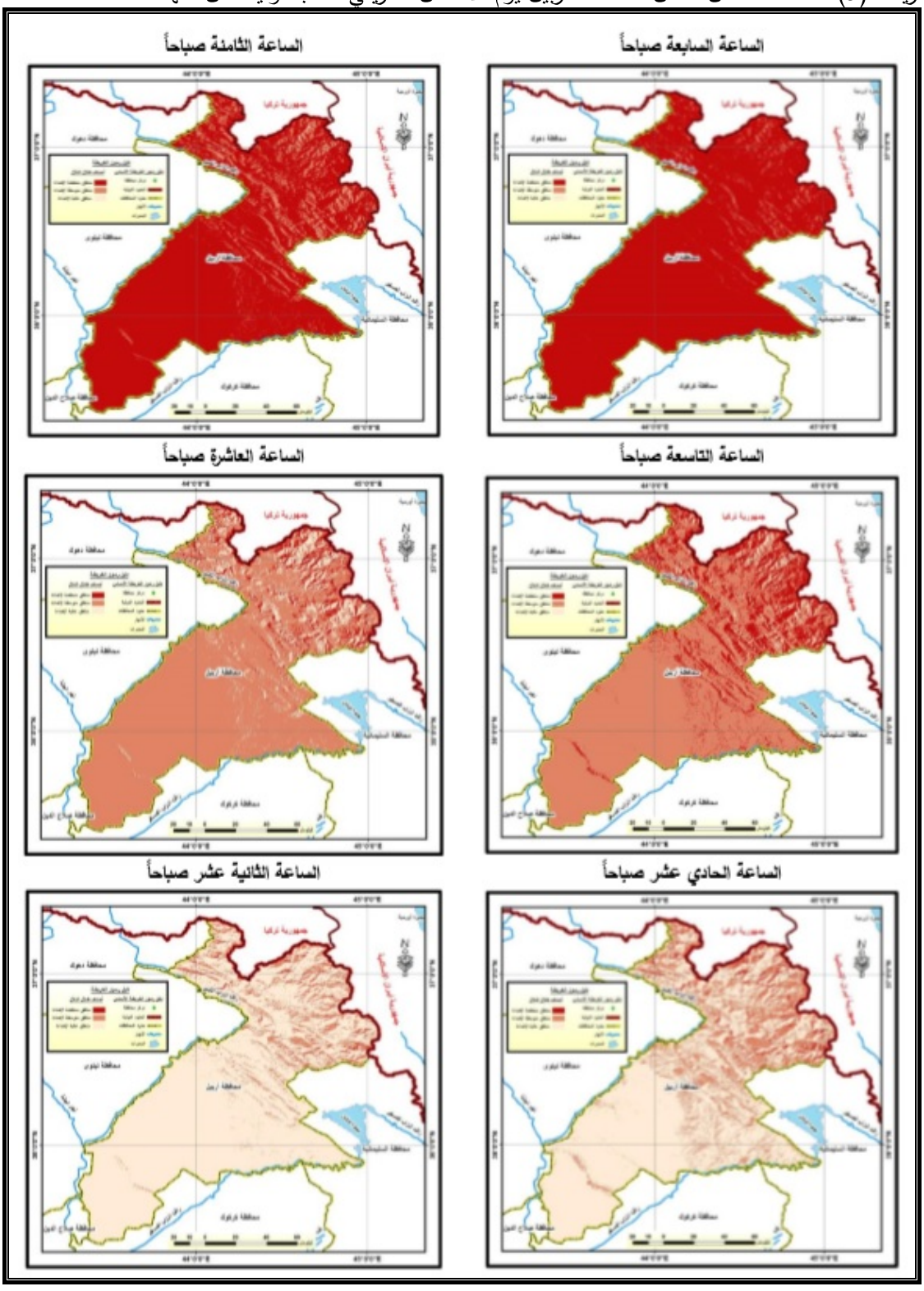
الساعة	زاوية اتجاه الشمس بالدرجة	توصيف اتجاه الشمس	ميل أشعة الشمس بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس
7 صباحاً	90.6	الشرق	0.7	شديدة الميل جداً
8 صباحاً	99.7	الشرق	12.7	شديدة الميل جداً
9 صباحاً	109.6	الشرق	24.4	شديدة الميل
10 صباحاً	121.5	الجنوب الشرقي	35.3	متوسطة الميل
11 صباحاً	136.9	الجنوب الشرقي	44.7	متوسطة الميل
12 صباحاً	157.1	الجنوب الشرقي	51.3	معتدلة الميل
1 مساءً	181.6	الجنوب	53.6	معتدلة الميل
2 مساءً	206.7	الجنوب الغربي	50.7	معتدلة الميل
3 مساءً	225.2	الجنوب الغربي	43.6	متوسطة الميل
4 مساءً	240.0	الجنوب الغربي	34.0	متوسطة الميل
5 مساءً	251.6	الغرب	22.9	شديدة الميل
6 مساءً	261.4	الغرب	11.1	شديدة الميل جداً

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على برنامج PV Lighthouse المحسوبة لموقع مدينة أربيل.

فقد تم نمذجة ظلال التلال للمحافظة بالاعتماد على إعدادات المبينة في الجدول (9)، كما تبينه سلسلة الخرائط (5)، وحساب مساحات كل صنف من أصناف ظلال التلال، كما يبينه الجدول (10) والشكل (3)، كما يأتي:

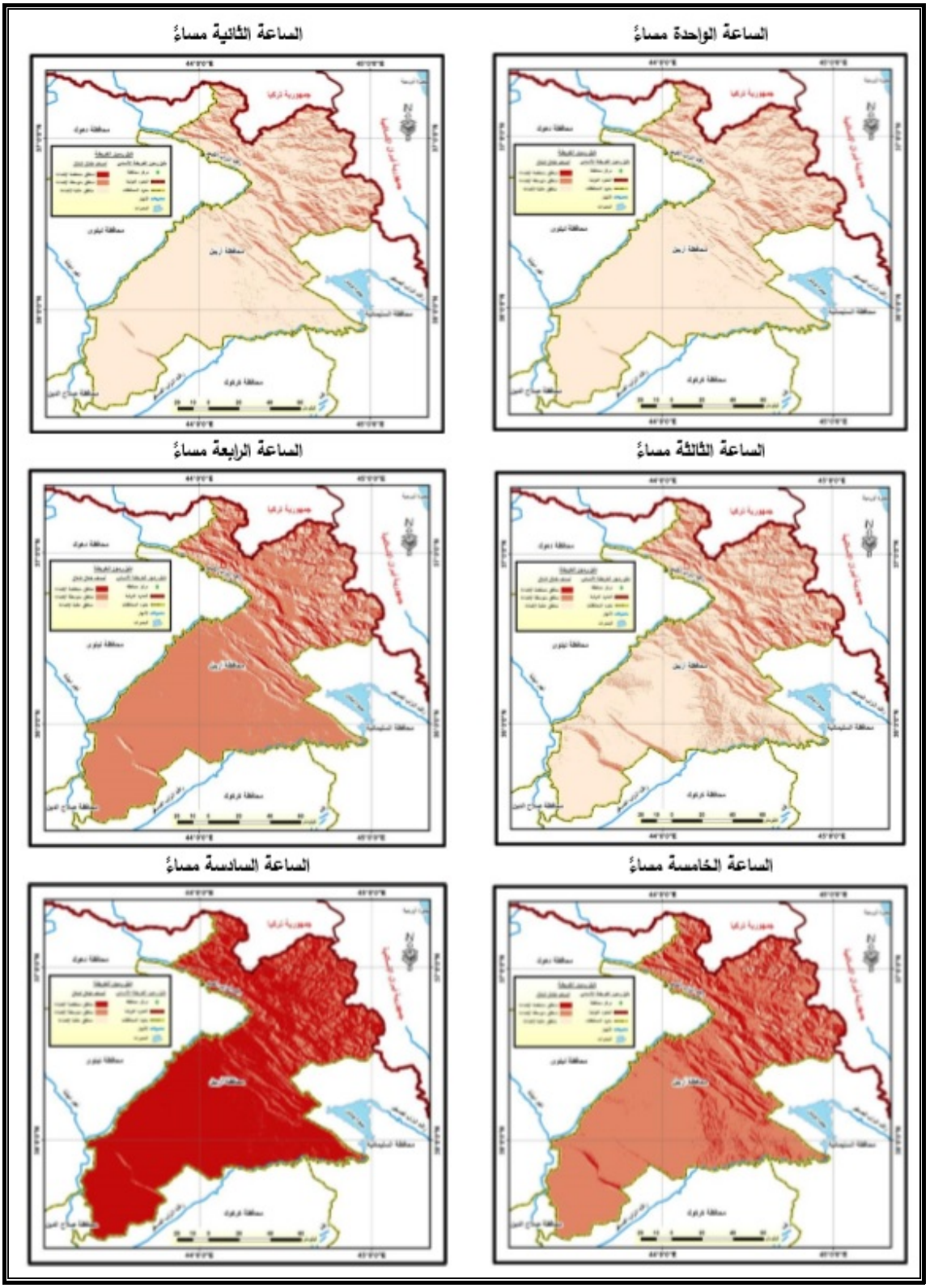
10 The Astronomical Almanac, (Book.) Edited by P. Kenneth Seidelmann U.S. Naval Observatory. ISBN 978-1-891389-45-752 pages, 2006.
http://www.uscibooks.com/seid.htm

سلسلة خريطة (5): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الاعتدال الخريفي حسب توقيت كل منها.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (9)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

تابع إلى سلسلة خريطة (5): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الاعتدال الخريفي حسب توقيت كل منها.



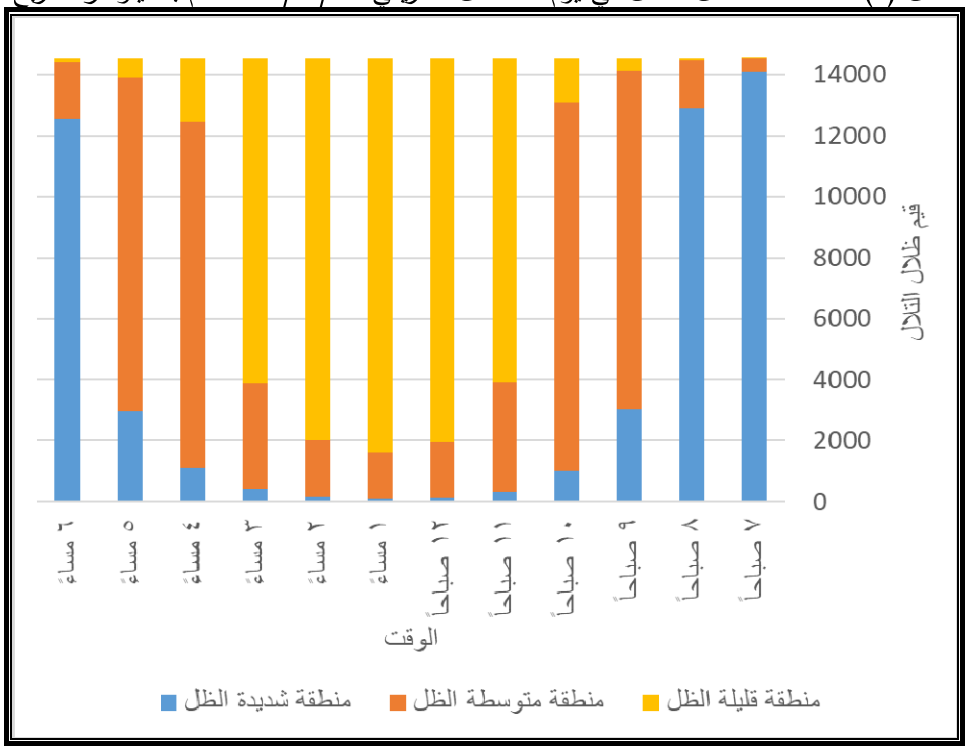
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (9)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

الجدول (10): مساحات ظلال التلال في يوم الاعتدال الخريفي 23/ 9/ 2017 م بالكيلومتر المربع.

الساعة	منطقة شديدة الظل	منطقة متوسطة الظل	منطقة قليلة الظل
7 صباحاً	14088	440	7
8 صباحاً	12879	1584	72
9 صباحاً	3024	11087	424
10 صباحاً	982	12091	1462
11 صباحاً	344	3584	10607
12 صباحاً	132	1822	12581
1 مساءً	92	1520	12923
2 مساءً	156	1864	12515
3 مساءً	424	3478	10633
4 مساءً	1101	11343	2091
5 مساءً	2955	10936	644
6 مساءً	12532	1885	118

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة (5) باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.

الشكل (3): مساحات ظلال التلال في يوم الاعتدال الخريفي 23/ 9/ 2017 م بالكيلومتر المربع.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة (5) والجدول (9).

1- مساحات صنف منطقة شديدة الظل ذات قيمة 0 حتى أقل من 85:

يتبين من سلسلة الخريطة (5) والجدول (10) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة شديدة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 14088 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 97

% من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 0,7° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 90,6° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من المحافظة لكونها منطقة شديد التضرس ذات اتجاه عام من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، تكون أشعة الشمس عمودية على السفوح المواجهة للشمس في هذا الوقت بينما تكون شديدة الميل جداً في المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتناقص مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في الساعة الواحدة مساءً حيث تبلغ مساحتها 92 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 53,6° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 181,6° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق[11].

تكون الشمس في الواحدة مساءً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثانية مساءً 156 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 50,7° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 206,7° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة السادسة مساءً البالغة 12532 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 86 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 11,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 261,4° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,04 مساءً تحت الأفق.

2- مساحات صنف منطقة متوسطة الظل ذات قيمة 85 حتى أقل من 170:

يتبين من سلسلة الخريطة (5) والجدول (10) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة متوسطة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 440 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 3 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 0,7° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 90,6° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة العاشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 12091 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 83 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 35,3° أي متوسطة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 121,5° أي موقعها باتجاه الجنوب الشرقي. ومن ثم تأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في تمام الساعة الواحدة مساءً حيث تبلغ 1520 كيلومتراً متراً، وتحتل بذلك نسبة 11 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 53,6° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 181,6° أي موقعها باتجاه الجنوب.

تكون الشمس في الساعة الواحدة مساءً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثانية مساءً 1864 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 13 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 50,7° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 206,7° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة الرابعة مساءً البالغة 11343 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 78 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 34,0° أي متوسطة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 240,0° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، ومن ثم تأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أقل مساحة لها في

11 W. M. Smart, Spherical Astronomy, Cambridge University press, U.K, 1997.

الساعة السادسة مساءً البالغة 1885 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 13 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 11,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 161,4° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,04 مساءً تحت الأفق[12].

3- مساحات صنف منطقة قليلة الظل ذات القيمة 170 فأكثر:

يتبين من سلسلة الخريطة (5) والجدول (10) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة قليلة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة السابعة صباحاً 7 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 0,7° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 90,6° أي موقعها باتجاه الشرق، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة الواحدة مساءً حيث تبلغ مساحتها 12923 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 89 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 53,6° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 181,6° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الواحدة مساءً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الثانية مساءً 12515 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 86 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 50,7° أي معتدلة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 206,7° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أقل مساحة لها في الساعة السادسة مساءً البالغة 118 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 11,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 261,4° أي موقعها باتجاه الغرب، وتغيب الشمس في تمام الساعة 6,04 مساءً تحت الأفق.

رابعاً: نمذجة ظلال التلال يوم 21 كانون الأول 2017 ميلادية:

يمثل يوم 21 كانون الأول من كل عام يوم الانقلاب الشتوي Winter Solstice بالنسبة لنصف الأرض الشمالي، تستمر الشمس في حركتها الظاهرية باتجاه الجنوب حتى تكون الشمس عمودية على دائرة مدار الجدي في هذا اليوم، وهذا المدار يمثل أقصى مكان يمكن للشمس أن تتعامد عليه في النصف الجنوبي من الأرض، وفي هذا الفصل يكون الفارق بين عدد ساعات: الليل، والنهار كبيراً حيث يطول الليل، ويقصر النهار، ويأخذ الفارق بالزيادة بينهما مع الابتعاد عن دائرة الاستواء نحو القطب الشمالي. ويحدث العكس في نصف الأرض الجنوبي، إذ يعد يوم 21 كانون الأول يوم الانقلاب الصيفي في نصف الأرض الجنوبي. ويختلف وقت الشروق والغروب وعدد ساعات النهار والليل في محافظة أربيل، كما يبينه الجدول (4)، خلال أيام الانقلابين والاعتداليين. يتبين من الجدول (4)، بأن يوم الانقلاب الشتوي وقت شروق الشمس 7,07 صباحاً، أما وقت غروب الشمس في اليوم نفسه 4,57 مساءً، لذا تكون عدد ساعات النهار في هذا اليوم 9,50 ساعة بينما تكون عدد ساعات الليل في هذا اليوم 14,10 ساعة؛ لذلك يكون هذا اليوم أطول ليل خلال أيام العام جميعاً في محافظة أربيل.

يمكن نمذجة ظلال التلال يوم 21 كانون الأول 2017 ميلادية عند رأس كل ساعة من ساعات النهار حسب إعدادات برنامج PV Lighthouse لموقع مدينة أربيل، كما يبينه الجدول (11)، فقد تم نمذجة ظلال التلال للمحافظة بالاعتماد على إعدادات المبينة في الجدول (11)، كما تبينه سلسلة الخرائط (6)، وحساب مساحات كل صنف من أصناف ظلال التلال، كما يبينه الجدول (12) والشكل (3)، كما يأتي:

)12(: Exploreations, An Introduction To Astronomy, Thomas T. Arny, Fourth Edition. 2006.

الجدول (11): زاوية اتجاه الشمس وميلها وتوصيفها في يوم الانقلاب الشتوي 21/ 12/ 2017 م.

الساعة	زاوية اتجاه الشمس بالدرجة	توصيف اتجاه الشمس	ميل أشعة الشمس بالدرجة	توصيف ميل أشعة الشمس
8 صباحاً	126,4	الجنوب الشرقي	7,5	شديدة الميل جداً
9 صباحاً	137,0	الجنوب الشرقي	16,5	شديدة الميل
10 صباحاً	149,4	الجنوب الشرقي	23,8	شديدة الميل
11 صباحاً	163,8	الجنوب	28,6	شديدة الميل
12 صباحاً	179,4	الجنوب	30,4	متوسطة الميل
1 مساءً	195,2	الجنوب	28,8	شديدة الميل
2 مساءً	209,7	الجنوب الغربي	24,2	شديدة الميل
3 مساءً	222,2	الجنوب الغربي	17,1	شديدة الميل
4 مساءً	233,0	الجنوب الغربي	8,1	شديدة الميل جداً

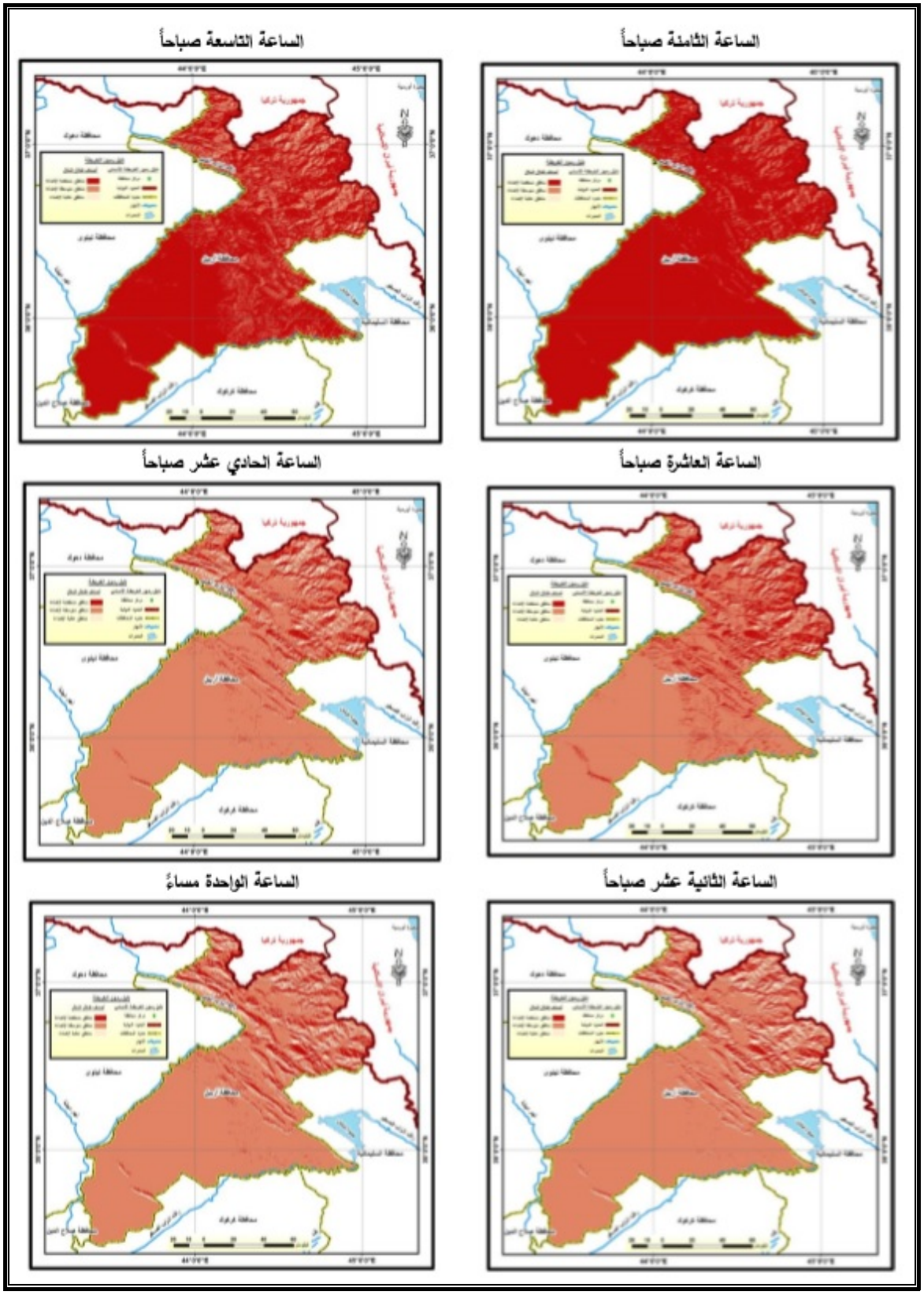
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على برنامج PV Lighthouse المحسوبة لموقع مدينة أربيل.

1- مساحات صنف منطقة شديدة الظل ذات قيمة 0 حتى أقل من 85:

يتبين من سلسلة الخريطة (5) والجدول (12) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة شديدة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثامنة صباحاً 13640 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 94 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 7,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 126,4° أي موقعها باتجاه الجنوب الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء الشمالية والشمالية الشرقية من المحافظة لكونها منطقة شديد التضرس ذات اتجاه عام من الشمال الغربي نحو الجنوب الشرقي، تكون أشعة الشمس عمودية على السفوح المواجهة للشمس في هذا الوقت بينما تكون شديدة الميل جداً في المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتناقص مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أدنى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 1562 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 11 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 30,4° أي متوسطة الميل، بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 179,4° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق[13].

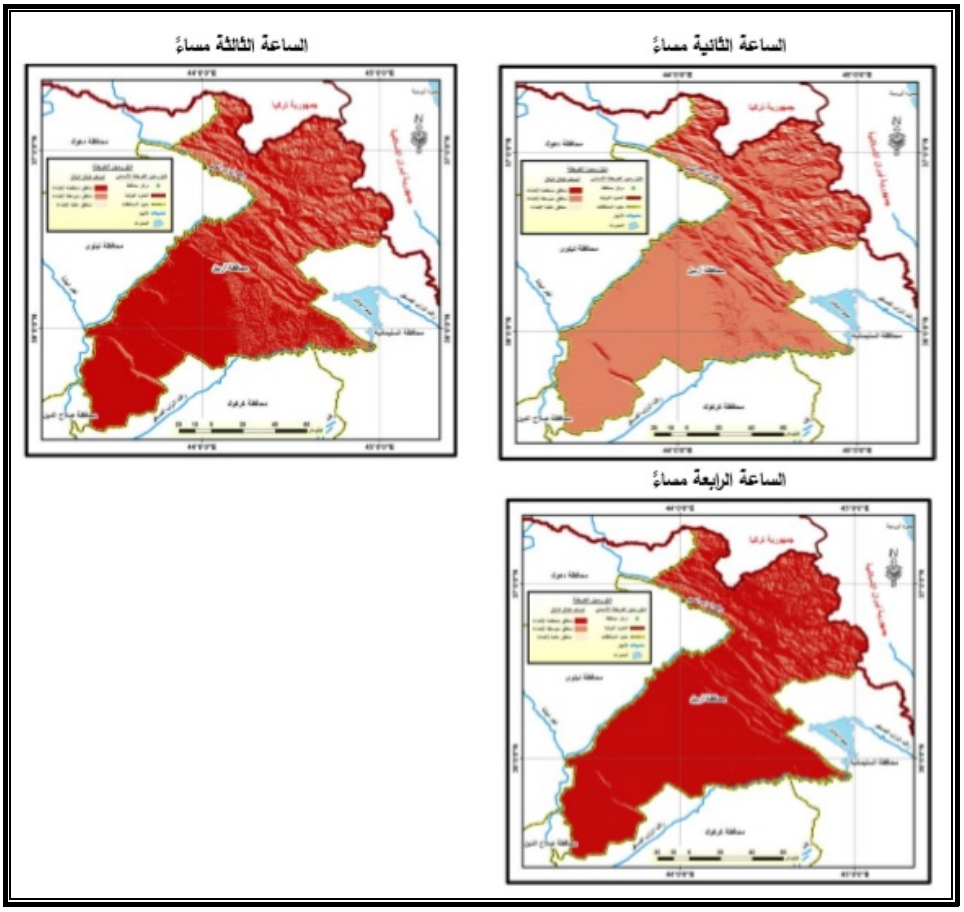
)13(: AMATEUR ASTRONOMY, Colin Ronan, Ltd, LONDON, 1989.

سلسلة خريطة (6): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الانقلاب الشتوي حسب توقيت كل منها.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (11)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

تابع إلى سلسلة خريطة (6): أصناف ظلال التلال لمحافظة أربيل يوم الانقلاب الشتوي حسب توقيت كل منها.



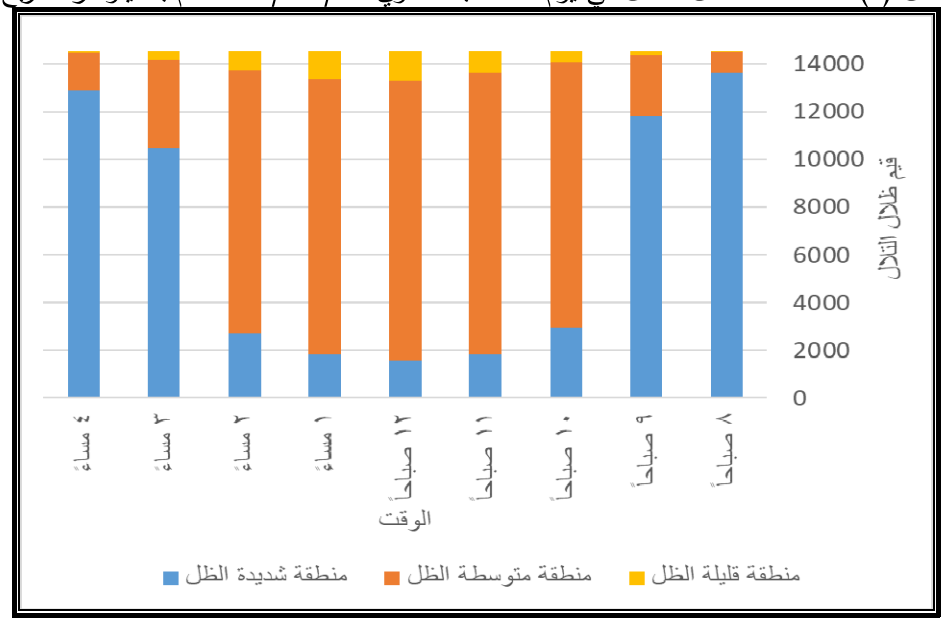
المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الجدول (11)، باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1.

الجدول (12): مساحات ظلال التلال في يوم الانقلاب الشتوي 21/ 12/ 2017 م بالكيلومتر المربع.

الساعة	منطقة شديدة الظل	منطقة متوسطة الظل	منطقة قليلة الظل
8 صباحاً	13640	871	24
9 صباحاً	11809	2563	163
10 صباحاً	2955	11109	471
11 صباحاً	1814	11823	898
12 صباحاً	1562	11743	1230
1 مساءً	1812	11544	1179
2 مساءً	2686	11053	796
3 مساءً	10480	3700	355
4 مساءً	12910	1548	77

المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة (5) باستخدام برنامج Arc G.I.S. V. 10.

الشكل (3): مساحات ظلال التلال في يوم الانقلاب الشتوي 21/ 12/ 2017 م بالكيلومتر المربع.



المصدر: من عمل الباحثان بالاعتماد على الخريطة (6) والجدول (12).

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 1812 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 12 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 28,8° أي شديدة الميل، بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 195,2° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتزايد حتى تصل إلى أكبر مساحة لها في الساعة الرابعة مساءً البالغة 12910 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 89 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 8,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 233,0° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتغيب الشمس في تمام الساعة 4,57 مساءً تحت الأفق.

2- مساحات صنف منطقة متوسطة الظل ذات قيمة 85 حتى أقل من 170:

يتبين من سلسلة الخريطة (6) والجدول (12) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة متوسطة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثامنة صباحاً 871 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 6 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 7,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 126,4° أي موقعها باتجاه الجنوب الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تبلغ 11823 كيلومتراً مربعاً، في تمام الساعة الحادية عشرة صباحاً، وتحتل بذلك نسبة 81 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 28,6° أي شديدة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 163,8° أي موقعها باتجاه الجنوب، وبذلك تكون السفوح المعاكسة للشمس والسهول والأودية خلف المرتفعات الجبلية ضمن هذا الصنف أو المنطقة شبه الظل.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 11544 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 79 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 28,8° أي شديدة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 195,2° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أقل

مساحة لها في الساعة الرابعة مساءً البالغة 1548 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 11 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 8,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 233,0° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتغيب الشمس في تمام الساعة 4,57 مساءً تحت الأفق.

3- مساحات صنف منطقة قليلة الظل ذات القيمة 170 فأكثر:

يتبين من سلسلة الخريطة (6) والجدول (12) والشكل (3)، تباين مساحات صنف منطقة قليلة الظل على مدار ساعات النهار لهذا اليوم، إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الثامنة صباحاً 24 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 0 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 7,5° أي شديد الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 126,4° أي موقعها باتجاه الجنوب الشرقي، لذا تستحوذ هذه المساحة على الأجزاء المنطقة المنبسطة قليلة التضرس والميل التي تحتل الأجزاء الغربية والجنوبية من المحافظة. وسرعان ما تتزايد مساحة هذا الصنف حتى تصل إلى أعلى مستوى لها في الساعة الثانية عشرة صباحاً حيث تبلغ مساحتها 1230 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة 8 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 30,4° أي متوسطة الميل، بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 179,4° أي موقعها باتجاه الجنوب. بناءً على ذلك، نجد بأن هناك علاقة طردية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق.

تكون الشمس في الساعة الثانية عشرة صباحاً قد وصلت إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية، ومن ثم تأخذ بالميل في الجهة المعاكسة باتجاه الغرب، وهنا تكون العلاقة عكسية بين قيم مساحة هذا الصنف مع ارتفاع قيم زاوية موقع الشمس على خط الأفق وميل أشعة الشمس فوق الأفق. إذ تبلغ مساحة هذا الصنف في الساعة الواحدة مساءً 1179 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 8 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 28,8° أي شديدة الميل بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 195,2° أي موقعها باتجاه الجنوب، وتأخذ مساحة هذا الصنف بالتناقص حتى تصل إلى أقل مساحة لها في الساعة الرابعة مساءً البالغة 77 كيلومتراً مربعاً، وتحتل بذلك نسبة مقدارها 1 % من إجمالي مساحة محافظة أربيل؛ لأن زاوية موقع الشمس على خط الأفق تبلغ 8,1° أي شديدة الميل جداً بينما ميل أشعة الشمس فوق الأفق تبلغ 233,0° أي موقعها باتجاه الجنوب الغربي، وتغيب الشمس في تمام الساعة 4,57 مساءً تحت الأفق.

الاستنتاجات:

إن هذا البحث قدم أنموذجاً تطبيقياً لاستخدام نُظم المعلومات الجغرافية وإعداد قواعد بياناتها الجغرافية بشكل سليم بوساطة نموذج الارتفاع الرقمي من خلال البحث الموسوم بـ: (نمذجة ظلال التلال لمحافظة أربيل شمال العراق باستخدام تقانات الجيوماتكس)، وملتزماً بالقواعد الخرائطية في مخرجاتها. فقد توصل البحث إلى جملة من الاستنتاجات وهي:

1- تبين من خلال البحث أن الفرضية القائلة بنمذجة ظلال التلال بواسطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M باستخدام الإعدادات الافتراضية للبرنامج لا تمثل الواقع الجغرافي لمحافظة أربيل؛ لأن ميل ارتفاع الشمس عن الأفق بزاوية 45° واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق بزاوية 315° من المستحيل في أي يوم من الأيام على مدار السنة في محافظة أربيل حتى في يوم 21 حزيران الذي تصل فيه إلى أقصى زاوية باتجاه الشمال تبلغ 296,7° أي باتجاه الشمال الغربي، فضلاً عن الإعدادات الافتراضية للبرنامج تعتمد على قراءة واحدة فقط لميل ارتفاع الشمس عن الأفق واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق.

2- قبول الفرضية القائلة: بأن نمذجة ظلال التلال بواسطة برنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 ونموذج الارتفاع الرقمي .D.E.M باستخدام إعدادات برنامج PV Lighthouse هي التي تمثل الواقع الجغرافي لمحافظة أربيل؛ لأن ميل ارتفاع الشمس عن الأفق واتجاه الزاوي للشمس من الشمال باتجاه الشرق محسوبة لكل ساعة من ساعات النهار وفي أي يوم من الأيام على مدار السنة في محافظة أربيل، والتي تتفق مع تغير حركة الشمس الظاهرية من لحظة شروقها من الأفق حتى وصولها إلى أوج ارتفاعها في القبة السماوية في منتصف النهار، وميلها في الجهة المعاكسة خلال ساعات النهار، حتى تغيب الشمس وتختفي تحت الأفق، وبالتالي تتعدد نماذج ظلال التلال بعدد ساعات المحسوبة خلال النهار واختلاف مساحات أصناف ظلال التلال، ومن ثم بعدد الأيام المراد نمذجتها، كما مبين في هذا البحث.

3- يفتح البحث نافذة تطبيقية سليمة في بيان التكامل بين تقانات الجيوماتيكس وفق منهج علمي سليم مبني على حقائق

علمية تتفق مع الواقع الجغرافي، بعيداً عن التقليد الأعمى للإعدادات الافتراضية عند تطبيق هذه التقانات في الدراسات والبحوث الجغرافية، مما يؤدي إلى مخرجات لقواعد البيانات الجغرافية ذات دقة متناهية بحيث يمكن الوثوق بها والاعتماد عليها في التخطيط التنموي للمحافظة مستقبلاً.

4- يُعد هذا البحث الدليل التطبيقي للتعرف على آلية نمذجة ظلال التلال لأية منطقة ما على سطح الأرض بخطوات سليمة تمثل الواقع الجغرافي، ومتجاوزاً الخطأ الشائع في استخدام إعدادات البرنامج Arc G.I.S. V. 10.4.1 الافتراضية في نمذجتها؛ لذلك يمكن الاعتماد عليها للعاملين في مجال نُظم المعلومات الجغرافية.

التوصيات:

في ضوء النتائج التي توصل إليها البحث نقترح جملة من التوصيات التي من شأنها أن تفيد الباحثين الذين يرومون استخدام تقانات الجيوماتكس في دراساتهم مستقبلاً والمخططين وأصحاب القرار، وهي:

1- نقترح الاستفادة من الطريقة التي استخدمت في حساب تباين مساحات ظلال التلال وتحديد اتجاهاتها، ومن ثم تحديد التباين في درجات الحرارة والرطوبة وسرعة واتجاه الرياح وتأثيرها على الأشكال الأرضية وتحديد المناطق المهددة بالمخاطر الأرضية، كما يمكن تحديد نوع الأشجار والمحاصيل الزراعية حسب الحاجة لضوء الشمس ودرجة الحرارة والرطوبة وحساب الملائمة البيئية والقابلية الإنتاجية للأرض، وبالتالي تحديد أنماط استعمالات الأرض في المحافظة.

2- نقترح التوجه إلى الاعتماد في دراسات علم الأشكال الأرضية عامة والمورفومترية خاصة إلى استخدام تقانات الجيوماتكس المتمثلة بـ: نُظم المعلومات الجغرافية ومرئيات الاستشعار عن بُعد ذات الوضوح المكاني الكبير، كبديل ناجح وذي جدوى علمية كبيرة مقارنة مع الطرائق التقليدية فضلاً عن دراسة مناطق نائية يصعب الوصول إليها ولم تدرس من قبل؛ من أجل إعداد قواعد البيانات الجغرافية المتكاملة في بياناتها ذات دقة عالية وموثوقية كبيرة في نمذجتها آلياً وقاعدة البيانات الوصفية المرفقة لكل طبقة من طبقاتها تقدم معلومات بأسلوب يتسم بالسهولة والبساطة والسرعة لأصحاب القرار من أجل اتخاذ القرارات الصائبة لحل مشاكل من الواقع الجغرافي أو التخطيط لاستثمار موارده وفق منظور التنمية المستديمة. وهذا لا يعني رفض الطرائق التقليدية وإنما نُظم المعلومات الجغرافية مع الطرائق التقليدية تكون نظاماً متكاملاً.

3- نوصي بتكثيف عدد ساعات تدريس مادة نُظم المعلومات الجغرافية في أقسام الجغرافية مع مادة الخرائط طوال سنوات الدراسة الأولية موزعة على النحو الآتي: مادة الخرائط التقليدية في المرحلة الأولى، ومادة الخرائط الموضوعية في المرحلة الثانية، أما في المرحلة الثالثة فيتم تدريس أساسيات نُظم المعلومات الجغرافية، وفي المرحلة الرابعة يتم تدريس تطبيقات في نُظم المعلومات الجغرافية. ولكن يجب تدريس هذه المواد من مختصين فيها ولا يقوم بتدريسها أي شخص كونها موَّاداً ثانوية.

4- نوصي بتأسيس مركز خاص بتقانات الجيوماتكس في جامعة الأنبار تكون من مهامه الرئيسية: إنتاج وتحديث الخرائط وتدريب أساتذة الجامعة على هذه التقانات وعقد المؤتمرات العلمية بهذه التقانات.

المصادر والمراجع

يجد القارئ في كتب علم رسم الخرائط مصطلحات متضادة أحياناً حتى في الكتاب الواحد، مثل: أقواس الطول خطوط الطول ودوائر العرض وخطوط العرض. مما تسبب الإرباك ولاسيما لطلبة الدراسات الأولية، ومن أجل التفريق بين هذه المصطلحات وعدم الخلط بينها، يرى الباحث استخدام مصطلح أقواس الطول Longitude عندما نتحدث عن الظواهر الجغرافية على الأرض أو الخرائط ذات نظام الإحداثيات الجغرافية، ويستخدم مصطلح خطوط الطول Meridian عندما نتحدث عن الظواهر الجغرافية على الخريطة ذات نظام الإحداثيات التربيعية. وينطبق الحال نفسه على مصطلحي دوائر العرض Latitude وخطوط العرض Parallel. والتي سيتم إن شاء الله تعالى اعتمادها في هذا البحث. يُنظر المصدر: الجابري، علي خليل خلف غضا، النمذجة الآلية للخصائص المورفومترية لأحواض الأودية الجافة في قضاء هيت باستخدام التقنيات الحديثة، مصدر سابق، ص 3.

عدنان باقر النقاش ومهدي علي الصحاف، الجيومورفولوجي، بغداد، 1989، ص 431.

جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، ط 2، معهد الدراسات العربية العالية، القاهرة، 1961، ص 76 – 77.

جاسم محمد الخلف، محاضرات في جغرافية العراق الطبيعية والاقتصادية والبشرية، ط 2، معهد الدراسات العربية العالية، القاهرة، 1961، ص 65.

رابط برنامج PV Lighthouse على الشبكة العنكبوتية، هو: http://www2.pvlighthouse.com.au

نزار محمود قاسم الشيخ، مواقيت العبادات الزمنية والمكانية دراسة فقهية مقارنة، ط 1، مؤسسة الرسالة ناشرون، بيروت، لبنان، 2005.

عبد الرحمن حسين المحمدي، حركات الشمس والقمر الفيزيائية وتطبيقاتها للمواقيت الإسلامية، أطروحة دكتوراه (غ، م)، جامعة بغداد، 1997.

حميد مجول النعيمي ومجيد محمود جراد، الحسابات والتطبيقات الفلكية العلمية في خدمة الشريعة الإسلامية الآفاق المشرقة، الأمارات العربية المتحدة، 2011.

References

n cartography books, the reader finds sometimes contradictory terms even in a single book, such as: arcs, longitude, latitude, and latitude. Which caused confusion, especially for students of initial studies, and in order to differentiate between these terms and not to confuse them, the researcher sees the use of the term Longitude when we talk about geographical phenomena on the ground or maps with a system of geographical coordinates, and the term Meridian is used when we talk about geographical phenomena on The map has a system of square coordinates. The same applies to the terms Latitude and Parallel. Which will, God willing, be adopted in this research. Sources see: Al-Jabri, Ali Khalil Khalaf Ghadha, Mechanism Modeling the Morphometric Characteristics of Dry Wadis Basins in the Heet District Using Modern Techniques, previous source, p. 3.

Adnan Baqir Al-Nakkash and Mahdi Ali Al-Sahaf, Geomorphology, Baghdad, 1989, p. 431.

Jassim Muhammad Al-Khalaf, Lectures on the Natural, Economic and Human Geography of Iraq, 2nd edition, Institute of Higher Arab Studies, Cairo, 1961, pp. 76-77.

Jassim Muhammad Al-Khalaf, Lectures on the Natural, Economic and Human Geography of Iraq, 2nd edition, Institute of Studies

PV Lighthouse's website link is: http://www2.pvlighthouse.com.au

Nizar Mahmoud Qassem Al-Sheikh, Times of Worship Time and Spatial Comparative Jurisprudence Study, 1st edition, Al-Resala Foundation Publishers, Beirut, Lebanon, 2005.

Abdul Rahman Hussein Al-Muhammadi, Sun and Moon Physical Movements and their Applications of Islamic Times, Ph.D. Thesis (M, G), University of Baghdad, 1997.

Hamid Mujul Al-Nuaimi and Majid Mahmoud Jarad, Scientific Astronomical Calculations and Applications in the Service of Islamic Sharia Shining Perspectives, United Arab Emirates, 2011.

Rajiv Gupta, Observer's Handbook, Royal Astronomical Soc of Canada; First Edition (October 2001).

http://www.icoproject.org/ref/yaqub.pdf

The Astronomical Almanac, (Book.) Edited by P. Kenneth Seidelmann U.S. Naval Observatory. ISBN 978-1-891389-45-752 pages, 2006.

http://www.uscibooks.com/seid.htm

Modeling of the Shadows of the Hills of the Province of Erbil Northern Iraq by Using Geomatics Technologies.

*Ali Khalil Khalaf Al-Jabiri [1], Majeed M. Jarad Mekhlef[2] **

ABSTRACT

The aim of this research is to model the hill shades of Erbil in northern Iraq By Using Geomatics Technologies and to compare the modeling of hill shadows calculated through Arc G.I.S. V. 10.4.1 The default is based on only one reading: The angle of the sun's location on the horizon (Azimuth) measured from north to east (clockwise) of 315°, and the inclination of the sun's rays above the horizon (that is, the amount of sun rise) Over the horizon in the Altitude Planetarium (45°), which is currently used in all geographic studies and researches, with the modeling of the shadows of the hills calculated from: PV Lighthouse program for each hour of the day according to the location of the city of Erbil, the center of Erbil province, which can be calculated for all days of the year.

Keywords: Modeling; geomatics; technologies; shadows of hills.

* University of Anbar, Iraq. Received on 9/1/2020 and Accepted for Publication on 2/6/2020.