



دليل تدريب ٤



السويد
Sverige

استخدام نظم المعلومات
الجغرافية لتحليل بيانات التغيرات المناخية



الاقتصاد
ESCWA

اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا

استخدام نظم المعلومات الجغرافية لتحليل بيانات التغيرات المناخية دليل تدريب



تقتضي إعادة طبع أو تصوير مقتطفات من هذه المادة الإشارة الكاملة إلى المصدر.

توجه جميع الطلبات المتعلقة بالحقوق والأذون إلى اللجنة الاقتصادية والاجتماعية لغربي آسيا (الإسكوا)،
البريد الإلكتروني: publications-escwa@un.org؛ الموقع الإلكتروني: www.escwa.un.org

النتائج والتفسيرات والاستنتاجات الواردة في هذه المطبوعة هي للمؤلفين، ولا تمثل بالضرورة الأمم المتحدة
أو الدول الأعضاء فيها، ولا ترتب أي مسؤولية عليها.

ليس في التسميات المستخدمة في هذه المطبوعة، ولا في طريقة عرض مادتها، ما يتضمن التعبير عن أي رأي كان
من جانب الأمم المتحدة بشأن المركز القانوني لأي بلد أو إقليم أو مدينة أو منطقة أو لسلطات أي منها، أو بشأن
تعيين حدودها أو تخومها.

الهدف من الروابط الإلكترونية الواردة في هذه المطبوعة تسهيل وصول القارئ إلى المعلومات وهي صحيحة في
وقت استخدامها. ولا تتحمل الأمم المتحدة أي مسؤولية عن دقة هذه المعلومات مع مرور الوقت أو عن مضمون أي
من المواقع الإلكترونية الخارجية المشار إليها.
جرى تدقيق المراجع حيثما أمكن.

لا يعني ذكر أسماء شركات أو منتجات تجارية أن الأمم المتحدة تدعمها.

تتألف رموز ووثائق الأمم المتحدة من حروف وأرقام باللغة الإنكليزية، والمقصود بذكر أي من هذه الرموز الإشارة إلى
وثيقة من وثائق الأمم المتحدة.

مطبوعة للأمم المتحدة صادرة عن الإسكوا، بيت الأمم المتحدة، ساحة رياض الصلح،
صندوق بريد: 11-8575، بيروت، لبنان.

فهرس النص

1.....	1.مقدمة.....
1.....	2.ملخص عن بيانات التغير المناخي الناتجة عن ريكار
6.....	3.الأداة المتعددة الأبعاد (Multi Dimension Tool) في برنامج Arcmap
6.....	1.3.مقدمة إلى صيغة NetCDF
9.....	2.3.تحويل ملفات NetCDF إلى Raster :
9.....	1.2.3 إنشاء ملف Raster:.....
11.....	2.2.3 اقتطاع شرائح زمنية متعددة من شريحة raster
13.....	3.2.3 استخدام Model Builder لاقتطاع البيانات المناخية الخاصة بمنطقة محددة:
23.....	3.3.استخلاص جدول بالبيانات المناخية اليومية من ملف NetCDF
23.....	1.3.3. مقدمة إلى مفهوم (nLon,nLat).....
24.....	2.3.3. استخلاص جدول من البيانات المناخية اليومية لموقع معين من ملفات NetCDF
27.....	3.3.3. استخدام model builder لإستخلاص جدول بيانات مناخية لسلسلة زمنية طويلة:
35.....	4.إنشاء مجموعات تحليلية باستخدام أدوات التحليل المكاني (Spatial Analyst tools).....
35.....	1.4 حساب التوقعات السنوية والموسمية.....
37.....	2.4.مقارنة التنبؤات (الإسقاطات) باستخدام اداة "raster calculator"
38.....	5.الإستقراء المكاني(interpolation) ورفع الدقة المكانية عبر تقليص النطاق(downscaling).....
38.....	1.5.ضبط الدقة المكانية واستقراء البيانات.....
46.....	2.5.مقدمة إلى زيادة قدرة التمييز المكاني أي تقليص النطاق (downscaling):
47.....	6.أدوات إضافية لتحليل البيانات المناخية
48.....	التمرين العملي الأول حول تحويل ملفات NetCDF إلى Raster
58.....	التمرين العملي الثاني حول استخلاص سلسلة زمنية يومية لسنة معينة من ملفات NetCDF
64.....	التمرين الثالث حول استخلاص سلسلة زمنية يومية لسنوات متعددة من ملفات NetCDF باستخدام Model Builder
79.....	التمرين العملي الرابع حول استنتاج 365 شريحة Raster يومية من ملف NetCDF واحد، وتصديرها كملفات مستقلة بصيغة (* .tif).....
85.....	التمرين العملي الخامس حول اقتطاع بيانات RICCAR المناخية.....
103.....	التمرين العملي السادس حول رفع الدقة المكانية (Resample) لبيانات RICCAR المناخية
115.....	التمرين العملي السابع حول كيفية استنتاج المعدلات الشهرية او السنوية ...الخ للبيانات المناخية
120.....	التمرين العملي الثامن حول إجراء عملية الإستقراء (Interpolation) للبيانات المناخية المفقودة في المناطق الساحلية نتيجة Bias Correction
127.....	التمرين العملي التاسع حول تقدير التغير في متحولات المناخية خلال فترة معينة بالمقارنة مع فترة مرجعية
132.....	المراجع:.....

فهرس الأشكال

- الشكل (1) النطاق العربي.....1.
- الشكل (2) المصفوفة البعدية لملفات NetCDF.....6.
- الشكل (3) قائمة Multidimension Tools في ArcMap.....9.
- الشكل (4) لقطة مكبرة على NetCDF Raster Layer تبين المناطق الساحلية بدون بيانات.....10.
- الشكل (5) استعراض برمجية NetCDF_time_slice_export ضمن واجهة ArcCatalog.....11.
- الشكل (7): إضافة أداة Iterate Files.....13.
- الشكل (8): إضافة Connect بين File وأداة Make NetCDF Raster Layer.....14.
- الشكل (9): تحديد ملفات نوع NetCDF فقط للقراءة.....15.
- الشكل (10): تحديد مجلد ليحتوي ملفات NetCDF التي سيتم العمل عليها.....15.
- الشكل (11): عمل Connect بين مجلد ملفات NetCDF و تعليمة Iterate.....16.
- الشكل (12): تحديد مسار ملفات NetCDF ضمن Folder.....16.
- الشكل (13) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Make NetCDF Raster Layer.....17.
- الشكل (14) تكرار العملية على جميع ملفات NetCDF في مجلد واحد.....18.
- الشكل (15) قص الشرائح النقطية Rastrs الناتجة عن ملفات NetCDF على منطقة محددة.....19.
- الشكل (16): إقتطاع الصور باستخدام الأداة Clip Raster.....20.
- شكل (17): إضافة الصور المُقتطعة إلى الخريطة.....21.
- الشكل (19): خصائص شريحة Raster المتعددة البيانات.....22.
- الشكل (20): إستعراض البيانات الزمنية في برنامج ArcCatalog.....22.
- الشكل (21) نظام الشبكة لإحداثيات nLan و nLon الجدولي.....23.
- الشكل (22): الأداة Make NetCDF Table View ضمن نافذة Arctoolbox.....24.
- الشكل (23): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Make NetCDF Table View.....25.
- الشكل (24): جدول بيانات التساقطات اليومية الناتج عن أداة Make NetCDF Table View.....26.
- الشكل (25): اداة Make NetCDF Table View ضمن model builder.....27.
- الشكل (26): إدخال المعلومات اللازمة في نافذة الأداة Make NetCDF Table View ضمن model builder.....28.
- الشكل (27): إدخال أداة Table to Table ضمن النموذج.....29.
- الشكل (28): إدخال المعلومات في أداة table to table ضمن النموذج.....30.
- الشكل (29): شكل النموذج حتى هذه المرحلة.....30.
- الشكل (30): إستعراض المخرجات في مجلد الإستخراج ونسخ الجدول الأول.....31.
- الشكل (31): إضافة الأداة Append إلى النموذج.....32.
- الشكل (32): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة أداة Append.....32.
- الشكل (33): إضافة الأداة Table to Excel إلى النموذج.....33.
- الشكل (34): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة ال أداة Table to Excel.....33.

- الشكل (35): إستعراض ملف اكسل الناتج.....34
- الشكل (36): الأداة Cell statistics ضمن واجهة Arctoolbox.....36
- الشكل (37):إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Cell statistics.....37
- الشكل (38): الأداة Cell statistics ضمن واجهة Arctoolbox.....37
- الشكل (39): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Cell statistics.....38
- الشكل (40): الأداة Resample tool ضمن واجهة Arctoolbox.....39
- الشكل (41): إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة الأداة Resample tool.....40
- الشكل (42): الأداة Interpolation ضمن نافذة Arctoolbox.....41
- الشكل (43): كيفية تفعيل الإمتدادات في برنامج ArcGis.....42
- الشكل (44): تفعيل شريط الأدوات Geostatistical Analyst.....42
- الشكل (45): Geostatistical Wizard tool.....43
- الشكل (46): مثال عن مُخرج عملية Interpolation باستخدام طريقة IDW.....43
- الشكل (47): تصدير الشريحة المؤقتة إلى صيغة Raster.....44
- شكل (48): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة GA layer to Grid.....44
- الشكل (49):اختيار الأداة Extract by Mask ضمن نافذة Arctoolbox.....45
- الشكل (50): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Extract by Mask.....46
- الشكل (1.1) الأداة Make NetCDF Raster Layer ضمن نافذة Arctoolbox.....49
- الشكل (2.1) اختيار ملف التساقطات اليومية الخاصة بسنة 1980 ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer.....50
- الشكل (3.1) تحديد المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer.....50
- الشكل (4.1) تحديد البعد x ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer.....51
- الشكل (5.1) تحديد البعد y ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer.....51
- الشكل (6.1) نافذة Make NetCDF Raster Layer.....52
- الشكل (7.1) الشريحة الناتجة وهي شريحة التساقطات اليومية لليوم 1980/1/1.....52
- الشكل (8.1) استعراض الشرائح اليومية المختلفة خلال العام 1980.....53
- الشكل (9.1) اختيار يوم محدد لاستعراض الشريحة الخاصة به.....54
- الشكل (10.1) شريحة التساقطات اليومية للتاريخ 1980/1/13.....55
- الشكل (11.1) شريحة التساقطات اليومية لتاريخ 1980/5/26.....55
- الشكل (12.1) شريحة التساقطات اليومية لتاريخ 1980/8/11.....56
- الشكل (13.1) تصدير الشريحة المؤقتة الناتجة إلى صيغة Raster.....57
- الشكل (14.1) إضافة Raster الناتجة إلى واجهة ArcMap.....57
- الشكل (1.2) إدخال الإحداثيات الجغرافية لمحطة الصوري إلى ملف الإكسل.....59
- الشكل (2.2) الأداة Make NetCDF Table View ضمن نافذة Arctoolbox.....60
- الشكل (4.2) اختيار المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Table View.....61
- الشكل (5.2) اختيار المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Table View.....61

62.....	الشكل (7.2) إدخال إحداثيات الموقع ضمن نافذة Make NetCDF Table View
62.....	الشكل (8.2) نافذة Make NetCDF Table View
63.....	الشكل (9.2) استعراض جدول بيانات التساقطات اليومية الناتج.
64.....	الشكل (1.3) موقع محطة الصيرة في العراق.
65.....	الشكل (2.3) فتح النموذج الخاص بالتساقطات من واجهة ArcCatalog.
66.....	الشكل (3.3) Iterate Files ضمن نافذة Model_pr.
67.....	الشكل (4.3) تحديد المجلد الذي يحوي بيانات التساقطات اليومية ضمن نافذة Iterate Files.
68.....	الشكل (5.3) استدعاء الأداة Make NetCDF Table View ضمن نافذة Model_pr.
69.....	الشكل (6.3) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة Make NetCDF Table View.
70.....	الشكل (7.3) استدعاء الأداة Table to Table ضمن نافذة Model_pr.
71.....	الشكل (8.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Table to Table.
71.....	الشكل (9.3) تشغيل مرحلي للنموذج Model_pr.
72.....	الشكل (10.3) انتهاء التشغيل المرحلي للنموذج Model_pr.
72.....	الشكل (11.3) استعراض المجلد الناتج والذي يحوي 150 جدول بيانات مطرية يومية.
73.....	الشكل (12.3) نسخ أول جدول في المجلد.
73.....	الشكل (13.3) الجدول المنسوخ.
74.....	الشكل (14.3) استدعاء الأداة Append ضمن نافذة Model_pr.
74.....	الشكل (15.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Append.
75.....	الشكل (16.3) استدعاء الأداة Table to Excel ضمن نافذة Model_pr.
76.....	الشكل (17.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Table to Excel.
77.....	الشكل (18.3) حفظ النموذج Model_pr.
77.....	الشكل (19.3) المخرج النهائي لتشغيل النموذج.
78.....	الشكل (20.3) استعراض ملف بيانات التساقطات اليومية الناتج.
80.....	الشكل (1.4) السكريبت NetCDF_time_Slice_export الخاص بفصل الشرائح.
81.....	الشكل (2.4) نافذة الأداة Make Netcdf Raster Layer.
82.....	الشكل (3.4) شريحة Raster التي تمثل التساقطات اليومية للعام 2002.
82.....	الشكل (4.4) تحديد الزمن Time كبعد ثالث.
83.....	الشكل (5.4) تنفيذ السكريبت الخاص بفصل الشرائح.
84.....	الشكل (6.4) استعراض مخرجات تنفيذ الكريبت وهي 365 شريحة بصيغة (.tif).
84.....	الشكل (7.4) جدول بأرقام أيام السنة العادية.
86.....	الشكل (1.5) فتح نافذة Model Builder.
86.....	الشكل (2.5) إدخال الأداة Make NetCDF Raster Layer إلى نافذة Model Builder.
87.....	الشكل (3.5) إدخال الأداة Iterate Files إلى نافذة Model Builder.
87.....	الشكل (4.5) تحديد ملفات من نوع NetCDF حصرا للأداة Iterate Files.

88.....	الشكل (5.5) تجهيز المجلد الذي سيتم ضمنه Iterate Files
89.....	الشكل (6.5) ربط المجلد مع الأداة Iterate Files
89.....	الشكل (7.5) إدخال المجلد الذي يحري ملفات NetCDF لأداة Iterate Files
90.....	الشكل (8.5) جزئية النموذج المتعلقة بالأداة Iterate Files أصبحت جاهزة
91.....	الشكل (9.5) تشغيل الأداة Iterate Files
91.....	الشكل (10.5) نقرة مزدوجة على أيقونة Make NetCDF Raster Layer
92.....	الشكل (12.5) إدخال المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer
92.....	الشكل (13.5) إدخال البعد x ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer
93.....	الشكل (14.5) إدخال البعد y ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer
93.....	الشكل (15.5) إدخال البعد Time ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer
94.....	الشكل (16.5) الجزئية Make NetCDF Raster Layer جاهزة
94.....	الشكل (17.5) ربط المجلد الذي يحوي ملفات NetCDF مع تعليمة Make NetCDF Raster Layer
95.....	الشكل (18.5) التحقق من معلومات نافذة Make NetCDF Raster Layer
95.....	الشكل (19.5) المعلومات المدخلة إلى نافذة Make NetCDF Raster Layer
96.....	الشكل (20.5) حذف الشكل البيضوي الأزرق الذي يحوي أول ملف NetCDF تم إدخاله
96.....	الشكل (21.5) تشغيل مرحلي للنموذج
97.....	الشكل (22.5) إدخال الأداة Clip إلى نافذة النموذج
97.....	الشكل (23.5) الربط بين الشرائح الناتجة عن أداة Make NetCDF Raster Layer و الأداة Clip
98.....	الشكل (24.5) فتح نافذة الأداة Clip
99.....	الشكل (25.5) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Clip
100.....	الشكل (26.5) إضافة ناتج العملية Clip إلى قائمة الإظهار
100.....	الشكل (27.5) حفظ النموذج الذي تم تصميمه
101.....	الشكل (28.5) تشغيل النموذج
101.....	الشكل (29.5) الشرائح الناتجة عن الاقتطاع
102.....	الشكل (30.5) خصائص الشرائح المتعددة النطاقات، الناتجة عن النموذج
102.....	الشكل (31.5) البائدات اليومية ضمن كل شريحة ناتجة
103.....	الشكل (1.6) منطقة تطبيق التمرين العملي
104.....	الشكل (2.6) الأداة Make NetCDF Raster Layer
105.....	الشكل (3.6) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer
105.....	الشكل (4.6) شريحة Raster المؤقتة المستنتجة من ملف NetCDF
106.....	الشكل (5.6) تحديد الزمن Time كبعد ثالث لشريحة Raster المؤقتة
107.....	الشكل (6.6) تشغيل السكريبت الخاص بفصل الشرائح
107.....	الشكل (7.6) لقطة اثناء تشغيل السكريبت
108.....	الشكل (8.6) شرائح Rasters التساقطات اليومية للعام 2019 بعد فصلها

109.....	الشكل (9.6) فتح النموذج Resample
109.....	الشكل (10.6) إدخال مجلد الشرائح اليومية ليعمل النموذج عليها.
110.....	الشكل (11.6) تنفيذ التعليمة Extract by mask
110.....	الشكل (12.6) استدعاء الأداة Resample ضمن النموذج.
111.....	الشكل (13.6) إدخال المعلومات اللازمة ضمن لأداة Resample
111.....	الشكل (14.6) إدخال مسار المجلد الذي سيحتوي نتائج عمل الأداة Resample .
112.....	الشكل (15.6) تحديد أسماء الملفات الناتجة عن الأداة Resample .
112.....	الشكل (16.6) تحديد الدقة المكانية الجديدة .
112.....	الشكل (17.6) اختيار الطريقة الإحصائية لتنفيذ Resample.
113.....	الشكل (18.6) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Resample.
113.....	الشكل (19.6) تشغيل النموذج Resample .
114.....	الشكل (20.6) تحديد أسماء الملفات الناتجة عن الأداة Resample.
114.....	
114.....	الشكل (21.6) أمثلة عن نتائج عمل Resample على منطقة اهتمام.
116.....	الشكل (1.7) الأداة Cell Statistics ضمن واجهة ArcToolbox.
117.....	الشكل (2.7) إدخال شرائح الحرارة اليومية لشهر آذار .
117.....	الشكل (3.7) إضافة الشرائح اليومية لشهر آذار ضمن نافذة Cell Statistics.
118.....	الشكل (4.7) تحديد مكان تخزين واسم شريحة المعدل الناتجة.
118.....	الشكل (5.7) اختيار الطريقة الإحصائية Mean لحساب شريحة المعدل.
119.....	الشكل (6.7) نافذة الأداة Cell Statistics .
119.....	الشكل (7.7) شريحة معدل درجات الحرارة لشهر آذار 2035 .
120.....	الشكل (1.8) منطقة تطبيق عملية الاستقراء.
121.....	الشكل (1.8) شريحة معدل درجات الحرارة لشهر آذار 2035 .
121.....	الشكل (2.8) المناطق الساحلية التي سيتم استقراء بياناتها المفقودة .
122.....	الشكل (3.8) تفعيل الامتداد Geostatistical Analyst ضمن نافذة Extension .
122.....	الشكل (4.8) إظهار شريط الأدوات Geostatistical Analyst ضمن واجهة ArcMap.
123.....	الشكل (5.8) خطوات إجراء عملية Interpolation.
124.....	الشكل (6.8) الشريحة الناتجة عن الاستقراء.
124.....	الشكل (7.8) تصدير الشريحة الناتجة إلى Raster .
125.....	الشكل (8.8) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة GA Layer to Grid .
125.....	الشكل (9.8) خطوات إجراء عملية الاقتطاع على منطقة الاهتمام.
126.....	الشكل (10.8) الشريحة الناتجة عن الاقتطاع.
128.....	الشكل (1.9) إضافة الشريحتين اللتين سيتم حساب قيمة التغير بينهما.
128.....	الشكل (2.9) الأداة Raster Calculator ضمن نافذة ArcMap.

الشكل (3.9) إدخال الشريحة الأولى (pr_45_81_100) إلى نافذة raster calculator	129
الشكل (4.9) إدخال عملية الطرح إلى نافذة raster calculator	129
الشكل (5.9) إدخال الشريحة الثانية (pr_ref) إلى نافذة raster calculator	130
الشكل (6.9) نافذة raster calculator	130
الشكل (7.9) الشريحة الناتجة Raster تعبر عن التغير المتوقع على التساقطات خلال فترة نهاية القرن بالمقارنة مع الفترة المرجعية.	131

فهرس الجداول

الجدول (1) مخرجات النمذجة الإقليمية المناخية من تساقطات وحرارة.....	3
الجدول (2) مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية من المؤشرات المتطرفة للحرارة.....	4
الجدول (3) مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية من المؤشرات المتطرفة للتساقطات.....	5
الجدول (4) توزع النطاقات Bands على أشهر السنة العادية والكبيسة.....	12

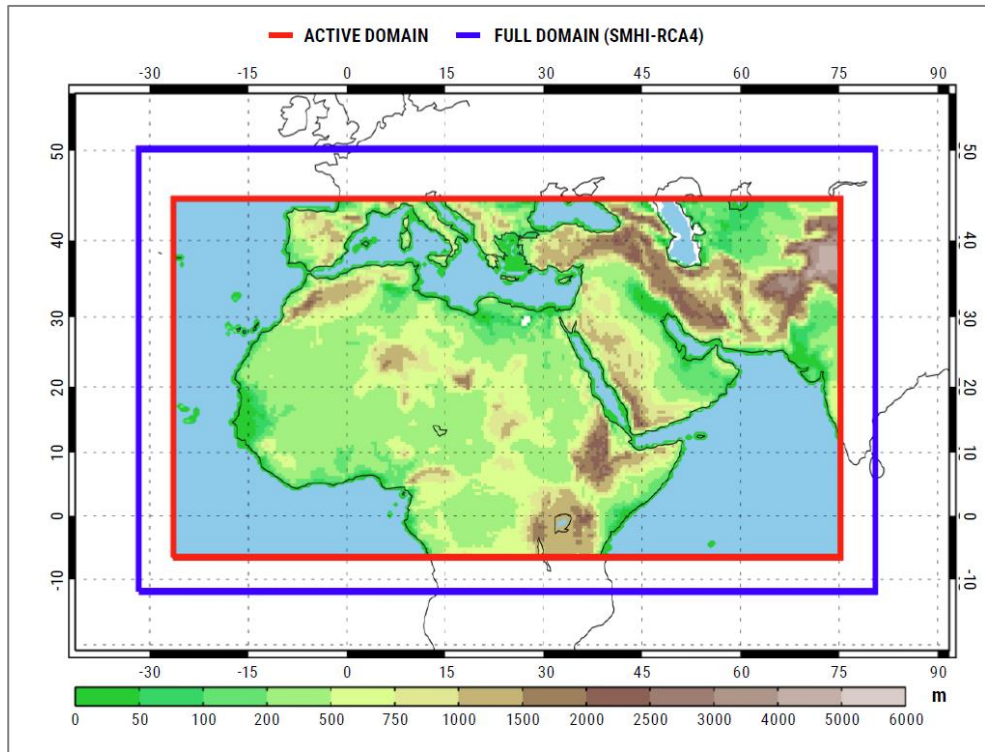
استخدام أدوات GIS للحصول على بيانات RICCAR المناخية التي تغطي الفترة الحالية والمتوقعة للمستقبل

1. مقدمة

يهدف هذا الدليل التدريبي إلى تعريف المستخدمين بكيفية تنزيل واستخدام البيانات المناخية الناتجة عن مبادرة RICCAR لتقييم أثر التغيرات المناخية على الموارد المائية وقابلية تأثر القطاعات الاجتماعية والاقتصادية في المنطقة العربية، وسيتم التركيز على استخدام نظم المعلومات الجغرافية للتعامل مع البيانات المناخية، كما تجدر الإشارة إلى إمكانية استخدام هذه البيانات على منصات مختلفة.

2. ملخص عن بيانات التغير المناخي الناتجة عن ريكار

تمثل بيانات التغير المناخي أحد أهم مخرجات RICCAR وهي تغطي النطاق العربي الموضح في الشكل (1) ، كما تجدر الإشارة إلى أنها موضحة بشكل تفصيلي في التقرير الرئيسي (التقرير العربي حول تقييم تغير المناخ) .



الشكل (1) النطاق العربي

كما تتضمن بيانات معدلات الحرارة والتساقطات والظواهر المناخية المتطرفة على ثلاث فترات:

- الفترة المرجعية
- فترة منتصف القرن
- فترة نهاية القرن

من أجل كل من سيناريو الانبعاثات المتوسطة RCP 4.5 وسيناريو الانبعاثات المرتفعة RCP8.5.

وأما المصدر الرئيسي لهذه البيانات فهو البيانات المصححة الانحياز من نموذج المناخ الإقليمي RCM والمقتبسة من التجربة الإقليمية المنسقة لتقليص قياس النموذج المناخي الإقليمي (CORDEX).

كما تتضمن بيانات الحرارة والتساقطات اليومية المتوقعة (المُسقطَة) للفترة 1951 – 2100 (الجدول 1) وكذلك بيانات الظواهر المناخية المتطرفة الفصلية والسنوية لنفس الفترة (الجدولين 2 و 3)، وفق الشروط المحيطية لثلاثة نماذج مناخ عالمية مدروسة (CNRM-CM5, EC-EARTH, and GFDL-ESM2M)¹. وهي متوفرة لمختلف السيناريوهات وبدقات مكانية مختلفة.

كما يمكن لأي شخص الولوج إلى هذه البيانات عبر الشبكة، كما يمكن تنزيلها بالصيغة المصححة الانحياز Bias-Corrected من منصة المركز الإقليمي للمعرفة Regional Knowledge Hub data portal، أما بيانات النموذج المناخي الإقليمي الغير مصححة الانحياز بالإضافة إلى مخرجات مناخية خاصة بالنطاقات المناخية الأخرى فيمكن الحصول عليها من بيانات CORDEX الموجودة على موقع ESGF.

تتوفر معلومات أكثر تفصيلا على موقع ESGF وموقع CORDEX عن طريقة الوصول إلى هذه البيانات.

كما يمكن للمستخدمين الاستفادة من هذه البيانات للدراسات والأبحاث، مع العلم ان البيانات متوفرة بصيغتين: الأولى بيانات أصلية Raw data، والثانية بيانات مصححة الانحياز Bias corrected.

¹ (تفاصيل النماذج يمكن الاطلاع عليها بالتفصيل من تقرير – تطبيقات النماذج المناخية الإقليمية والنمذجة الهيدرولوجية الإقليمية في المنطقة العربية _)

الجدول (1) مخرجات النمذجة الإقليمية المناخية من تساقطات وحرارة

البارامترات المناخية	الرمز	سيناريو الانبعاثات الغازية	نماذج المناخ العالمي (GCM)	الفترة الزمنية	الدقة المكانية
تساقطات	Pr	RCP2.6	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP4.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP4.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP4.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	25 x 25 km
تساقطات	Pr	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	25 x 25 km
تساقطات	Pr	RCP8.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
تساقطات	Pr	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP2.6	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP4.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP4.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP4.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	25 x 25 km
حرارة	Tas	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	25 x 25 km
حرارة	Tas	RCP8.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة	Tas	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP2.6	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP4.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP4.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP4.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	25 x 25 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	25 x 25 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP8.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة عظمى	tasmax	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP2.6	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP4.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP4.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP4.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	25 x 25 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	25 x 25 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP8.5	CNRM-CM5	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP8.5	EC-EARTH	1951-2100	50 x 50 km
حرارة صغرى	tasmin	RCP8.5	GFDL-ESM2M	1951-2100	50 x 50 km

الجدول (2) مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية من الظواهر المناخية المتطرفة للحرارة

Spatial resolution	Data period	Driving GCM	Climate scenario	Long name	Index
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Number of summer days	SU
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Number of hot days	SU35
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Number of very hot days	SU40
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Number of tropical nights	TR
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Number of tropical nights	TR

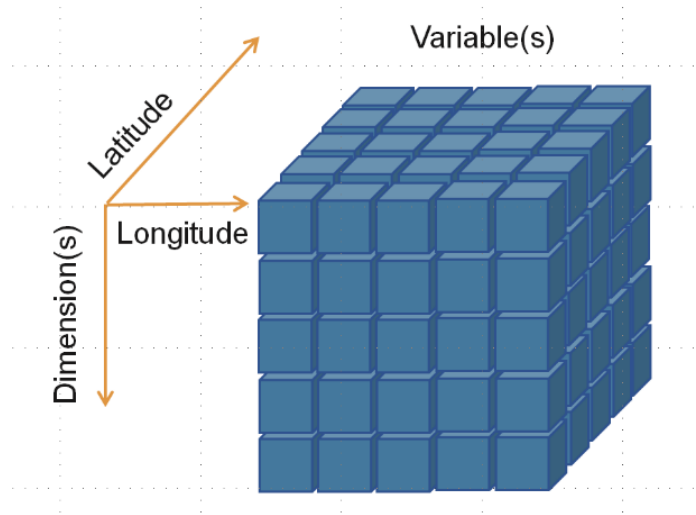
الجدول (3) مخرجات النمذجة المناخية الإقليمية من الظواهر المناخية المتطرفة للتساقطات

Spatial resolution	Data period	Driving GCM	Climate scenario	Long name	Index
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Maximum length of dry spell	CDD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Maximum length of wet spell	CWD
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Count of 10 mm precipitation days	R10
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Count of 20 mm precipitation days	R20
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP2.6	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP4.5	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP4.5	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP4.5	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	CNRM-CM5	RCP8.5	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	EC-EARTH	RCP8.5	Simple precipitation intensity index	SDII
50 x 50 km	1951-2100	GFDL-ESM2M	RCP8.5	Simple precipitation intensity index	SDII

3. الأداة المتعددة الأبعاد (Multi Dimension Tool) في برنامج Arcmap

1.3 مقدمة إلى صيغة NetCDF

كما هو الحال مع معظم البيانات المناخية فإن مخرجات RICCAR من البيانات المناخية متوفرة بصيغة NetCDF والتي تعتبر مناسبة لحفظ قواعد البيانات المتعددة المتحولات حيث يتم تمثيل كل متحول ببيعد معين، كما في حالة بيانات RICCAR يوجد ثلاثة متحولات هي الزمن بالإضافة إلى الإحداثيين X و Y (الشكل 2). ولابد من الإشارة إلى أن ملفات NetCDF يمكن التعامل معها من واجهات أخرى مثل MATLAB و PYTHON ولغة البرمجة R. ولكن في هذا الدليل التدريبي سنتطرق إلى واجهة ArcMap GIS فقط.



الشكل (2) المصفوفة البعدية لملفات NetCDF

شرح أسماء الملفات بصيغة NetCDF التي تحوي مخرجات RICCAR :

تعطى ملفات NetCDF التي تمثل بيانات RICCAR المناخية بالشكل التالي :

pr_MNA-44_CNRM-CERFACS-CNRM-
CM5_historicalandrcp45_r1i1p1_SMHI-RCA4_v1-bc-dbs-
wfdei_day_19510101-21001231_2046_2046.nc

حيث :

- Pr: المتحول المناخي (التساقطات)
- MNA-44: النطاق المناخي CORDEX والدقة المكانية (نطاق MENA العربي والدقة المكانية 0.44 درجة)
- CNRM-CERFACS-CNRM-CM5 : نموذج المناخ العالمي GCM
- historicalandrcp45 : سيناريو الانبعاثات الغازية (السيناريو 4.5)
- r1i1p1: طريقة حساب المتوسط التجريبي
- SMHI-RCA4: النموذج المناخي الإقليمي
- v1-bc-dbs-wfdei: طريقة التصحيح المعتمدة
- day : الدقة الزمنية (بيانات يومية)
- 19510101-21001231 : الفترة الزمنية التي يغطيها المجلد الذي يحوي ملفات NetCDF
- 2046_2046: سنة ملف ال NetCDF بالتحديد (عام 2046)

كما تجدر الإشارة إلى أن كل ملف NetCDF يحتوي 365 شريحة تمثل كل يوم من أيام السنة (عدد شرائح السنة الكبيسة 366 شريحة).

بالنسبة لمؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة، تتوفر ملفات NetCDF سنوية أو فصلية (DJF : من أجل أشهر December ، January ، February – MAM : من أجل أشهر March ، April ، May – JJA : من أجل أشهر June ، July ، August – SON : من أجل أشهر September ، October ، November) ، حيث كل ملف NetCDF يحتوي 150 شريحة تمثل فترة 150 سنة (1951-2100) . أما تسمية الملفات الخاصة بمؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة فتكون على الشكل التالي (على سبيل المثال) :

su35_MNA-44_ICHEC-EC-EARTH_rcp45_r12i1p1_SMHI-RCA4-DBS43-WFDEI-1980-2009_v1_day_1951-2100_SON.nc

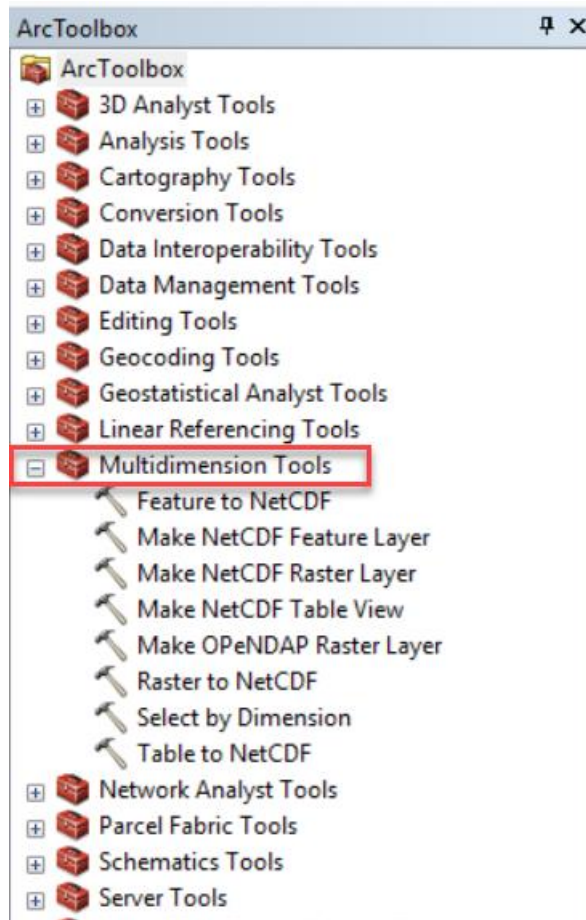
حيث :

- su35: متحول المناخي (عدد أيام السنة التي تتجاوز درجة حرارتها 35 درجة مئوية)
- MNA-44: النطاق المناخي CORDEX والدقة المكانية (نطاق MENA العربي والدقة المكانية 0.44 درجة)
- ICHEC-EC-EARTH: نموذج المناخ العالمي GCM
- historicalandrcp45 : سيناريو الانبعاثات الغازية (السيناريو 4.5)
- r1i1p1: طريقة حساب المتوسط التجريبي
- SMHI-RCA4: النموذج المناخي الإقليمي
- WFDEI-1980-2009_v1_day: طريقة التصحيح المعتمدة
- 19510101-21001231 : الفترة الزمنية التي يغطيها المجلد الذي يحوي ملفات NetCDF
- SON: الفصل الذي يمثل ملف ال (November ،October ،September) NetCDF

2.3 تحويل ملفات NetCDF إلى Raster :

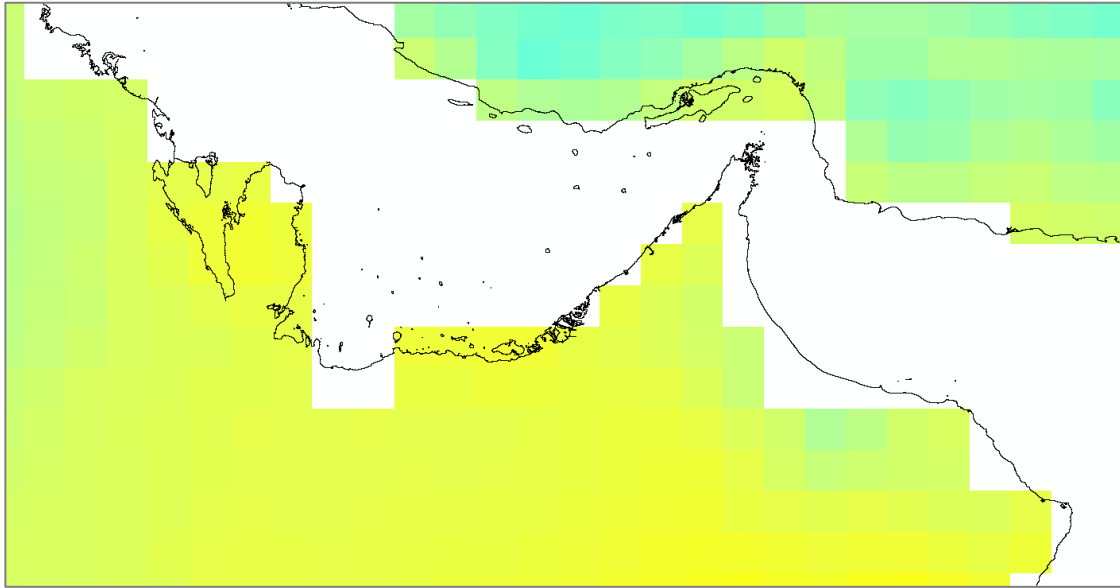
1.2.3 إنشاء ملف Raster:

بما أن الملفات بصيغة NetCDF لا يمكن استدعاؤها وإظهارها مباشرة إلى واجهة ArcMap باستخدام (**Add Data tool**) ، فلا بد من مجموعة من الإجراءات ضمن **Multidimension Tools** الشكل (3)



الشكل (3) قائمة Multidimension Tools في ArcMap

كما يمكن ملاحظة خلو المناطق المتاخمة لخطوط السواحل من البيانات أحيانا (الشكل 4)، والسبب أنه خلال إجراء عملية التصحيح Bias Correction على البيانات المناخية تم استبعاد كل الخلايا Cells التي تغطيها المياه بنسبة تزيد على 50%. من أجل الحصول على البيانات المناخية لمثل هذه المناطق ينصح باختيار أقرب خلية إلى الموقع أو إجراء توسيط لقيم الخلايا المحيطة بالموقع.



الشكل(4) نقطة مكبرة على NetCDF Raster Layer تبين المناطق الساحلية بدون بيانات

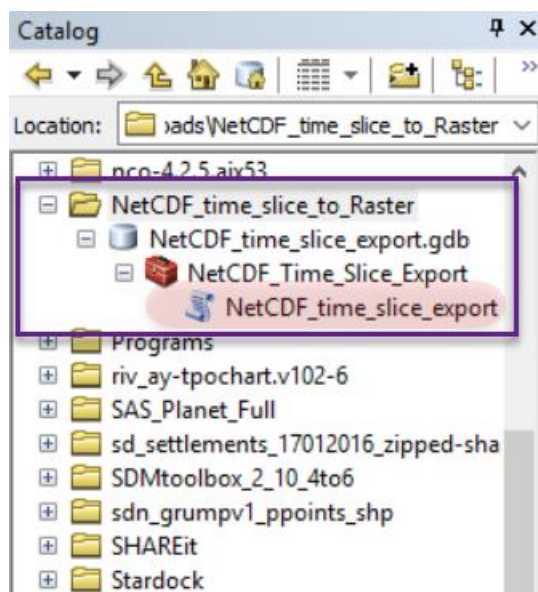
2.2.3 اقتطاع شرائح زمنية متعددة من شريحة raster

بما ان كل ملف NetCDF يحتوي مجموعة من الشرائح وكل شريحة تمثل يوم محدد أو سنة محددة (بحسب متحول المناخ)، وفرت شركة ESRI برمجية خاصة لفصل هذه الشرائح وتصديرها بصيغ نقطية Rater وبذلك سيكون من السهل على المستخدمين إجراء عمليات التوسيط ensembles المناسبة لهم ، والبرمجية متوفرة على الرابط

<https://support.esri.com/en/technical-article/000011318>

حيث نقوم بتحميلها واستخراجها من الملف المضغوط، وتظهر عند استعراضها من خلال واجهة

ArcCatalog (الشكل 5)



الشكل (5) استعراض برمجية NetCDF_time_slice_export ضمن واجهة ArcCatalog .

ويوصى باستخدام مجلد مستقل لكل ملف NetCDF ، وبشكل تلقائي سيتم تسمية كل Raster ناتجة باسم Band -n حيث n يمثل رقم الفترة الزمنية (الشكل 6) ، على سبيل المثال Band-1 تمثل 1 كانون الثاني ، Band-2 تمثل 2 كانون الثاني ، Band-365 تمثل 31 كانون الأول (الجدول 4)، مع العلم ان ملفات NetCDF الخاصة بريكار تأخذ السنة الكبيسة بعين الاعتبار، حيث يتم كل أربع سنوات إضافة يوم إلى الجدول الزمني. وفي مثل هذه السنة الكبيسة يكون Band-366 يمثل يوم 31 كانون الأول. أما بالنسبة لبارمترات الظواهر المناخية المتطرفة فكل Raster ناتجة تمثل سنة واحدة فمثل Band-1 تمثل العام 1951 وال Band-150 يمثل العام 2100 .

الجدول (4) توزع النطاقات Bands على أشهر السنة العادية والكبيسة

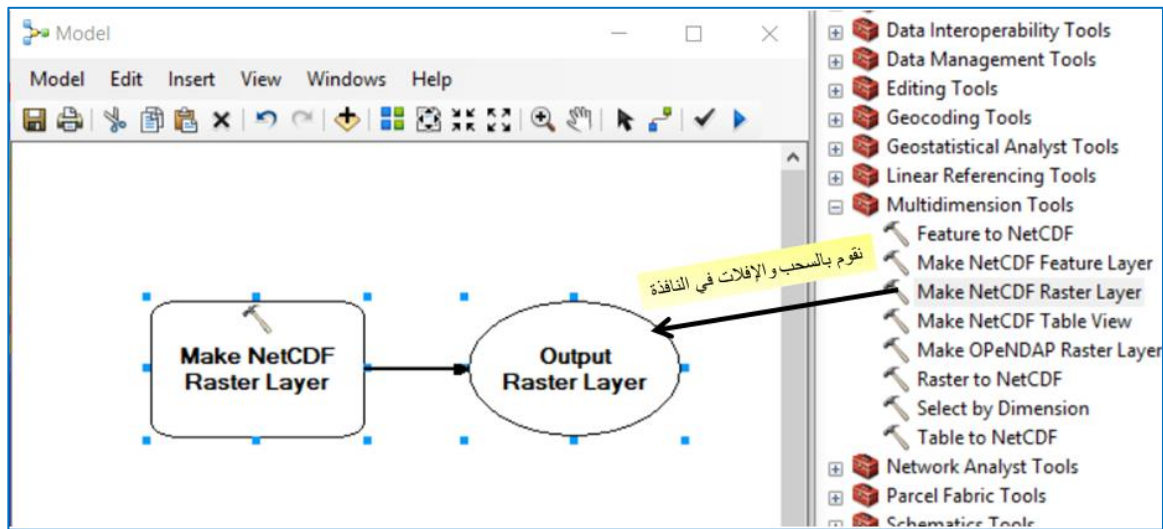
الشهر	سنة عادية	سنة كبيسة
كانون الثاني	Band 1 - Band 31	Band 1 - Band 31
شباط	Band 32 - Band 59	Band 32 - Band 60
آذار	Band 60 - Band 90	Band 61 - Band 91
نيسان	Band 91 - Band 120	Band 92 - Band 121
أيار	Band 121 - Band 151	Band 122 - Band 152
حزيران	Band 152 - Band 181	Band 153 - Band 182
تموز	Band 182 - Band 212	Band 183 - Band 213
آب	Band 213 - Band 243	Band 214 - Band 244
أيلول	Band 244 - Band 273	Band 245 - Band 274
تشرين الأول	Band 274 - Band 304	Band 275 - Band 305
تشرين الثاني	Band 305 - Band 334	Band 306 - Band 335
كانون الأول	Band 335 - Band 365	Band 336 - Band 366

3.2.3 استخدام Model Builder لاقتطاع البيانات المناخية الخاصة بمنطقة محددة:
 أهم ميزة لاستخدام Model Builder هي تسريع عملية توليد عدة طبقات Rasters من ملفات NetCDF متعددة. والتي يمكن فيما بعد اقتطاعها على منطقة اهتمام محددة .



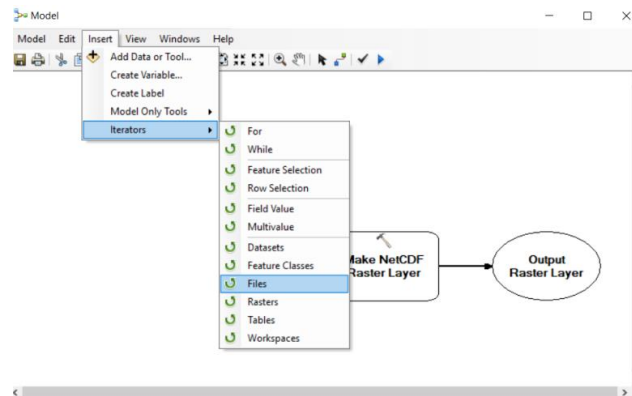
نقوم بفتح Model Builder

أبدأ بسحب أداة *Make NetCDF Raster Layer* إلى واجهة *ModelBuilder* (الشكل 6)



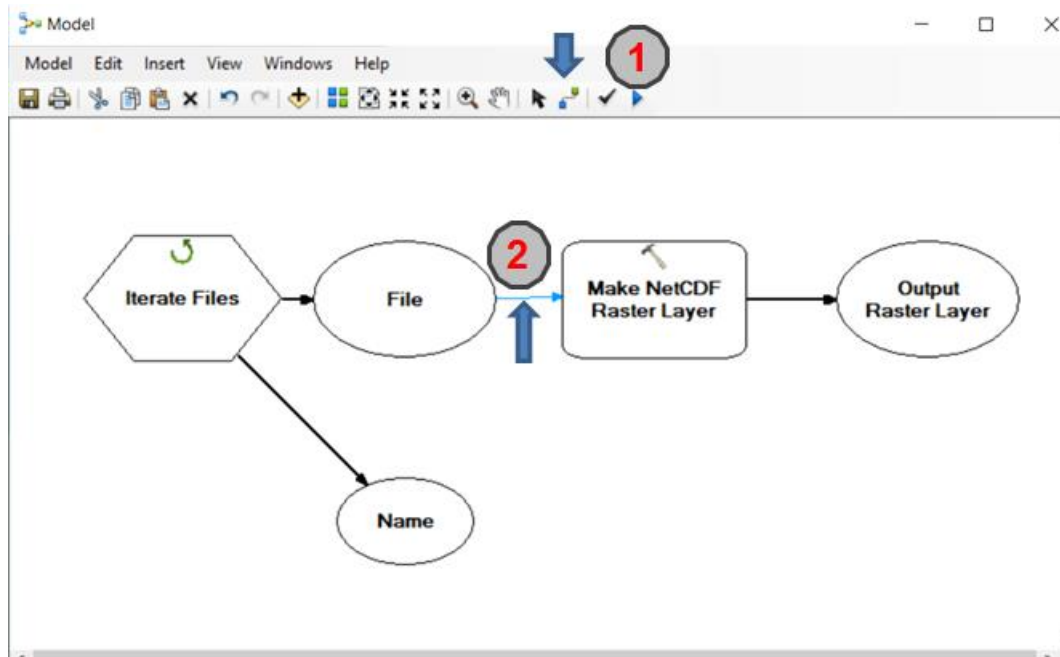
الشكل (6): إضافة أداة *Make NetCDF Raster Layer*

اختر *Files < Iterators < Insert*: ليقوم بذلك Model Builder بتكرار تنفيذ نفس العملية مرات متعددة (الشكل 7).



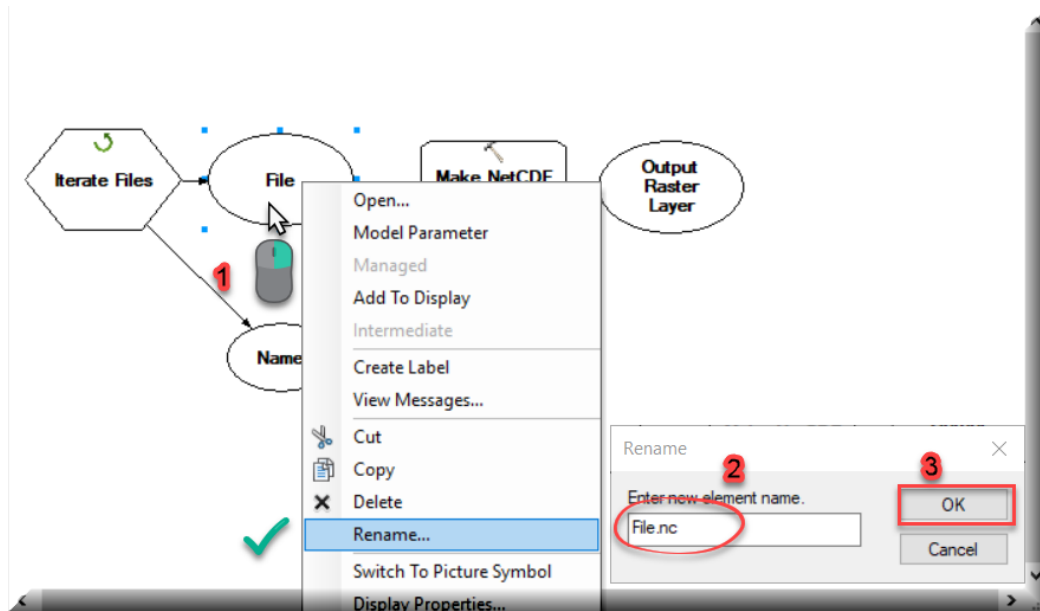
الشكل (7): إضافة أداة *Iterate Files*

اختر connect من File إلى *Make NetCDF Raster Layer*: لتوجيه النموذج
 model لاستخدام الملف file كمصدر للبيانات (الشكل 8) .



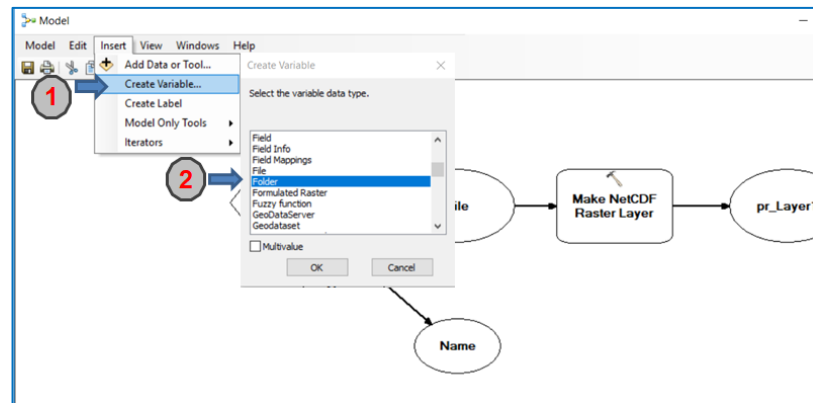
الشكل (8): إضافة Connect بين File وأداة *Make NetCDF Raster Layer*

انقر باليمين على أيقونة File واختر Rename، ثم أضف .nc. لإلزام الموديل باختيار ملفات NetCDF فقط (الشكل 9)



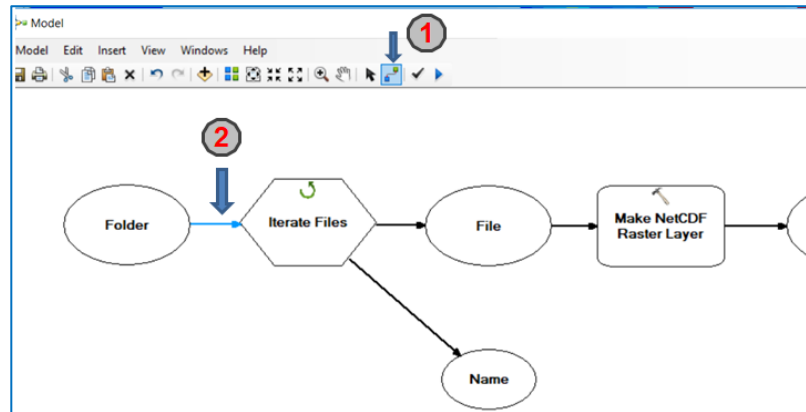
الشكل (9): تحديد ملفات نوع NetCDF فقط للقراءة

ثم اختر *Folder < Create Variable < Insert* (الشكل 10)



الشكل (10): تحديد مجلد ليحتوي ملفات NetCDF التي سيتم العمل عليها.

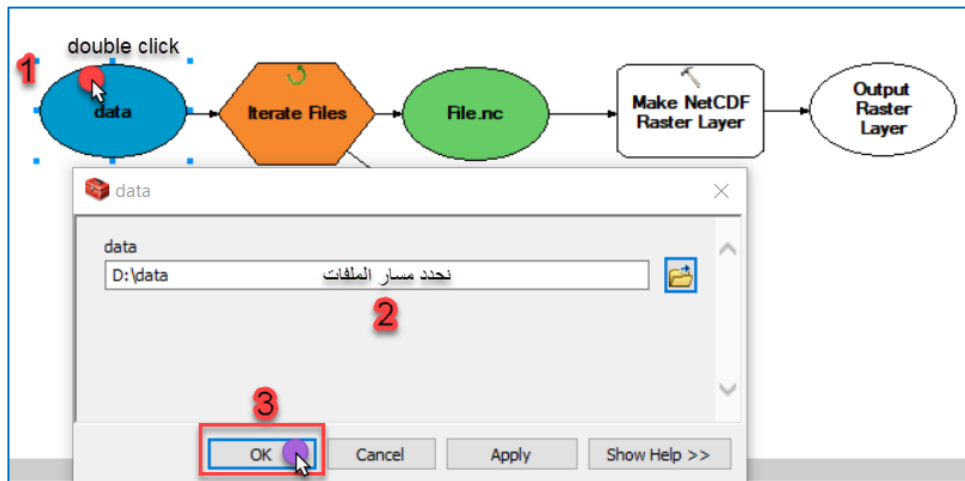
ثم اختر connect بين Folder و Iterate Files من أجل الاختيار المتكرر من File (الشكل 11)



الشكل (11): عمل Connect بين مجلد ملفات NetCDF و تعليمة Iterate.

نقرة مزدوجة على أيقونة Folder واختار المجلد الخاص الذي تم حفظ ملفات NetCDF داخله (الشكل 12).

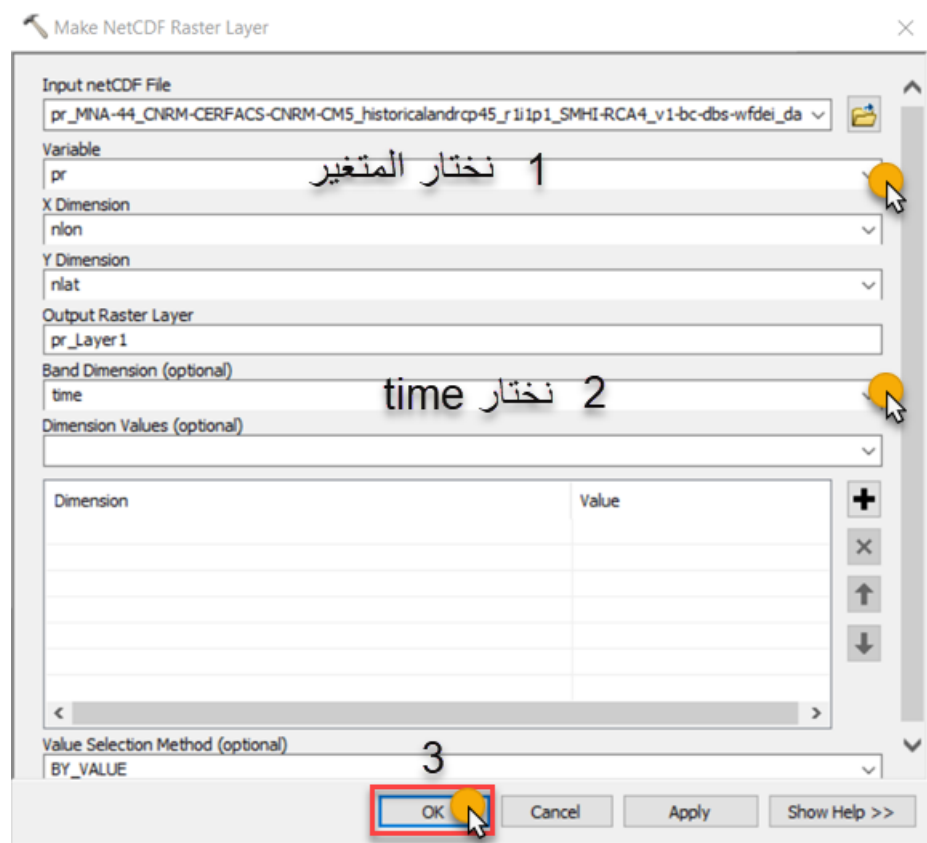
عندئذ ستنحول الأيقونات في واجهة model builder إلى ملونة ما يدل على أن خطوة بناء النموذج الحالية تمت بشكل صحيح. بينما أيقونة Make NetCDF Raster Layer وأيقونة Output Raster Layer تبقى بدون اللون لأنها لم تكتمل بعد.



الشكل (12): تحديد مسار ملفات NetCDF ضمن Folder .

نقرة مزدوجة على أيقونة Make NetCDF Raster Layer (الشكل 13):

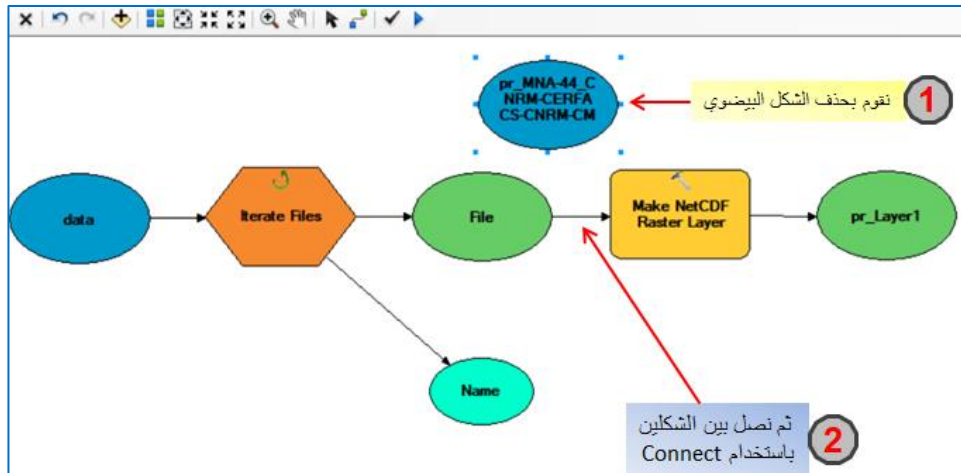
- Input NetCDF File: سيكون تلقائياً File.nc
- Variable: اختر pr
- Output Raster Layer name: يبقى كما هو
- X Dimension: lon
- Y Dimension: lat
- Band Dimension: اختر time



الشكل (13) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Make NetCDF Raster Layer

يدل الشكل البيضوي الأزرق على أن ملفات NetCDF سوف تتداخل مع تلك في الشكل البيضوي الأخضر للملف File.nc، بكل الأحوال يمكن الاستغناء عن الملف البيضوي الأزرق بعمل Delete .

(مع الانتباه إلى أن كل من Make NetCDF Raster Layer و Output Raster Layer سوف تتغير إلى اللون الأبيض)، والحل هو نقرة مزدوجة على أيقونة Make NetCDF Raster Layer والتأكد من الحقول تم ملؤها بالبيانات الصحيحة كما ورد أعلاه، وإعادة عمل connect من File.nc إلى Make NetCDF Raster Layer (الشكل 14).



الشكل (14) تكرار العملية على جميع ملفات NetCDF في مجلد واحد



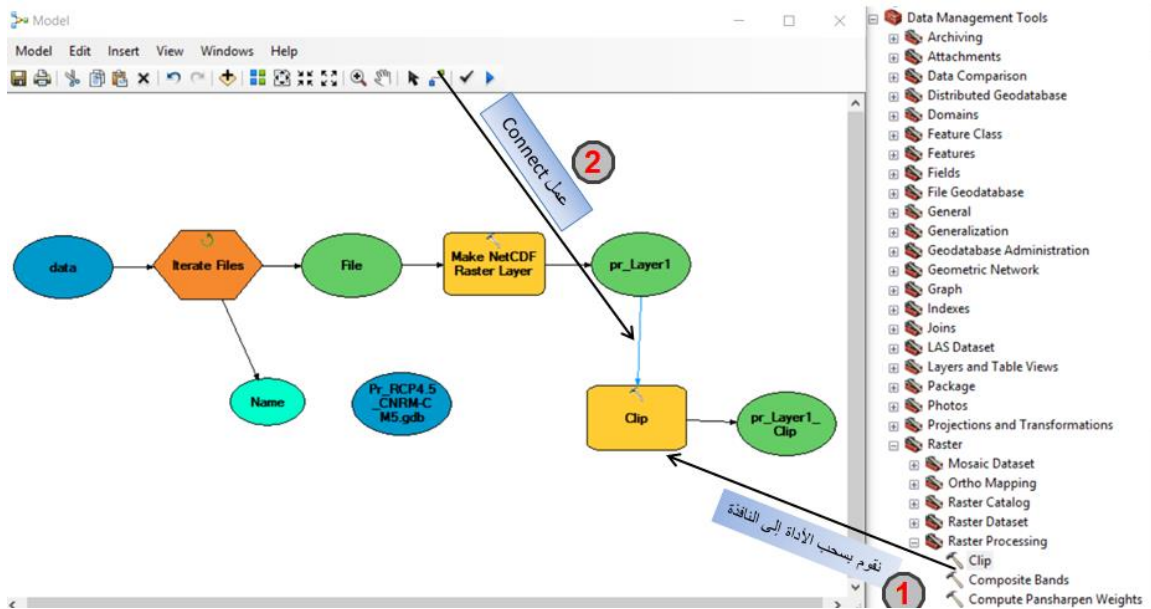
Run Model: للتأكد من أن كل شيء يسير على مايرام.

من اجل استعراض نتيجة Run :

وهكذا نكون قد وصلنا إلى الخطوة الأخيرة في بناء هذا النموذج و هي إضافة الأداة Clip من أجل قص الملفات النقطية Rasters التي نتجت من ملفات NetCDF .

أضف إلى واجهة Model Builder الأداة Clip الموجودة في المسار *Raster > Tools > Raster Processing* .

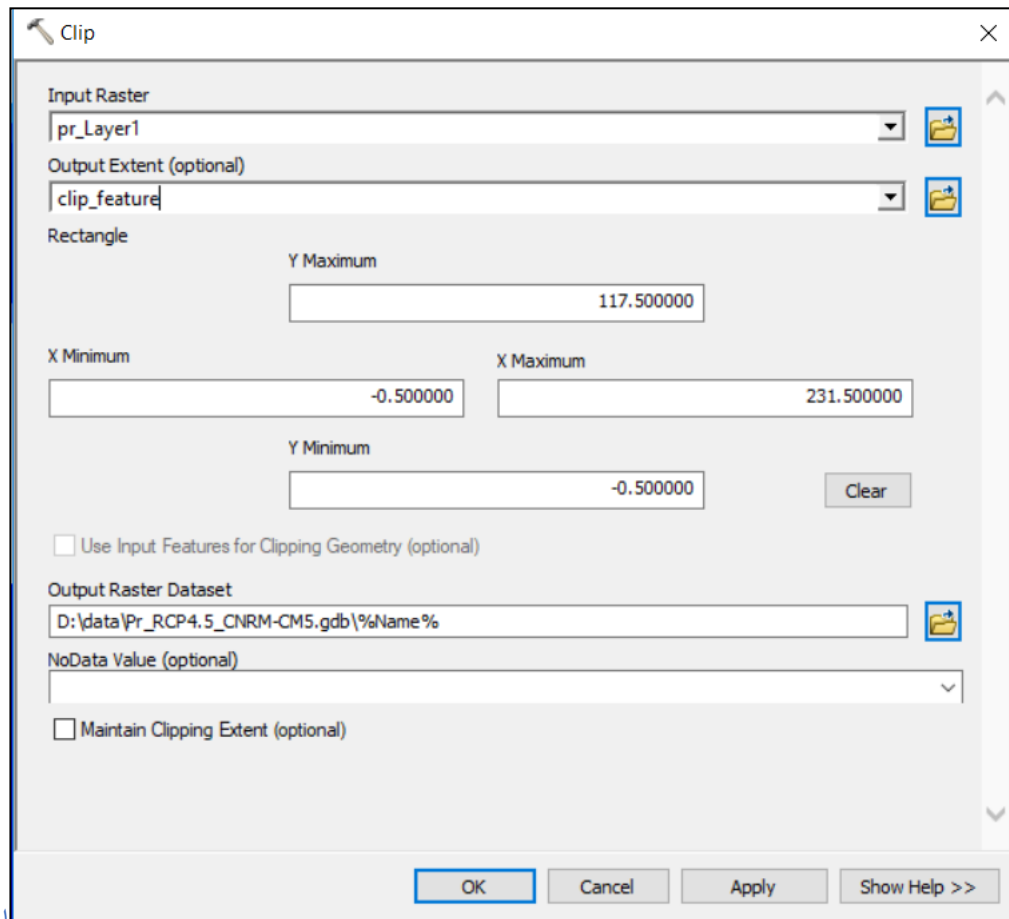
ثم اختر Connect  للتعليلة Clip مع ملف مخرجات Rasters (الشكل البيضوي الأخضر)(الشكل 15)



الشكل (15) قص الشرائح النقطية Rastrs الناتجة عن ملفات NetCDF على منطقة محددة.

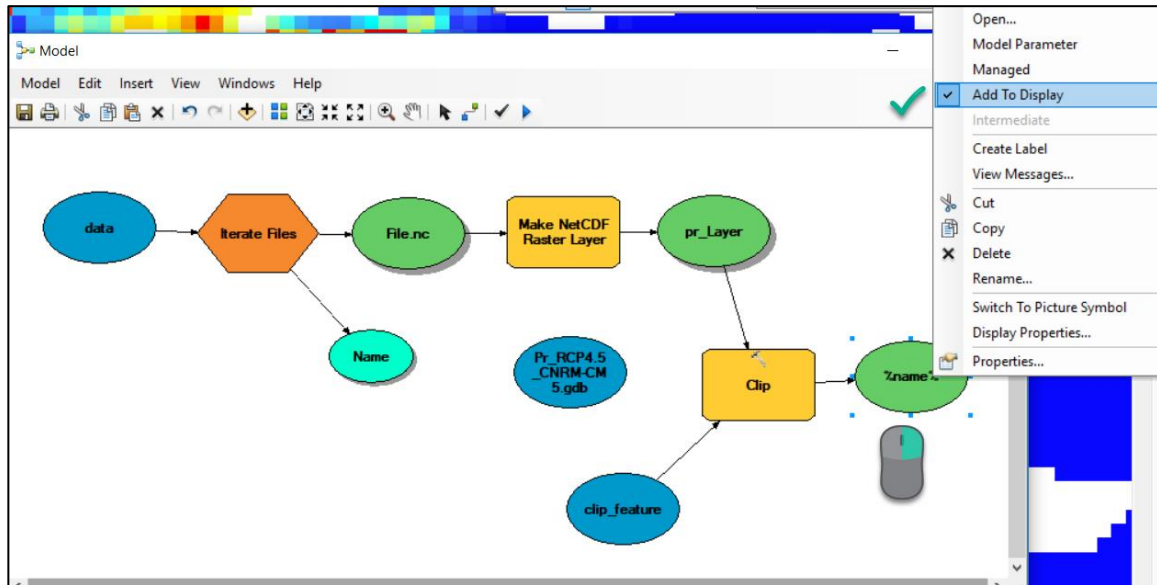
نقرة مزدوجة على أيقونة Clip :

- Output Extent : اختر شريحة Shapefile التي تمثل منطقة الاهتمام
- Output Raster Dataset: اختر المجلد الذي سيتم حفظ الشرائح المقطعة ضمنه، وأعط للملف الناتج اسما (%Name%) هذه الطريقة في التسمية سوف تسمح بإعطاء الملفات الناتجة أسماء متوافقة مع أسماء ملفات NetCDF (الشكل 16)



الشكل (16): إقتطاع الصور باستخدام الأداة Clip Raster

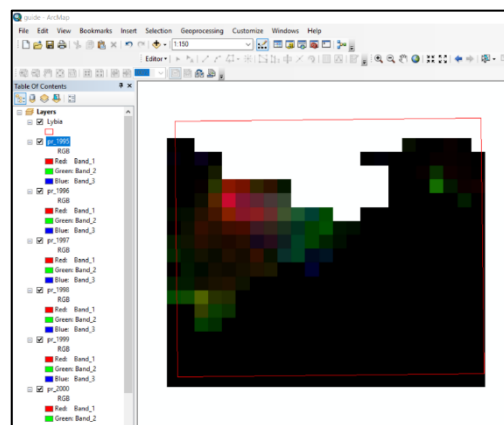
اضغط بالزر اليمين على المخرج (output) وأختر (Add to display) لعرض المخرج بعد إنتهاء الموديل من عمله (شكل 17).



شكل (17): إضافة الصور المُقطّعة إلى الخريطة

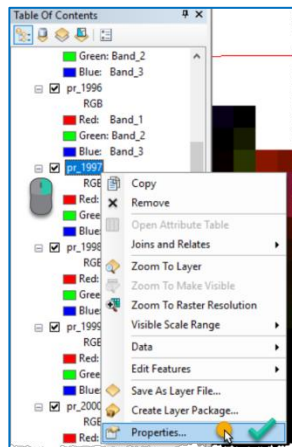
شغل الموديل  Run

المخرج عبارة عن شريحة Raster متعددة الباندات، حيث يمثل كل باند ملف NetCDF ومقطّع على منطقة الدراسة كما في المثال المعروض لشرق ليبيا (الشكل 18).



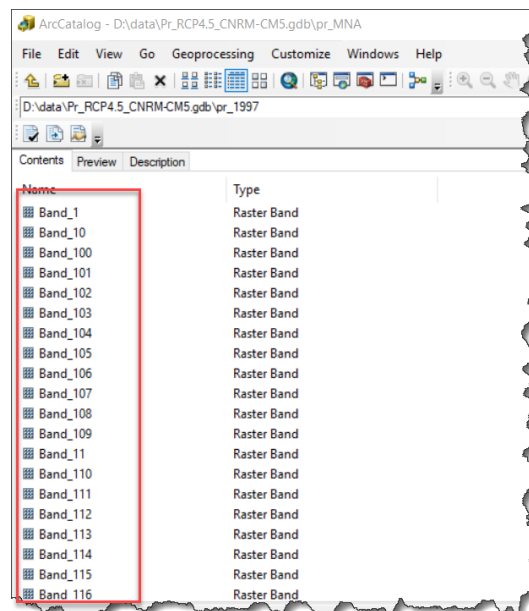
الشكل (18): ناتج اقتطاع الشرائح على منطقة الدراسة

يتم تقسيم الباندات (النطاقات) الزمنية الثلاثة الأولى إلى نطاقات لونية، ويمكن عرض خصائص كل نطاق بالنقر بالزر الأيمن على طبقة raster المخرج، وإختيار "خصائص" (الشكل 19).



الشكل (19): خصائص شريحة Raster المتعددة الباندات

كما يمكن إستعراض خصائص كل باند زمني عن طريق ArcCatalog (شكل 20).



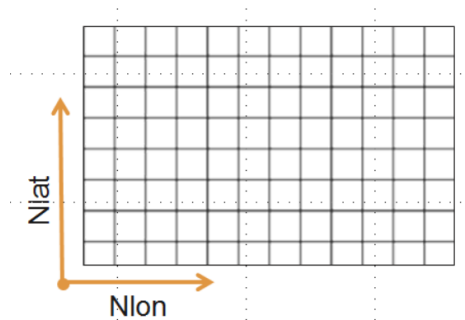
الشكل (20): إستعراض الباندات الزمنية في برنامج ArcCatalog

3.3 استخلاص جدول بالبيانات المناخية اليومية من ملف NetCDF

1.3.3. مقدمة إلى مفهوم (nLon,nLat)

يُستحسن العمل ضمن أحداثيات ديكارتية قياسية تحوي خطوط العرض والطول (lon ،lan) لإنشاء شريحة Raster، إنطلاقاً من ملف NetCDF. أما بالنسبة لإنشاء بيانات جدولية من ملفات NetCDF، يجب العمل بإحداثيات خاصة بالجدول وهي nLon و nLat، حيث يتم تحديد الأحداثيات برقم الخلية الشبكة في الصف والعمود على التوالي والتي تبدأ من الزاوية السفلى اليسرى.

الشكل (21)



الشكل (21): نظام الشبكة لإحداثيات nLon و nLat الجدولي

بالنسبة للنطاق العربي (MNA-44، 50*50 كم)، هناك 232 سطرًا (row) و 118 عمودًا (column) من الخلايا. أما نطاق (MNA-22، 25*25 كم)، فهناك 464 سطرًا أفقيًا و 236 عمودًا من الخلايا (أي الضعف بسبب الدقة المكانية المضاعفة).

استنادًا إلى ما سبق، يمكن للمستخدمين تحويل الإحداثيات من التقليدية إلى nlat و nlon باستخدام المعادلتين 1 و 2 لـ MNA-44 والمعادلات 3 و 4 لـ MNA-22.

$$Nlat = \frac{Lat - (-6.82)}{0.44} \quad (1)$$

$$Nlon = \frac{Lon - (-26.62)}{0.44} \quad (2)$$

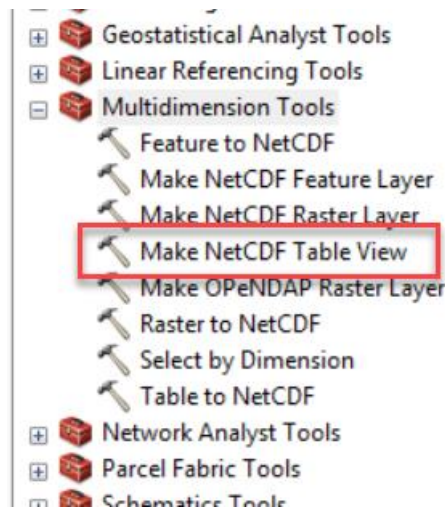
$$Nlat = \frac{Lat - (-6.82)}{0.22} \quad (3)$$

$$Nlon = \frac{Lon - (-26.62)}{0.22} \quad (4)$$

قم بتقريب قيم nlat و nlon الناتجة إلى أقرب قيمة عدد صحيح بما أن قيم الخلية هي أعداد صحيحة أيضاً.

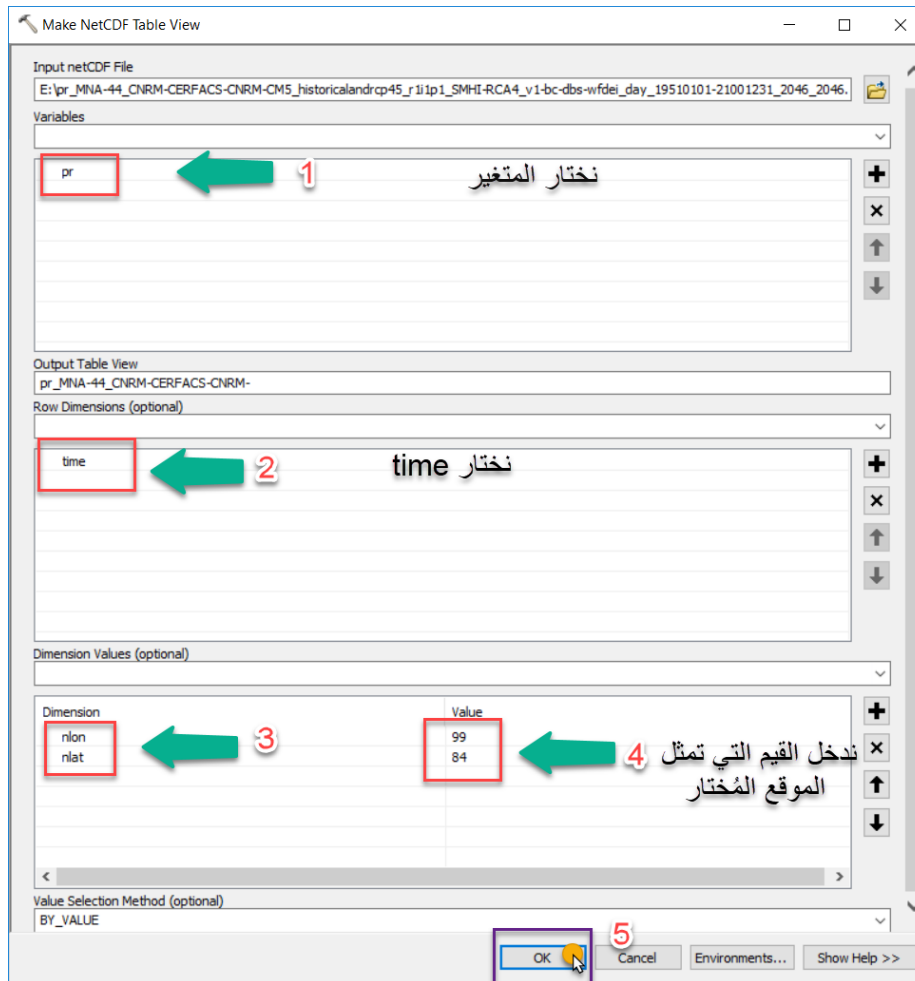
2.3.3. استخراج جدول من البيانات المناخية اليومية لموقع معين من ملفات NetCDF

يمكن لأداة *Make NetCDF Table View* الموجودة تحت الحزمة *Multidimension Tools* إنشاء جدول لجميع القيم من ملف NetCDF عند موقع معين (الشكل 22).



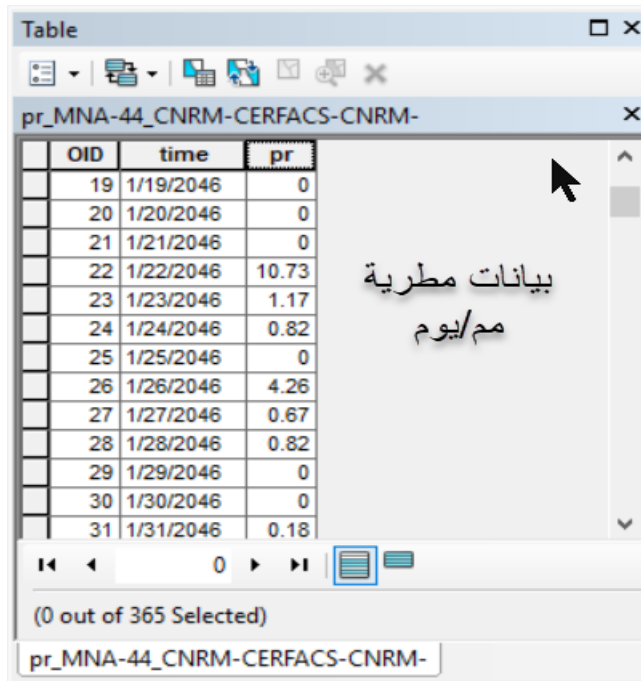
الشكل (22): الأداة *Make NetCDF Table View* ضمن نافذة *ArcToolbox*

عند فتح الأداة ، حدد ملف NetCDF المناسب، ثم حدد متحول المناخ المطلوب، واختر الوقت Time من أجل "row dimensions"، ثم اختر nlat و nlon من أجل X-Dimension و Y-Dimension. على التوالي .
ثم أدخل قيم إحداثيات nlat و nlon المناسبة للموقع المحدد (الشكل 23).



الشكل (23): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Make NetCDF Table View

سيتم توليد جدولٍ للقيم في الموقع المطلوب (الشكل 24). لا بد من الانتباه الدقة الزمانية لملف NetCDF والتي تُستخدم في توليد القياسات الصحيحة للمتحول المناخي المدروس. على سبيل المثال، بيانات التساقطات عبارة عن بيانات يومية، لذلك تمثل القيم في الجدول بيانات التساقطات اليومية مم/يوم. وكذلك الأمر بالنسبة للمتحولات المناخية الموسمية، فوحدات القياس تكون على شكل يوم/فصل/سنة.



OID	time	pr
19	1/19/2046	0
20	1/20/2046	0
21	1/21/2046	0
22	1/22/2046	10.73
23	1/23/2046	1.17
24	1/24/2046	0.82
25	1/25/2046	0
26	1/26/2046	4.26
27	1/27/2046	0.67
28	1/28/2046	0.82
29	1/29/2046	0
30	1/30/2046	0
31	1/31/2046	0.18

بيانات مطرية
مم/يوم

(0 out of 365 Selected)

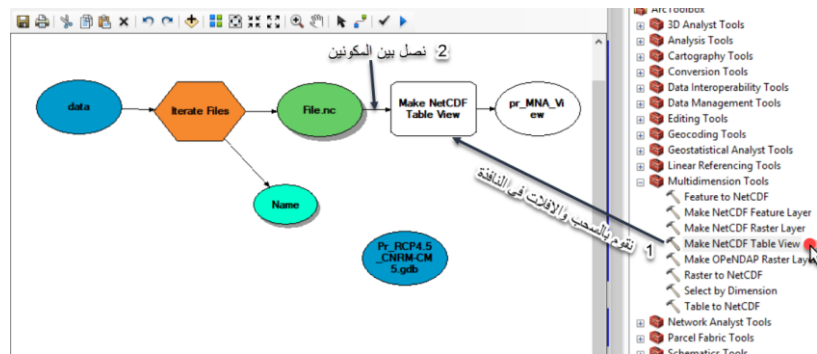
pr_MNA-44_CNRM-CERFACS-CNRM-

الشكل (24): جدول بيانات التساقطات اليومية الناتج عن أداة Make NetCDF Table View

3.3.3. استخدام model builder لإستخلاص جدول بيانات مناخية لسلسلة زمنية طويلة:

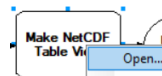
يمكن استخدام Model Builder لإنشاء جدول يحتوي على قيم لمتحول مناخي معين في نقطة واحدة على مدار عدة سنوات، مثلاً من عام 1981 وحتى 2100.

تتطابق الخطوات الأولية مع خطوات إقتطاع طبقات raster متعددة، بإستثناء الخطوة الأخيرة المتمثلة في استخدام أداة Make NetCDF Table View (الشكل 25).



الشكل (25): أداة Make NetCDF Table View ضمن model builder

في هذا المثال ، يتم إستخراج بيانات التساقطات اليومية في عمان. ينبغي تحويل إحداثيات الموقع إلى nlat و nlon.



أدخل المعلومات في أداة NetCDF Table View من خلال أخذ المعلومات من أحد ملفات NetCDF في المجلد (الشكل 26). تذكر أن تحذف المُدخل البيضي الأزرق في model builder الممثل لملف NetCDF ثم صل المُدخل البيضي أخضر اللون (File.nc) بالأداة. ثم قم بتشغيل النموذج .

Make NetCDF Table View

Input netCDF File
File.nc

Variables

pr	1 نختار المتغير (معدل الامطار)

Output Table View
pr_MNA_View

Row Dimensions (optional)

time	2 نختار time

Dimension Values (optional)

Dimension	Value
nlon	142
nlat	88

3 نختار القيم

4 ندخل القيم الممثلة للموقع

5

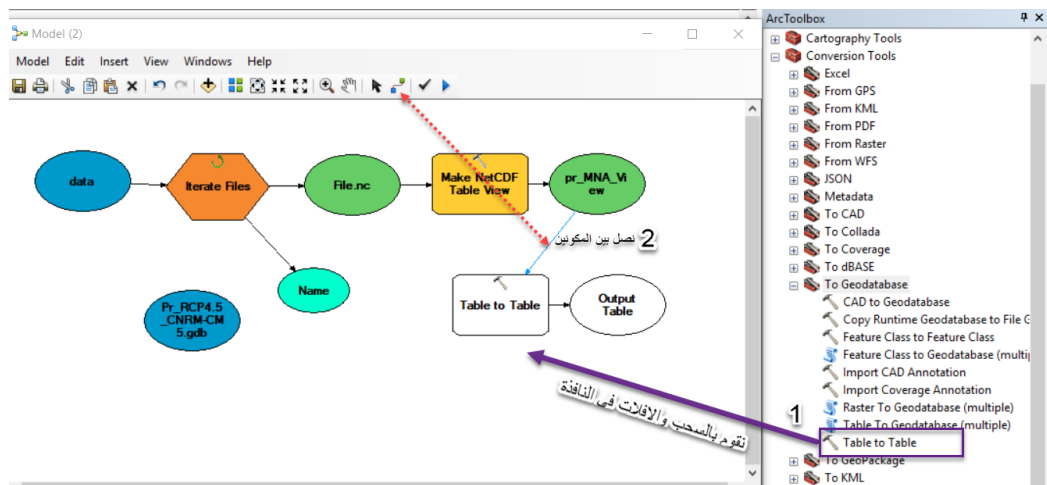
OK Cancel Apply Show Help >>

الشكل (26): إدخال المعلومات اللازمة في نافذة الأداة Make NetCDF Table View ضمن model builder

أضف أداة Table to Table إلى النموذج

مسار الأداة: Conversion Tools>To Geodatabase> Table to Table. الشكل (27).

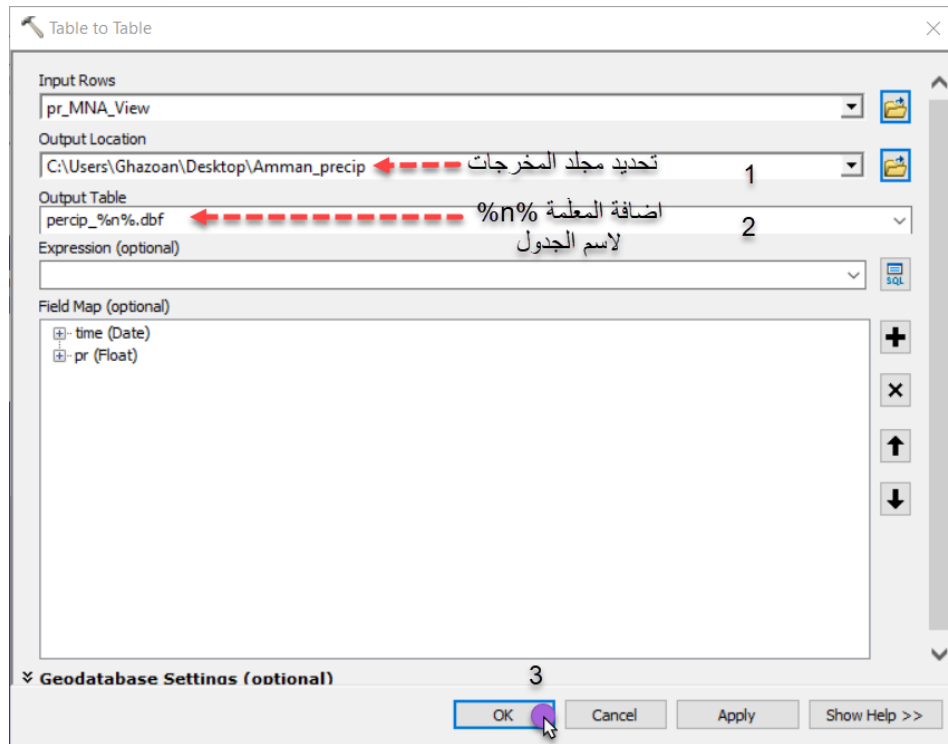
سيؤدي ذلك إلى تحويل المُخرج الناتج عن Make NetCDF Table إلى قاعدة بيانات جغرافية (geodatabase).



الشكل (27): إدخال أداة Table to Table ضمن النموذج

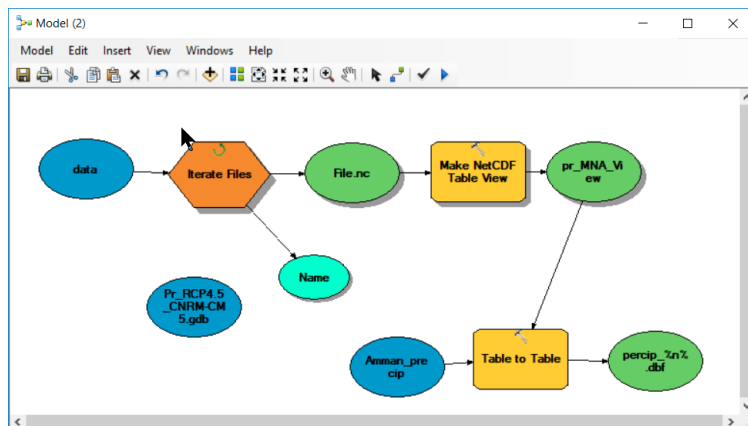
انقر نقرًا مزدوجًا فوق أيقونة Table to Table لإدخال البيانات. ينبغي أن يكون عدد الصفوف (Rows) مساوياً لعدد الصفوف في المخرج الناتج من Make NetCDF Table View.

ينبغي على المستخدم تحديد مجلد المخرجات بالإضافة لتسمية الجدول المُخرج على أن يحوي على المعلّمة %n% لكي يضيف رقماً مميزاً لكل جدول بدءاً من الرقم (الشكل 28).



الشكل (28): إدخال المعلومات في أداة table to table ضمن النموذج

يصبح شكل النموذج كالتالي (الشكل 29):

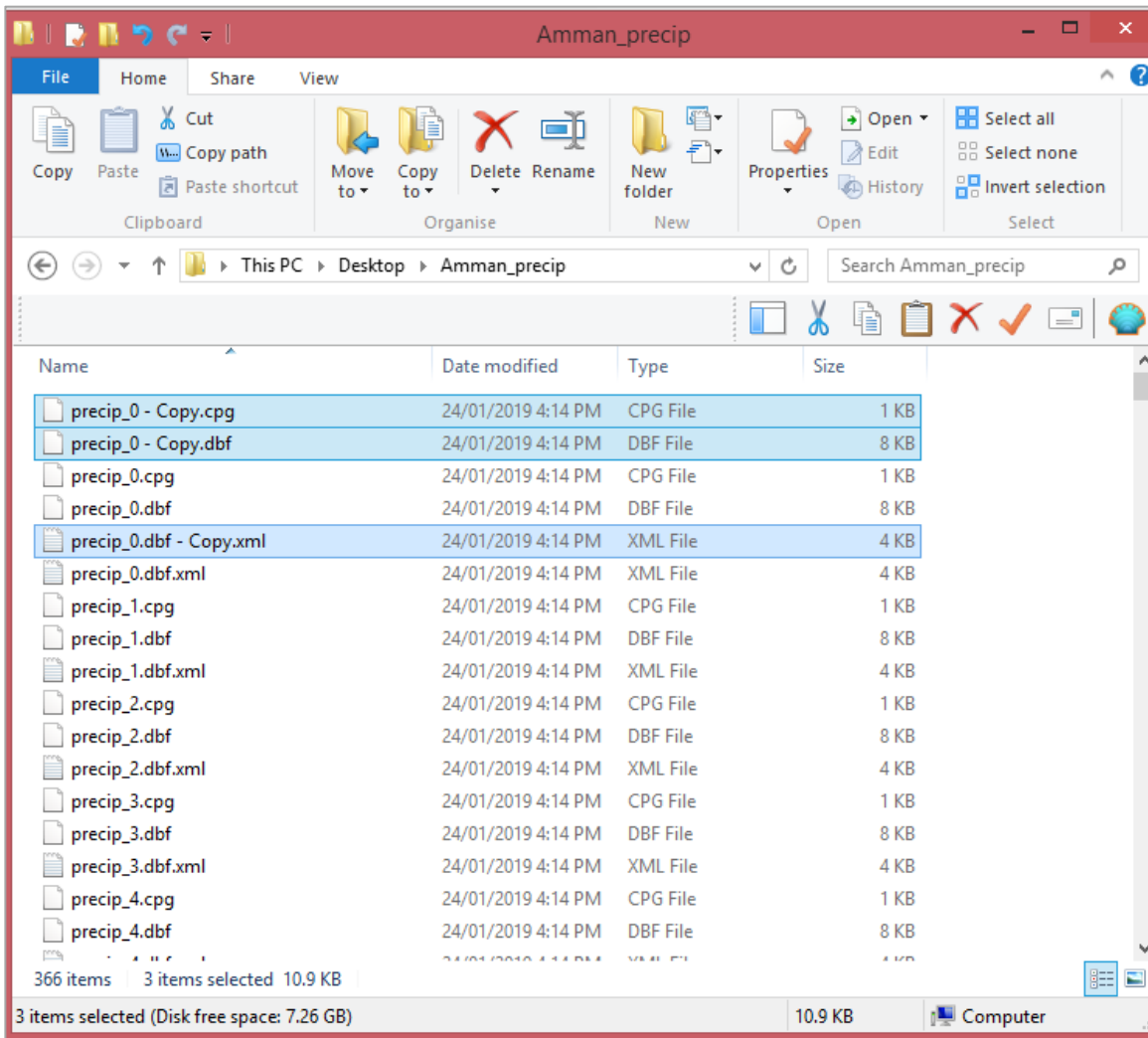


الشكل (29): شكل النموذج حتى هذه المرحلة

شغل النموذج بأكمله.

يمكن للمستخدم بعد إنتهاء العملية إستعراض الملفات الناتجة في مجلد المخرجات حيث يتألف كل جدول من ثلاثة ملفات بلواحق (dbf، cpg، و dbf.xml).

قم بنسخ الجدول (الملفات الثلاثة) كما في الشكل (30).

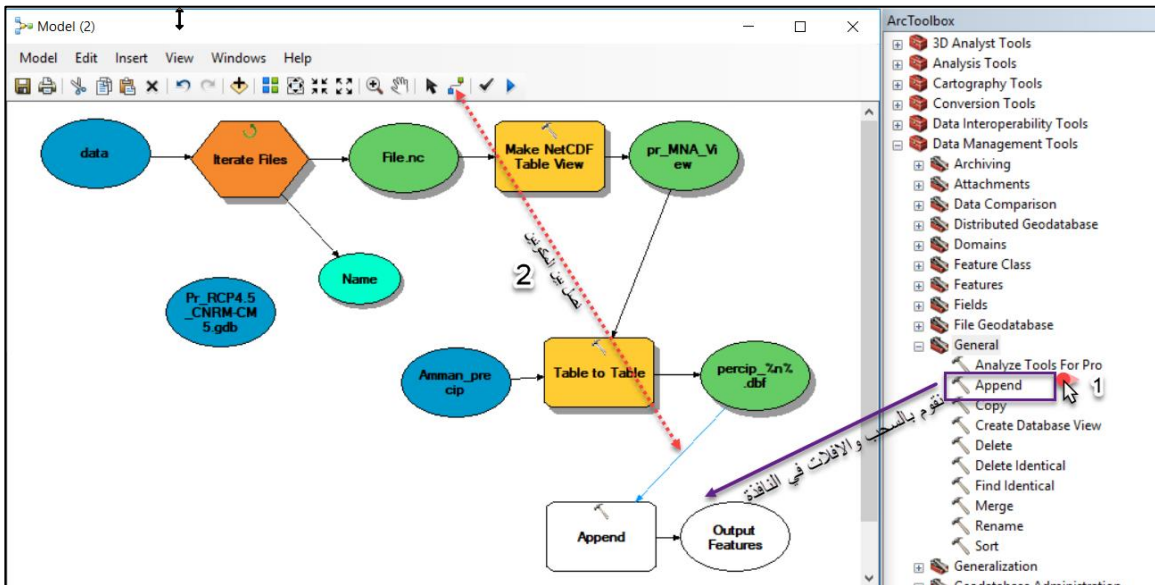


الشكل (30): إستعراض المخرجات في مجلد الإستخراج ونسخ الجدول الأول

نستخدم أداة *Append* لدمج كل الجداول في جدول واحد.

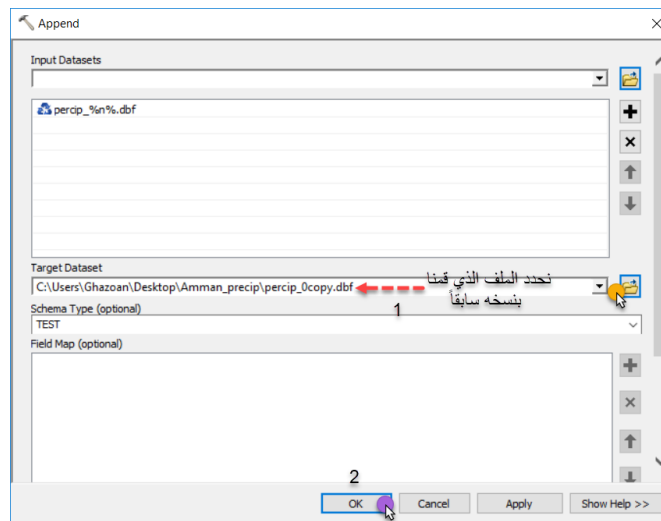
Data Management Tools>General>Append

قم بتوصيل Append إلى عملية table to table ضمن النموذج كما يظهر في الشكل (31).



الشكل (31): إضافة الأداة Append إلى النموذج

انقر نقرًا مزدوجًا فوق أداة *Append*، سيتم إدخال مجموعة بيانات الإدخال تلقائيًا بواسطة الاتصال في Model Builder (أي *percip_%n%.dbf*). حدد ملف *dbf* الذي تم نسخه (أي *percip_0-Copy.dbf*) من مجلد الإخراج المحفوظ على الكمبيوتر وأضفه إلى مجموعة البيانات الهدف (الشكل 32).

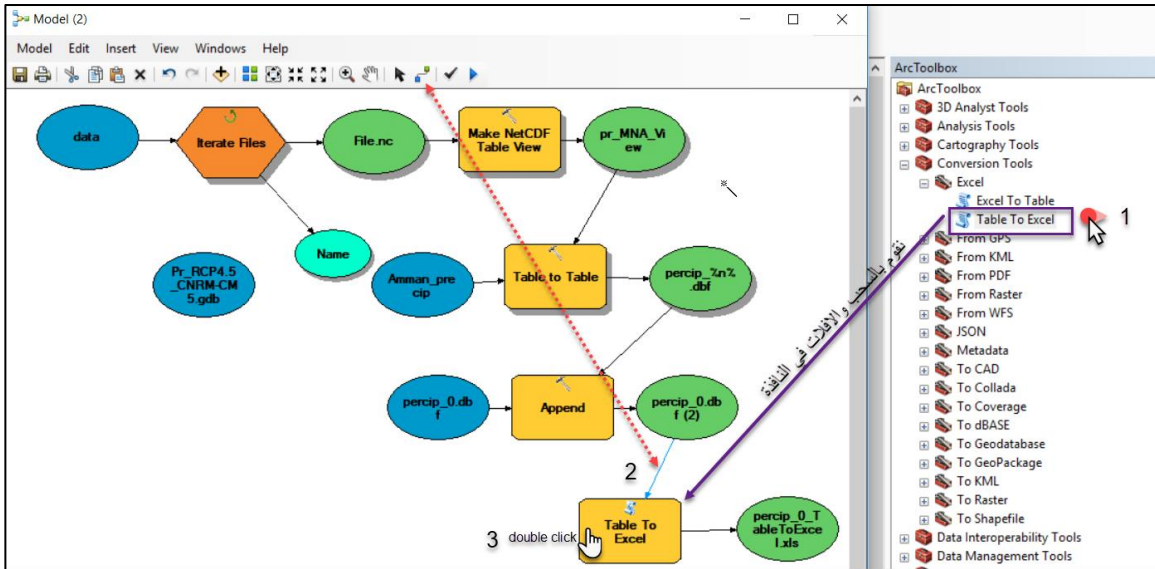


الشكل (32): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة أداة Append

إضافة أداة Table to Excel إلى النموذج

من المسار *Conversion Tools > Excel > Table to Excel*

ثم قم بتوصيلها بالمخرج لتحويل صيغ جميع الملفات إلى ملفات إكسل (الشكل 33).



الشكل (33): إضافة الأداة Table to Excel إلى النموذج

انقر نقرأ مزدوجاً على أداة *Table to Excel*. سيكون الجدول المدخل إفتراضياً ضمن النموذج، يحتاج المستخدم فقط إلى تحديد مجلد الإخراج وتسمية الملف مع المحافظة على صيغة *.xls*. الخاصة بملفات اكسل (الشكل 34).

الشكل (34): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة ال أداة *Table to Excel*

احفظ النموذج بأكمله ثم قم بتشغيله. سيكون المخرج عبارة عن جدول بصيغة اكسل يحوي على قيم التساقطات اليومية (مم/يوم) المأخوذة من كل ملف NetCDF في الموقع المطلوب (الشكل 35).

	A	B	C	D	E
1	OID	time	pr		
2	0	1980-01-01	0		
3	1	1980-01-02	0		
4	2	1980-01-03	0		
5	3	1980-01-04	0		
6	4	1980-01-05	0		
7	5	1980-01-06	0		
8	6	1980-01-07	0		
9	7	1980-01-08	0		
10	8	1980-01-09	0.090000004		
11	9	1980-01-10	0.310000002		
12	10	1980-01-11	0		
13	11	1980-01-12	0		
14	12	1980-01-13	0		
15	13	1980-01-14	5.670000076		
16	14	1980-01-15	0.310000002		
17	15	1980-01-16	0		
18	16	1980-01-17	0		
19	17	1980-01-18	0.270000011		
20	18	1980-01-19	9.81000042		
21	19	1980-01-20	0		
22	20	1980-01-21	1.559999943		
23	21	1980-01-22	8.539999962		
24	22	1980-01-23	0.310000002		
25	23	1980-01-24	0		
26	24	1980-01-25	0		
27	25	1980-01-26	1.100000024		
28	26	1980-01-27	0.310000002		
29	27	1980-01-28	0		
30	28	1980-01-29	0		

الشكل (35): إستعراض ملف اكسل الناتج

4. إنشاء مجموعات تحليلية باستخدام أدوات التحليل المكاني (Spatial Analyst tools).

1.4 حساب التوقعات السنوية والموسمية

يُفضل تحليل مجموعات البيانات المناخية (كمجالاتٍ زمنية، كل 20 عام مثلاً) لاستخلاص أفضل التقديرات المتوقعة من النماذج المناخية المختلفة، حيث يتم تجميع نماذج المحاكاة التي تشترك بنفس الدقة المكانية ونفس السيناريو المناخي وإشتقاق المعدل المتوسط منها، أي ينبغي أن يمثل المتوسط المجموعة المُختارة.

في مشروع RICCAR، تم اختيار ثلاث مجموعاتٍ زمنية مختلفة، وتم عرض بيانات كل مجموعة ممثلاً بمتوسطٍ حسابي كالتالي:

- الفترة المرجعية (1986-2005)

- فترة منتصف القرن (2046-2065)

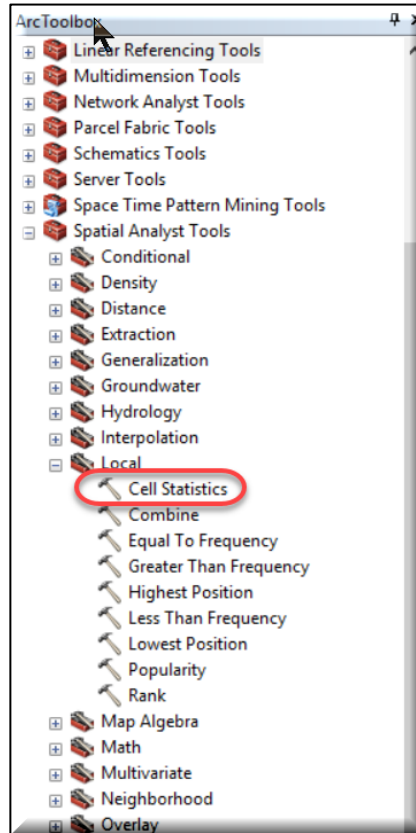
- فترة نهاية القرن (2081-2100)

المُخرجات في المجموعات الزمنية أعلاه متوفرةً على منصة [RICCAR](#) على الإنترنت، كما تتوفر عليه المُخرجات الممثلة لفترة مابين 2035-2016.

يمكن للمستخدمين تقييم فتراتٍ مختلفة أخرى غير المتاحة، مثلاً أن يختاروا فترةً تنبؤية لمدة عشرة سنوات أو يستعرضوا بياناتٍ تنبؤية موسمية، إلا أن هذه الحالات تتطلب معالجة مجموعاتٍ زمنية تلائم المطلوب كالتالي:

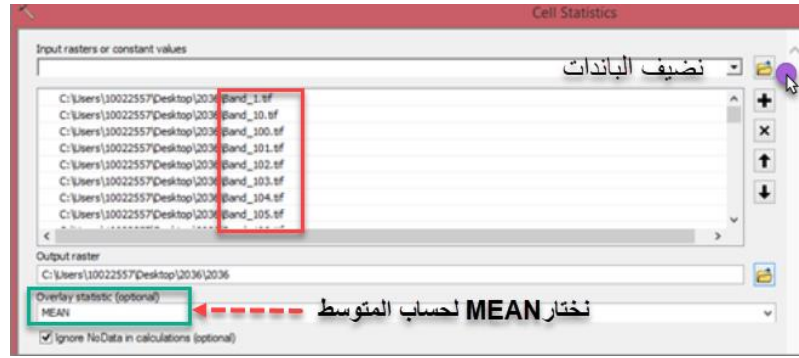
تتمثل الخطوات الأولى (مشروحةً في القسم 3.2.1) في استخراج ملف "Raster" إنطلاقاً من ملف "NetCDF"، ثم استخراج الفترات الزمنية من الملف المُستخرج باستخدام أداة "Slice" (الفقرة 3.2.2).

وبعد ذلك نستخدم الأداة "Cell Statistics" الموجودة تحت أدوات التحليل المكاني " Spatial Analyst" في صندوق الأدوات، حيث يمكننا من خلالها حساب المجموع أو المتوسط وغيره من البيانات الإحصائية لعددٍ من الشرائح Rasters (الشكل 36)



الشكل (36): الأداة Cell statistics ضمن واجهة Arctoolbox

تُستخدم القيمة الإحصائية "MEAN" عادةً لحساب عوامل مناخية كالحرارة مثلاً (الشكل 37). ولكن الحساب يختلف فيما لو أردنا استخراج البيانات الإحصائية المتعلقة بالتساقطات، فالتعبير عن بيانات التساقطات يكون بأشكالٍ مثل: مم/شهر أو مم/سنة بدلاً من مم/يوم، لذلك على المستخدم في هذه الحالة أن يختار "SUM" من أجل بيانات التساقطات اليومية (المخزنة في شرائح Raster) ثم يحسب المعدل منها حسب المدة الزمنية المطلوبة، شهر - سنة .. الخ. قد تكون العملية مجهدّةً ومستهلكة للوقت، لذلك من المفيد إنشاء نموذج باستخدام "Model Builder" المتاح في ArcGIS لتسريع العملية وتقليل الخطأ البشري في تحديد النطاقات ذات الصلة.



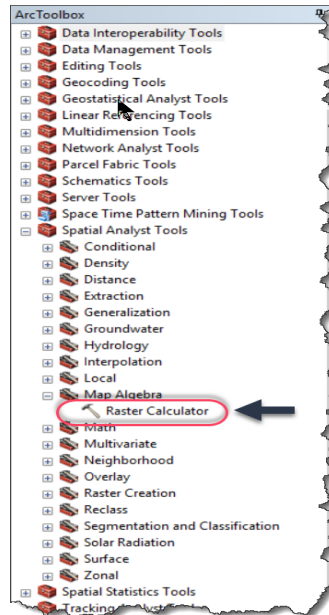
الشكل (37): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Cell statistics

نعيد استخدام أداة "Cell Statistics" للحصول على متوسط النتائج المُتحصل عليها من عدة سنوات، ثم نحسب متوسط النتائج لكل نموذج مناخي لنحصل أخيراً على المعدل المطلوب.

2.4 مقارنة التنبؤات (الإسقاطات) باستخدام أداة "raster calculator"

من الشائع مقارنة مخرجات التنبؤات المستقبلية للعوامل المناخية مع مخرجات فترة مرجعية محددة سابقة لتبيين مقدار التغير المناخي الذي سيحصل مُستقبلاً. فعلى سبيل المثال، في مشروع RICCAR، بينت نتائج تحليل فترة أواسط القرن الحالي 2046-2065 أن تغييراً متوقعاً في عوامل المناخ سيحدث، وذلك عند مقارنتها بالفترة المرجعية (1986-2005).

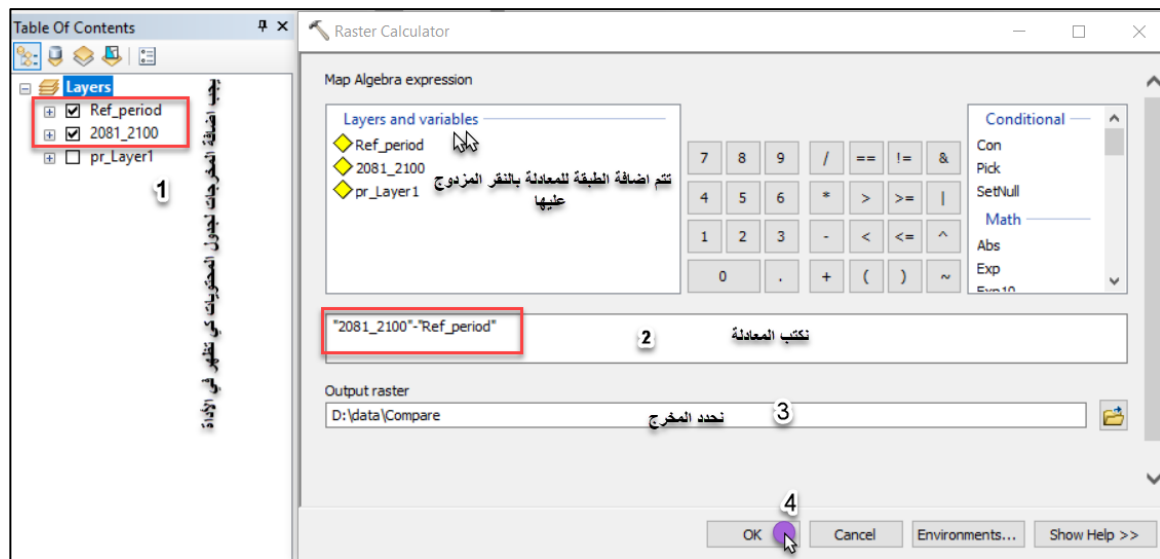
يمكن حساب التغير المتوقع باستخدام أداة "Raster Calculator" في صندوق الأدوات ArcToolbox (الشكل 38):



الشكل (38): الأداة Cell statistics ضمن واجهة ArcToolbox

تقوم الأداة بعمليات رياضية كثيرة، وفي حالتنا هذه، للمقارنة، نقوم بطرح القيم التنبؤية للفترة المُستهدفة من القيم المرجعية لحساب مقدار التغير (الشكل 39).

تتيح الأداة إمكانية إجراء العمليات الحسابية على الشرائح المتوفرة على واجهة ArcMap، لذلك من الضروري إضافة الشرائح المستهدفة إلى واجهة ArcMap قبل البدء بتشغيل الأداة. وبذلك يمكننا إجراء العمليات الحسابية عليها بإضافتها للمعادلة بالنقر عليها نقراً مزدوجاً، واستخدام الدالات الرياضية اللازمة من صندوق الدالات الرياضية على يمين الأداة (نستخدم هنا فقط عملية الطرح).



الشكل (39): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Cell statistics

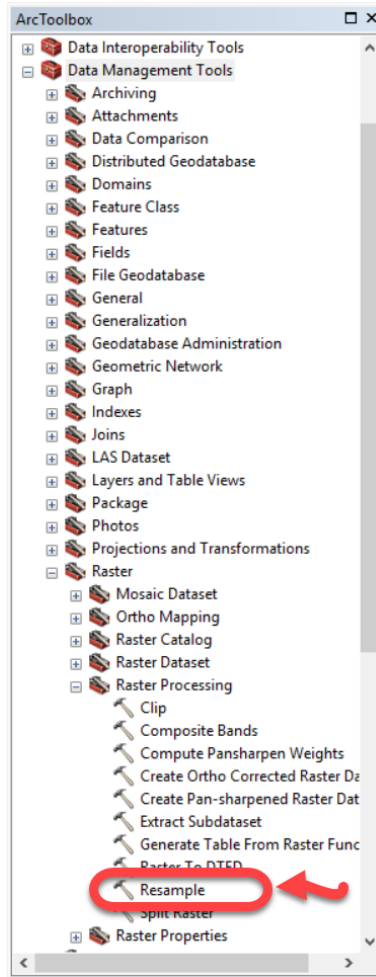
5. الإستقراء المكاني (interpolation) ورفع الدقة المكانية عبر تقليص النطاق (downscaling)

1.5 ضبط الدقة المكانية واستقراء البيانات

تبلغ الدقة المكانية للبيانات المناخية 50x50 كم مربع (وفي حالاتٍ محدودة 25 × 25 كم)، ويوجد نقص في البيانات في المنطقة الساحلية بسبب عملية تصحيح الانحياز (Bias-Correction).

قد يرغب المستخدم في بعض الأحيان بتغيير الدقة المكانية لكي تلائم ملفات الـ "Raster" الأخرى. لذلك تتيح أداة "Resample tool" (Raster > Raster Management Tools > Raster).

Processing) للمستخدم إمكانية تغيير الدقة المكانية إلى دقة أخرى (الشكل 40). حيث إن الدقة المكانية الافتراضية للبيانات المناخية هي 50X50 كم، وتظهر بحجم خلية يُعبّر عنه في نظام الإحداثيات الجغرافي بـ 0.44X0.44 درجة. وبالمثل يُعبّر عن دقة 25x25 كم بـ 0.22x0.22 درجة.



الشكل (40): الأداة Resample tool ضمن واجهة Arctoolbox

نظراً لأن الواحدة المُستخدمة في الأداة هي الدرجة (جغرافية) فإننا مضطرون لتحويل واحدة القياس "كم" إلى "درجة".

لتحويل البيانات المناخية من دقة 0.44*0.44 درجة إلى دقة 1X1 كم مثلاً، نستخدم المعادلة رقم (5) :

$$x * 50 = 0.44 \dots \dots \dots (5)$$

، والتي تقسم بُعد الخلية بالدرجات على بعدها بالكيلومتر، حيث: $x = 1km$

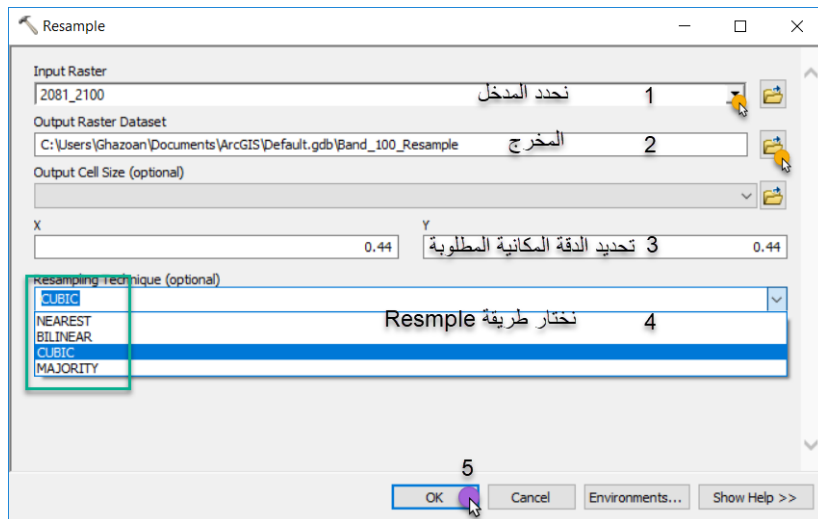
. يمكننا التحويل إلى أي دقة مكانية باستخدام هذه المعادلة.

تتيح تقنية ArcGIS إمكانية تنفيذ عملية "Resample" باستخدام أربع طرق إحصائية متاحة ضمن بيئة ArcGIS وهي:

(nearest، majority، bilinear، cubic). حيث الطريقتان الأولى والثانية (nearest، majority) مناسبتان للبيانات الفريدة والتي تمتلك حدوداً مميزة مثل الأبنية والطرق، أما الأخيرتين (bilinear، cubic) فتناسبان البيانات المستمرة في رقعة كبيرة مثل البيانات المناخية.

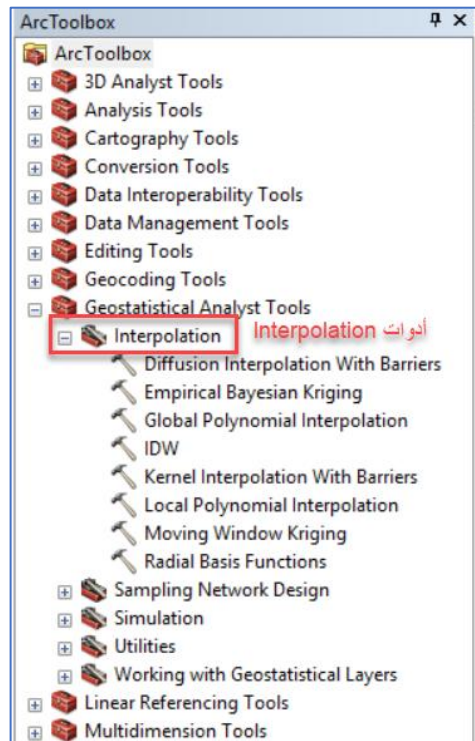
تتم عملية Resample باستخدام طريقة bilinear، بتحديد قيم البكسل الناتج بحساب متوسط البكسلات الأربعة المحيطة به، بينما في طريقة cubic، يتم احتساب متوسط 16 بكسلًا محيطة وإعطاء هذه القيمة للبكسل الناتج (الشكل 41).

تؤدي عملية الـ Resampling إلى تغيير أبعاد البكسلات مما يجعل للصورة تبدو أكثر تجانساً. وتجدر الإشارة إلى أن إمتداد البيانات الناتجة عن عملية Resample هو نفسه للشريحة الأصلية.



الشكل (41): إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة الأداة Resample tool

أما إذا رغب المستخدم باستقراء البيانات في الأماكن التي تفتقر إليها (كالمناطق الساحلية التي لا تتوفر فيها بيانات مناخية بسبب عملية Bias Correction) بالاعتماد على قيم الخلايا المحيطة، فيمكنه ذلك باستخدام أدوات Interpolation الموجودة على المسار: **Spatial Analyst Tools > Interpolation** وأيضاً **Geostatistical Analyst Tools > Interpolation**، إلا أن الأدوات ضمن الإمتداد **Spatial Analyst** لا تعمل على بيانات بصيغة "Raster"، لذلك نستخدم الأدوات الموجودة تحت الامتداد **Geostatistical Analyst** (الشكل 42)



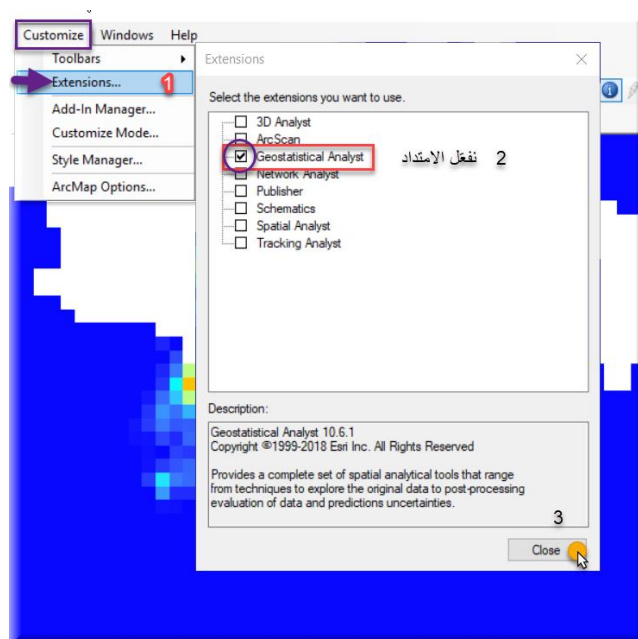
الشكل (42): الأداة Interpolation ضمن نافذة ArcToolbox.

تتم هذه العملية كالتالي:

- 1- إجراء الإستقراء المكاني باستخدام أدوات الإمتداد Geostatistical Analyst.
- 2- تحويل المُنتج إلى Raster.
- 3- تصدير "Raster" إلى اللاحقة المرغوبة.

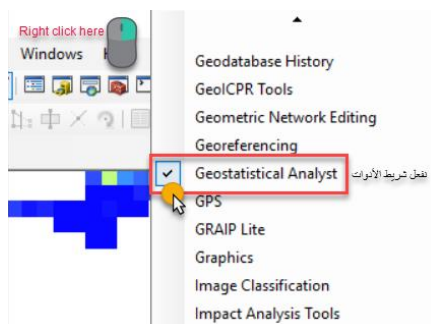
أدوات Interpolation tool

لا بد من تفعيل إمتداد Geostatistical I Analyst في برنامج ArcGis كأول خطوة (الشكل 43).



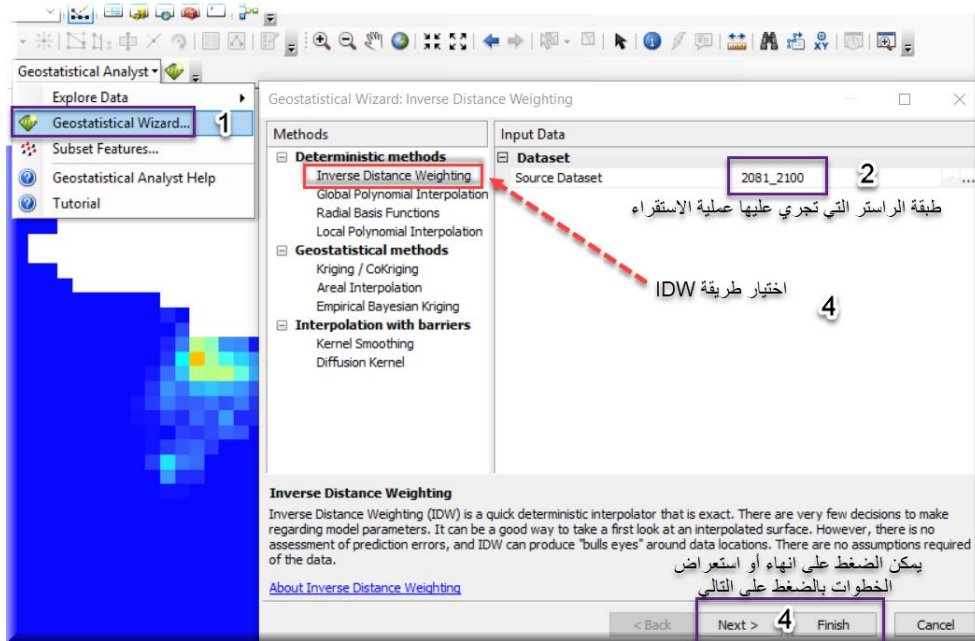
الشكل (43): كيفية تفعيل الإمتدادات في برنامج ArcGis

نفعل شريط أدوات Geostatistical toolbar بالضغط بالزر اليمين في الاعلى لتظهر القائمة ونختار الأدوات (الشكل 44).



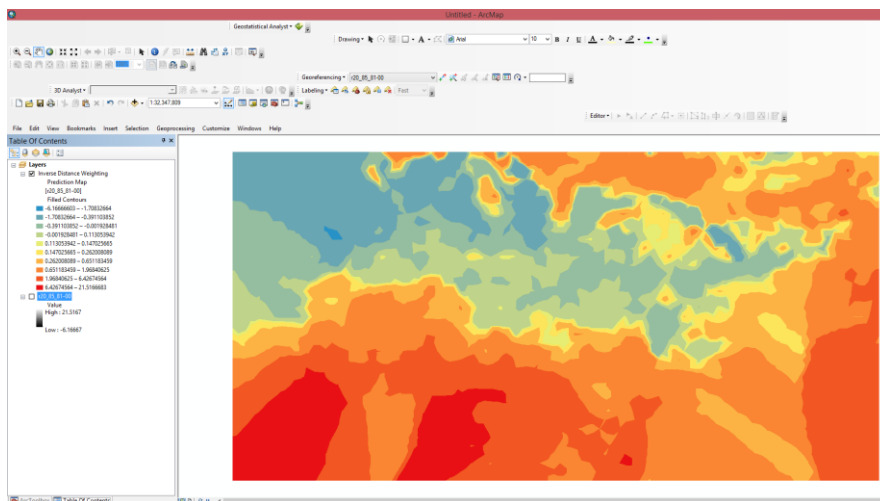
الشكل (44): تفعيل شريط الأدوات Geostatistical Analyst .

يمكن القيام بعملية interpolation أيضاً باستخدام Geostatistical Wizard (شكل 45) حيث هناك العديد من طرق الإستقراء المتاحة، كطريقة "IDW" التي تُعد أسرعها وأكثرها ملائمة للبيانات المستمرة. يمكن للمستخدم الضغط على "إنهاء" مباشرة أو إستعراض الخطوات من خلال الضغط على "التالي". (قد يضطر المستخدم لاستعراض النتائج البينية لتطبيق خيارٍ متقدمة عليها مثل عملية "Kriging").



الشكل (45): Geostatistical Wizard tool

أما نتيجة تطبيق الإستقراء فستكون مشابهة لما هي عليه في الشكل (46) والمتضمنة بياناتٍ مناخية للنطاق بأكمله بما فيها مناطق المسطحات المائية.

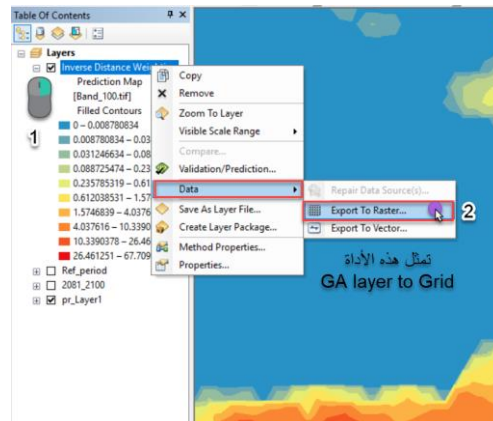


الشكل (46): مثال عن مُخرج عملية Interpolation باستخدام طريقة IDW

لابد من الإشارة إلى أن هذه النتيجة (المخرج) هي للاستعراض ومحملة على ذاكرة الحاسب وليست محفوظة عليه.

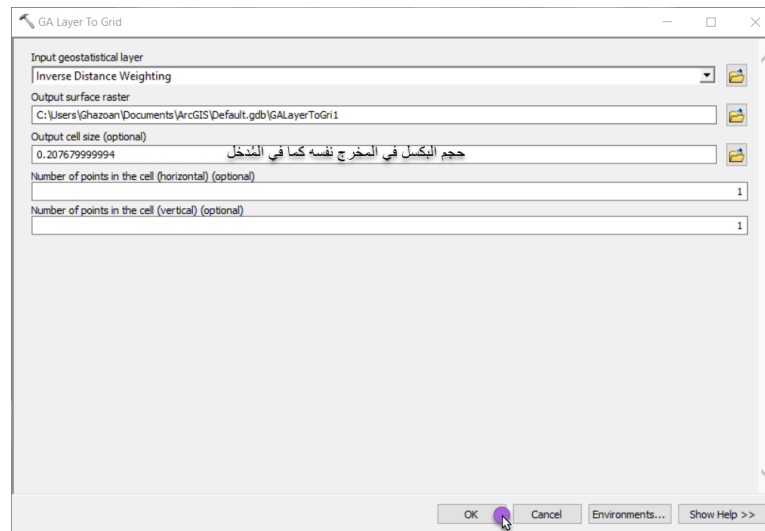
لذلك يجب تحويل المنتج عن عملية الاستقراء "interpolation" إلى صيغة "Raster" باستخدام أداة "GA Layer to Grid"

لتفعيل الأداة: اضغط بالزر اليمين على شريحة IDW الناتجة في Table of Contents، ثم **Data>Export>Raster** (الشكل 47)



الشكل (47): تصدير الشريحة المؤقتة إلى صيغة Raster.

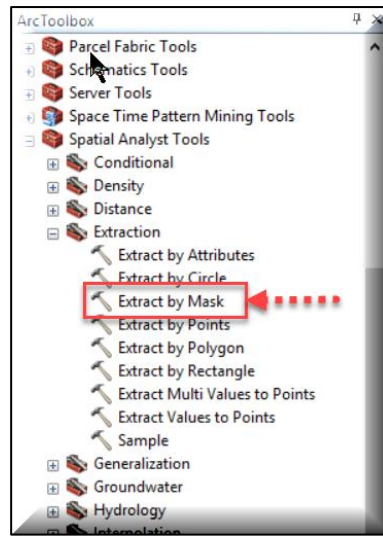
ضمن نافذة GA Layer To Grid يُفضل ترك اسم المخرج الافتراضي كما هو كي لا تحدث أخطاء أثناء عمل الأداة. وكذلك يجب أن يكون حجم البكسل في المخرج نفسه كما في المُدخل. بينما تبقى باقي القيم افتراضية دون تعديل (عدد الأعمدة والصفوف) (الشكل 48).



شكل (48): إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة GA layer to Grid

كما يظهر المٌخرج في نافذة Table of Contents بعد انتهاء العملية.

كما يمكن إقتطاع الشريحة الناتجة عن العملية السابقة على أي منطقة اهتمام، وذلك باستخدام الأداة الموجودة في صندوق الأدوات على المسار: *Spatial Analyst* **Tools>Extraction>Extract by Mask** (الشكل 49).

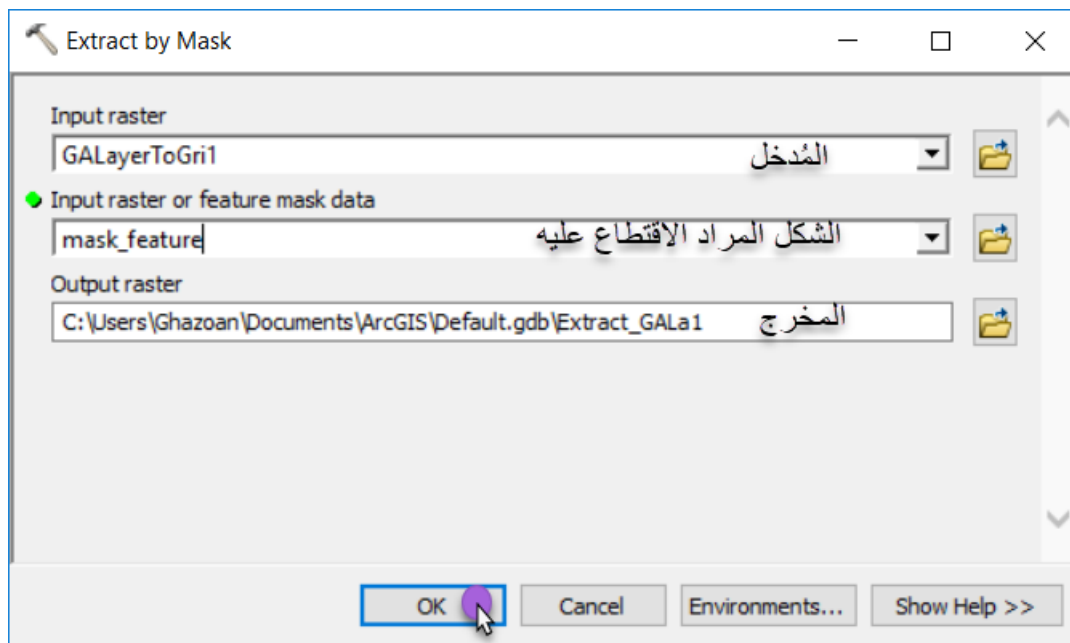


الشكل (49):اختيار الأداة Extract by Mask ضمن نافذة Arctoolbox .

حدد منطقة الاهتمام المراد الاقتطاع عليها (shapefile or raster)، اختر اسم ومكان تخزين المخرج (شريحة raster) الناتجة.

قد يحوي ناتج العملية بياناتٍ غير مرغوبة أو تحدث أخطاء عند تسمية المخرج باسم آخر غير الافتراضي، يجب تطبيق الأداة Extract by Rectangle في هذه الحالة لحذف البيانات غير المرغوبة وإعادة تسمية الملف.

الناتج عبارة عن "Raster" له المواصفات المطلوبة من حيث حجم البكسل والإمتداد (الشكل 50).



الشكل (50) : إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة الأداة Extract by Mask

حدد الشكل المراد الإقتطاع عليه (Shapefile or Raster)، اختر المدخل (شريحة Raster) الناتجة.

قد يحوي ناتج العملية بيانات غير مرغوبة أو تحدث أخطاء عند تسمية المخرج باسم آخر غير الافتراضي، يجب تطبيق الأداة Extract by Rectangle في هذه الحالة لحذف البيانات غير المرغوبة وإعادة تسمية الملف.

الناتج عبارة عن "Raster" له المواصفات المطلوبة من حيث حجم البكسل والإمتداد.

2.5 مقدمة إلى زيادة قدرة التمييز المكاني أي تقليص النطاق (downscaling):

لقد تم تطوير النموذج المناخي الإقليمي الخاص ب RICCAR لاستخدامه على المستوى الإقليمي. لذلك فقد لا تكون الدقة المكانية مناسبة للدراسات على نطاق أصغر، مثل مستوى الحوض، حيث يميل المستخدم في مثل هذه الحالات لرفع الدقة المكانية للبيانات باستخدام "Resampling" واستقراء البيانات كما هو موضح في القسم (1.5).

وقد يلجأ المستخدم لتطبيق أساليب أخرى لعمل "interpolation"، مثل "Kriging" أو "Co-Kriging" لزيادة موثوقية البيانات، إلا أن هذه الطريقة غير مقبولة، حيث أن أداة "Kriging" تُستخدم لإستقراء بياناتٍ مثل بيانات الأرصاد الجوية التاريخية. راجع Venäläinen and Spadavecchia and Williams، Jeffrey et al. (2001)، Heikinheimo (2002)، وآخرين. (2009).

لتحويل مخرجات النمذجة المناخية بشكل صحيح إلى نطاق مكاني أو زمني أصغر، يجب على المستخدمين إجراء عملية رفع الدقة المكانية أو تقليص النطاق (Downscaling)، وتشمل هذه العملية على مقاربتين رئيسيتين: ديناميكية وإحصائية.

يعمل منهج التقليص الديناميكي للنطاق على دفع النموذج المناخي للعمل على نطاق فرعي أصغر (Sub-domain) من النطاق الأكبر باستخدام بياناتٍ مُراقبة أو المخرجات الأخرى للنموذج المناخي كشرطٍ حدّي.

على الرغم من أن هذه الطريقة تعتمد على أسسٍ فيزيائية لتوليد البيانات المناخية، إلا أنها مُعقّدة جداً وتستلزم عملياتٍ حسابية كثيفة.

بالنسبة للمقاربة الإحصائية: فهي تأخذ بعين الاعتبار العلاقات الإحصائية (المقارنات) بين متحولات المناخ على المستوى المحلي مثلاً وتلك الإقليمية، مثل أخذ قيم الضغط الجوي بعين الاعتبار بجانب تطبيق هذه العلاقات الإحصائية على مخرجات النمذجة. لمزيد من المعلومات ، راجع Deutschbein and Seibert (2010) وغيرهما.

6. أدوات إضافية لتحليل البيانات المناخية

يمكن للمستخدمين إيجاد أدواتٍ مفيدةٍ أخرى للقيام بدراسة حالاتٍ وأبحاثٍ أخرى، مثل حساب مؤشرات الظواهر المناخية المتطرفة في مواقعٍ مُختارة أو التنبؤ بالفيضانات والجفاف. هذه الأدوات واستخدامها مشروح في دليل مشروع RICCAR.

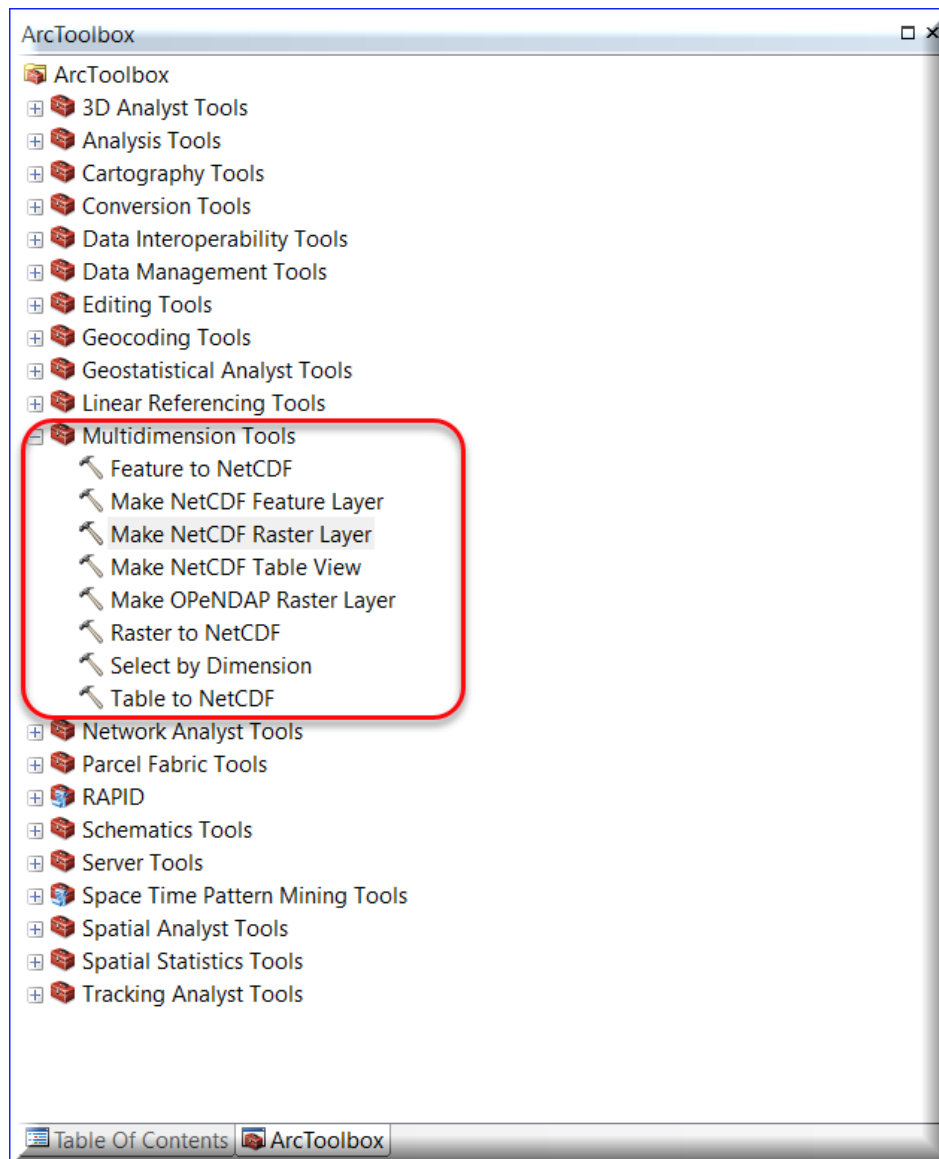
التمرين العملي الأول حول تحويل ملفات Raster إلى NetCDF

المطلوب : استنتاج الشرائح (Rasters) الخاصة بقيم التساقطات اليومية للعام 1980 بحسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 انطلاقاً من ملفات NetCDF.

البيانات المتاحة: بيانات تساقطات يومية لسنة 1980 متوفرة بصيغة NetCDF ضمن المجلد "pr-CNRM-CM5_rcp45_50km".

بما أن الملفات بصيغة NetCDF لا يمكن استدعاؤها وإظهارها مباشرة إلى واجهة ArcMap باستخدام (📌) Add Data tool ، فلا بد من مجموعة من الإجراءات ضمن Multidimension Tools لتحويلها إلى صيغة Raster.

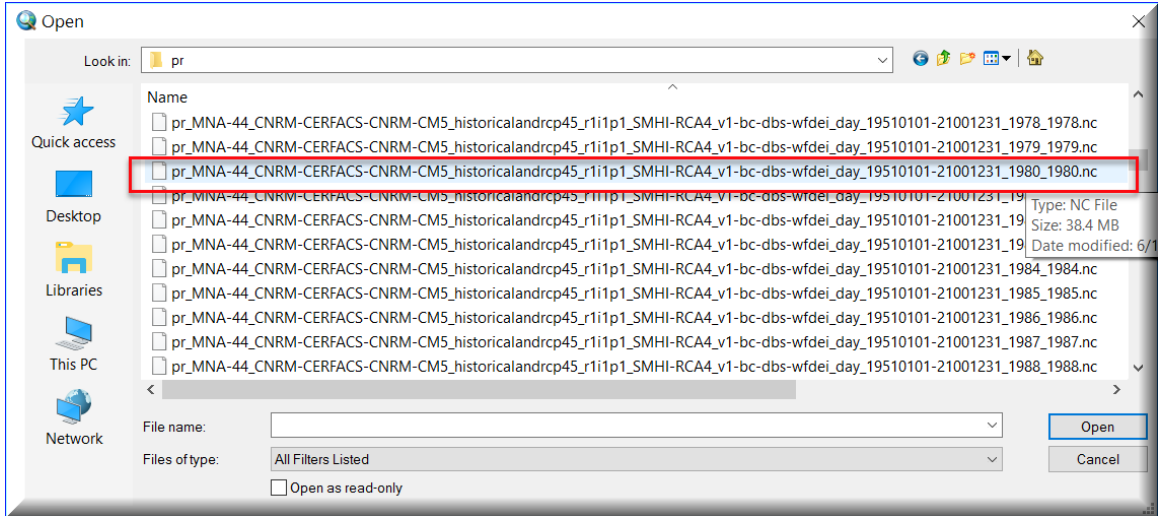
من القائمة Multidimension Tools اختر *Make NetCDF Raster Layer*



الشكل (1.1) الأداة *Make NetCDF Raster Layer* ضمن نافذة *Arctoolbox*.

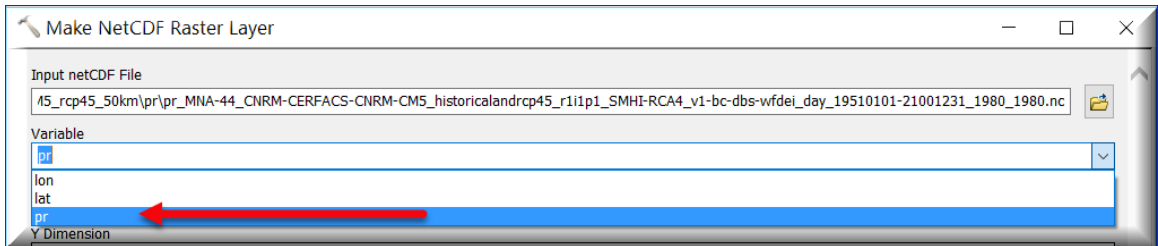
ضمن نافذة *Make NetCDF Raster Layer* نتبع الخطوات التالية:

1- من أجل Input NetCDF file نختار ملف NetCDF الخاص بالعام 1980 من مجلد التساقطات اليومية.



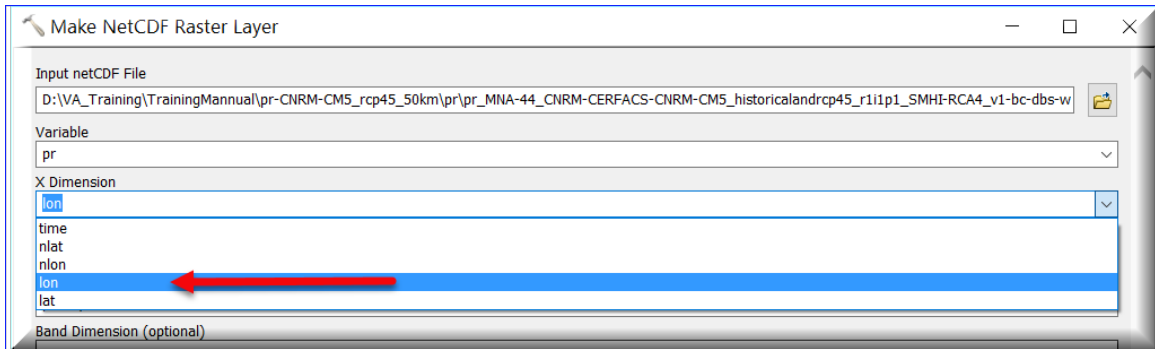
الشكل (2.1) اختيار ملف التساقطات اليومية الخاصة بسنة 1980 ضمن نافذة *Make NetCDF Raster Layer*

2- من أجل Variable: نختار المتحول المناخي المطلوب من القائمة المنسدلة وهو pr



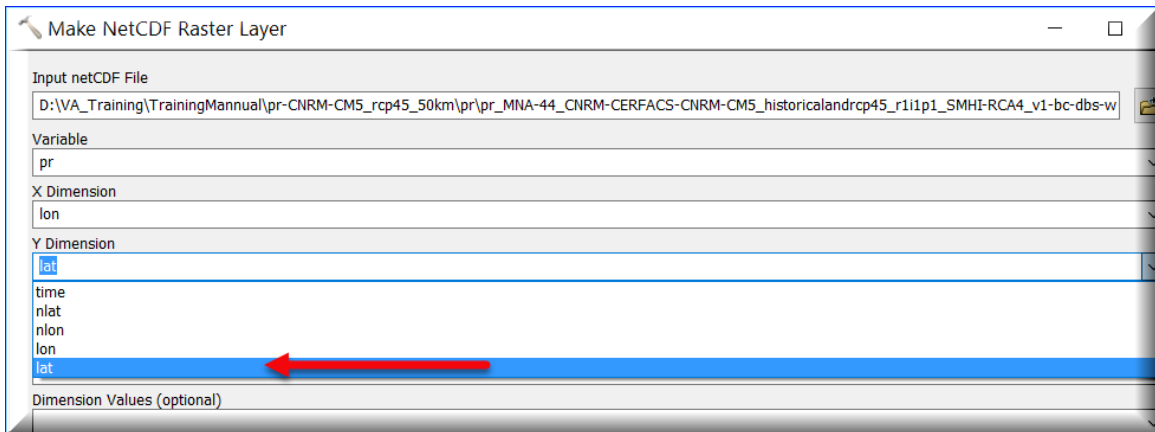
الشكل (3.1) تحديد المتحول المناخي ضمن نافذة *Make NetCDF Raster Layer*

3- من أجل X Dimension : نختار من القائمة المنسدلة lon



الشكل (4.1) تحديد البعد x ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer

4- من أجل Y Dimension : نختار من القائمة المنسدلة lat



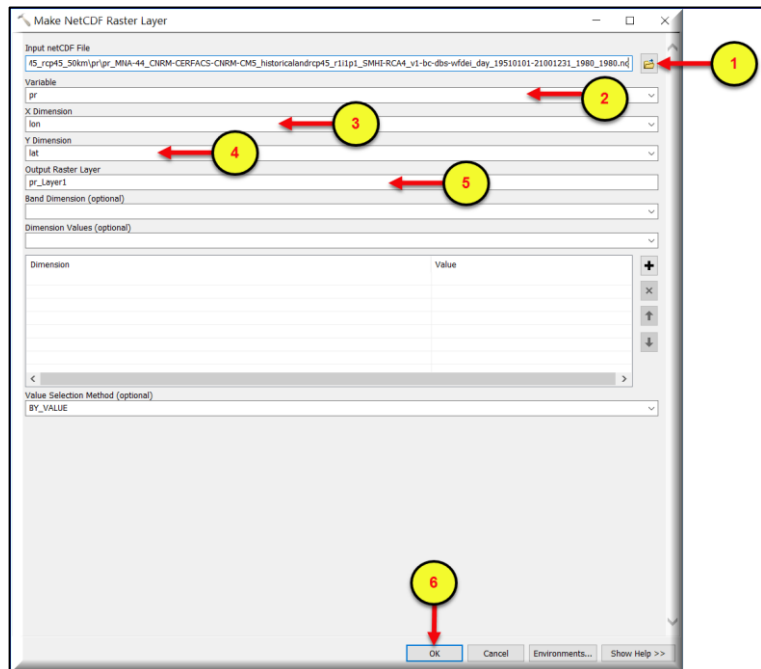
الشكل (5.1) تحديد البعد y ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer

ملاحظة : اختيار $x = lon$ و $y = lat$ سوف يسمح بعرض الملف ضمن نظام الإحداثيات الجغرافي بما يتلاءم مع باقي الشرائح مثل المدن أو الحدود الدولية...الخ)

بينما لو اخترنا $x = nlon$ و $y = nlat$ فسوف يعرض الملف على واجهة ArcMap ضمن نظام الإحداثيات الخاص ببيانات RICCAR (الشكل 21)

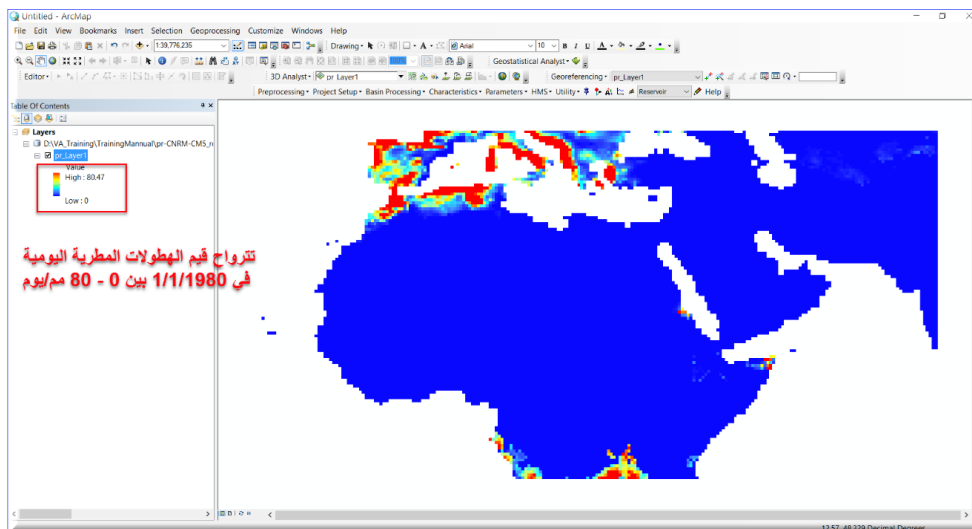
5- من أجل Output Raster Layer : نترك اسم الشريحة الناتجة بدون تغيير

6- ننقر Ok



الشكل (6.1) نافذة Make NetCDF Raster Layer

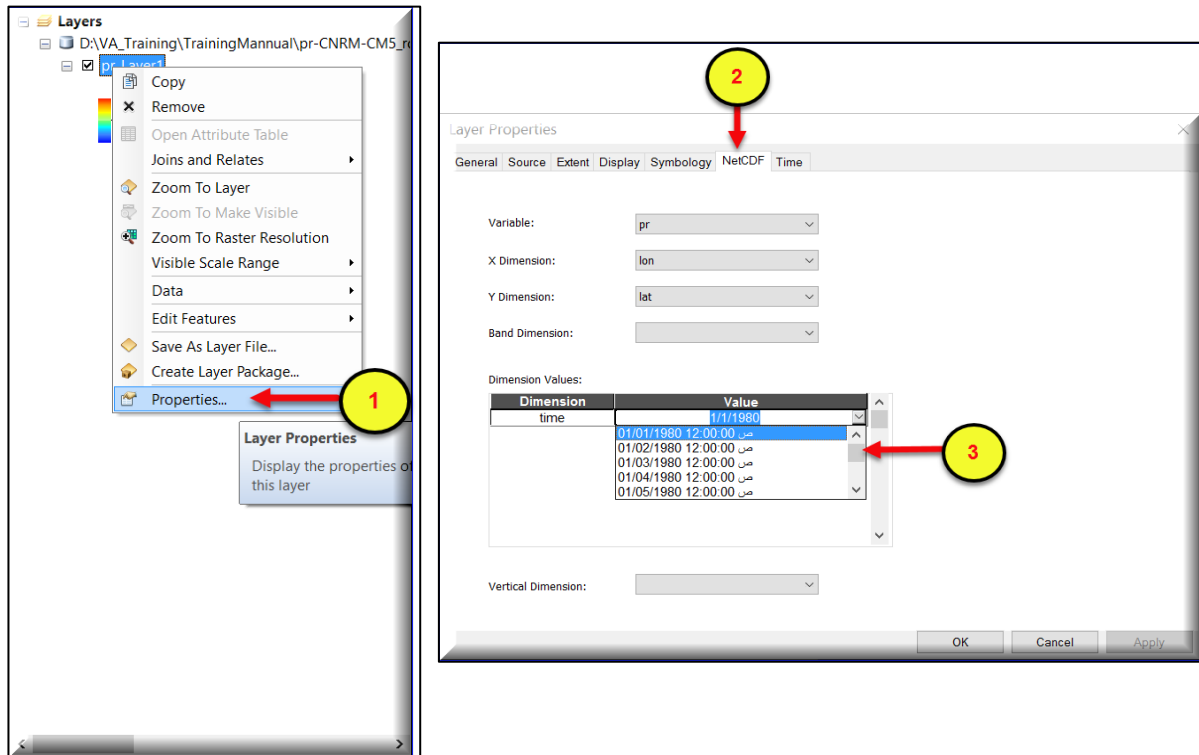
الشريحة الناتجة على واجهة ArcMap ستمثل أول فترة زمنية ضمن ملف ال NetCDF والذي سيكون عادة أول يوم في السنة 1 كانون الثاني بالنسبة لبارامترات التساقطات والحرارة



الشكل (7.1) الشريحة الناتجة وهي شريحة التساقطات اليومية لليوم 1980/1/1

من أجل استعراض باقي أيام السنة:

1. اختر *Layer Properties* بالنقر باليمين على raster layer file في قائمة المحتويات،
2. ثم اختر قائمة NetCDF
3. من Dimension Values يمكن استعراض كل الفترات الزمنية التي يتضمنها ملف NetCDF ، ويمكن للمستخدم اختيار يوم محدد.



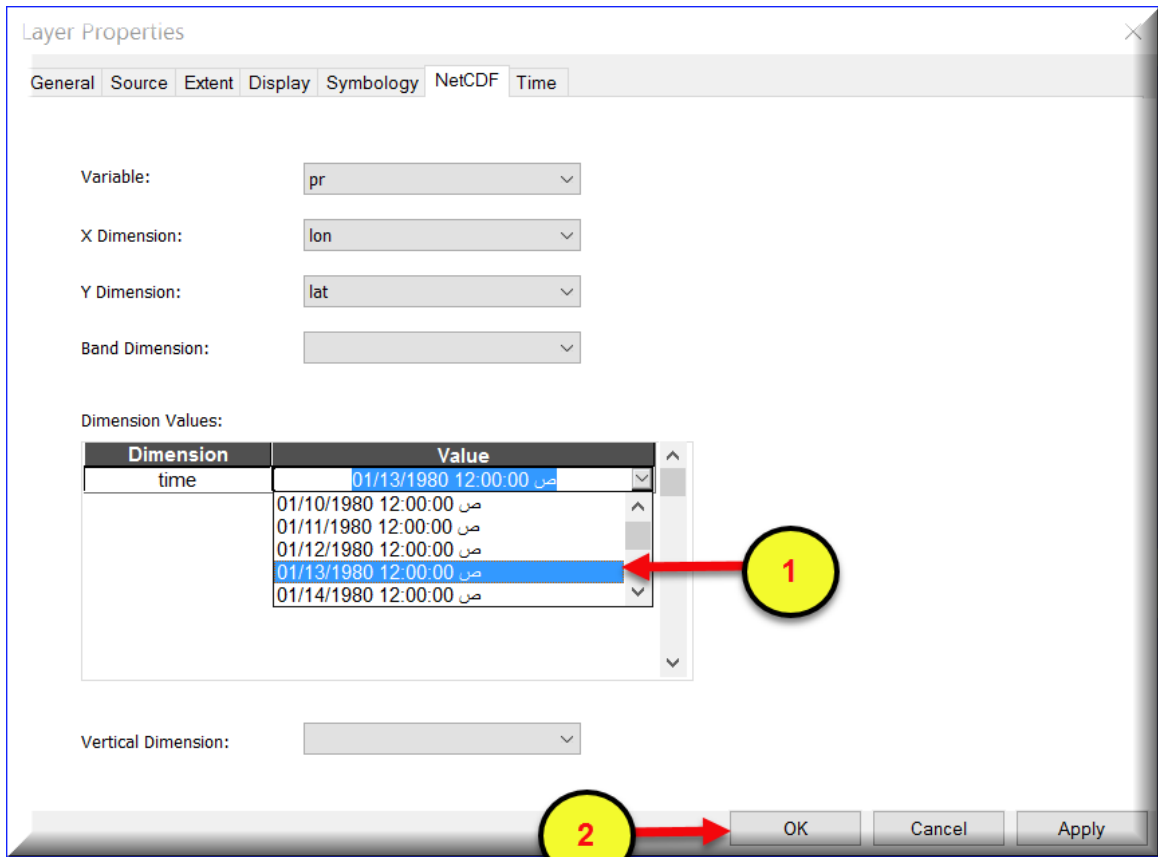
الشكل (8.1) استعراض الشرائح اليومية المختلفة خلال العام 1980

استعراض الفترات الزمنية المختلفة ضمن الشريحة الناتجة:

من نافذة Layer properties وتحت الأيقونة NetCDF، وبفتح القائمة المنسدلة Dimension Values نجد أن الشريحة الناتجة تحوي 365 شريحة تمثل القيم اليومية للتساقطات للعام 1980 ابتداء من 1980/1/1 ونهاية ب 1980/12/31، وفيما يلي بعض الأمثلة عن هذه الشرائح.

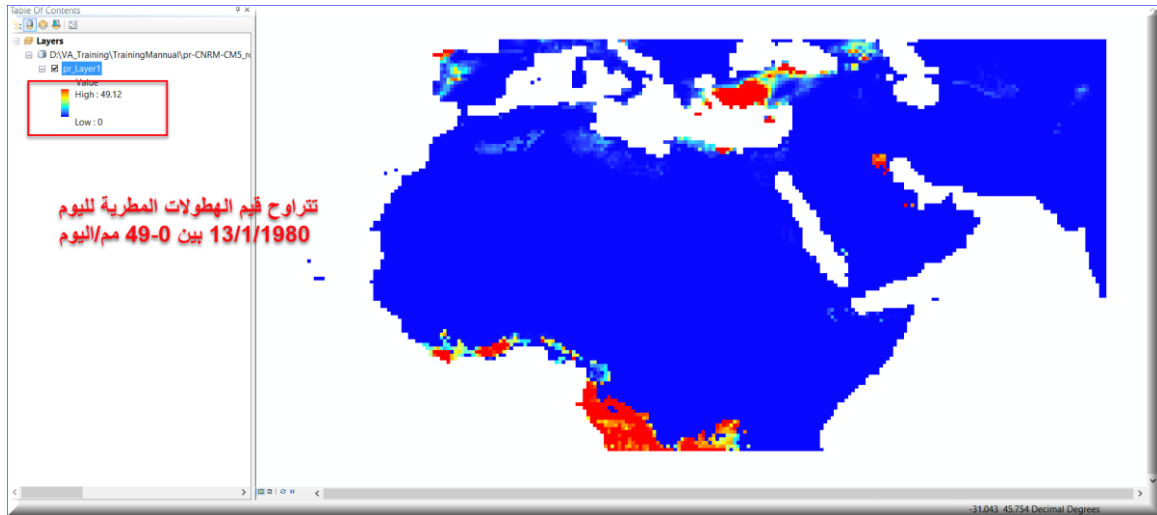
1. سنختار من القائمة المنسدلة اليوم 1980/1/13

2. ثم نقر Ok



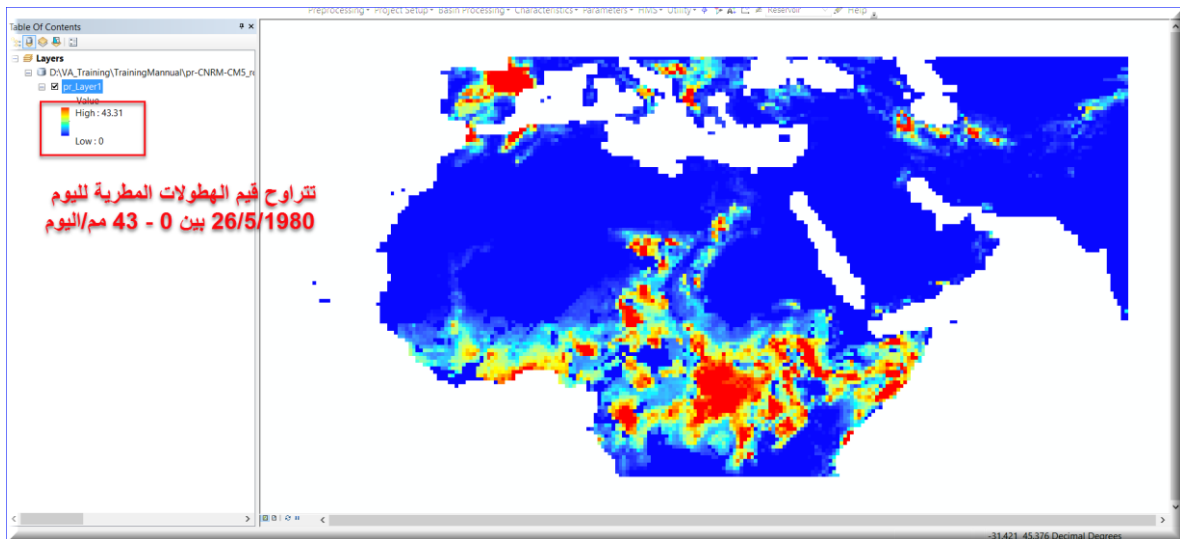
الشكل (9.1) اختيار يوم محدد لاستعراض الشريحة الخاصة به

وستظهر الشريحة التي تمثل التساقطات لليوم 1980/1/13 على شاشة ArcMap

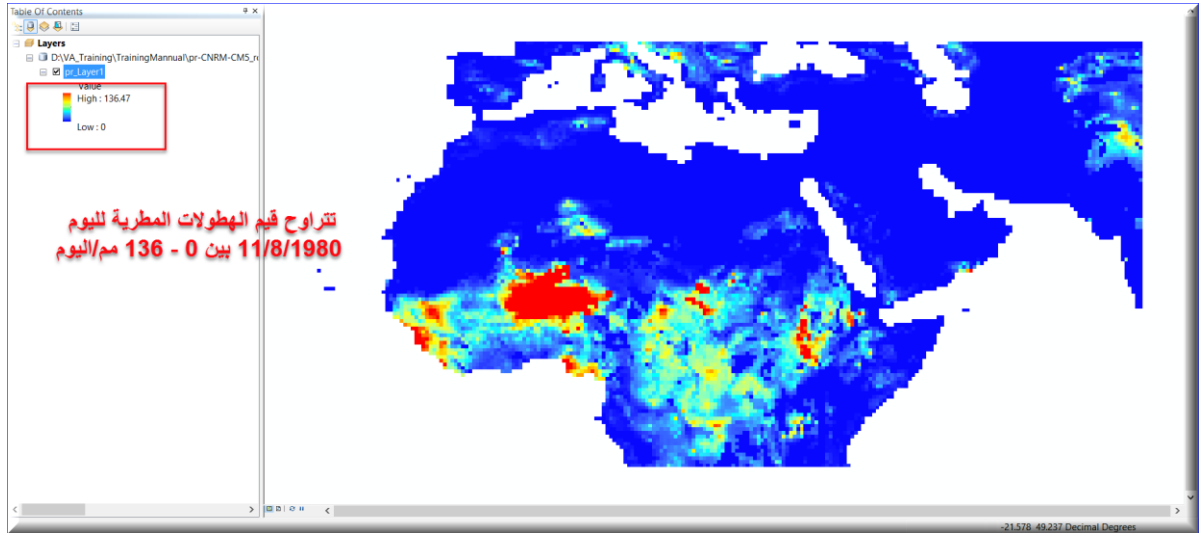


الشكل (10.1) شريحة التساقطات اليومية للتاريخ 1980/1/13

وبنفس الطريقة نختار الأيام 1980/5/26 ، 1980/8/11 ،



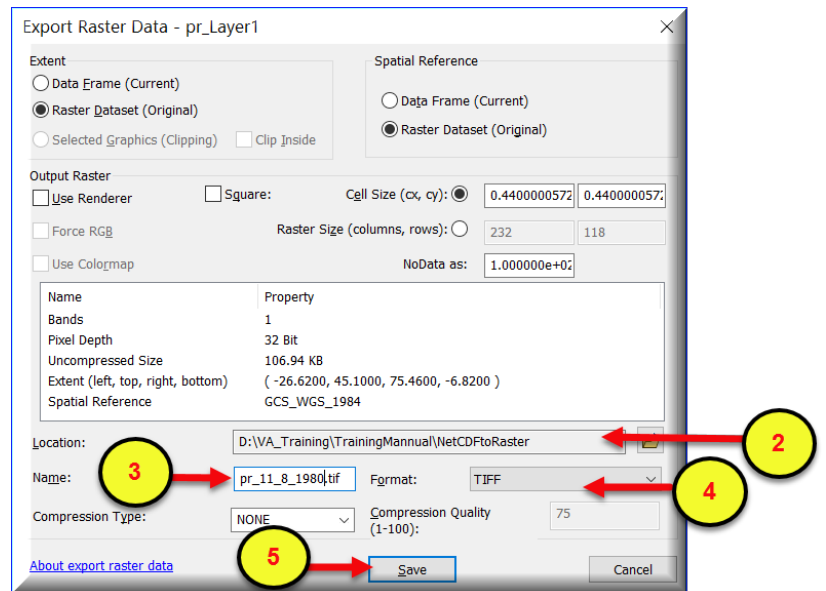
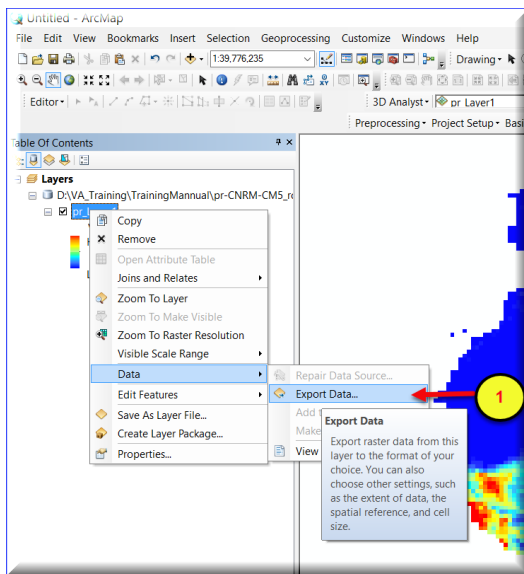
الشكل (11.1) شريحة التساقطات اليومية لتاريخ 1980/5/26



الشكل (12.1) شريحة التساقطات اليومية لتاريخ 1980/8/11

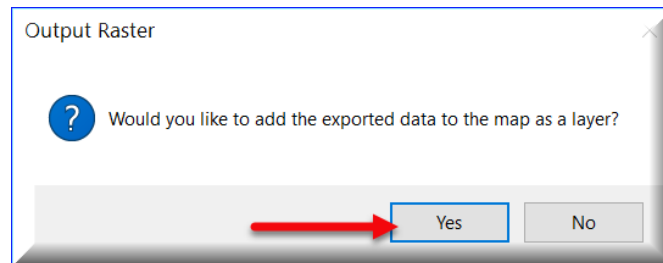
لابد من الانتباه إلى أن الشريحة النقطية التي تظهر على الشاشة محفوظة إلى ذاكرة الكمبيوتر بصورة مؤقتة، لذلك ومن أجل حفظها بشكل دائم :

1. انقر باليمين على raster layer file وليكن للتاريخ 1980/8/11 في قائمة المحتويات ، ثم اختر Export Data
2. Location: اختر المجلد الذي سيتم تخزين الشريحة الناتجة داخله ، وليكن ضمن المجلد NetCDFtoRaster
3. Name : نعطي اسم للشريحة الناتجة وليكن pr_11_8_1980 بحيث يعبر الاسم عن التاريخ الذي تمثله الشريحة.
4. Format: نختار الصيغة Tiff
5. انقر Save



الشكل (13.1) تصدير الشريحة المؤقتة الناتجة إلى صيغة Raster .

في نافذة Output Raster نختار yes لإضافة الشريحة الناتجة إلى واجهة ArcMap الحالية.



الشكل (14.1) إضافة Raster الناتجة إلى واجهة ArcMap

التمرين العملي الثاني حول استخلاص سلسلة زمنية يومية لسنة معينة من ملفات NetCDF

المطلوب: استنتاج قيم التساقطات اليومية المتوقعة للعام 2046 بحسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 لمحطة الصويري في العراق .

البيانات المتاحة:

1. إحداثيات المحطة Long = 44.770541°E Lat= 33.25148°N
2. ملفات تساقطات يومية للعام 2046 موجودة ضمن المجلد pr-CNRM-CM5_rcp45_50km"
3. ملف Excel باسم (Convert to nlat nlon) مجهز بالمعادلات اللازمة للتحويل بين نظام الإحداثيات الجغرافي و نظام إحداثيات RICCAR الجدولي.

في البداية لابد من تحويل إحداثيات المحطة من النظام الجغرافي إلى نظام nlat, nlon, الديكارتي باستخدام ملف الإكسل (Convert to nlat nlon) (المجهز بالمعادلات اللازمة):

	A	B	C	D	E	F
1	FID	Lat	Long	nlat	nlon	
14	13	28.5098	32.9097	80	135	
15	14	28.0098	31.9097	79	133	
16	15	28.0098	32.4097	79	134	
17	16	28.0098	32.9097	79	135	
18	17	28.0098	33.4097	79	136	
19	18	27.5098	32.4097	78	134	
20	19	27.5098	32.9097	78	135	
21	20	27.5098	33.4097	78	136	
22	21	27.0098	32.4097	77	134	
23	22	27.0098	32.9097	77	135	
24	23	27.0098	33.4097	77	136	
25	24	27.0098	33.9097	77	138	
26	25	27.5098	33.9097	78	138	
27	26	29.0098	32.9097	81	135	
28		29.48	32.12	83	134	
29	الإسكندرية	29.92	31.2	84	131	
30	الصويرة	33.25148	44.77054	91	162	
31						
32						
33						
34						
35						

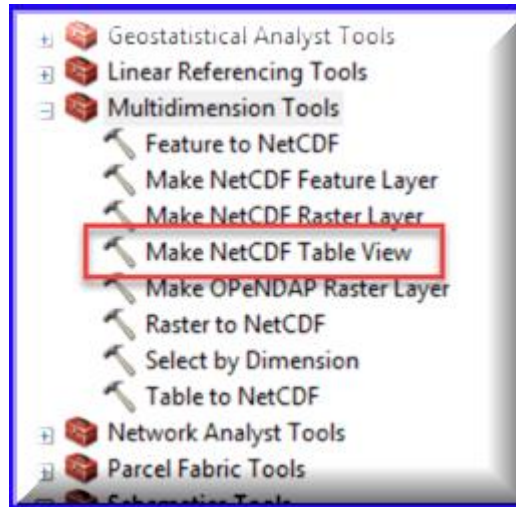
الشكل (1.2) إدخال الإحداثيات الجغرافية لمحطة الصويرة إلى ملف الإكسل

والنتيجة ستكون كمايلي:

Nlon= 162

Nlat= 91

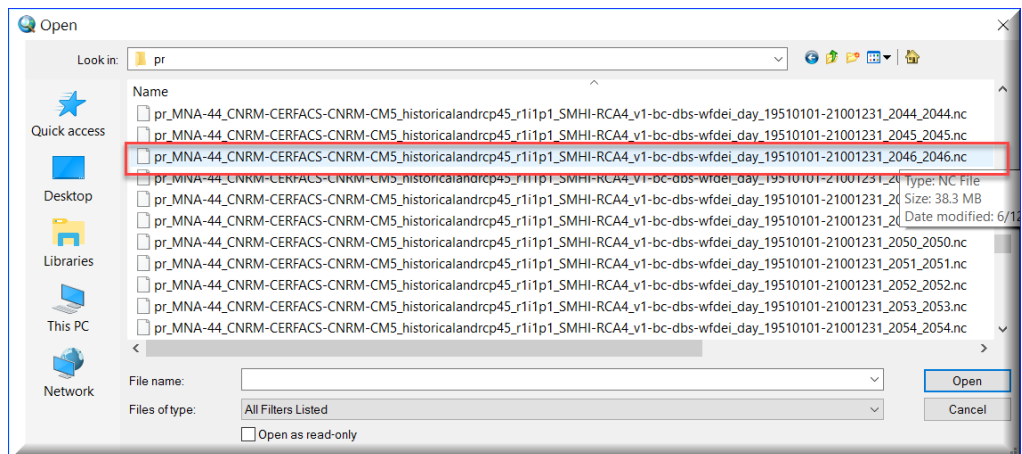
نستخدم الأداة **Make NetCDF Table View** الموجودة تحت أدوات Multidimension Tools لإنشاء جدول يحتوي البيانات المناخية اليومية المستخلصة من ملف NetCDF عند موقع معين.



الشكل (2.2) الأداة **Make NetCDF Table View** ضمن نافذة **Arctoolbox**.

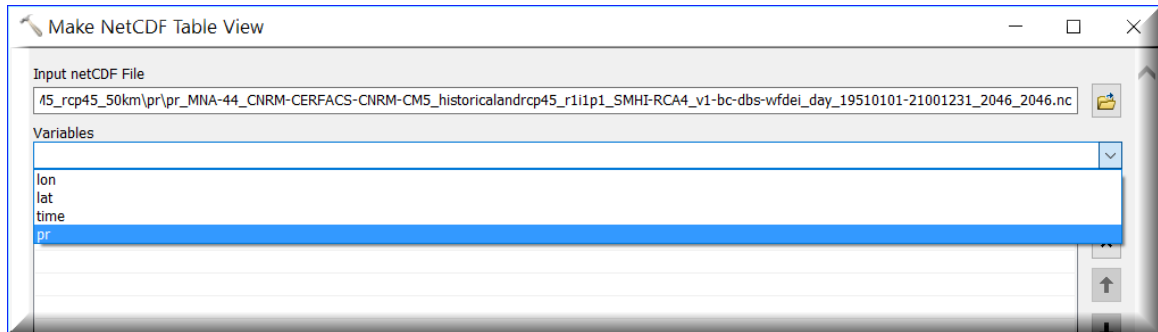
من نافذة **Make NetCDF Table View** نختار:

1. من أجل **Input netCDF Table View** : نختار ملف **NetCDF** الخاص بالعام 2046 من ملف التساقطات اليومية.



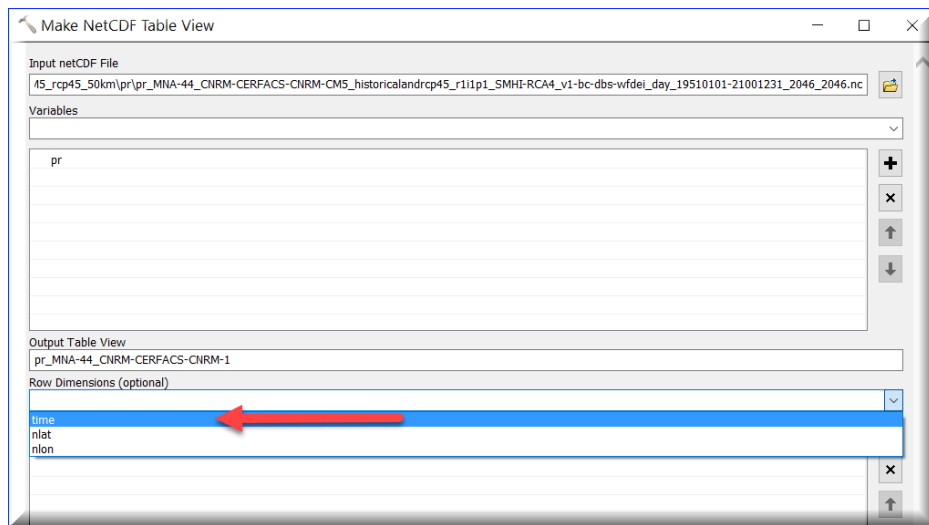
الشكل (3.2) اختيار ملف التساقطات اليومية الخاصة بسنة 2046 ضمن نافذة **Make NetCDF Table View**

2. من أجل Variables : نحدد المتحول من القائمة المنسدلة وهو Pr



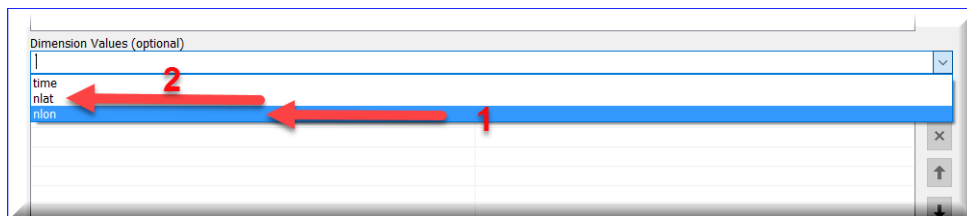
الشكل (4.2) اختيار المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Table View

3. من أجل Row Dimensions : نختار من القائمة المنسدلة Time



الشكل (5.2) اختيار المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Table View

4. من أجل Dimension values : نختار أولاً nlon ثم nlat .



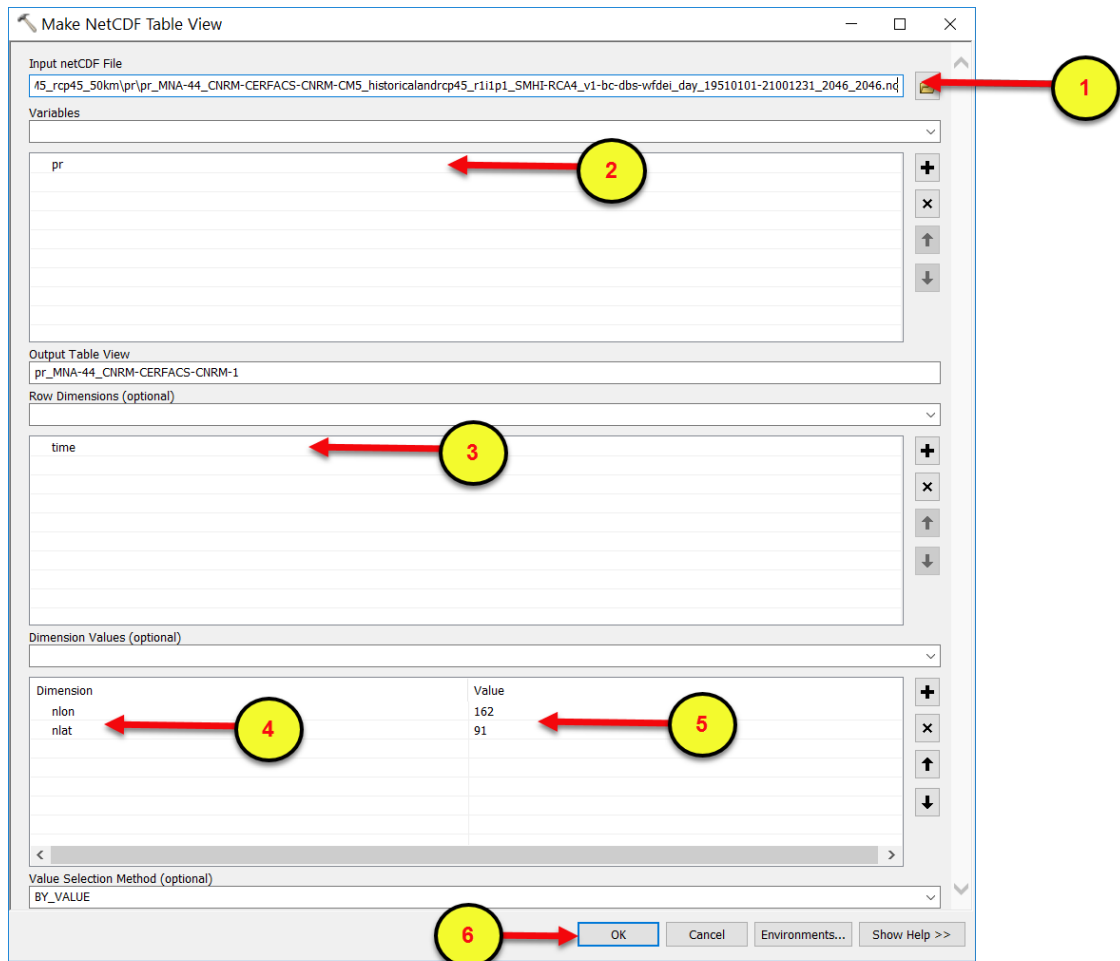
الشكل (6.2) اختيار البعدين x و y ضمن نافذة Make NetCDF Table View

5. من أجل Value : ندخل قيم إحداثيات الموقع: 162 = Nlon و 91 = Nlat

Dimension	Value
nlon	162
nlat	91

الشكل (7.2) إدخال إحداثيات الموقع ضمن نافذة Make NetCDF Table View

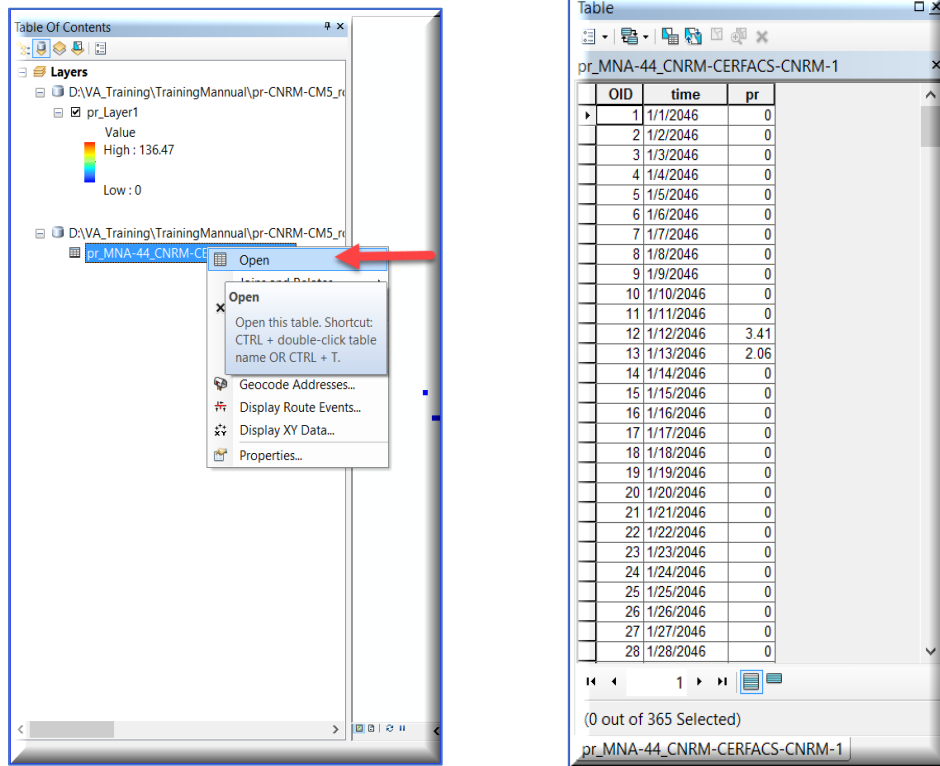
6. ننقر ok



الشكل (8.2) نافذة Make NetCDF Table View

1 استعراض النتيجة وهي جدول يبين التساقطات اليومية للعام 2046 واحدها مم/اليوم

يظهر الجدول في قائمة المحتويات في ArcMap باسم "pr_MNA-44_CNRM-CERFACS-
"CNRM-1"، من أجل استعراضه ننقر باليمين ونختار Open



الشكل (9.2) استعراض جدول بيانات التساقطات اليومية الناتج.

سيتم توليد جدولٍ للقيم في الموقع المطلوب لاحظ الدقة الزمنية لملف NetCDF والتي تُستخدم في توليد القياسات الصحيحة للمتحوّل المناخي المدروس. على سبيل المثال، بيانات التساقطات عبارة عن بيانات يومية، لذلك تمثل القيم في الجدول بيانات التساقطات اليومية مم/يوم. وكذلك الأمر بالنسبة للمتحوّلات المناخية الموسمية، فوحدات القياس تكون على شكل يوم/فصل/سنة.

التمرين الثالث حول استخلاص سلسلة زمنية يومية لسنوات متعددة من ملفات
NetCDF باستخدام Model Builder
المطلوب : استخلاص قيم التساقطات اليومية للفترة 1951 - 2100 بحسب نموذج المناخ العالمي
CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 لمحطة الصويرة في العراق للفترة
الممتدة بين 2100-1951

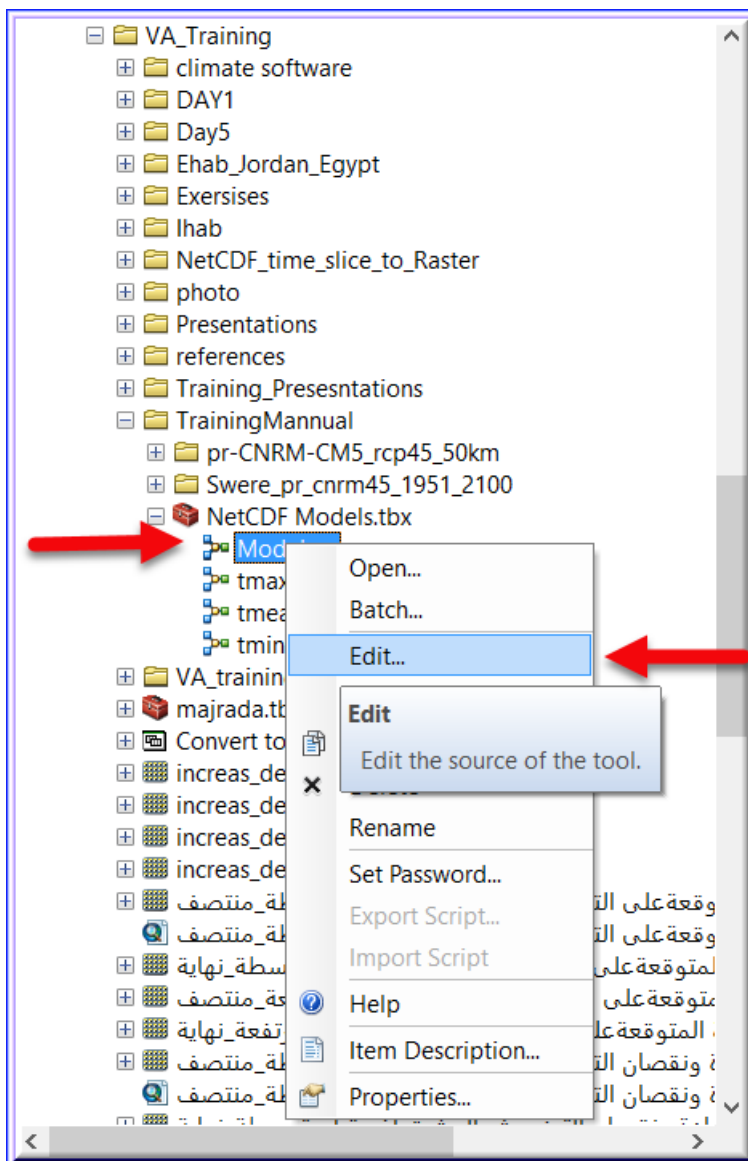


الشكل (1.3) موقع محطة الصويرة في العراق.

البيانات المتاحة:

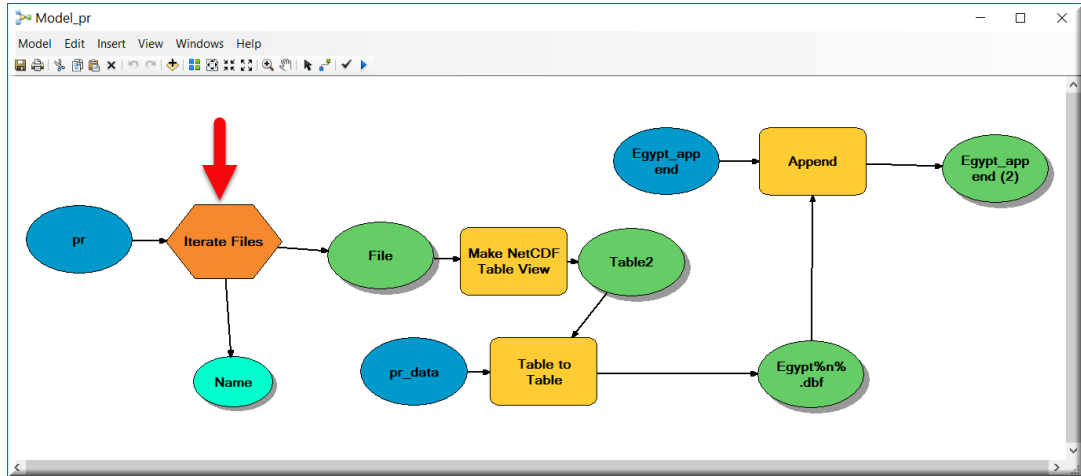
1. إحداثيات المحطة Long = 44.770541°E Lat= 33.25148°N
2. المجلد " pr-CNRM-CM5_rcp45_50km " الذي يحتوي ملفات NetCDF كل ملف يحتوي بيانات التساقطات اليومية لسنة كاملة.
- 3- النموذج الذي تم بناؤه باسم Model_pr والموجود تحت الأداة NetCDF Models.tbx:

نفتح النموذج Model-Pr بالنقر عليه باليمين ثم اختيار Edit



الشكل (2.3) فتح النموذج الخاص بالتساقيات من واجهة ArcCatalog.

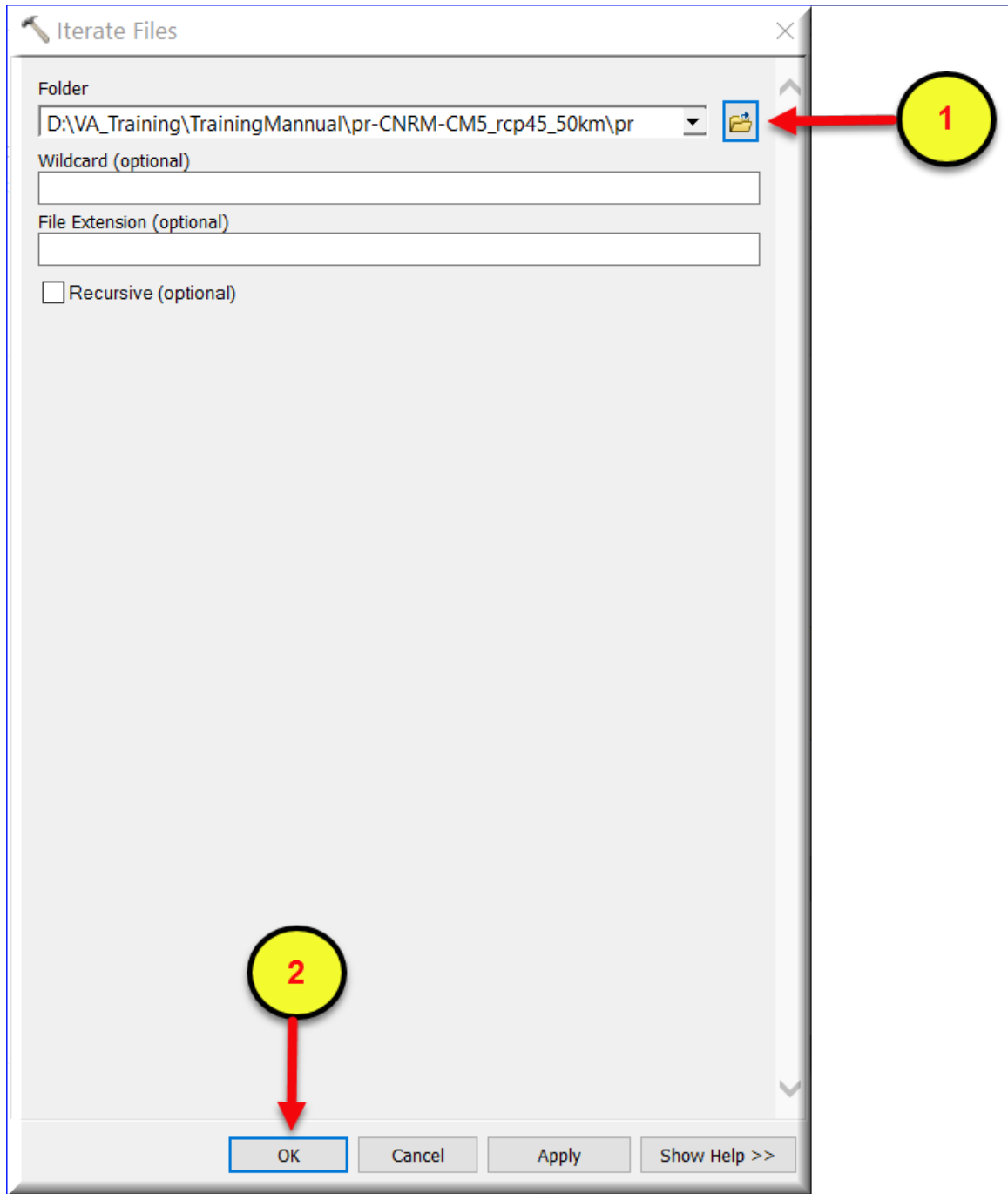
ضمن النموذج نقرة مزدوجة على أيقونة Iterate Files :



الشكل (3.3) Iterate Files ضمن نافذة Model_pr.

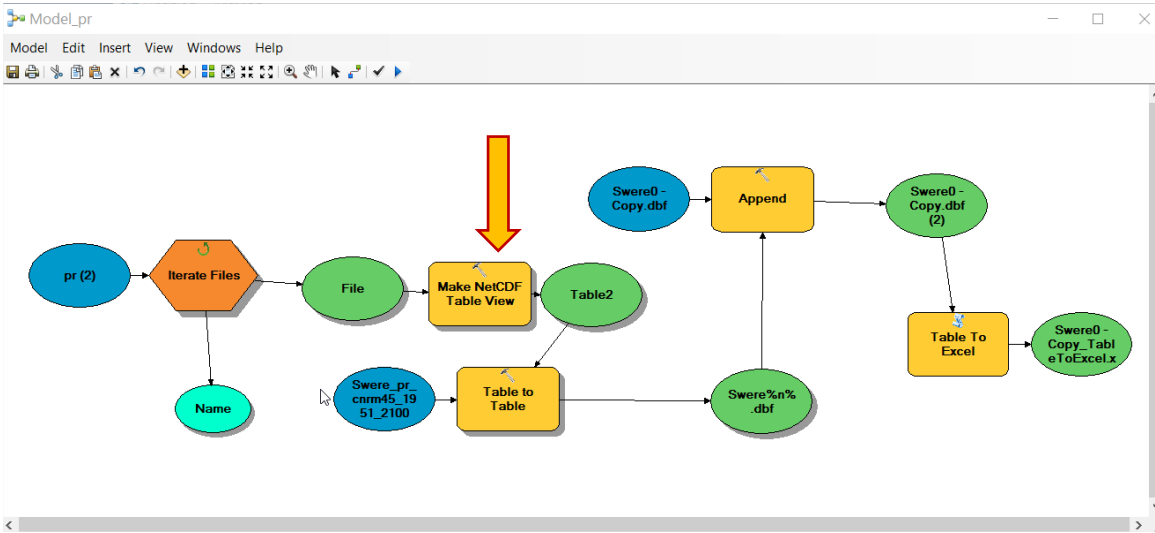
من نافذة Iterate Files :

1. نحدد من حقل Folder مكان الملف الذي يحتوي ملفات NetCDF للتساقطات خلال الفترة 1951 – 2100 وهو متواجد ضمن المجلد “pr-CNRM-CM5_rcp45_50km”
2. ثم ننقر Ok



الشكل (4.3) تحديد المجلد الذي يحوي بيانات التساقطات اليومية ضمن نافذة Iterate Files.

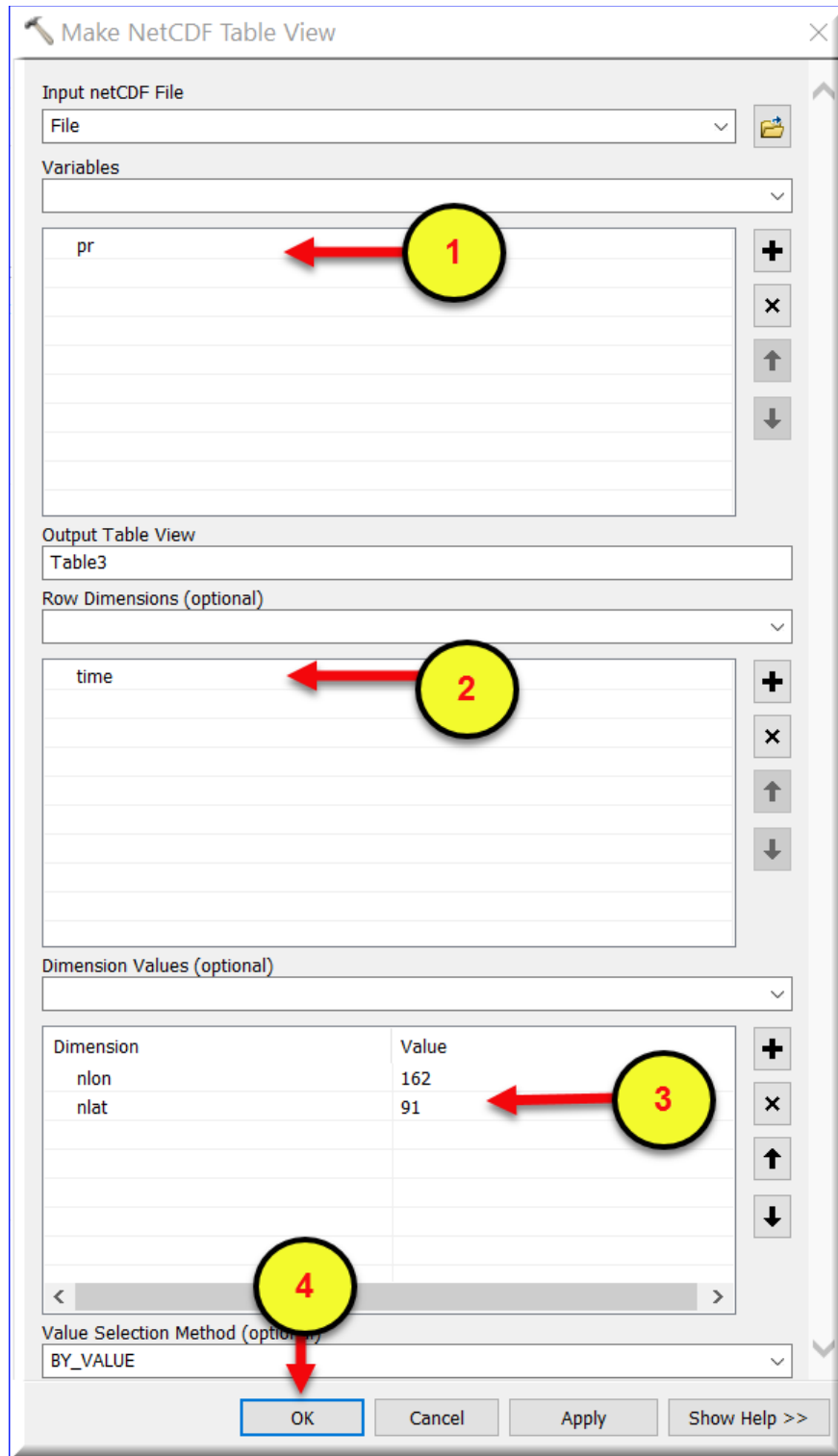
: Make NetCDF Table View ضمن النموذج نقرة مزدوجة على أيقونة



الشكل (5.3) استدعاء الأداة Make NetCDF Table View ضمن نافذة Model_pr.

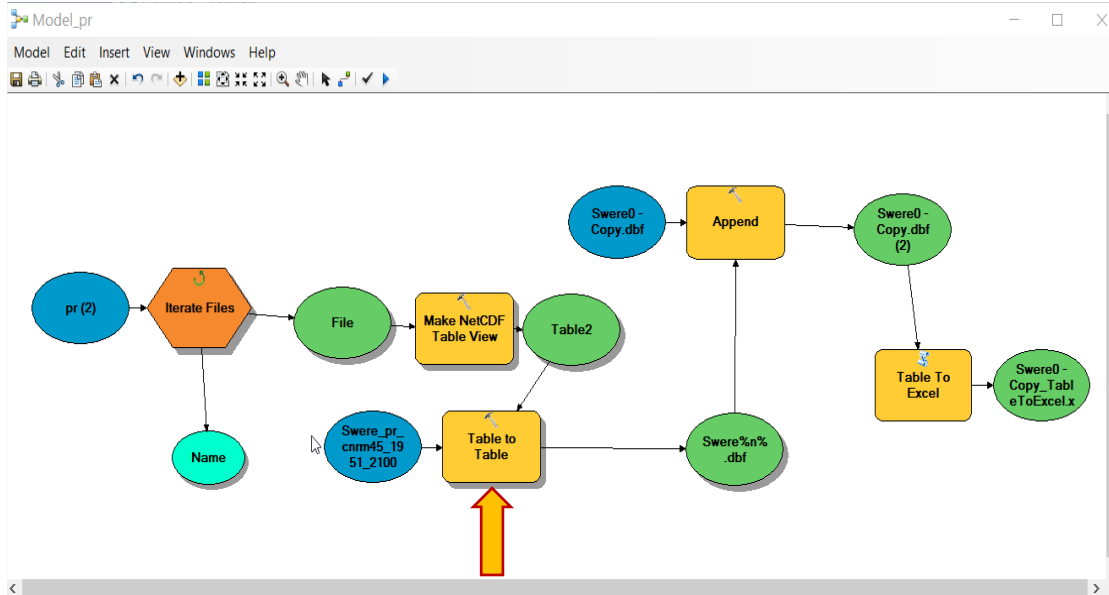
من نافذة Make NetCDF Table View

1. نختار المتحول من القائمة المنسدلة وهو التساقطات pr
2. نختار من القائمة المنسدلة Row Dimensions = Time
3. ندخل قيم إحداثيات موقع الصورة nlon = 162 و nlat= 91
4. ننقر ok



الشكل (6.3) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة Make NetCDF Table View

ضمن النموذج نقرة مزدوجة على أيقونة Table to Table :



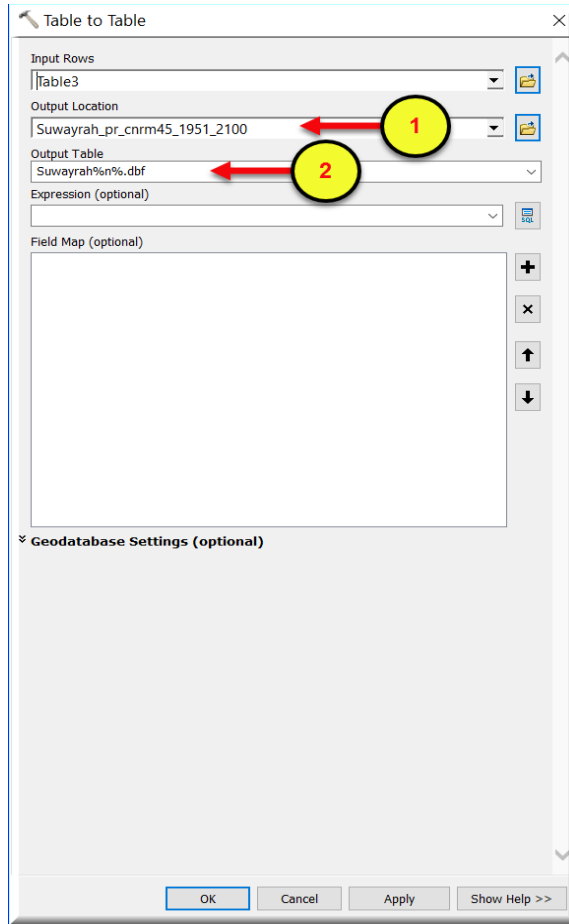
الشكل (7.3) استدعاء الأداة Table to Table ضمن نافذة Model_pr..

ضمن نافذة

1. نحدد الملف الذي سيتم جمع الجداول الناتجة لكل سنة من السنوات داخله ،وليكن ملف

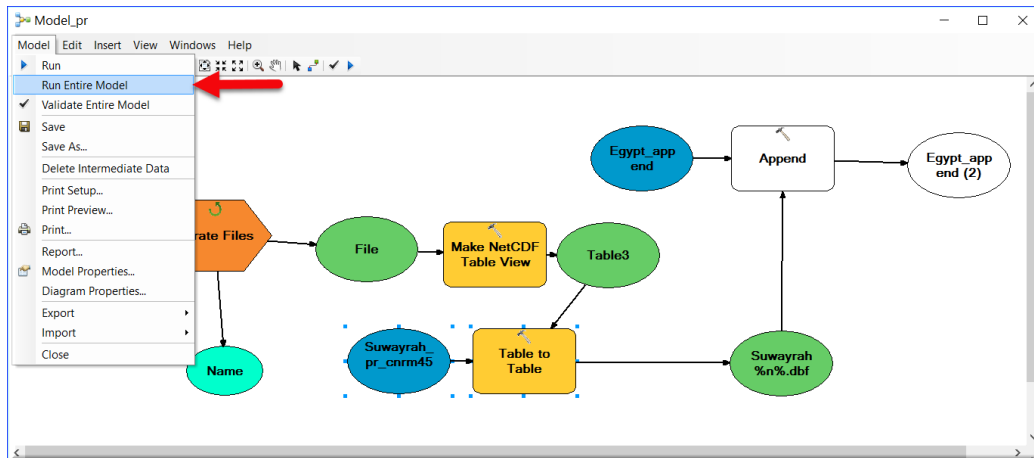
باسم Suwayrah_pr_cnrm45_1951_2100

2. نحدد أسماء الجداول الناتجة بالصيغة Suwayrah %n%.dbf



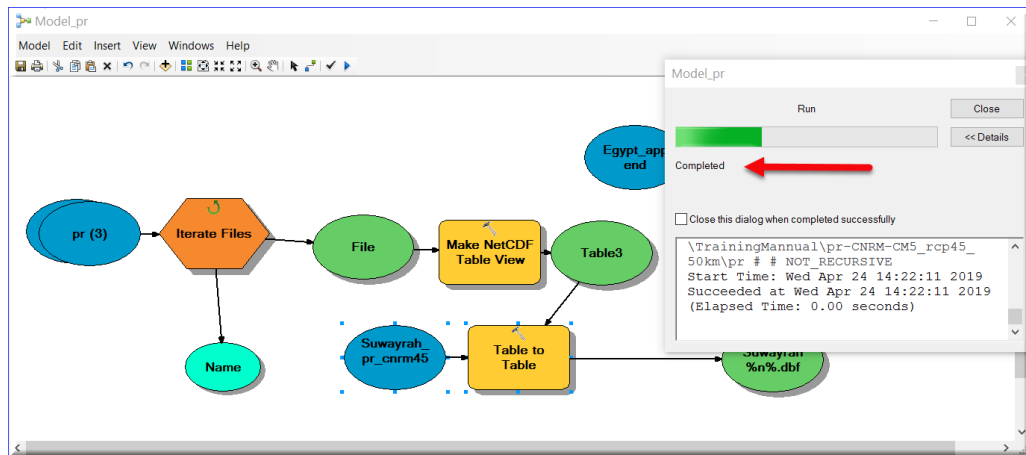
الشكل (8.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Table to Table .

نشغل النموذج بشكل جزئي من أجل توليد الجداول الخاصة بكل سنة من السنوات



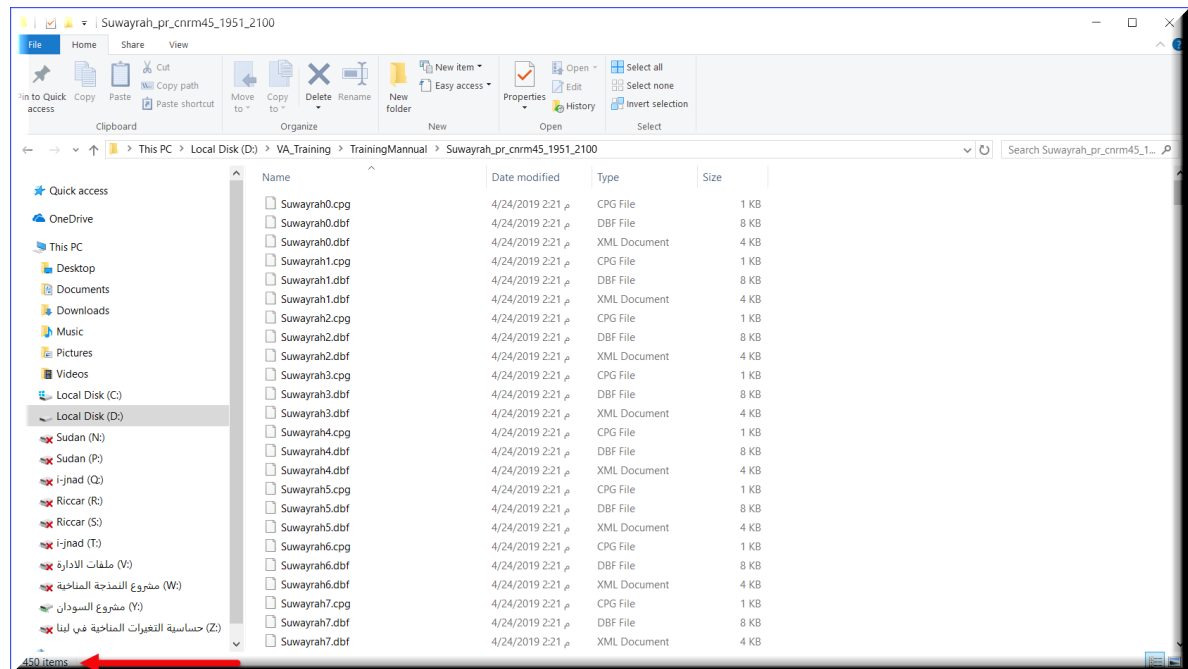
الشكل (9.3) تشغيل مرئلي للنموذج Model_pr.

عند انتهاء التشغيل تظهر النافذة مع إشارة Completed



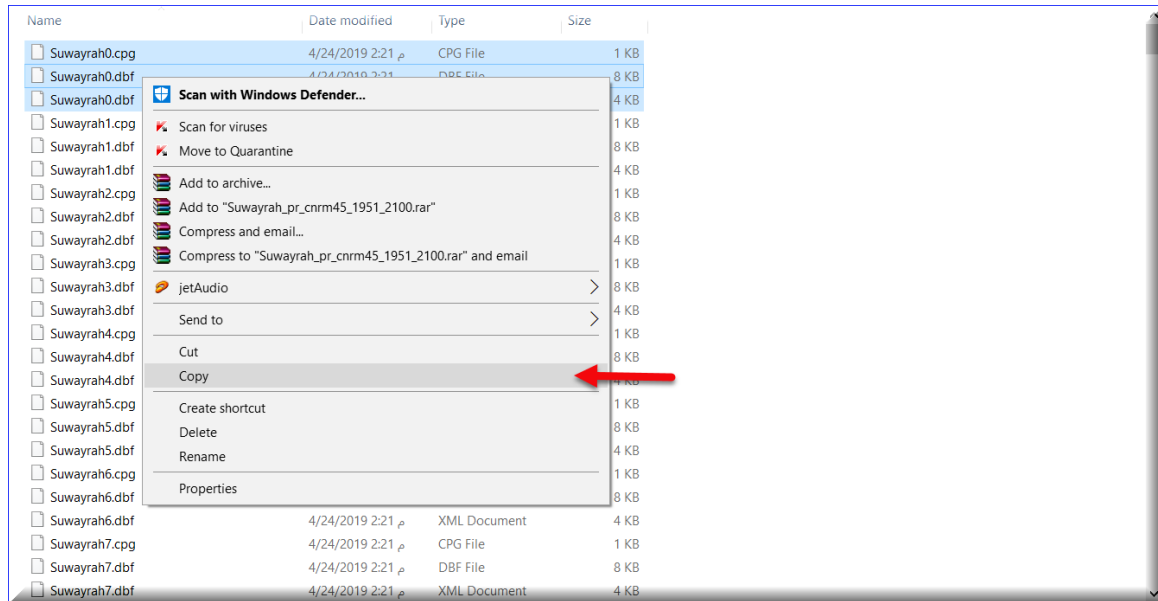
الشكل (10.3) انتهاء التشغيل المرحلي للنموذج Model_pr..

نفتح المجلد Suwayrah_pr_cnrm45_1951_2100 فنجد فيه 450 ملف ل 150 سنة (لكل سنة ثلاثة ملفات) .



الشكل (11.3) استعراض المجلد الناتج والذي يحوي 150 جدول بيانات مطرية يومية.

نقوم بنسخ أول ثلاثة ملفات والتي تمثل جدول التساقطات اليومية لأول سنة في الفترة المدروسة وهي سنة 1951 ،وتأخذ الملفات المنسوخة بشكل تلقائي الاسم Suwayrah0 – Copy

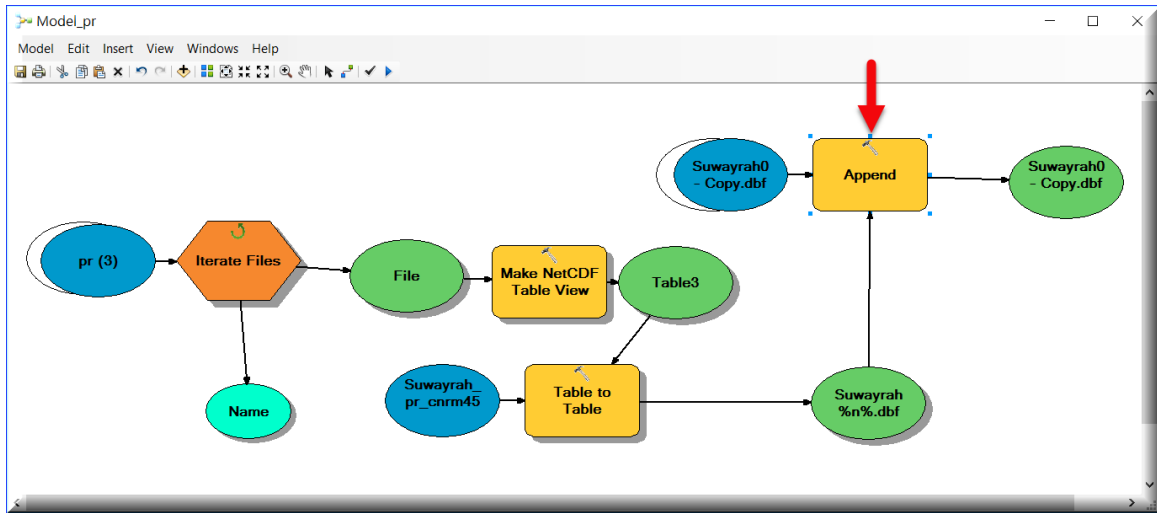


الشكل (12.3) نسخ أول جدول في المجلد.

Name	Date modified	Type	Size
Suwayrah0 - Copy.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah0 - Copy.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah0.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah0.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah0.dbf - Copy	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah0.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah1.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah1.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah1.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah2.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah2.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah2.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah3.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah3.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah3.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah4.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah4.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah4.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah5.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah5.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah5.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB
Suwayrah6.cpg	4/24/2019 2:21 م	CPG File	1 KB
Suwayrah6.dbf	4/24/2019 2:21 م	DBF File	8 KB
Suwayrah6.dbf	4/24/2019 2:21 م	XML Document	4 KB

الشكل (13.3) الجدول المنسوخ

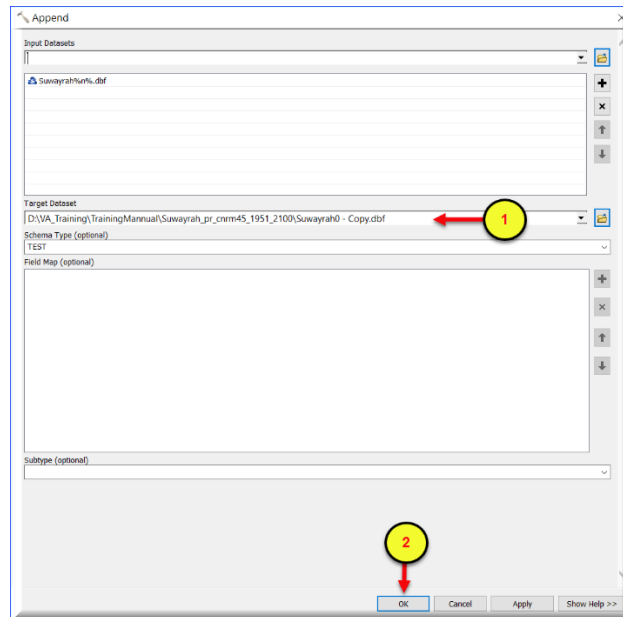
نقرة مزدوجة على Append من أجل تجميع 150 جدول تمثل 150 سنة ،ضمن جدول واحد :



الشكل (14.3) استدعاء الأداة Append ضمن نافذة Model_pr ..

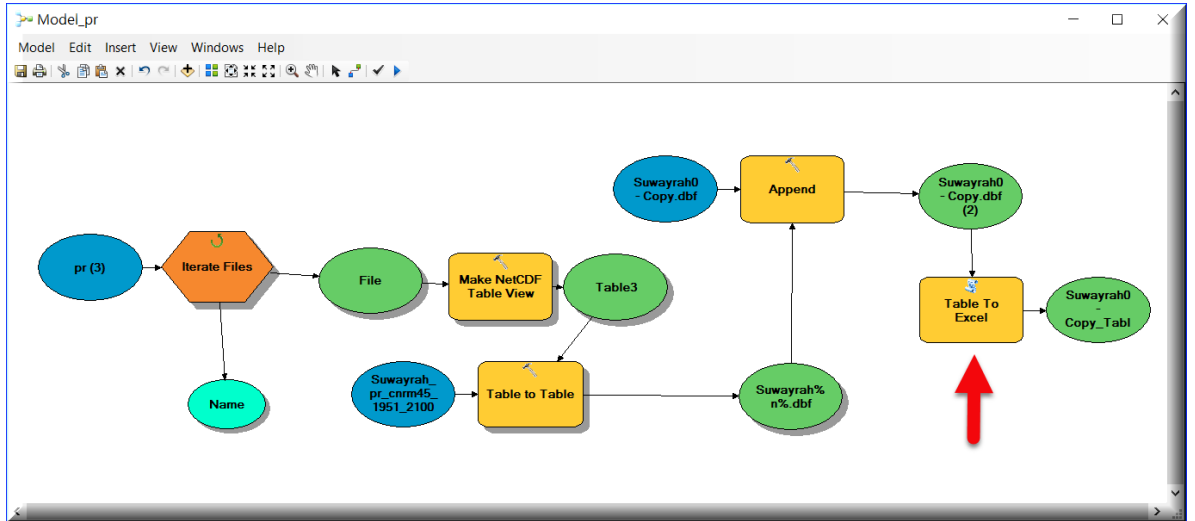
ضمن نافذة Append :

1. من أجل Target Dataset : نحدد الجدول الهدف الذي سيتم ضم جداول كل السنوات إليه (Suwayrah0 - Copy)
2. ننقر Ok



الشكل (15.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Append .

نقرة مزدوجة على أيقونة Table to Excel من أجل تحويل الجدول الناتج الذي يضم قيم التساقطات اليومية للفترة الممتدة بين 1951 – 2100 إلى صيغة Excel

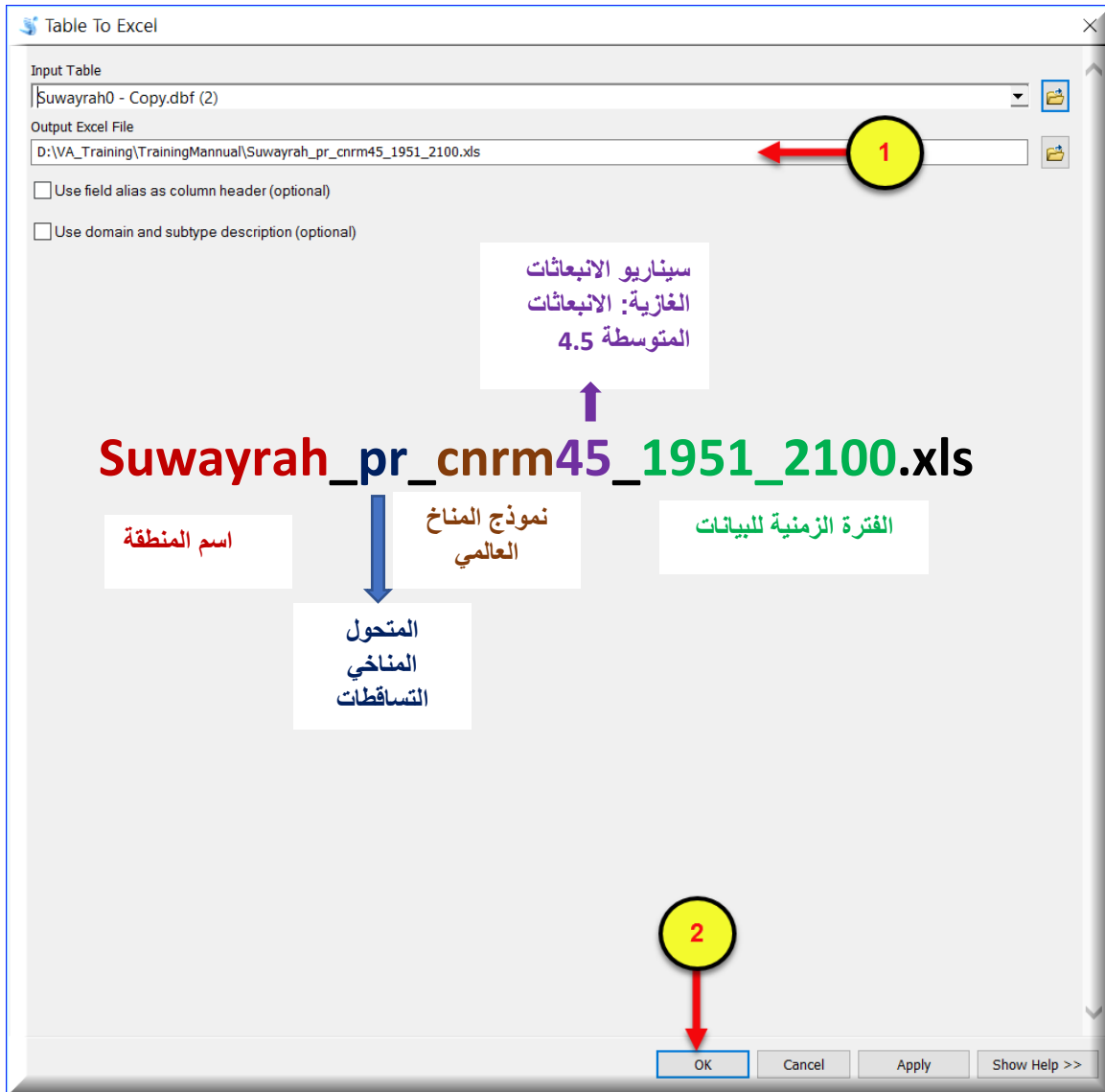


الشكل (16.3) استدعاء الأداة Table to Excel ضمن نافذة Model_pr..

: Table to Excel ضمن نافذة

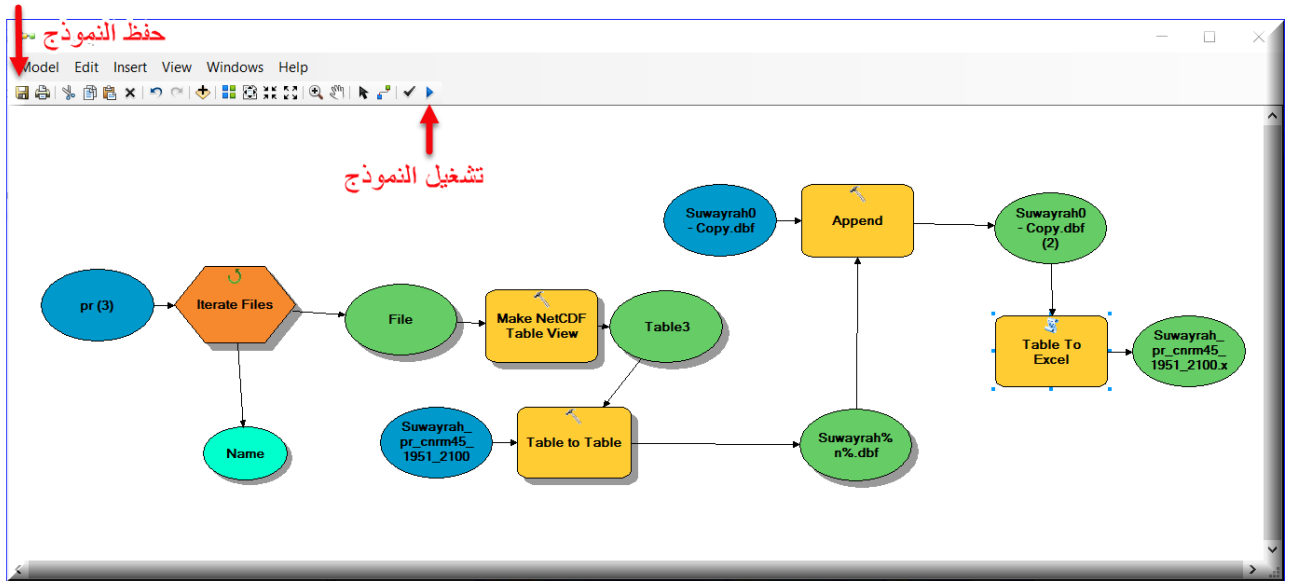
1. من اجل Output Excel File ندخل مسار تخزين واسم ملف الإكسل الناتج ، يفضل أن يتضمن اسم الملف كل من اسم المنطقة، والمتحول المناخي ونموذج المناخ العالمي ،وسيناريو الانبعاثات الغازية، و كذلك الفترة الزمنية التي تغطيها البيانات.

2. ننقر Ok



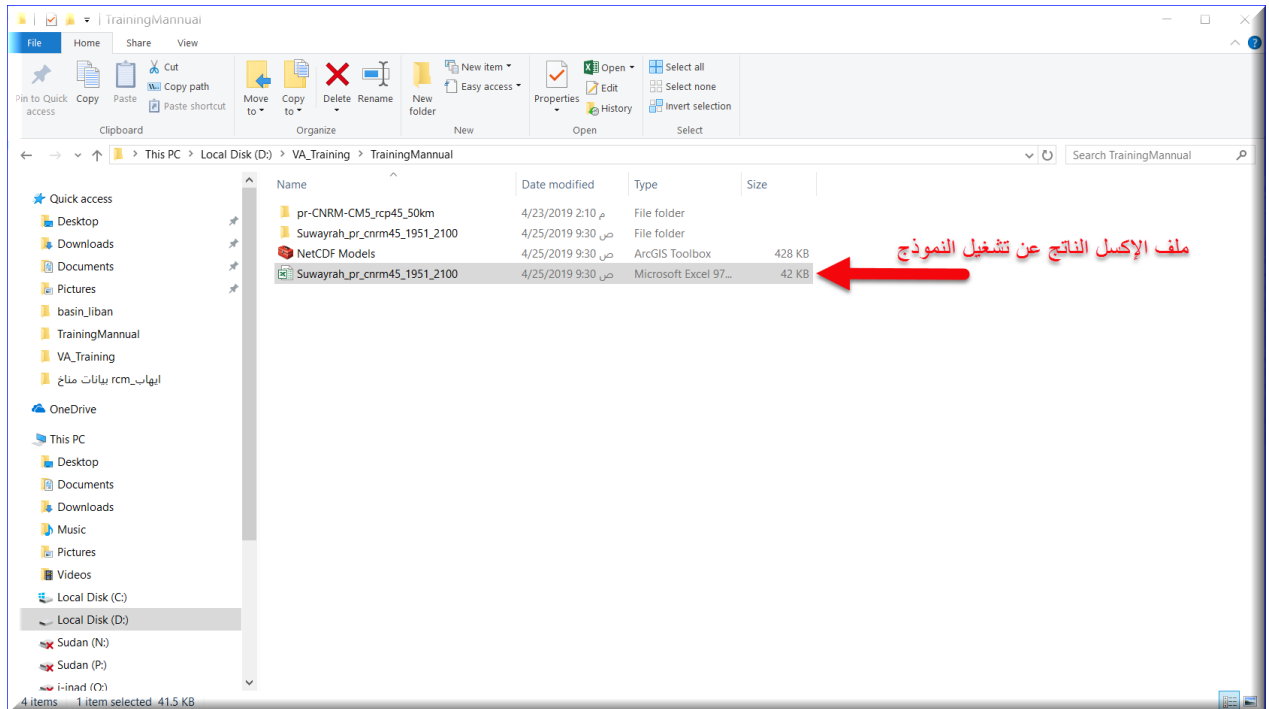
الشكل (17.3) إدخال البيانات اللازمة ضمن نافذة Table to Excel .

احفظ النموذج بأكمله ثم قم بتشغيله.



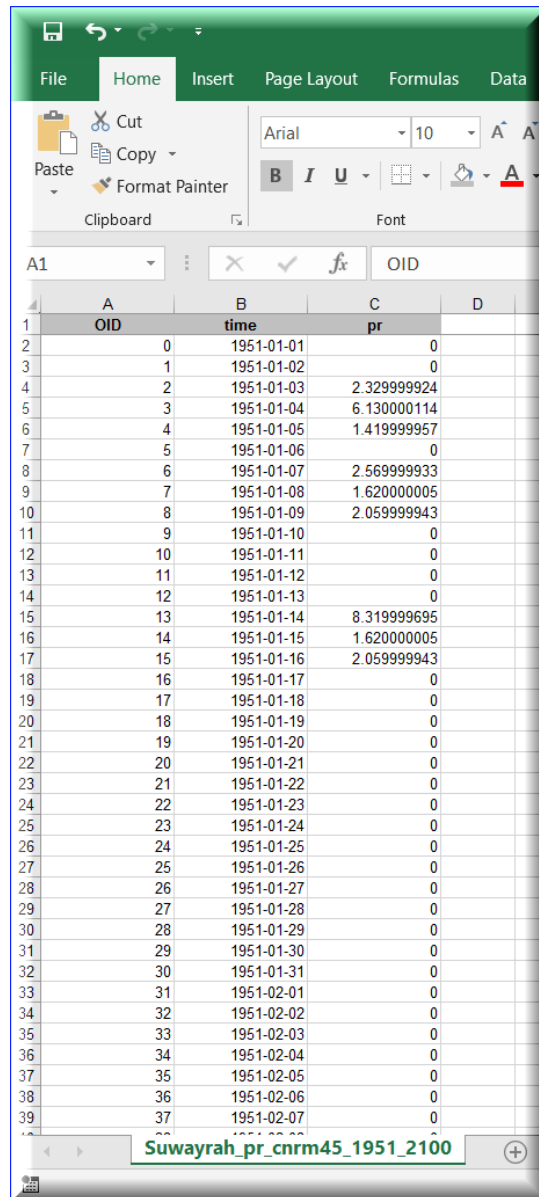
الشكل (18.3) حفظ النموذج Model_pr .

سيكون المخرج عبارة عن جدول بصيغة اكسل .



الشكل (19.3) المخرج النهائي لتشغيل النموذج.

يحتوي جدول الإكسل على قيم التساقطات اليومية (مم/يوم) المأخوذة من كل ملف NetCDF في الموقع المطلوب



	A	B	C	D
	OID	time	pr	
1				
2	0	1951-01-01	0	
3	1	1951-01-02	0	
4	2	1951-01-03	2.329999924	
5	3	1951-01-04	6.130000114	
6	4	1951-01-05	1.419999957	
7	5	1951-01-06	0	
8	6	1951-01-07	2.569999933	
9	7	1951-01-08	1.620000005	
10	8	1951-01-09	2.059999943	
11	9	1951-01-10	0	
12	10	1951-01-11	0	
13	11	1951-01-12	0	
14	12	1951-01-13	0	
15	13	1951-01-14	8.319999965	
16	14	1951-01-15	1.620000005	
17	15	1951-01-16	2.059999943	
18	16	1951-01-17	0	
19	17	1951-01-18	0	
20	18	1951-01-19	0	
21	19	1951-01-20	0	
22	20	1951-01-21	0	
23	21	1951-01-22	0	
24	22	1951-01-23	0	
25	23	1951-01-24	0	
26	24	1951-01-25	0	
27	25	1951-01-26	0	
28	26	1951-01-27	0	
29	27	1951-01-28	0	
30	28	1951-01-29	0	
31	29	1951-01-30	0	
32	30	1951-01-31	0	
33	31	1951-02-01	0	
34	32	1951-02-02	0	
35	33	1951-02-03	0	
36	34	1951-02-04	0	
37	35	1951-02-05	0	
38	36	1951-02-06	0	
39	37	1951-02-07	0	

الشكل (20.3) استعراض ملف بيانات التساقطات اليومية الناتج.

ملاحظة هامة: بما أنه تم نسخ 150 جدول إلى جدول أساسي Suwayrah0 – Copy فلا بد من الانتباه إلى أن هذا الجدول كان يحتوي بالأصل قيم التساقطات اليومية لسنة 1951 ، لذلك سنجد بيانات هذه السنة مكررة في ملف الاكسل لذلك لابد من حذف البيانات المكررة (البيانات للفترة الممتدة بين 1951/1/1 و 1951/12/31) فيبقى لدينا في الجدول نسخة واحدة للسنة 1951.

التمرين العملي الرابع حول استنتاج 365 شريحة Raster يومية من ملف NetCDF واحد، وتصديرها كملفات مستقلة بصيغة (* .tif) .

المطلوب استنتاج 356 شريحة Raster يومية مستقلة لقيم التساقطات للعام 2002 حسب نموذج

CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5، انطلاقا من ملفات NetCDF .

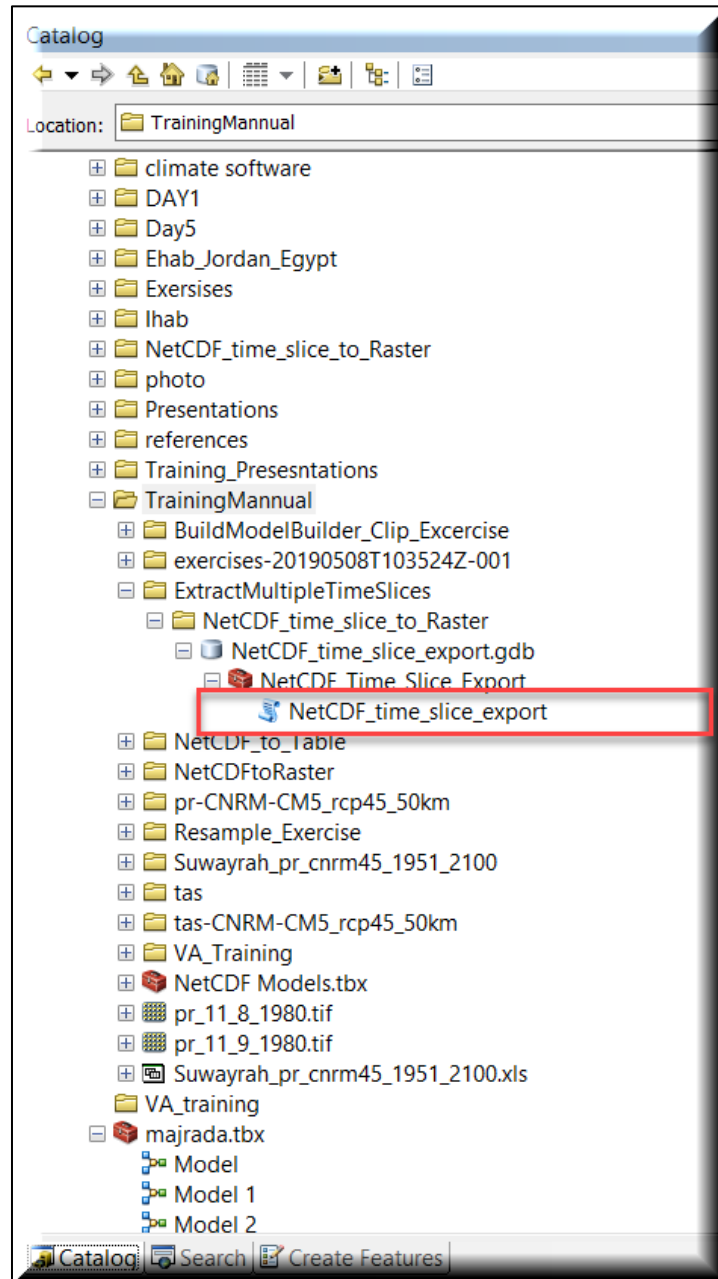
البيانات المتاحة:

مجلد (ExtractMultipleTimeSlices) الذي يتضمن:

1- السكريبت (الأداة) الخاصة بفصل الشرائح الزمنية من ملف NetCDF و اسمها NetCDF_Time_Slice_export .

2- بيانات هطولات مطرية يومية للعام 2002 في ملف NetCDF واحد.

محتويات المجلد ونلاحظ  ArcCatalog نستعرض ضمن واجهة كيف يظهر السكريبت الخاص باستخراج الشرائح الزمنية.



الشكل (1.4) السكريبت NetCDF_time_Slice_export الخاص بفصل الشرائح.

عرض ملف NetCDF كشريحة raster ضمن واجهة ArcMap

1. من صندوق الأدوات Arc Toolbox نقرة مزدوجة على أداة Make Netcdf Raster

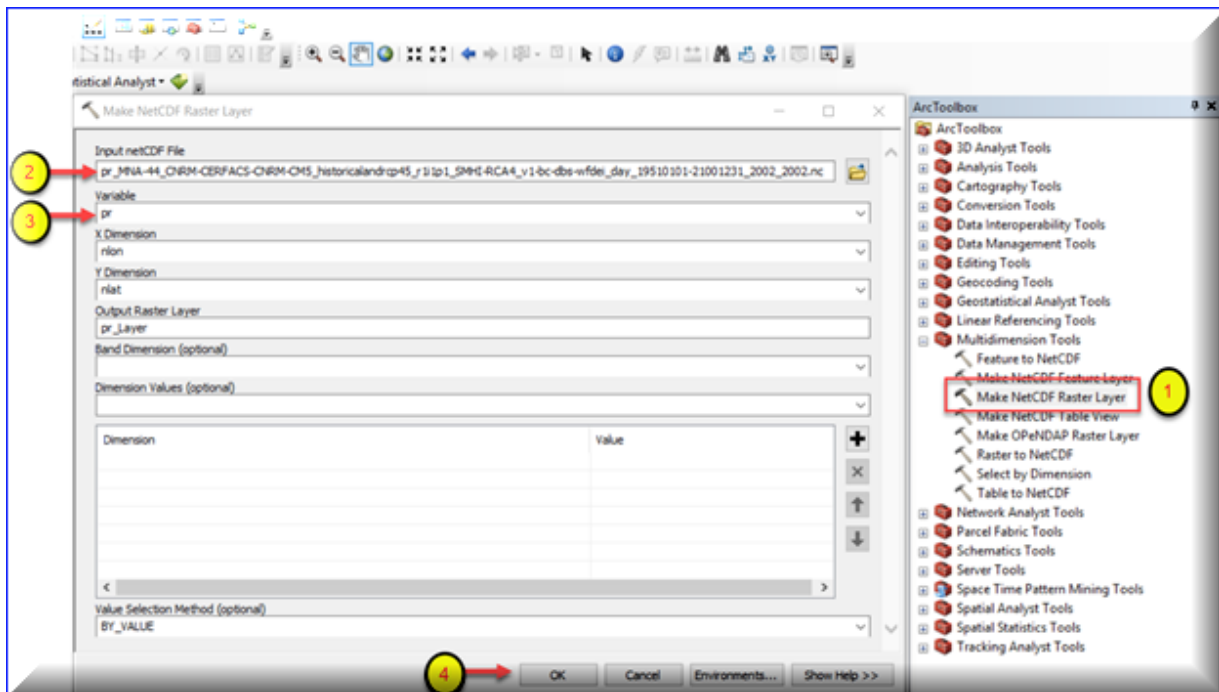
.Layer

2. من أجل Input NetCDF File : نحدد مسار ملف NetCDF للتساقطات اليومية لعام

2002

3. من أجل Variable : نحدد المتحول المناخي المدروس (التساقطات في هذا المثال Pr).

4. ننقر Ok

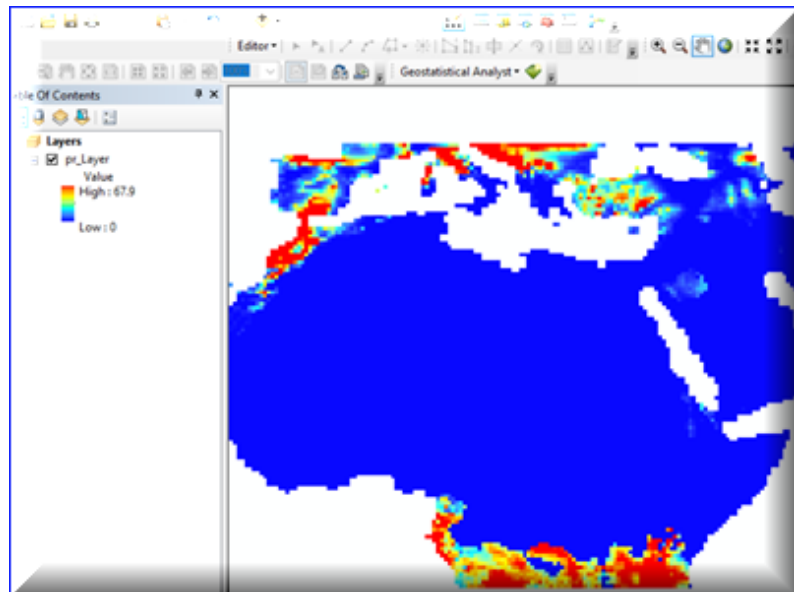


الشكل (2.4) نافذة الأداة Make Netcdf Raster Layer.

ملاحظة: بما أن الإحداثيات X-Dimension و Y-Dimension هي nlon و nlat ، ستظهر

الشريحة ضمن نظام الإحداثيات الخاص ببيانات ريكار.

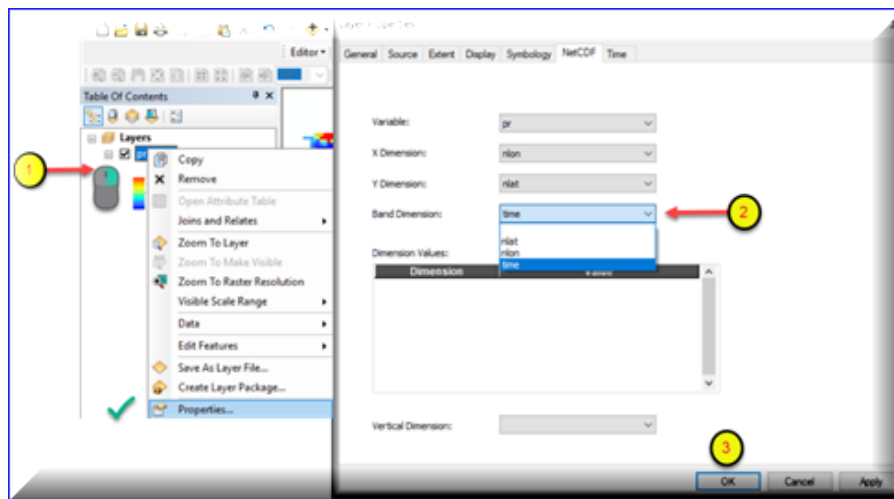
تظهر لدينا شريحة التساقطات للعام 2002 وهي شريحة مؤقتة باسم Pr_Layer التي تغطي النطاق العربي كما في الشكل:



الشكل (3.4) شريحة Raster التي تمثل التساقطات اليومية للعام 2002.

تغيير Band Dimension في خصائص شريحة الراستر Pr_Layer:

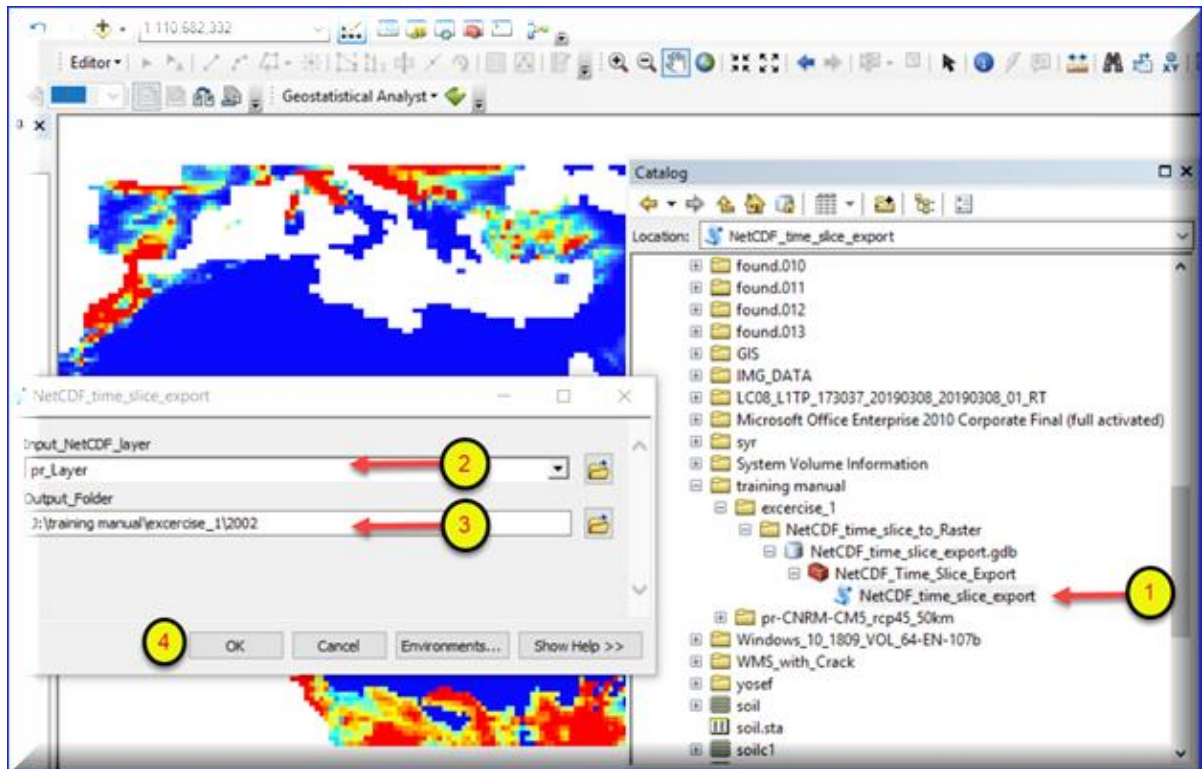
1. نضغط بالزر اليمين على الشريحة ونختار properties.
2. من أجل Band Dimension : نختار من القائمة المنسدلة time.
3. ننقر Ok



الشكل (4.4) تحديد الزمن Time كبعد ثالث.

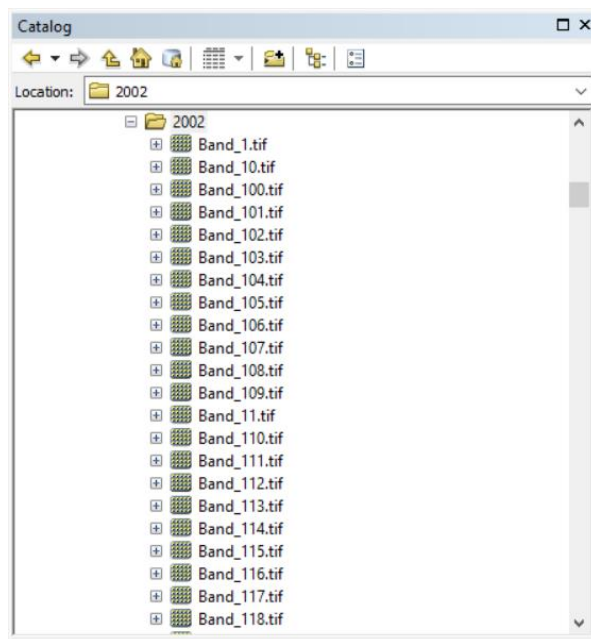
تنفيذ السكريبت لفصل شريحة التساقطات اليومية لعام 2002 إلى 365 شريحة :

1. من واجهة Arc Catalog نفتح سكريبت NetCDF_time_slice_export .
2. ضمن نافذة NetCDF_time_slice_export نحدد شريحة NetCDF المراد استخراج الشرائح الزمنية منها عبر الضغط على القائمة المنسدلة.
3. من أجل Output_Folder: نختار المجلد الذي سيتم تخزين المخرجات فيه . يفضل أن نقوم بإنشاء مجلد جديد للمخرجات ونسميه باسم "2002" مثلاً ليدل على العام المقصود.
4. Ok



الشكل (5.4) تنفيذ السكريبت الخاص بفصل الشرائح.

ضمن Catalog  نفتح المجلد "2002" لاستعراض المخرجات على شكل شرائح عددها 365 شريحة لاحقتها .tif



الشكل (6.4) استعرض مخرجات تنفيذ الكريبت وهي 365 شريحة بصيغة (.tif).

يجب ملاحظة أن أسماء الشرائح المستخرجة (Band_1,Band_2,Band_3.....) تدل على رقم اليوم في السنة الميلادية والتي من الممكن الاستدلال على التاريخ الدقيق لها من خلال الرابط: https://insidc.org/data/tools/doy_calendar.html

مثلا Band_100 هو المقابل للتاريخ : 10 نيسان 2002. يجب الانتباه للفرق ايضا بين السنة الكبيسة والعادية (موضح في نفس الموقع).

Normal Year					
Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun
1	32	60	91	121	152
2	33	61	92	122	153
3	34	62	93	123	154
4	35	63	94	124	155
5	36	64	95	125	156
6	37	65	96	126	157
7	38	66	97	127	158
8	39	67	98	128	159
9	40	68	99	129	160
10	41	69	100	130	161
11	42	70	101	131	162
12	43	71	102	132	163

الشكل (7.4) جدول بأرقام أيام السنة العادية.

التمرين العملي الخامس حول اقتطاع بيانات RICCAR المناخية

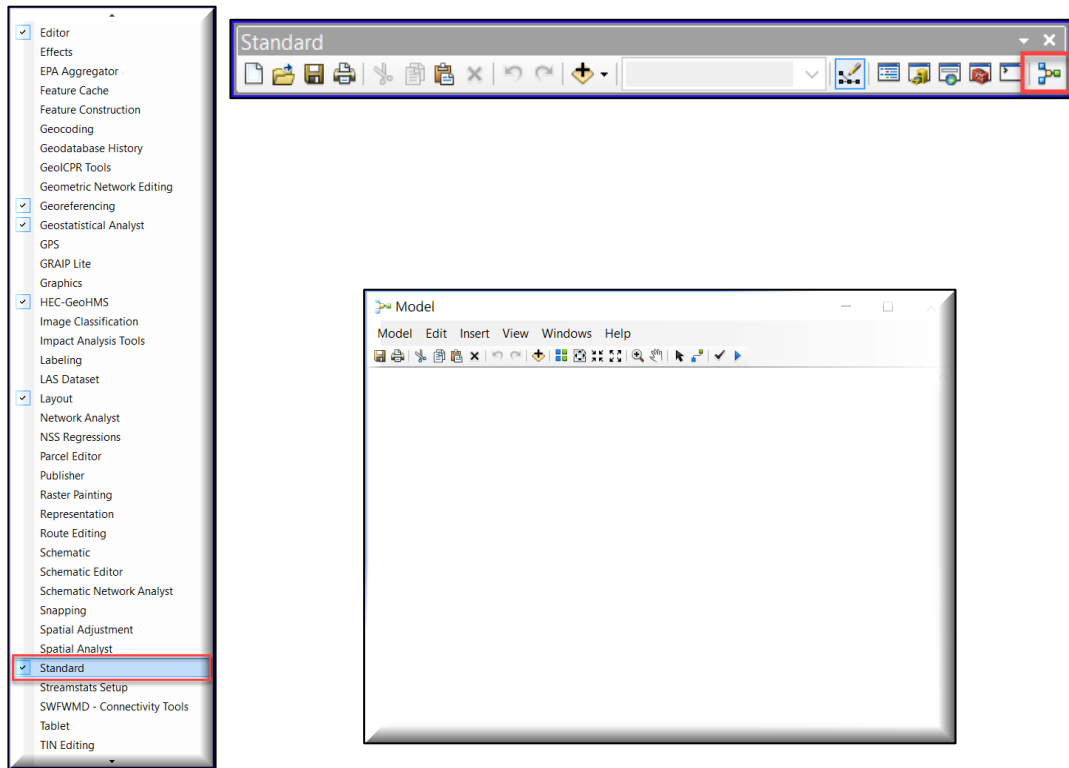
على منطقة اهتمام معينة

المطلوب : تصميم نموذج **Model Builder** لاقتطاع البيانات المناخية الخاصة بدرجات الحرارة اليومية للفترة 1951 – 2100 بحسب نموذج المناخ العالمي **CNRM-CM5** لسيناريو الانبعاثات المتوسطة **rcp 4.5** لمنطقة اهتمام تغطي جمهورية مصر العربية، وذلك إنطلاقاً من ملفات **NetCDF**.

البيانات المتاحة

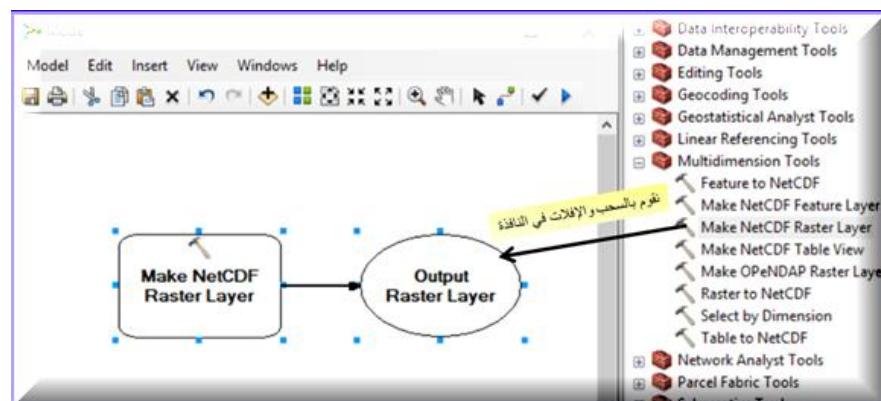
بيانات الحرارة اليومية للفترة 1951 – 2100 موجودة ضمن المجلد “Input”

افتح نافذة *Model Builder* من شريط الأدوات *Standard*



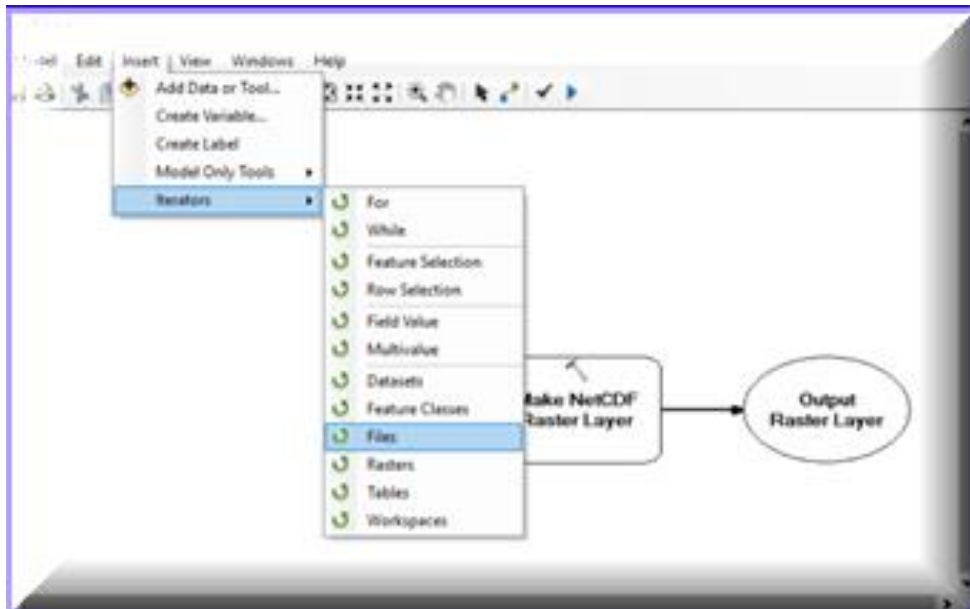
الشكل (1.5) فتح نافذة *Model Builder*.

ابدأ بسحب أداة *Make NetCDF Raster Layer* إلى واجهة *ModelBuilder*



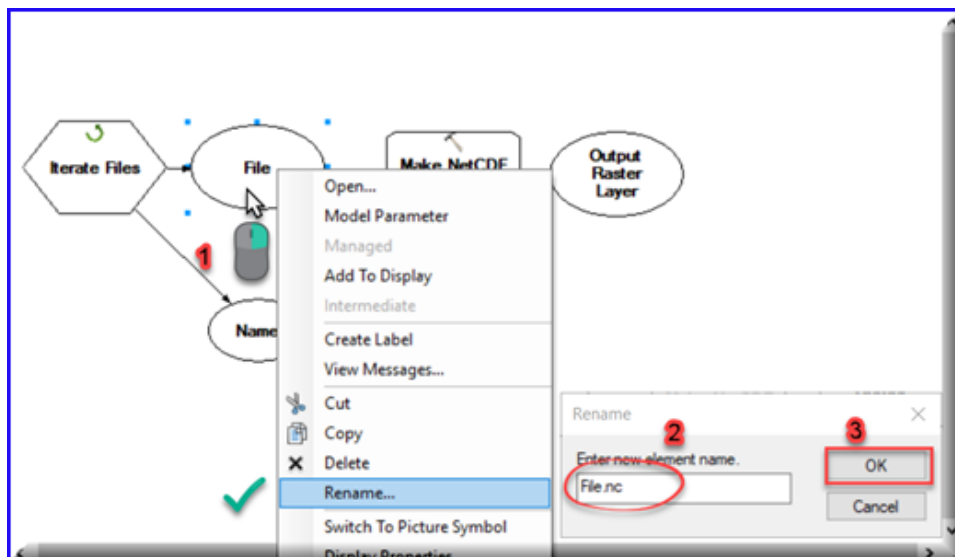
الشكل (2.5) إدخال الأداة *Make NetCDF Raster Layer* إلى نافذة *Model Builder*.

من قائمة Insert : اختر Files < Iterators < Files



الشكل (3.5) إدخال الأداة Iterate Files إلى نافذة Model Builder.

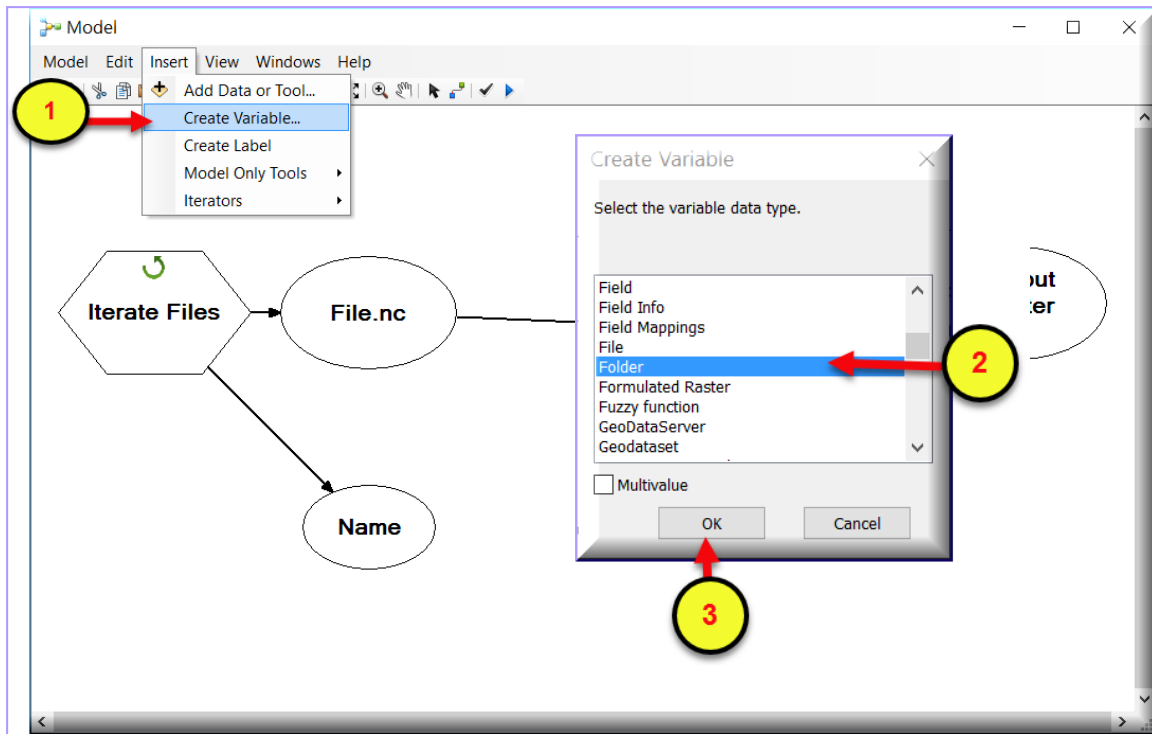
انقر باليمين على أيقونة File واختر Rename، ثم أضف .nc. لإلزام النموذج باختيار ملفات NetCDF فقط .



الشكل (4.5) تحديد ملفات من نوع NetCDF حصرا للأداة Iterate Files

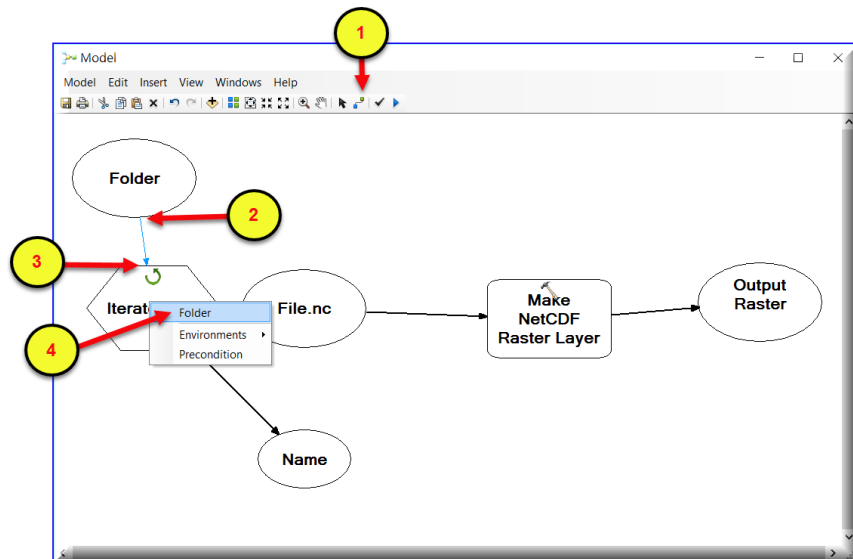
ملاحظة: لتجنب أي خلل في عمل النموذج لابد من حفظ كل ملفات NetCDF في مجلد واحد، على أن يكون اسم المجلد بما فيه أسماء المجلدات الأصل بأقصر ما يمكن وبدون أي رموز (- ، .) وتجنب خلط بارامترات المناخ المختلفة أو نماذج المناخ GCMS أو السيناريوهات RCPs.

من أجل تحديد المجلد الذي سيتم داخله عملية Iterate اختر *Folder < Create Variable < Insert*



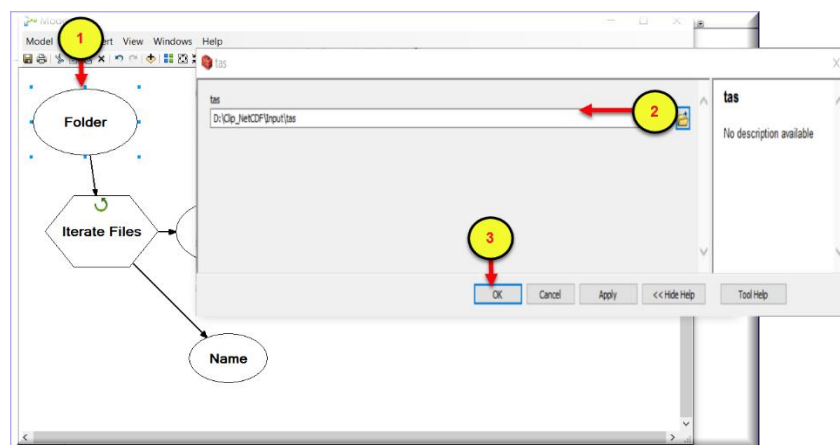
الشكل (5.5) تجهيز المجلد الذي سيتم ضمنه Iterate Files.

ثم اختر connect بين Folder و Iterate Files من أجل الاختيار المتكرر من Folder .



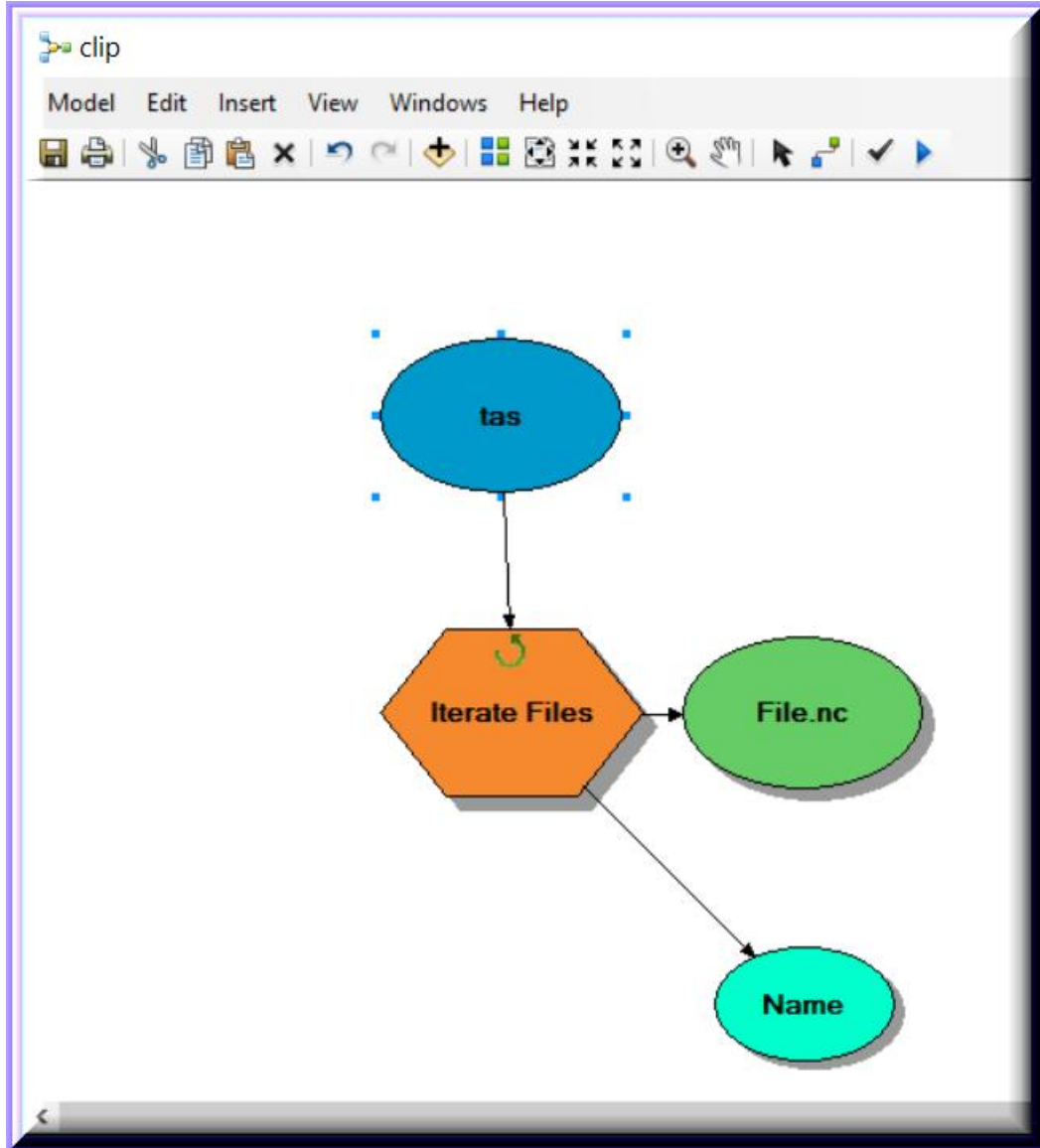
الشكل (6.5) ربط المجلد مع الأداة Iterate Files.

نقرة مزدوجة على أيقونة Folder واختار المجلد الخاص الذي تم حفظ ملفات NetCDF داخله "Input"



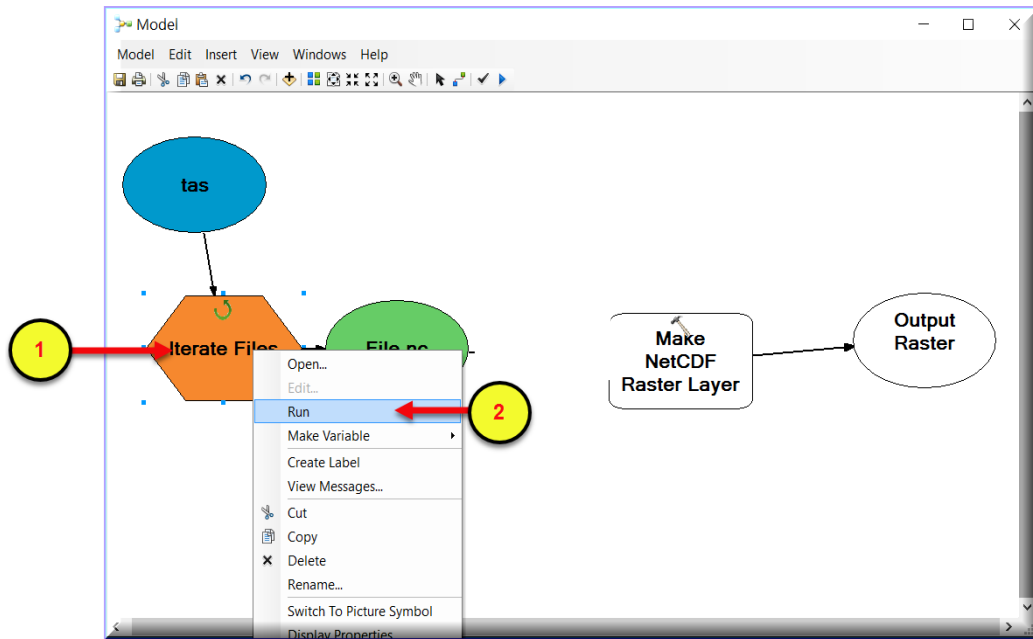
الشكل (7.5) إدخال المجلد الذي يحري ملفات NetCDF لأداة Iterate Files

عندئذ ستنحول الأيقونات في واجهة model builder إلى ملونة ما يدل على أن خطوة بناء النموذج الحالية تمت بشكل صحيح. بينما أيقونة *Make NetCDF Raster Layer* وأيقونة *Output Raster Layer* تبقى بدون اللون لأنها لم تكتمل بعد.



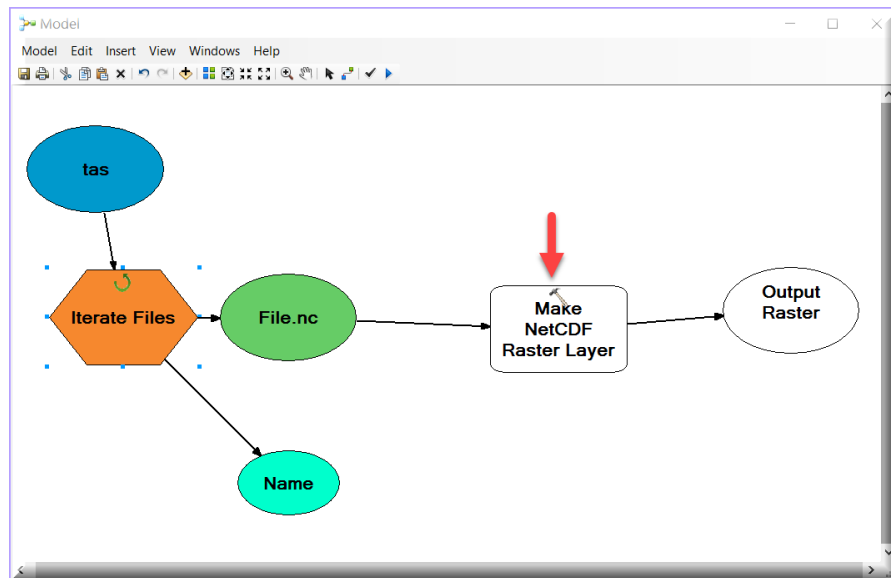
الشكل (8.5) جزئية النموذج المتعلقة بالأداة *Iterate Files* أصبحت جاهزة.

بعد تحديد المجلد الذي يحوي ملفات الحرارة السنوية للفترة 1951-2100 ،نقرة باليمين على أيقونة Iterate Files ثم اختر Run من أجل قراءة 150 ملف NetCDF داخل المجلد.



الشكل (9.5) تشغيل الأداة Iterate Files

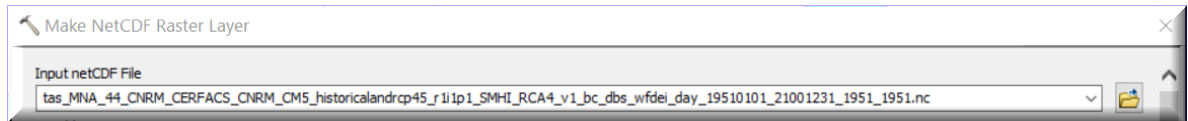
نقرة مزدوجة على أيقونة Make NetCDF Raster Layer:



الشكل (10.5) نقرة مزدوجة على أيقونة Make NetCDF Raster Layer

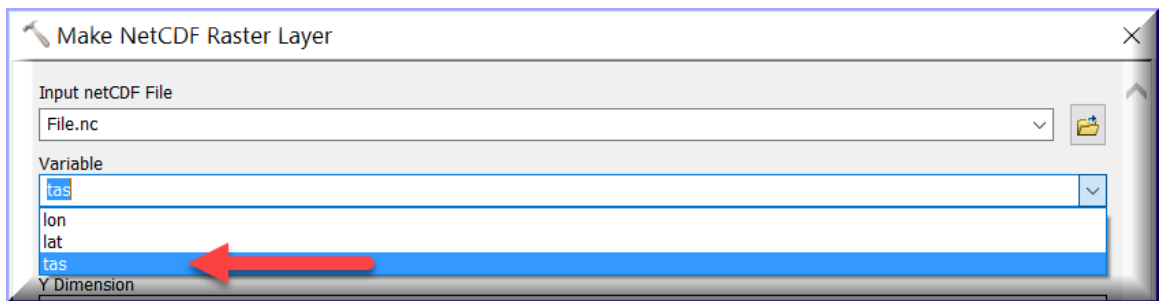
من نافذة Make NetCDF Raster Layer نتبع الخطوات التالية:

1. من أجل Input netCDF File: نختار أول ملف NetCDF موجود ضمن المجلد.



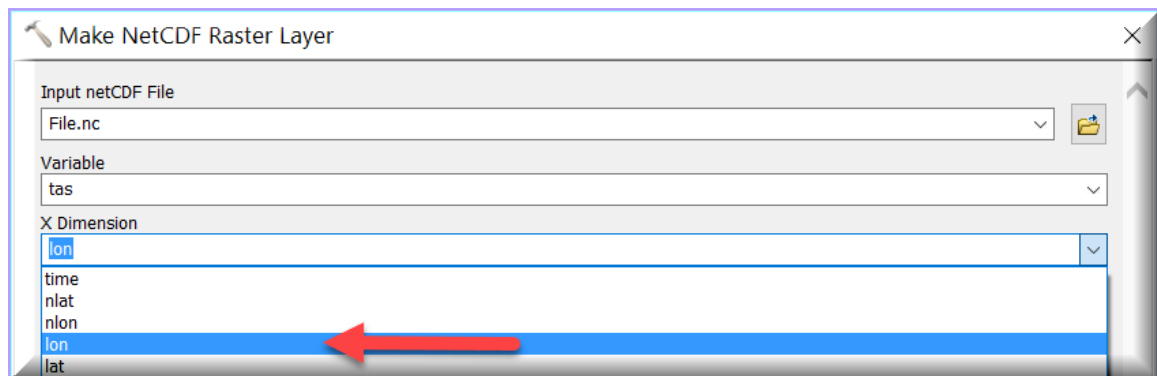
الشكل (11.5) إدخال أول ملف NetCDF ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer

2. من أجل Variable: نختار المتحول المناخي المطلوب من القائمة المنسدلة وهو tas



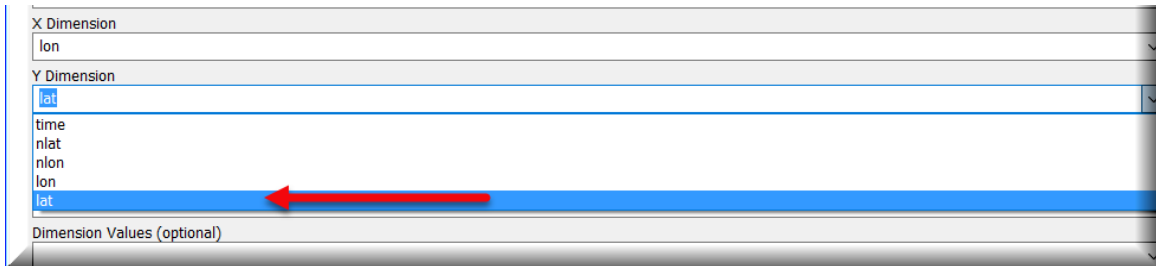
الشكل (12.5) إدخال المتحول المناخي ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer

3. من أجل X Dimension: نختار من القائمة المنسدلة lon



الشكل (13.5) إدخال البعد x ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer

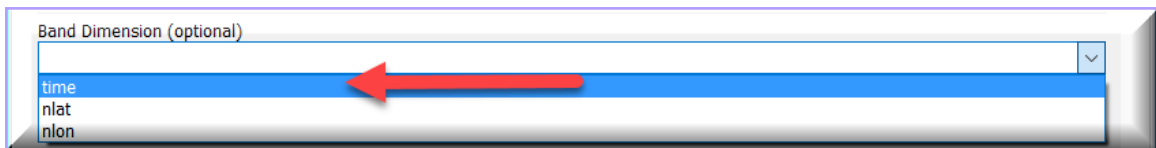
4. من أجل Y Dimension :نختار من القائمة المنسدلة lat



الشكل (14.5) إدخال البعد y ضمن نافذة *Make NetCDF Raster Layer*

5. من أجل Output Raster Layer : نترك اسم الشريحة الناتجة بدون تغيير

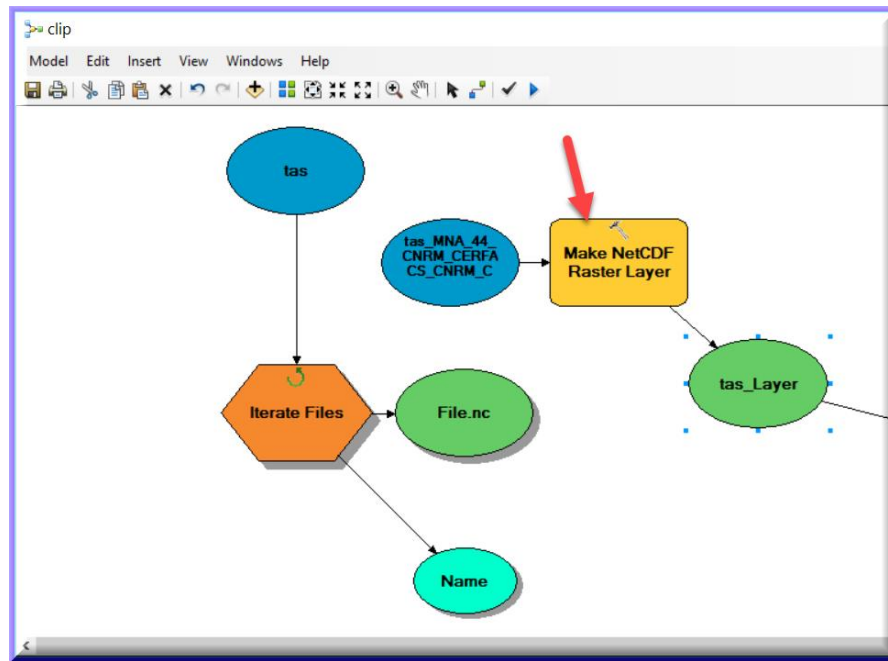
6. من أجل Band Dimension : نختار من القائمة المنسدلة Time .



الشكل (15.5) إدخال البعد Time ضمن نافذة *Make NetCDF Raster Layer*

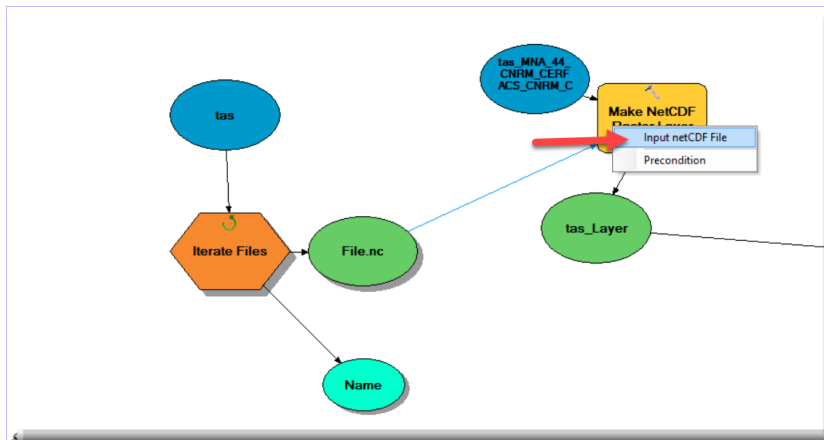
7. ننقر Ok

وبذلك نلاحظ ان جزئية النموذج المتعلقة ب Make NetCDF Raster Layer أصبحت ملونة مما يدل على انها جاهزة للتشغيل.



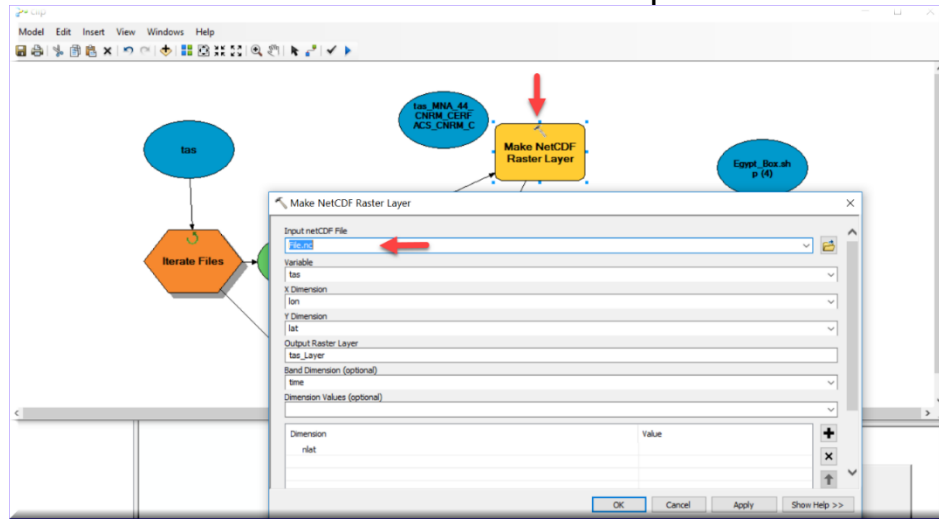
الشكل (16.5) الجزئية Make NetCDF Raster Layer جاهزة

ولكن قبل التشغيل لا بد من اختيار الأداة connect  للربط بين File.nc والأداة Make NetCDF Raster Layer



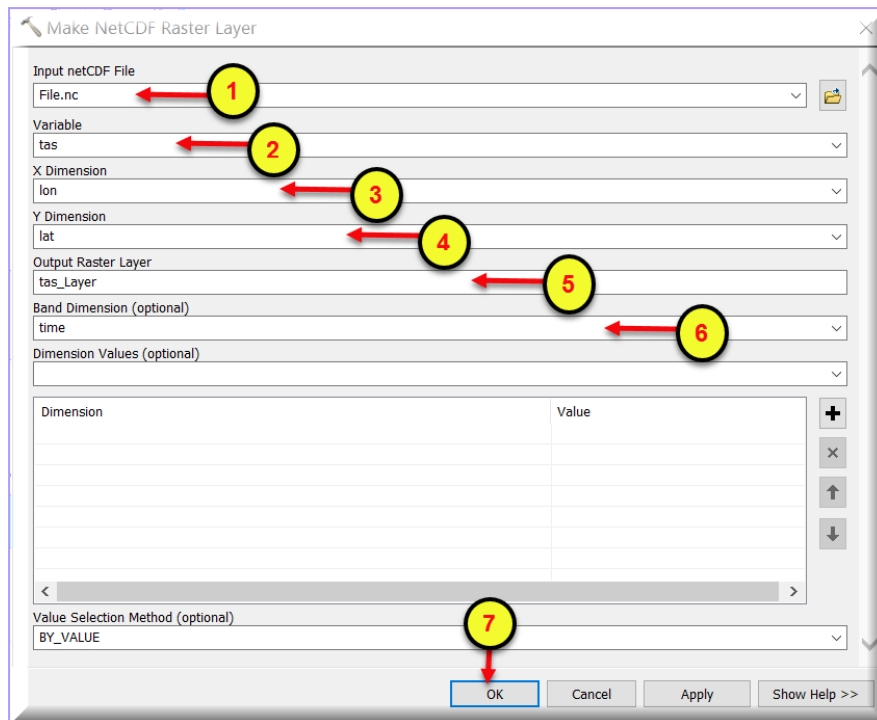
الشكل (17.5) ربط المجلد الذي يحوي ملفات NetCDF مع تعليمة Make NetCDF Raster Layer

ثم ننقر مرة أخرى على أيقونة Make NetCDF Raster Layer لتتأكد أن File.nc موجودة ضمن الحقل Input NetCDF File .



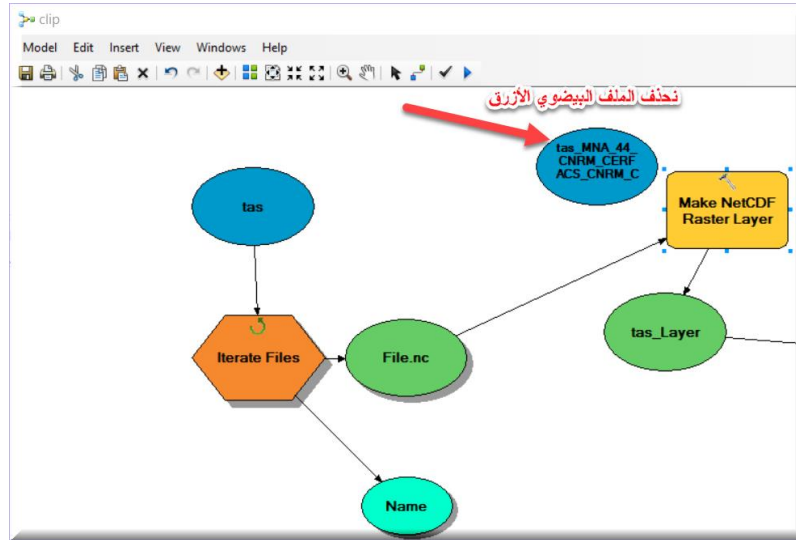
الشكل (18.5) التحقق من معلومات نافذة Make NetCDF Raster Layer

والشكل (19.5) يوضح الشكل النهائي للمعلومات المدخلة إلى نافذة Make NetCDF Raster Layer .



الشكل (19.5) المعلومات المدخلة إلى نافذة Make NetCDF Raster Layer

يدل الشكل البيضوي الأزرق على ان ملفات NetCDF سوف تتداخل مع تلك في الشكل البيضوي الأخضر للملف File.nc، بكل الأحوال يمكن الاستغناء عن الملف البيضوي الأزرق بعمل Delete .

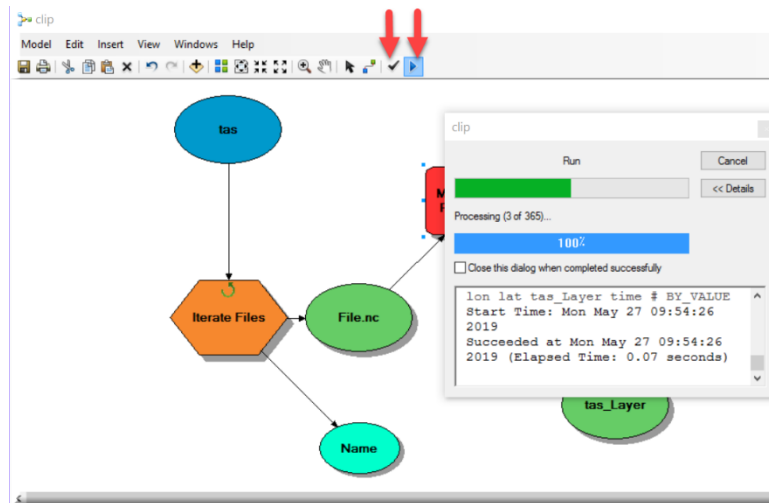


الشكل (20.5) حذف الشكل البيضوي الأزرق الذي يحوي أول ملف NetCDF تم إدخاله.



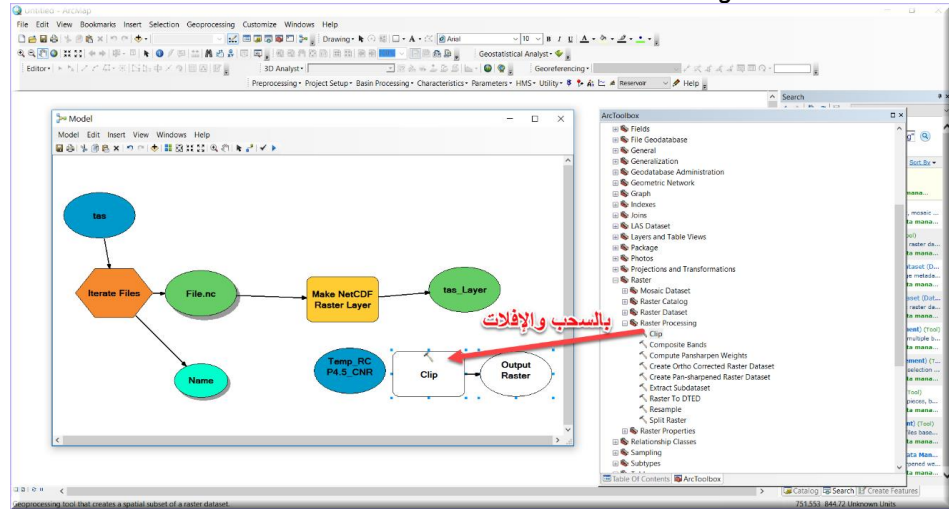
نعمل Validate Entire Model ثم Run

للتأكد من أن كل شيء يسير على مايرام.



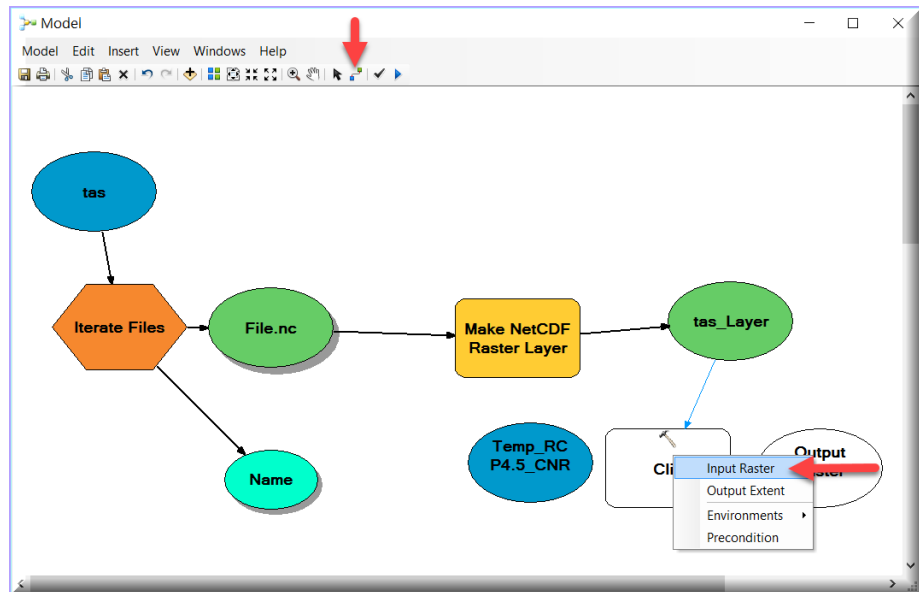
الشكل (21.5) تشغيل مرحلي للنموذج

إضافة الخطوة الأخيرة: Clip من أجل قص الشرائح النقطية Rasters التي نتجت من ملفات NetCDF .
أضف إلى واجهة Model Builder الأداة Clip الموجودة في المسار
Raster Processing < Raster < Tools



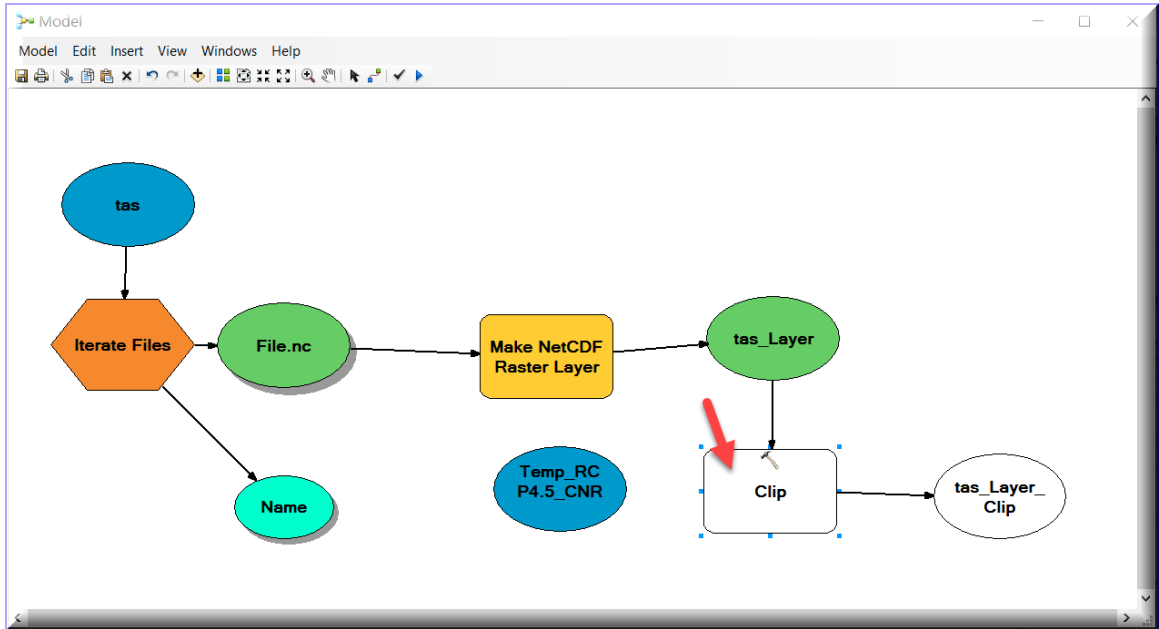
الشكل (22.5) إدخال الأداة Clip إلى نافذة النموذج

ثم اختر Connect يبدأ من الشكل البيضوي الأخضر (tas_layer) إلى التعليمة Clip



الشكل (23.5) الربط بين الشرائح الناتجة عن أداة Make NetCDF Raster Layer و الأداة Clip

نقرة مزدوجة على أيقونة *Clip* :

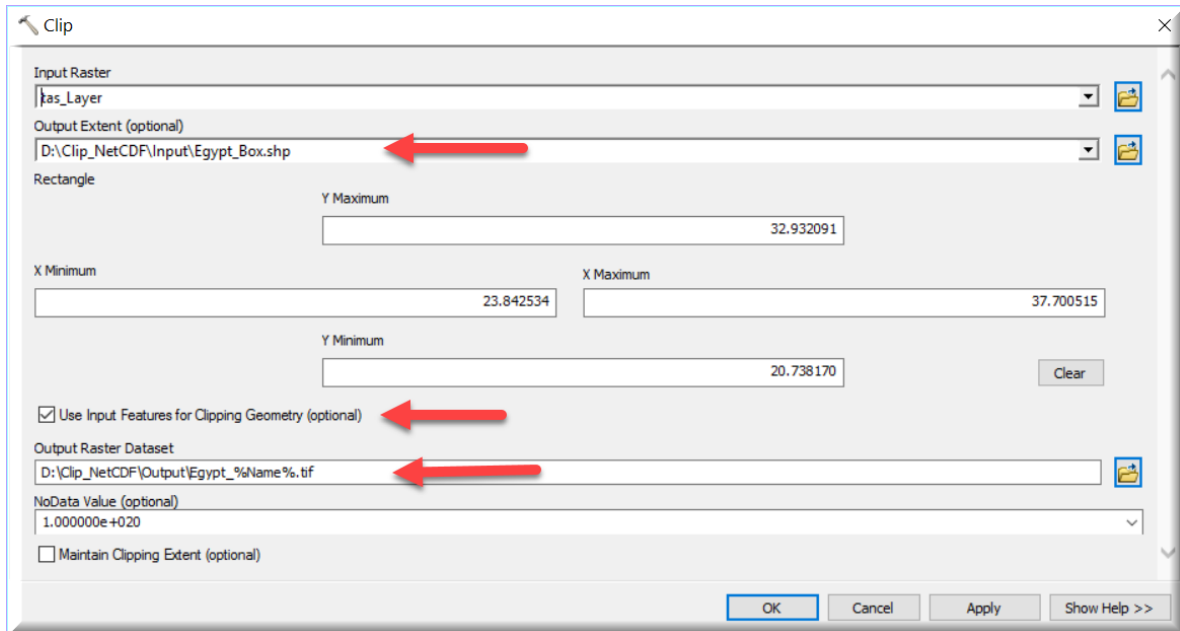


الشكل (24.5) فتح نافذة الأداة *Clip*

ضمن نافذة Clip:

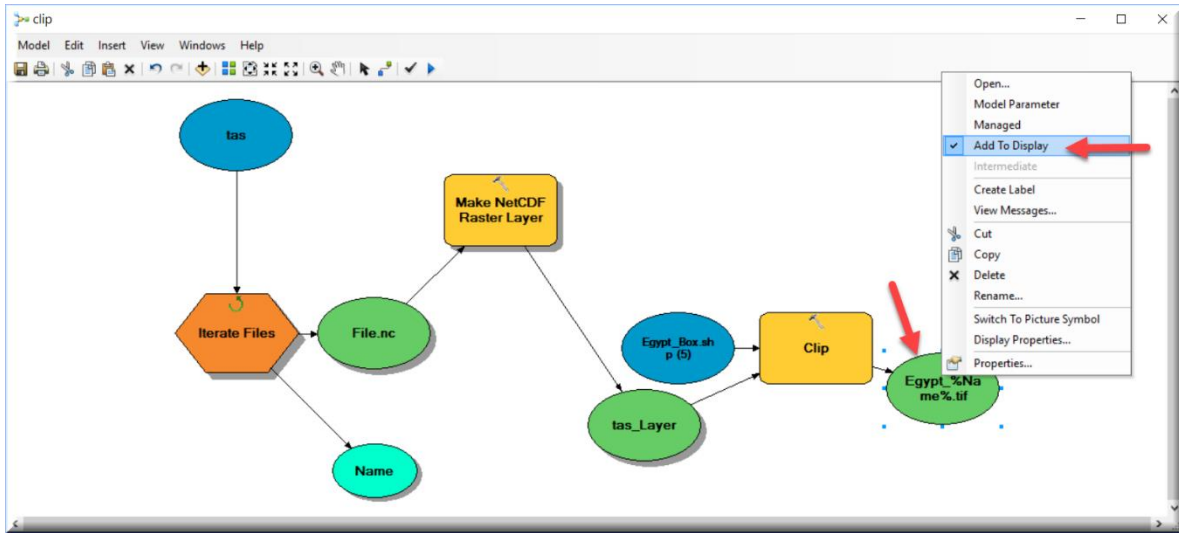
من أجل **Output Extent** : اختر شريحة Shapefile التي تمثل منطقة الاهتمام وهي Egypt_Box

من أجل **Output Raster Dataset** : اختر المجلد output الذي تم إنشاؤه خصيصا لحفظ الشرائح التي سيتم اقتطاعها. وأعط للملف الناتج اسما (Egypt_%Name%) هذه الطريقة في التسمية سوف تسمح بإعطاء الملفات الناتجة أسماء متوافقة مع أسماء ملفات NetCDF (وعليه فإن أسماء ملفات NetCDF الأصلية في المجلد يجب ألا تتجاوز 13 حرفا مثلا tas_2000 ، tas_2001... الخ، بحيث يبين الاسم متحول المناخ والتاريخ



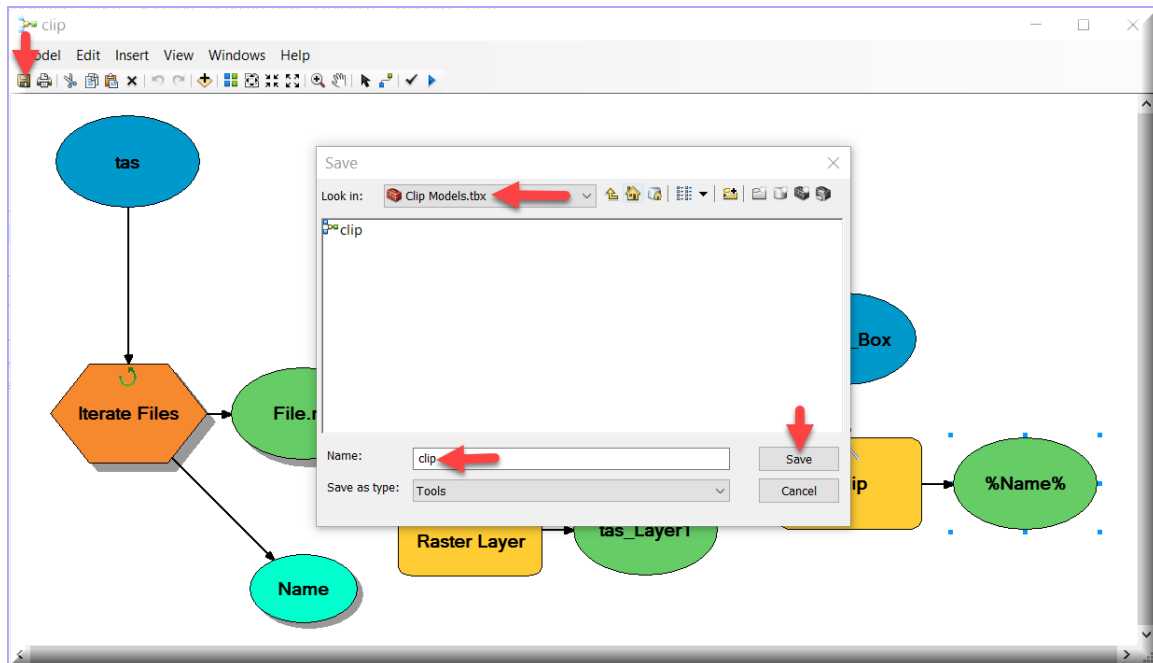
الشكل (25.5) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Clip

من أجل إظهار مخرجات النموذج مباشرة على واجهة ArcMap اضغط بالزر اليمين على المخرج (Egypt%Name%) وأختر (Add to display)



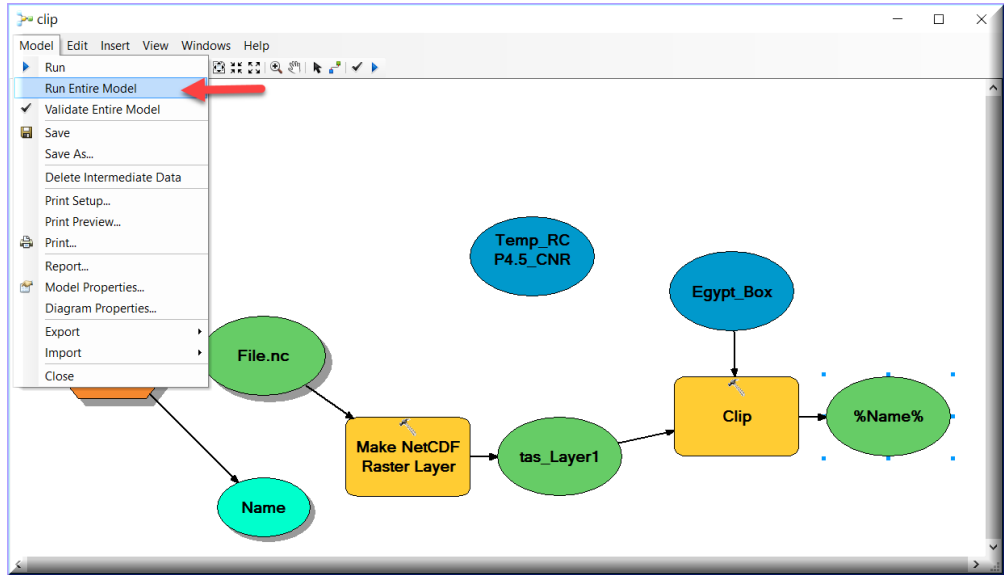
الشكل (26.5) إضافة ناتج العملية Clip إلى قائمة الإظهار.

نحفظ النموذج بعد الانتهاء من تصميمه باسم Clip وذلك ضمن أداة Clip_Models.tbx



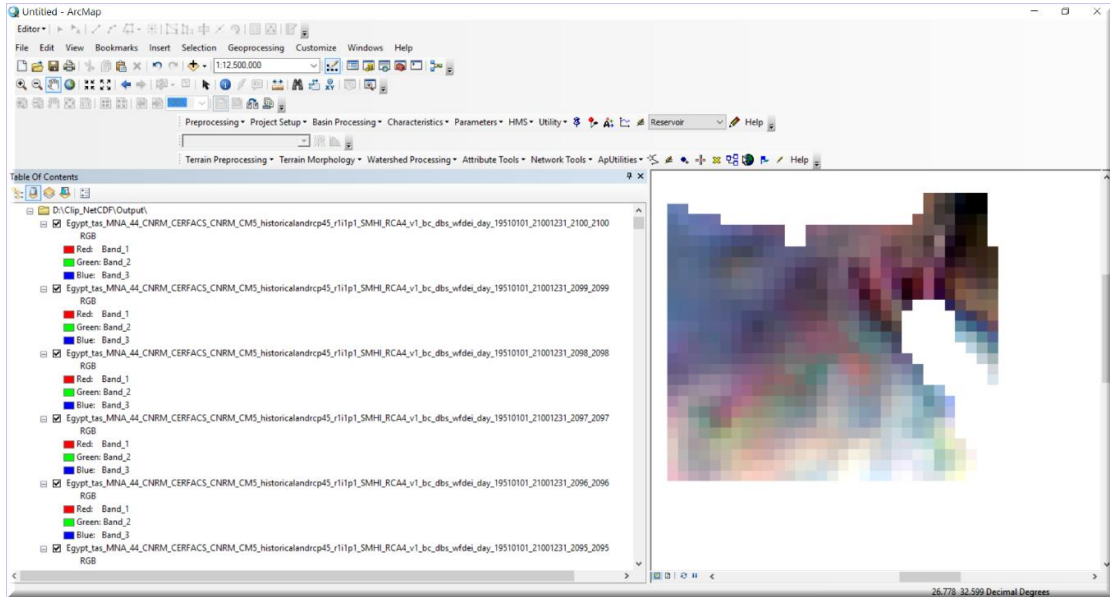
الشكل (27.5) حفظ النموذج الذي تم تصميمه.

تشغيل النموذج من خلال *Run> Run Entire Model*



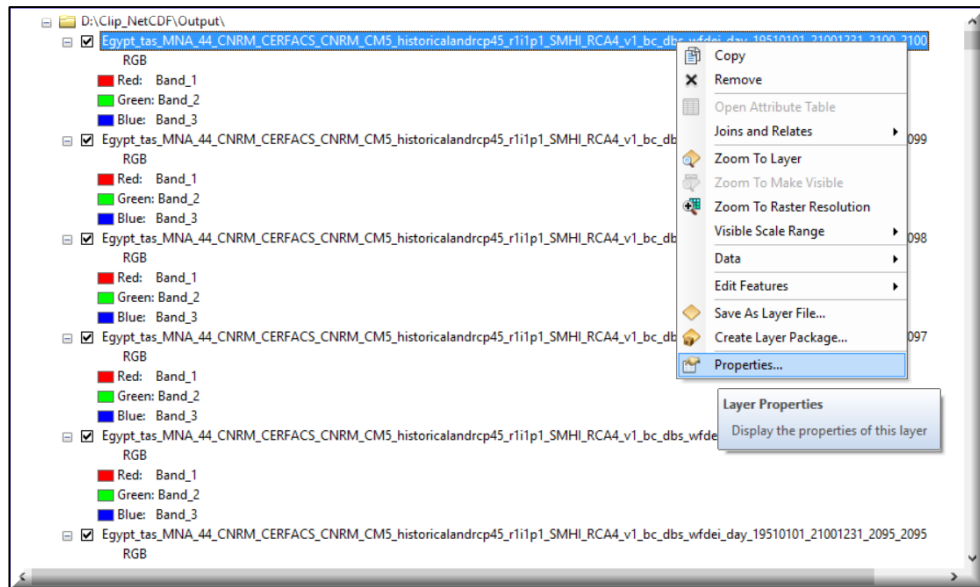
الشكل (28.5) تشغيل النموذج

المخرج عبارة عن 150 شريحة Raster متعددة الباندات، حيث يمثل كل باند ملف NetCDF ومقتطع على منطقة الدراسة (مصر)



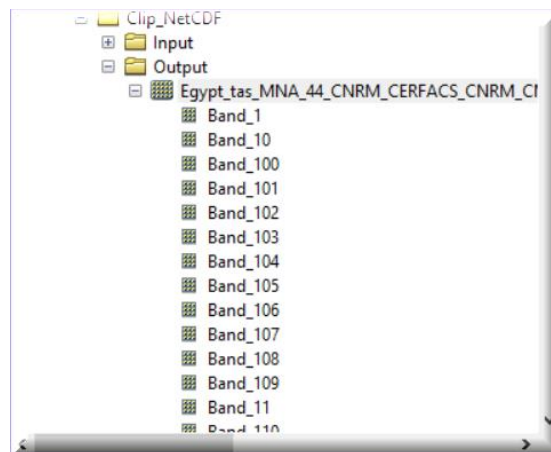
الشكل (29.5) الشرائح الناتجة عن الاقتطاع

يمكن عرض خصائص كل نطاق بالنقر بالزر الأيمن على شريحة raster المخرج، وإختيار "خصائص".



الشكل (30.5) خصائص الشرائح المتعددة النطاقات، الناتجة عن النموذج.

ما يمكن إستعراض خصائص كل باند زمني عن طريق ArcCatalog



الشكل (31.5) البانات اليومية ضمن كل شريحة ناتجة.

التمرين العملي السادس حول رفع الدقة المكانية (Resample) لبيانات RICCAR المناخية .

المطلوب رفع الدقة المكانية لبيانات التساقطات اليومية لعام 2019 بحسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 ، من 50*50 كم إلى 25*25 كم ، وذلك لمنطقة اهتمام جمهورية مصر العربية.



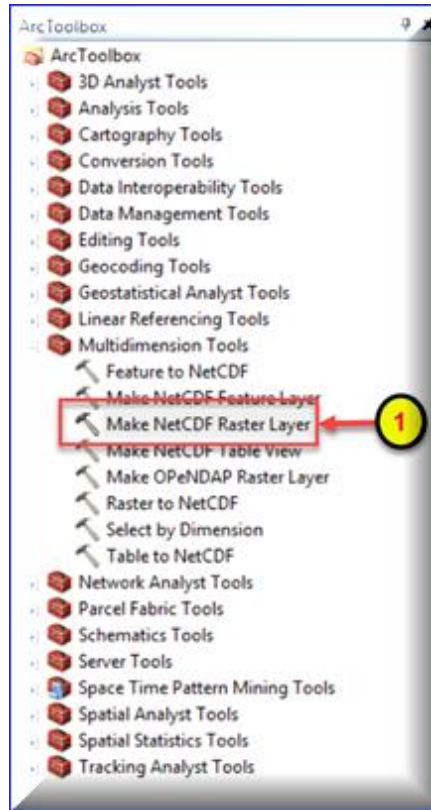
الشكل (1.6) منطقة تطبيق التمرين العملي.

البيانات المتاحة:

1. سكريبت NetCDF_time_slice_export الموجود ضمن الملحقات.
 2. مجلد "Resample_Excercise" والذي يحوي:
 - حدود منطقة الاهتمام.
 - ملف NetCDF يحوي بيانات التساقطات اليومية لعام 2019.
 3. نموذج لتنفيذ تعليمة Resample في الملحقات.
- (البيانات موجودة ضمن مجلد باسم Resample_Excercise)

استيراد ملف NetCDF إلى بيئة ArcMap:

1. من صندوق الأدوات ArcToolbox: Make NetCDF <Multidimension tools Raster Layer.



الشكل (2.6) الأداة Make NetCDF Raster Layer .

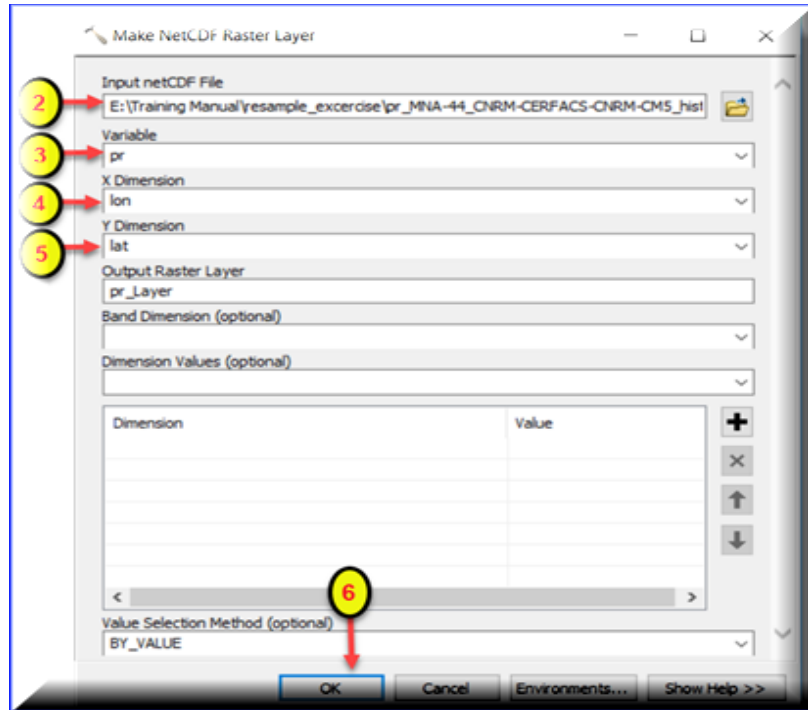
2. من أجل Input NetCDF File : نختار مسار ملف NetCDF الموجود ضمن مجلد Resample_Exercise

3. من أجل Variable: ندخل المتحول المناخي المدروس (معدل التساقطات: Pr).

4. من أجل X Dimension : نختار lon.

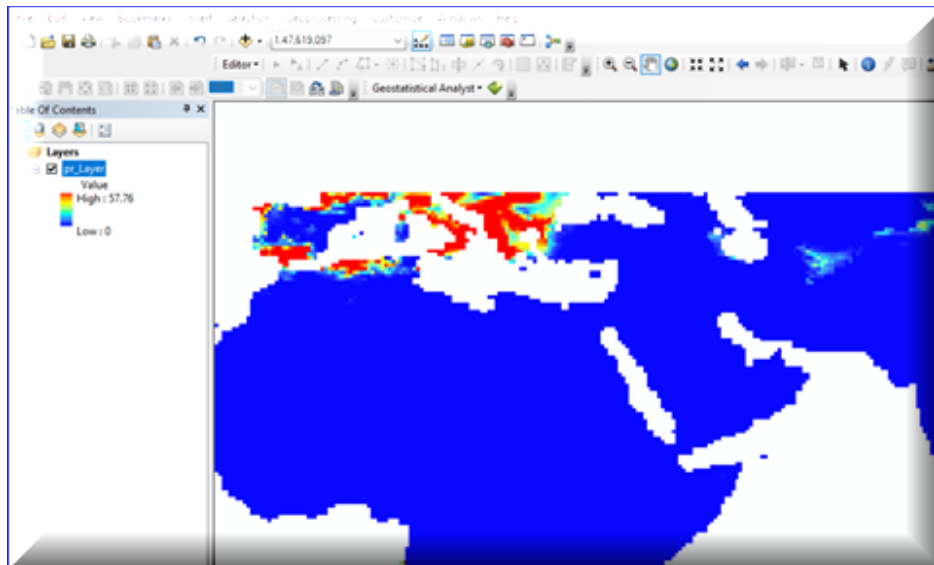
5. من أجل Y Dimension : نختار lat

6. ننقر Ok



الشكل (3.6) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة Make NetCDF Raster Layer .

تظهر شريحة Raster باسم Pr_Layer ضمن واجهة ArcMap، وهي شريحة مؤقتة.



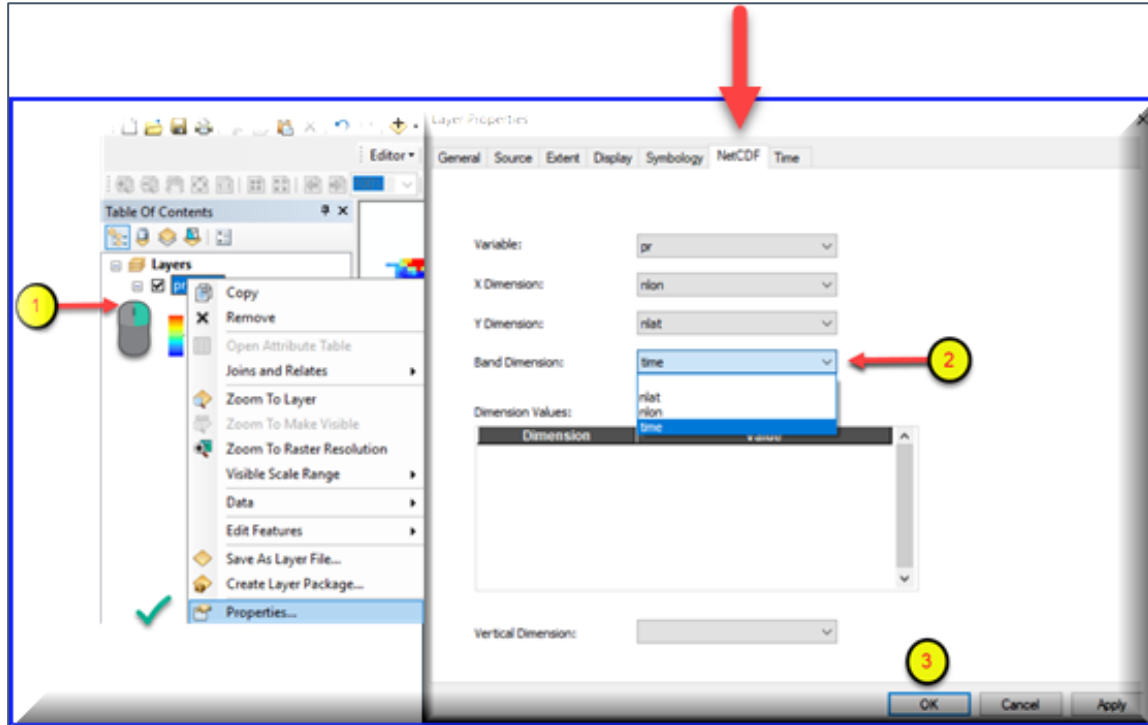
الشكل (4.6) شريحة Raster المؤقتة المستنتجة من ملف NetCDF .

تغيير Band Dimension في خصائص الشريحة pr_Layer

1- ننقر بالزر اليمين للفأرة على الشريحة النقطية ونختار Properties.

2- ضمن نافذة NetCDF ننقر على القائمة المنسدلة من Band Dimension ونختار Time

3- Ok



الشكل (5.6) تحديد الزمن Time كبعد ثالث لشريحة Raster المؤقتة.

تصدير الشرائح اليومية لمعدلات التساقطات بصيغة .tif. مثلاً لكي يسهل التعامل معها
نستخدم سكريبت NetCDF_time_slice_export لهذه الغاية (موجود في الملحقات)

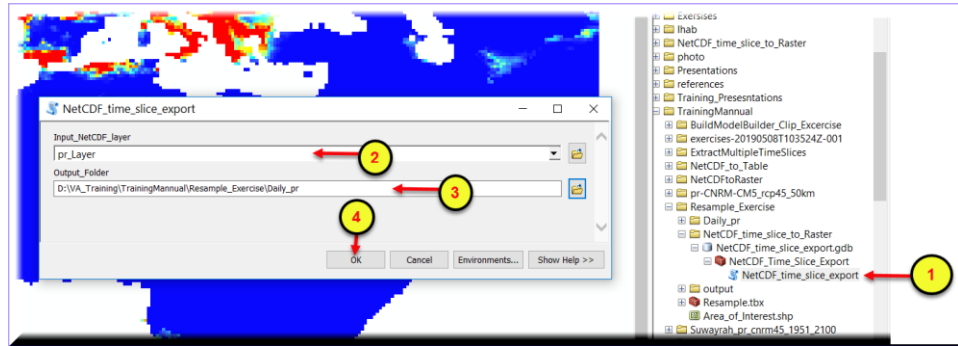
1- من واجهة ArcCatalog نقره مزدوجة و نفتح السكريبت

2- Input_NetCDF_Layer : نختار المُدخل الذي هو عبارة عن الشريحة الراستر المؤقتة

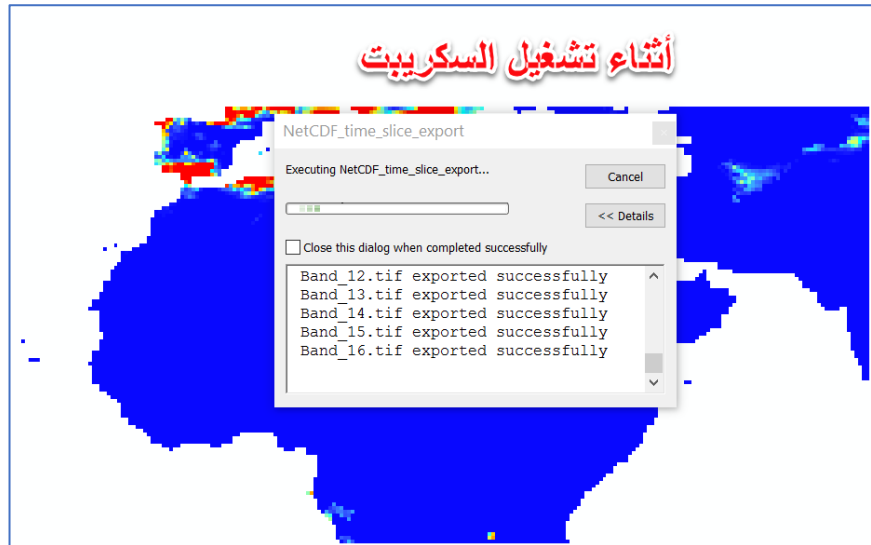
Pr_Layer الموجودة في قائمة المحتويات

3- Output Folder : نحدد مجلد الإخراج وليكن "Daily_pr"

4- ننقر Ok



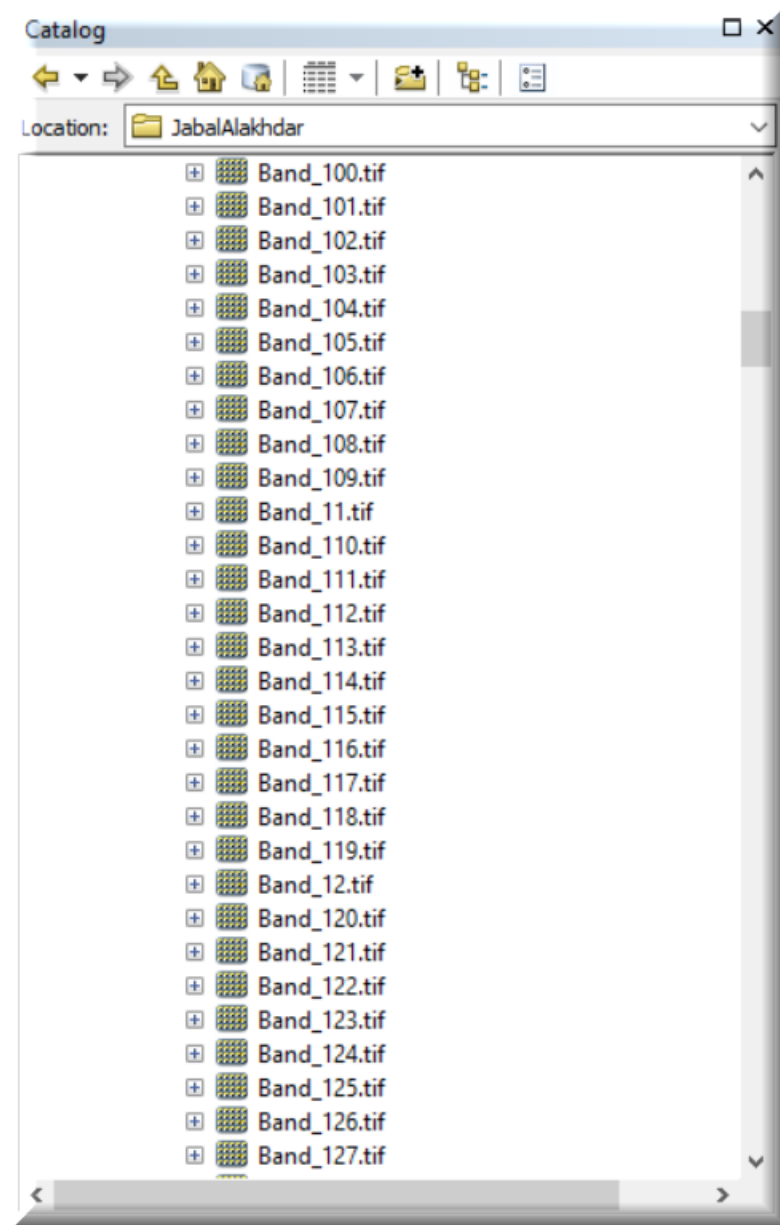
الشكل (6.6) تشغيل السكريبت الخاص بفصل الشرائح.



الشكل (7.6) لقطة أثناء تشغيل السكريبت.

ملاحظة : يمكن أن تستغرق هذه العملية وقتاً ، وهذا يعتمد على إمكانيات معالج الحاسب.

ينتج لدينا بعد الإنتهاء من العملية 365 ملف بلاحقة .tif. كل ملف يعبر عن يوم في السنة.



الشكل (8.6) شرائح Rasters التساقطات اليومية للعام 2019 بعد فصلها.

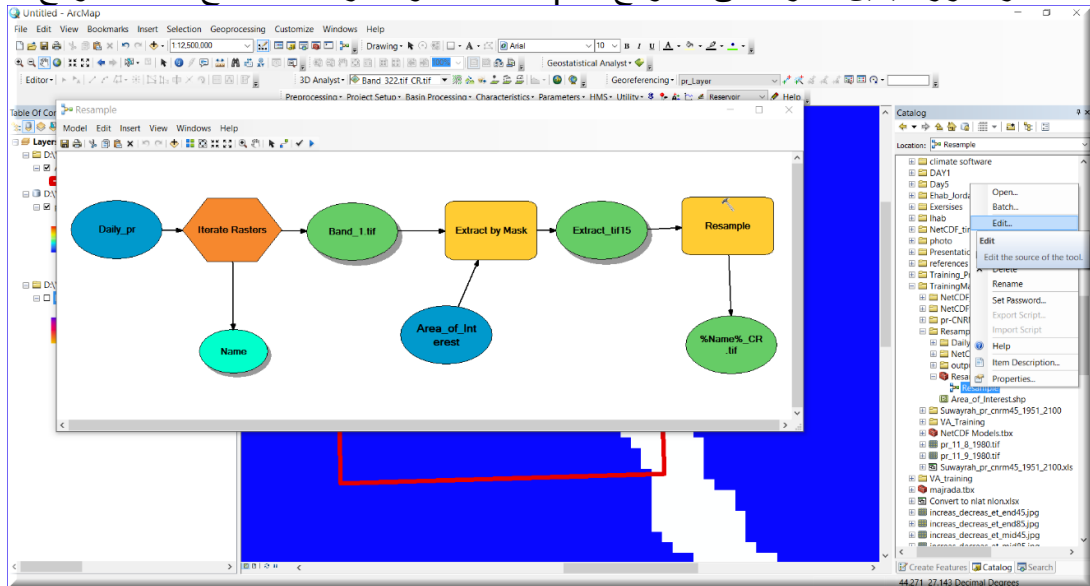
رفع الدقة المكانية Resample للشرائح اليومية لمعدل التساقطات، من خلال تنفيذ خطوتين الأولى قص الشرائح المُستخرجة على حدود منطقة الاهتمام، والثانية عملية Resample:

ولكي نقوم بالعملية على شرائح متعددة (افتراضياً 365 شريحة) ولتوفير الوقت والجهد نعمل نموذج بسيط باستخدام model builder (موجود مع الملحقات) يتضمن العمليتين معاً،

ضمن واجهة ArcCatalog ، نقف على ايقونة النموذج

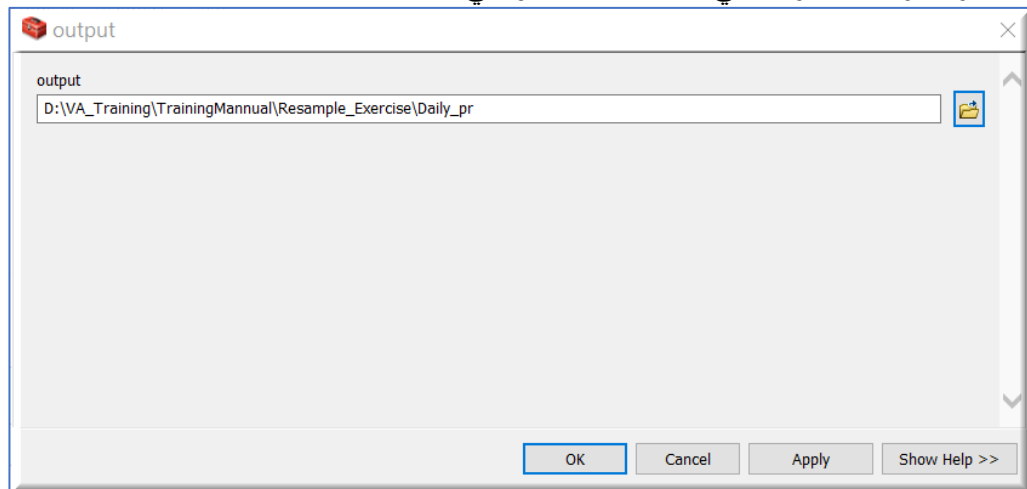


1. ننقر بالزر اليمين للفأرة على النموذج Resample ونختار Edit لنتفتح نافذة النموذج.



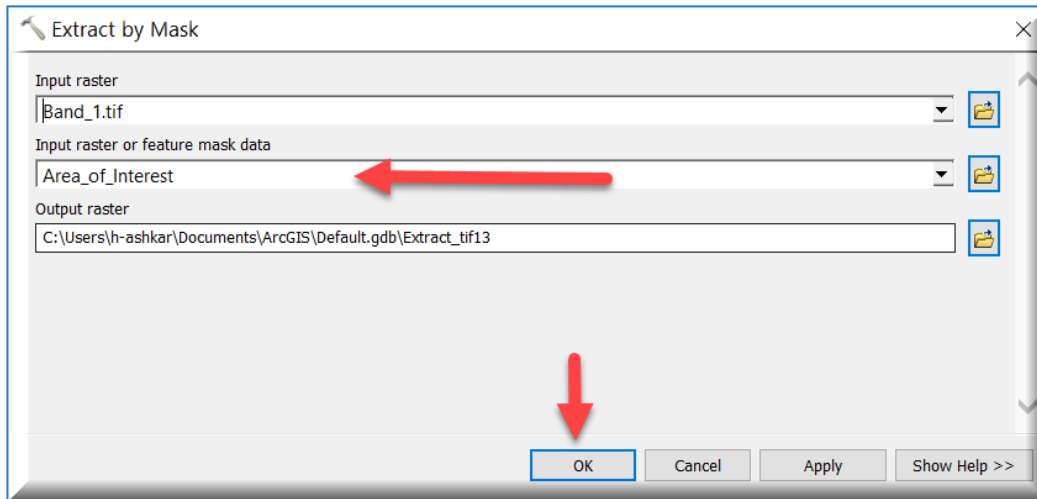
الشكل (9.6) فتح النموذج Resample.

2. ننقر نقرة مزدوجة على الأيقونة Output لإختيار المجلد "daily_pr" الذي يحوي ملفات الراستر المستخرجة في العملية السابقة والتي لاحقتها .tif.



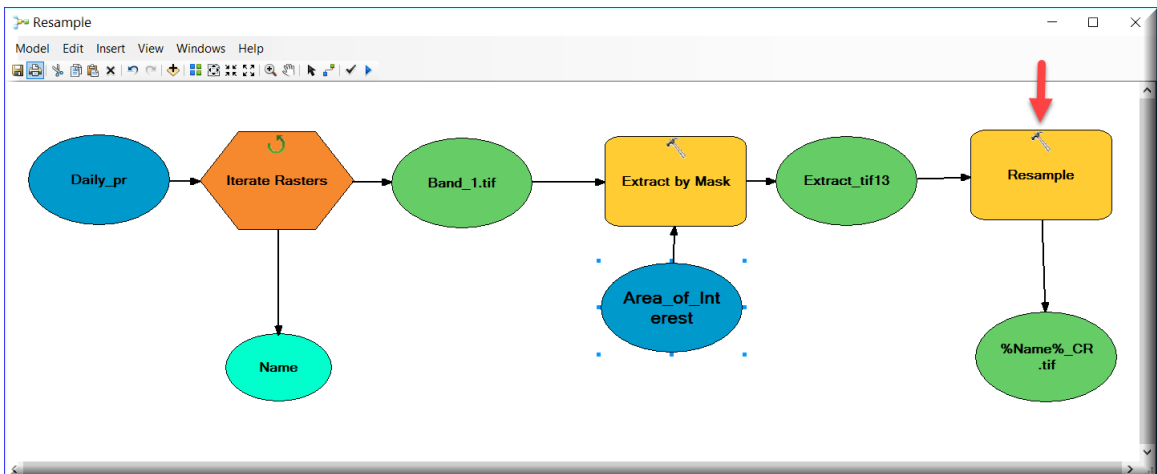
الشكل (10.6) إدخال مجلد الشرائح اليومية ليعمل النموذج عليها.

3. نقرة مزدوجة على أيقونة Extract by mask، والمدخل الوحيد سيكون ضمن سطر Area_of_Interest.shp حيث ندخل Input raster or feature mask data الموجود ضمن مجلد Resample_Exercise، ثم نقر Ok.



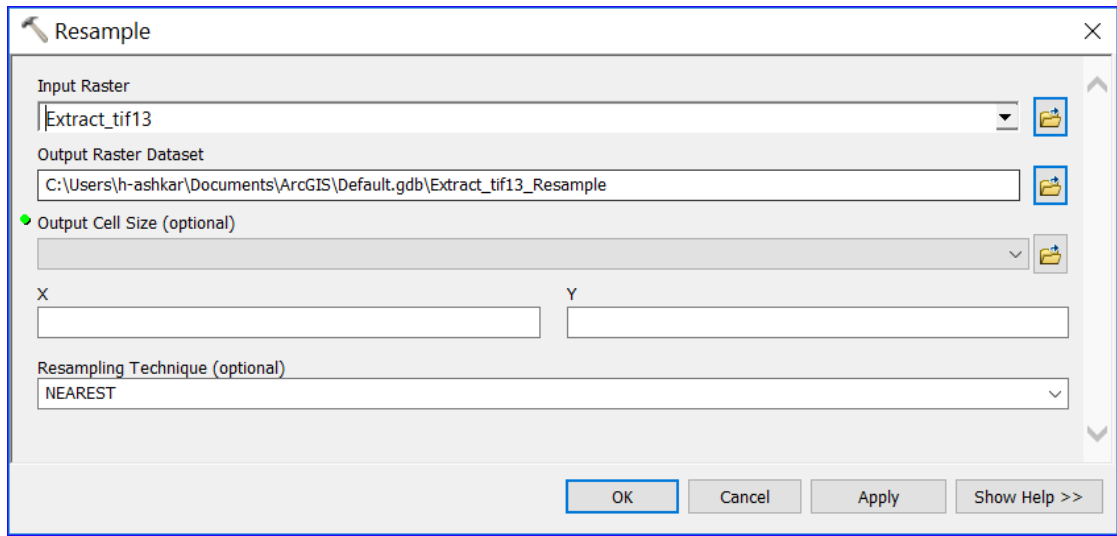
الشكل (11.6) تنفيذ التعليمة Extract by mask

نقرة مزدوجة على أيقونة Resample



الشكل (12.6) استدعاء الأداة Resample ضمن النموذج.

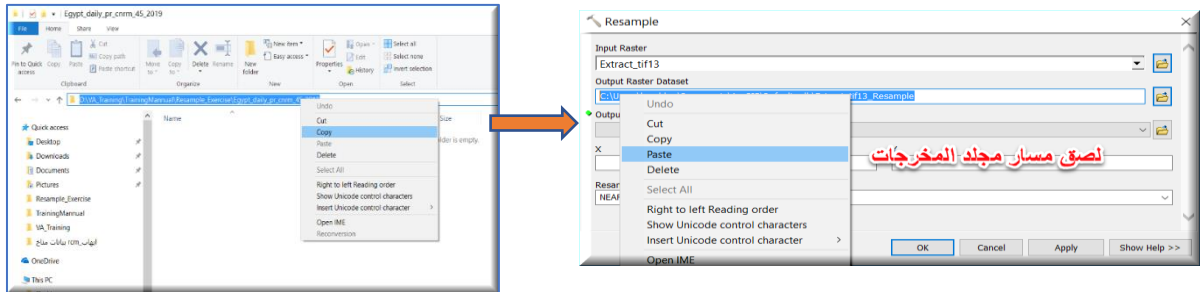
افتتح نافذة تعليمة Resample



الشكل (13.6) إدخال المعلومات اللازمة ضمن لأداة Resample .

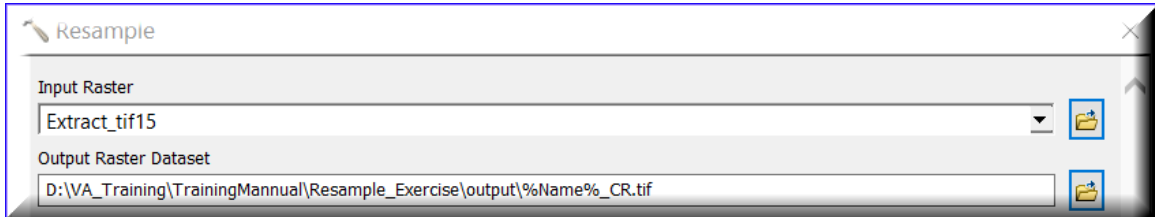
نافذة تعليمة Resample

1. من أجل Output Raster Dataset : ندخل مسار المجلد الذي سيحتوي المخرجات ، وذلك من خلال نسخ هذا المسار ثم عمل لصق له مكان المسار الافتراضي.



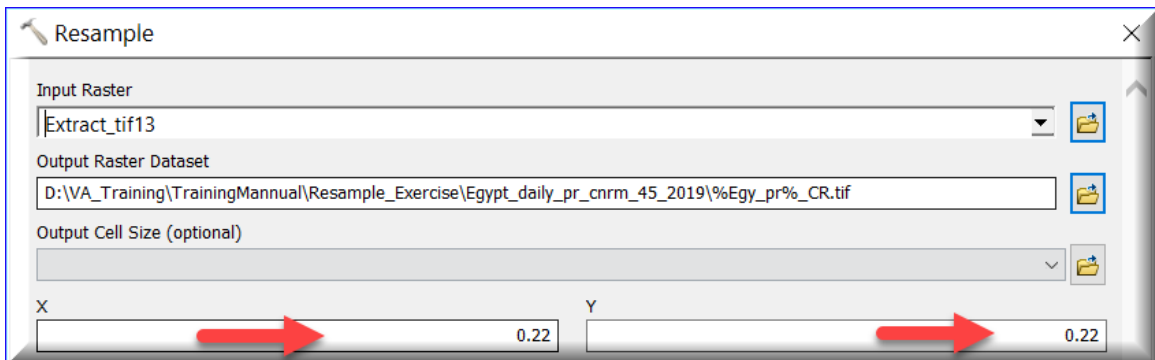
الشكل (14.6) إدخال مسار المجلد الذي سيحتوي نتائج عمل الأداة Resample .

بعد اسم المسار مباشرة نكتب (\)، ثم نكتب اسم الملفات الناتجة على الشكل %Name% ثم نكتب
 اللاحقة **_CR.tif** ، وبذلك يكون الاسم النهائي المكتوب ضمن هذا الحقل "
D:\VA_Training\TrainingManual\Resample_Exercise\output\%Name%_CR.tif



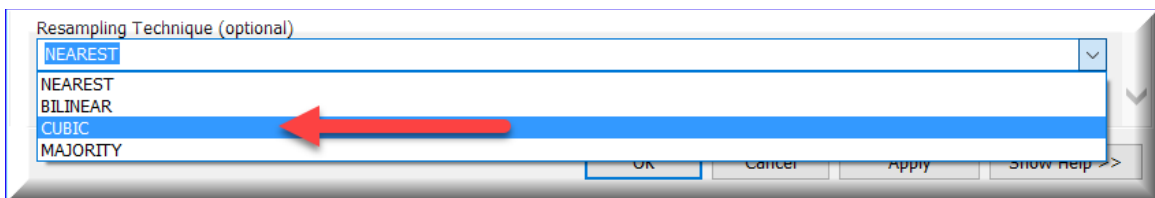
الشكل (15.6) تحديد أسماء الملفات الناتجة عن الأداة **Resample** .

2. من أجل Output Cell Size ،نحدد قيمة الدقة المكانية الجديدة وهي كما أسلفنا 0.22 درجة والتي تعادل 25 كم مربع.



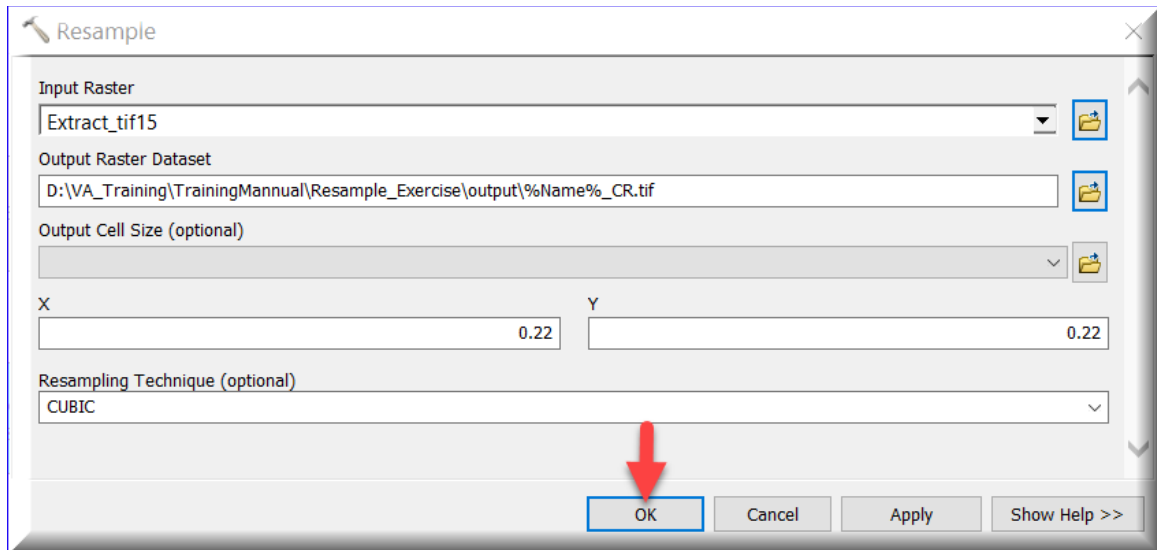
الشكل (16.6) تحديد الدقة المكانية الجديدة .

3. من أجل Resampling Technique تتوفر أربع خيارات لطرق تطبيق **Resample** نختار
 منها طريقة **CUBIC** .



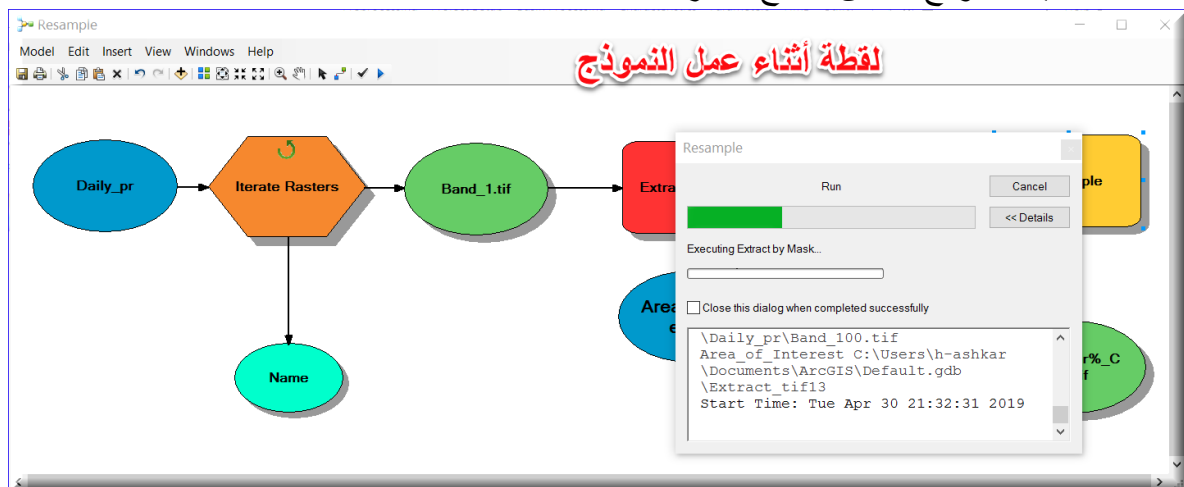
الشكل (17.6) اختيار الطريقة الإحصائية لتنفيذ **Resample** .

4. ننقر **Ok**



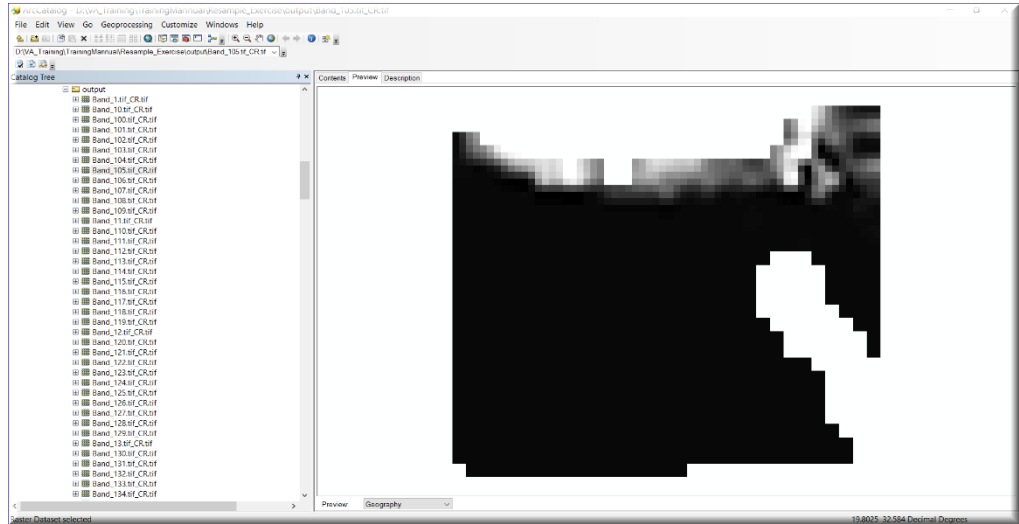
الشكل (18.6) إدخال المعلومات اللازمة إلى نافذة Resample.

تشغيل النموذج بعد أن أصبح جاهزا

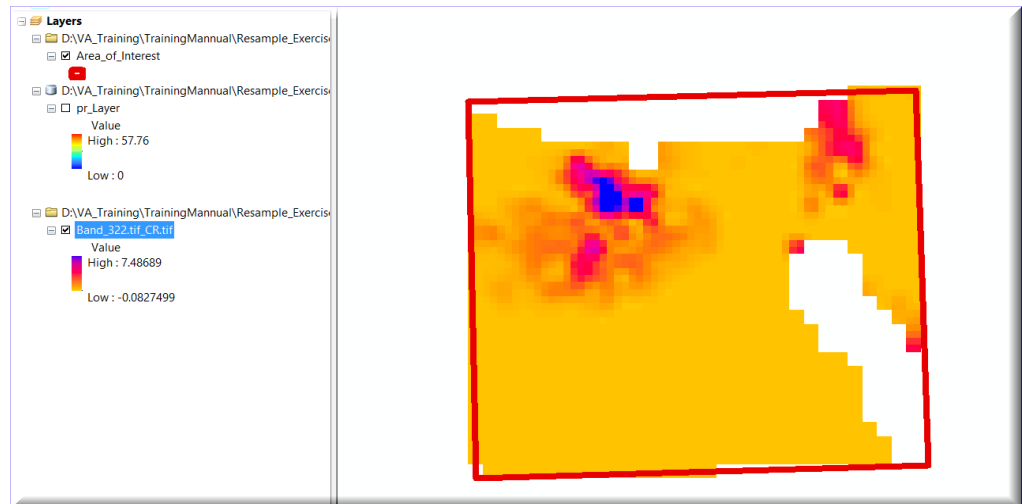


الشكل (19.6) تشغيل النموذج Resample .

مخرجات النموذج :
هو 365 شريحة مُقتطعة على حدود منطقة الاهتمام وذات دقة مكانية تبلغ 25 كم مربع، تبدو
كما في الشكل:



الشكل (20.6) تحديد أسماء الملفات الناتجة عن الأداة Resample



الشكل (21.6) أمثلة عن نتائج عمل Resample على منطقة اهتمام.

التمرين العملي السابع حول كيفية استنتاج المعدلات الشهرية او السنوية ...الخ للبيانات المناخية

المطلوب استنتاج شريحة متوسط درجات الحرارة لشهر آذار لعام 2035 حسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 للمجال العربي، وذلك إنطلاقاً من البيانات اليومية شهر آذار والمتمثلة بملفات .tif.

البيانات المُتاحة:

ضمن مجلد ensample_exercise:

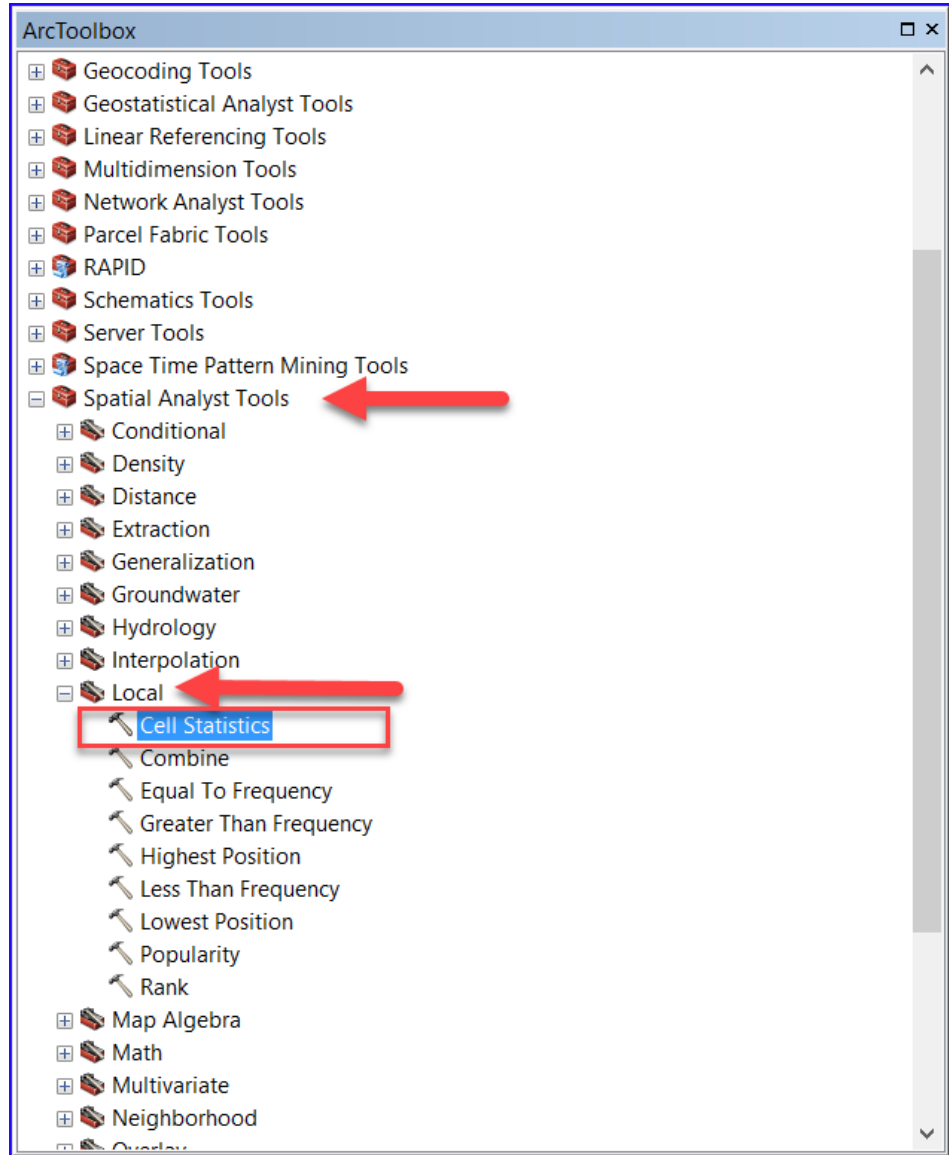
1. شرائح Rasters لدرجات الحرارة اليومية اليومية لشهر آذار للعام 2035 بصيغة .tif ضمن المجلد mar_daily, وهي أصلا شرائح الحصول عليها من خلال عمل Time Slice كما في التمرين الثالث

الخطوة الأولى هي التأكد من أن السنة المطلوبة كبيسة أم عادية ، ويمكن أن يتم ذلك من خلال العديد من المواقع نذكر هنا مثالا عنها <https://kalender-365.de/leap-years.php>

حيث تم التأكد ان سنة 2035 هي سنة عادية ، وبالتالي ومن الموقع https://nsidc.org/data/tools/doy_calendar.html

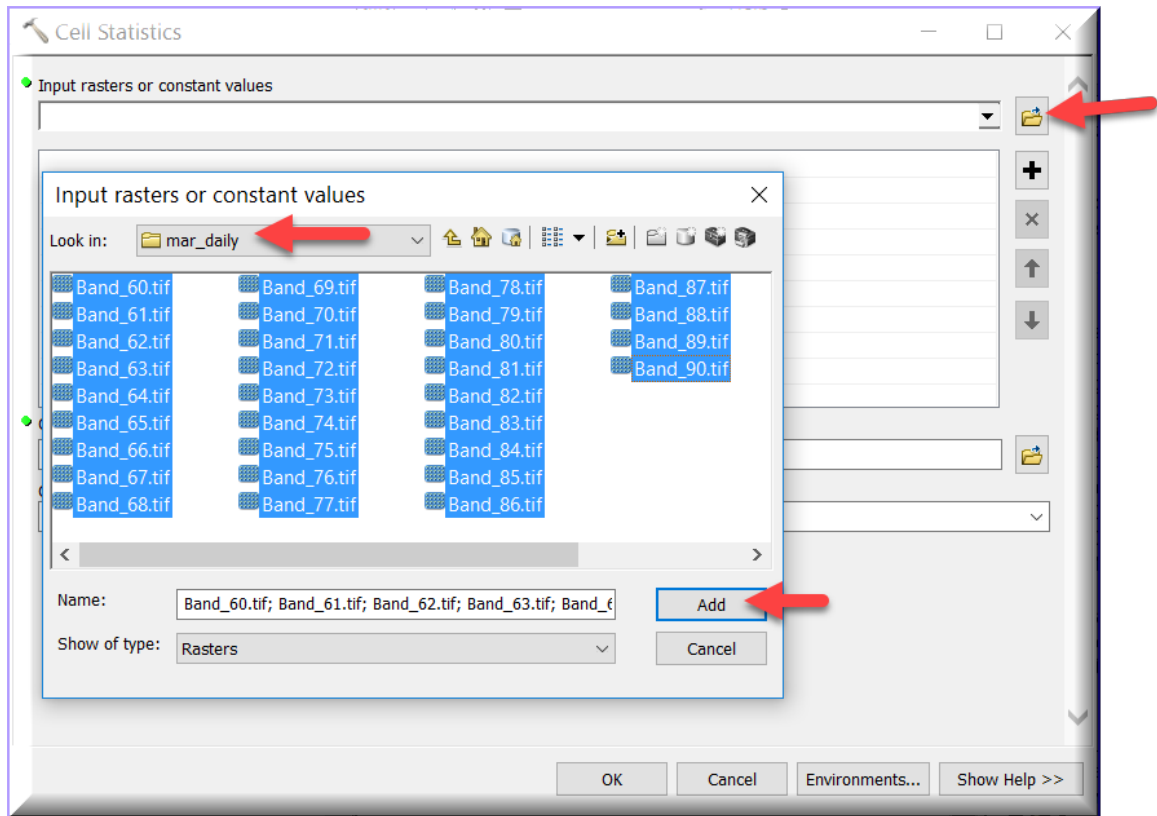
تم تحديد أرقام الباندات التي تغطي شهر آذار وهي المجال بين Band 30 إلى Band60

1. نفتح أداة Cell Statistics من صندوق الأدوات الموجودة على الموجودة تحت أدوات التحليل المكاني "Spatial Analyst" في صندوق الأدوات، حيث يمكننا من خلالها حساب المجموع أو المتوسط وغيره من البيانات الإحصائية لعددٍ من ملفات "raster"، وفق المسار: Spatial Analyst Tools>Local>Cell Statistics



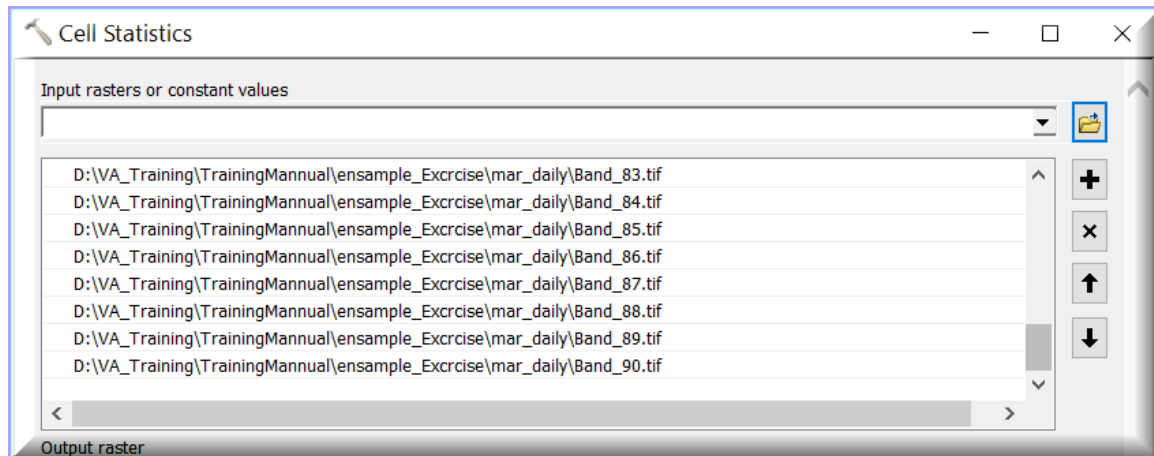
الشكل (1.7) الأداة Cell Statistics ضمن واجهة ArcToolbox.

2. من أجل Input Raster or Constant Values: نضيف الملفات من مجلد Mar_daily



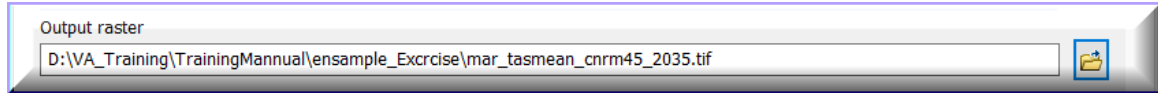
الشكل (2.7) إدخال شرائح الحرارة اليومية لشهر آذار .

بعد اختيار 30 ملف وعمل Add ستظهر ضمن النافذة بالشكل التالي



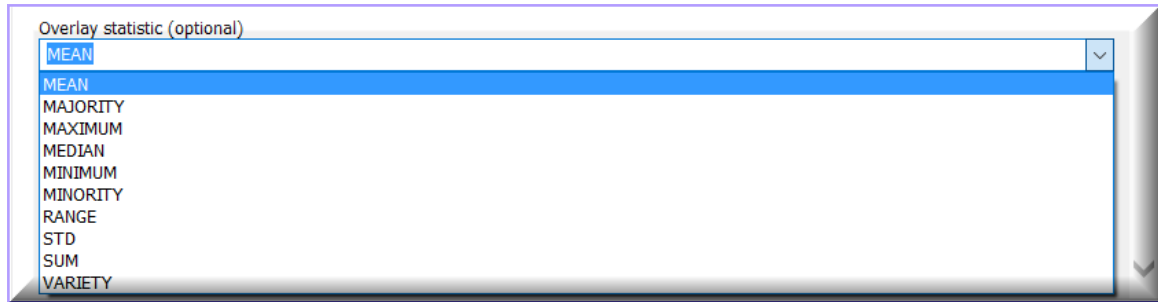
الشكل (3.7) إضافة الشرائح اليومية لشهر آذار ضمن نافذة Cell Statistics.

3. من أجل Output Raster : نحدد مكان تخزين المخرج وليكن ضمن المجلد ensample_Exrcise ونعطي للمخرج اسم ذو دلالة وليكن : mar_tasmean_cnrm45_2035.tif والذي يمثل متوسط درجات الحرارة للنطاق العربي في شهر آذار من عام 2035.



الشكل (4.7) تحديد مكان تخزين واسم شريحة المعدل الناتجة.

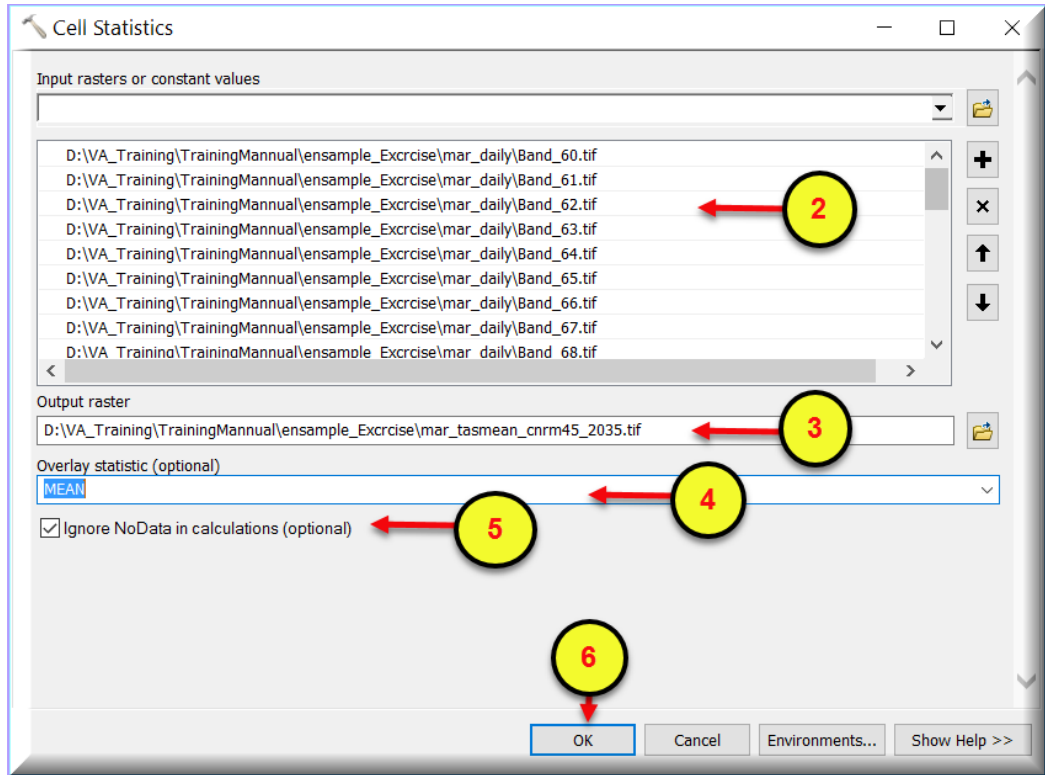
4-من أجل Overlay Statistic: نختار من القائمة المنسدلة MEAN والتي تمثل القيمة الإحصائية لمتوسط درجات الحرارة للشرائح المُختارة.



الشكل (5.7) اختيار الطريقة الإحصائية Mean لحساب شريحة المعدل.

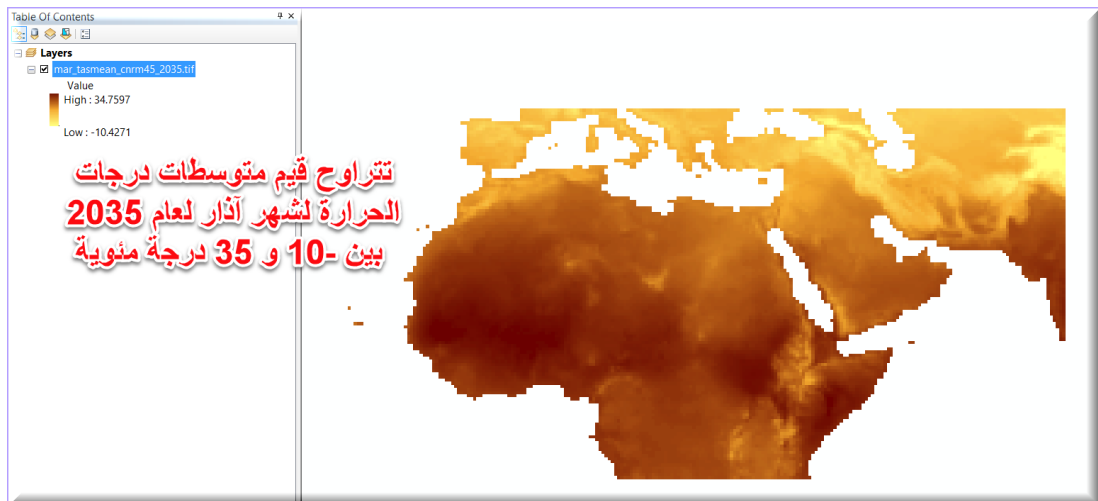
5- نفعل خيار Ignore NoData in calculation

6- نضغط OK



الشكل (6.7) نافذة الأداة Cell Statistics.

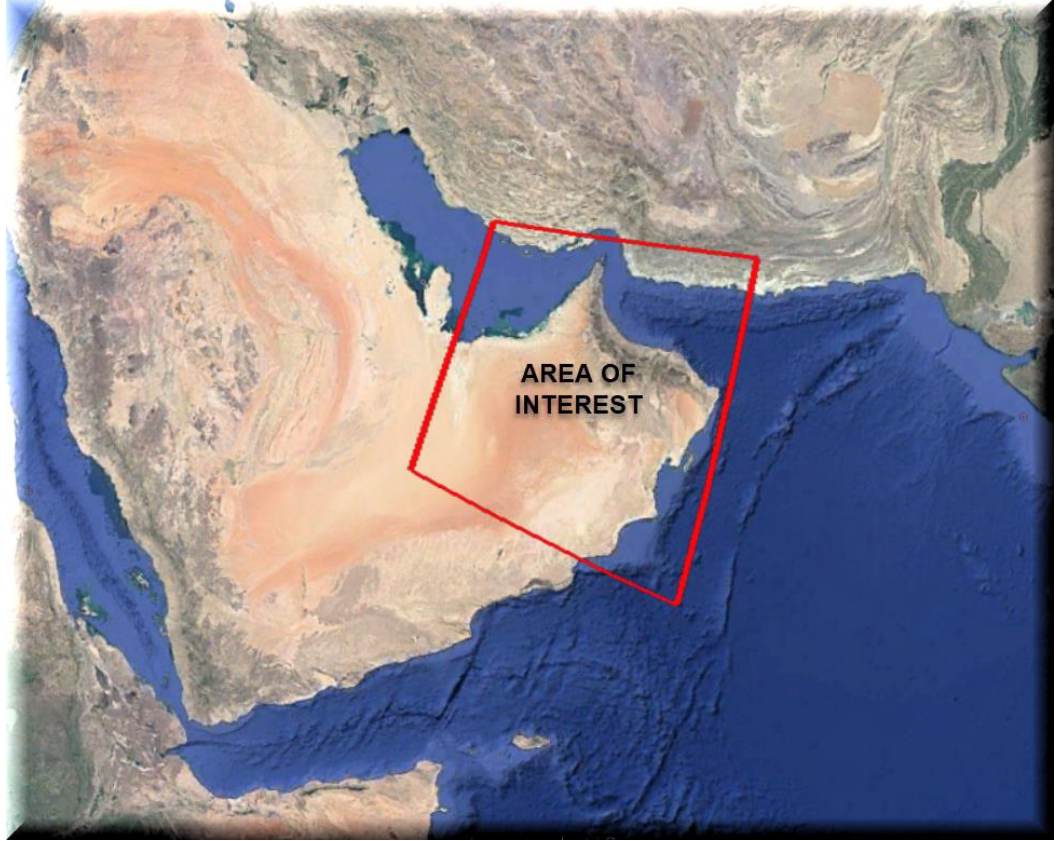
سيكون المُنْتَج شريحة باسم mar_tasmean_cnrm45_2035.tif تحمل القيم المتوسطة لدرجات الحرارة في شهر آذار.



الشكل (7.7) شريحة معدل درجات الحرارة لشهر آذار 2035.

التمرين العملي الثامن حول إجراء عملية الإستقراء (Interpolation) للبيانات المناخية المفقودة في المناطق الساحلية نتيجة Bias Correction

المطلوب استقراء بيانات الحرارة المفقودة لشهر آذار عام 2035 بحسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 لمنطقة اهتمام تغطي جزءاً من الخليج العربي، وذلك إنطلاقاً من شريحة تمثل متوسط درجات الحرارة لشهر آذار محسوبة مسبقاً.



الشكل (1.8) منطقة تطبيق عملية الاستقراء.

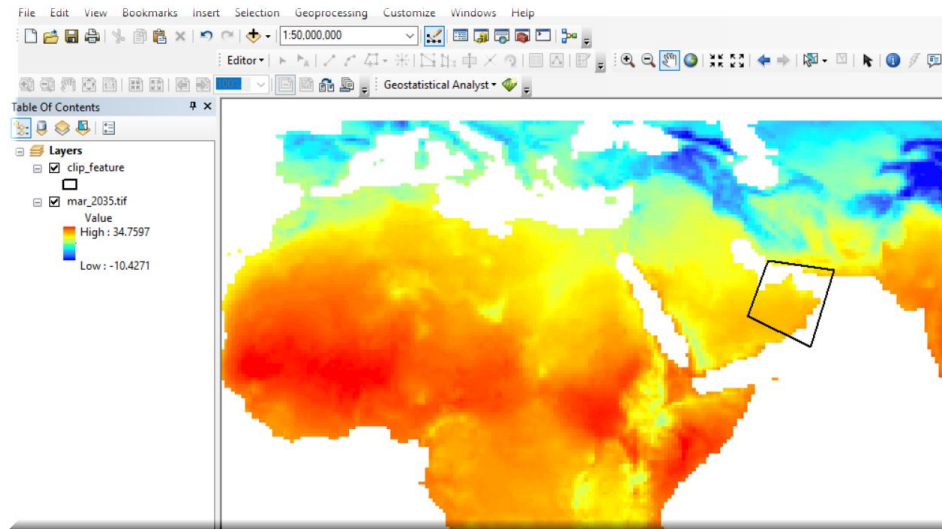
البيانات المُتاحة:

مجلد Interpolation_exercise والذي يضم:

- حدود منطقة الإهتمام Clip_feature.shp.
- ملف mar_tasmean_cnrm45_2035.tif والذي يمثل متوسط درجات الحرارة لشهر آذار عام 2035.

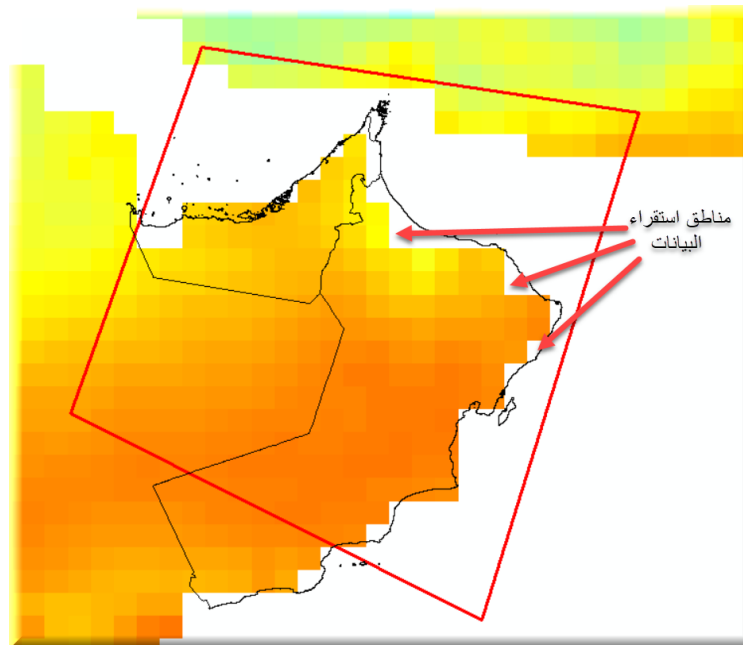
استيراد الملف إلى بيئة ArcMap:

نضغط  لإضافة شريحة درجات الحرارة وشريحة الإقطاع.



الشكل (1.8) شريحة معدل درجات الحرارة لشهر آذار 2035.

تكبير على المناطق الساحلية التي سيتم استقراء بياناتها الحرارية المفقودة.



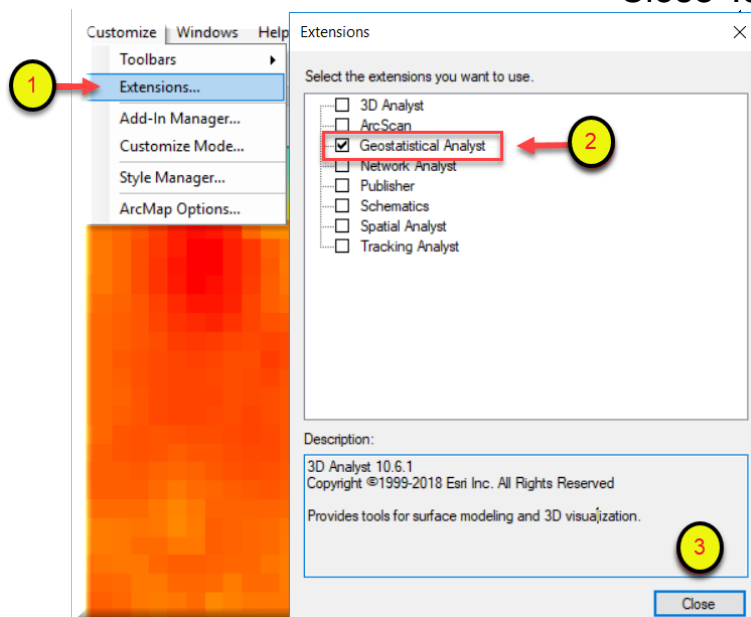
الشكل (2.8) المناطق الساحلية التي سيتم استقراء بياناتها المفقودة

تفعيل إمتداد Geostatistical Analyst وإضافة شريط الأدوات الخاص به.

1. من قائمة Customize نختار Extensions

2. نقوم بتفعيل خيار Geostatistical Analyst

3. Close



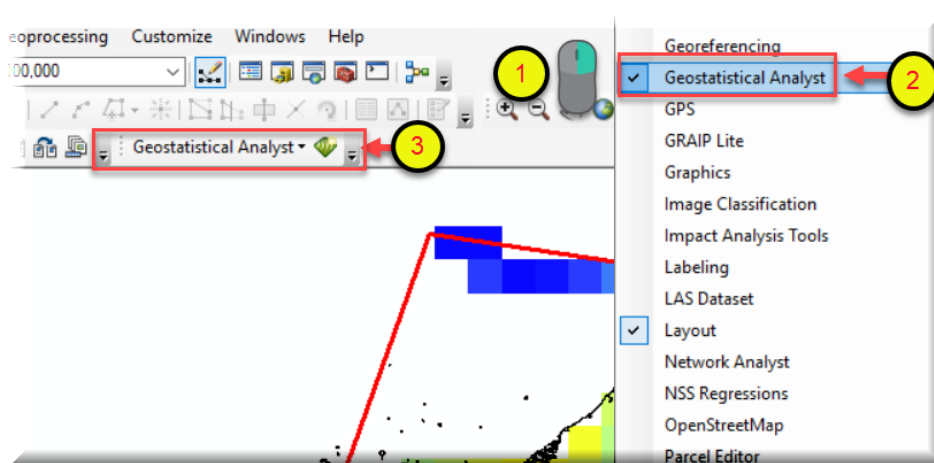
الشكل (3.8) تفعيل الامتداد Geostatistical Analyst ضمن نافذة Extension.

إظهار شريط أدوات Geostatistical Analyst

1- نضغط بالزر اليمين للفأرة في الأعلى.

2- نختار إظهار شريط الأدوات Geostatistical Analyst.

3- يبدو الشريط كما في الشكل أعلاه.



الشكل (4.8) إظهار شريط الأدوات Geostatistical Analyst ضمن واجهة ArcMap.

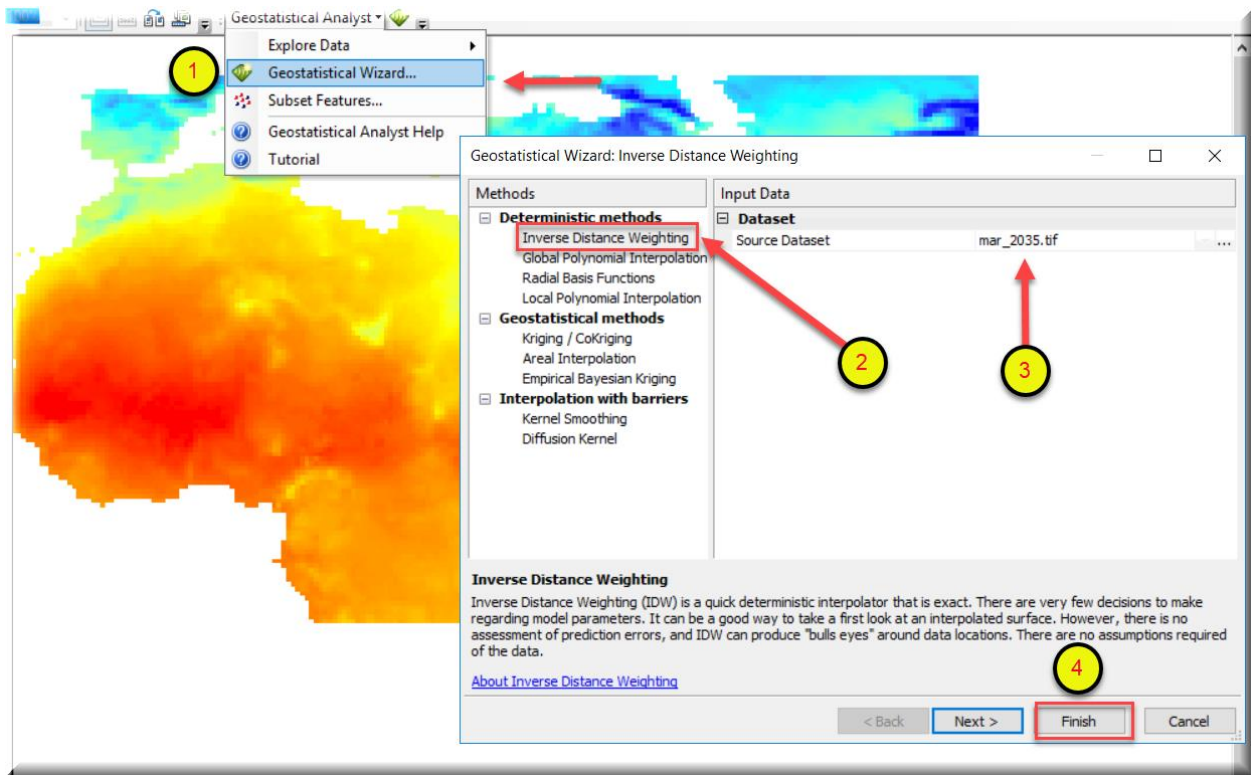
اجراء عملية interpolation:

1- نضغط على قائمة Geostatistical Analyst في شريط الأدوات ونختار Geostatistical Wizard

2- نختار طريقة الـ Interpolation وهي في المثال IDW: Inverse Distance Weighting

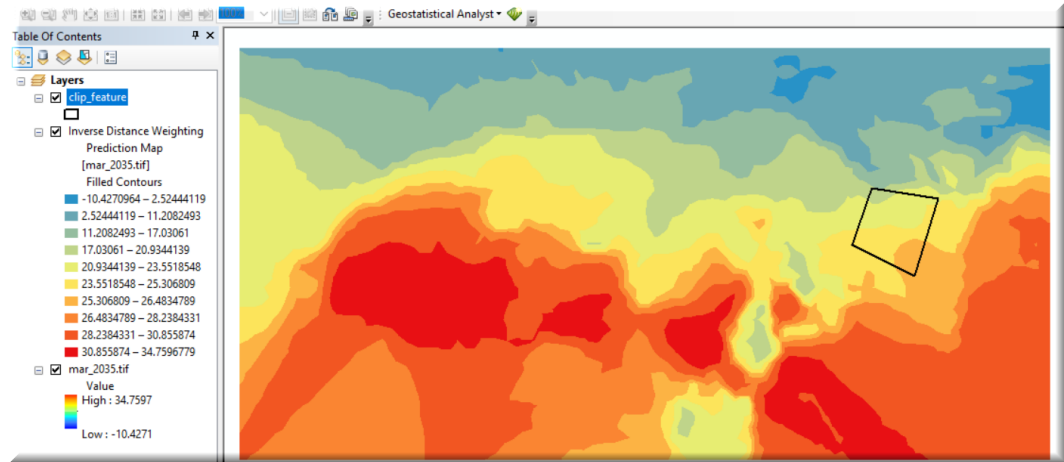
3- نختار الشريحة الممثلة لمتوسط درجات الحرارة لشهر آذار

4- Finish.



الشكل (5.8) خطوات إجراء عملية Interpolation.

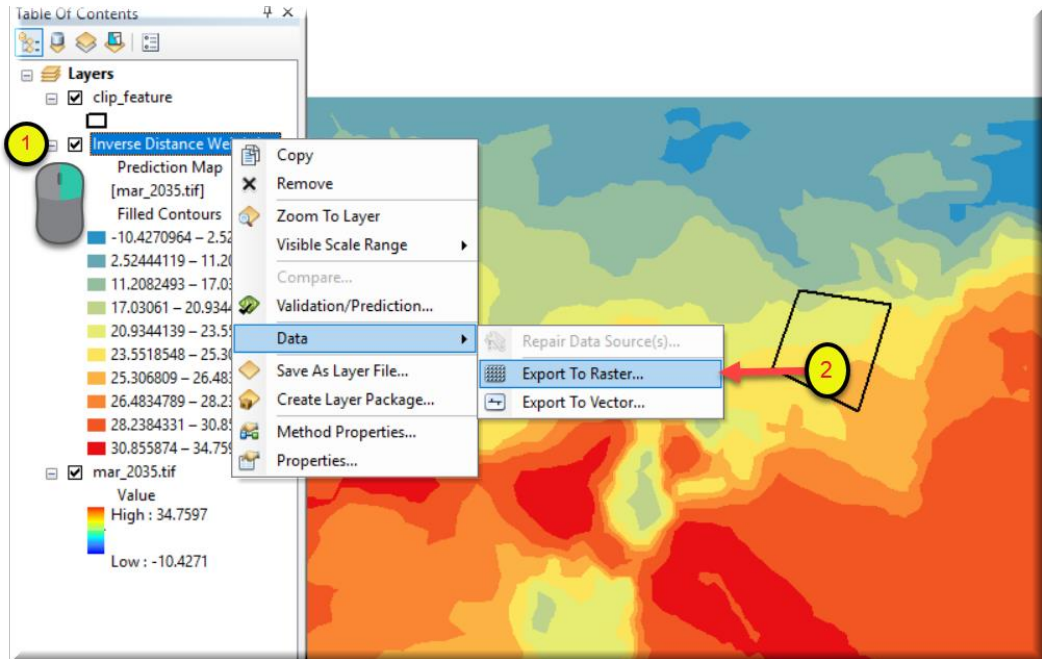
تظهر الشريحة المُستقراة كما في الشكل:



الشكل (6.8) الشريحة الناتجة عن الاستقراء.

وهي شريحة مؤقتة محفوظة على ذاكرة الحاسب ولا يمكن العمل عليها، لذلك ينبغي تحويل منتج الإستقراء "interpolation" إلى صيغة "raster" باستخدام أداة "GA Layer to Grid".

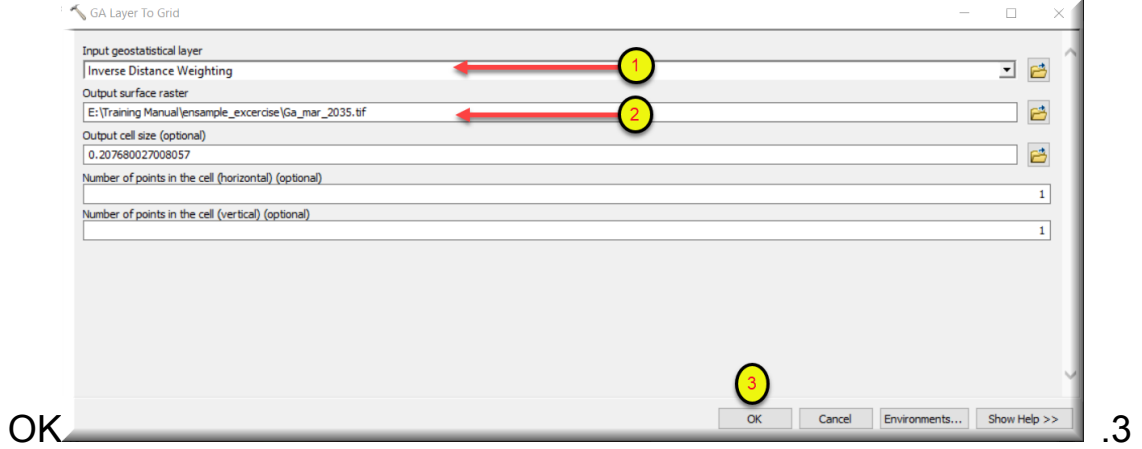
لتفعيل أداة "GA Layer to Grid" اضغط بالزر اليمين على شريحة IDW الناتجة في Table of Contents، ثم Data>Export to Raster.



الشكل (7.8) تصدير الشريحة الناتجة إلى Raster.

حيث تمثل Export to Raster الأداة GA Layer to Grid فتظهر كما في الشكل:

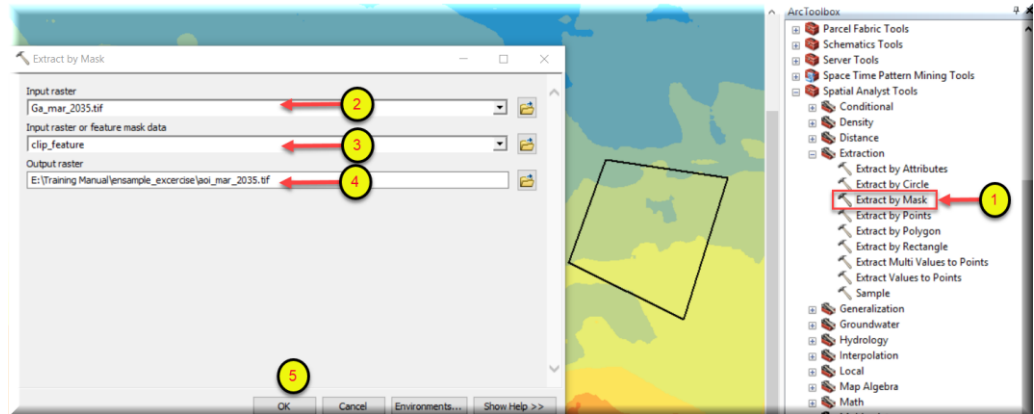
1. نختار شريحة IDW
2. نختار مجلد الإخراج، ونسمي الشريحة Ga_Mar_2035.tif



الشكل (8.8) إدخال المعلومات اللازمة ضمن نافذة GA Layer to Grid .

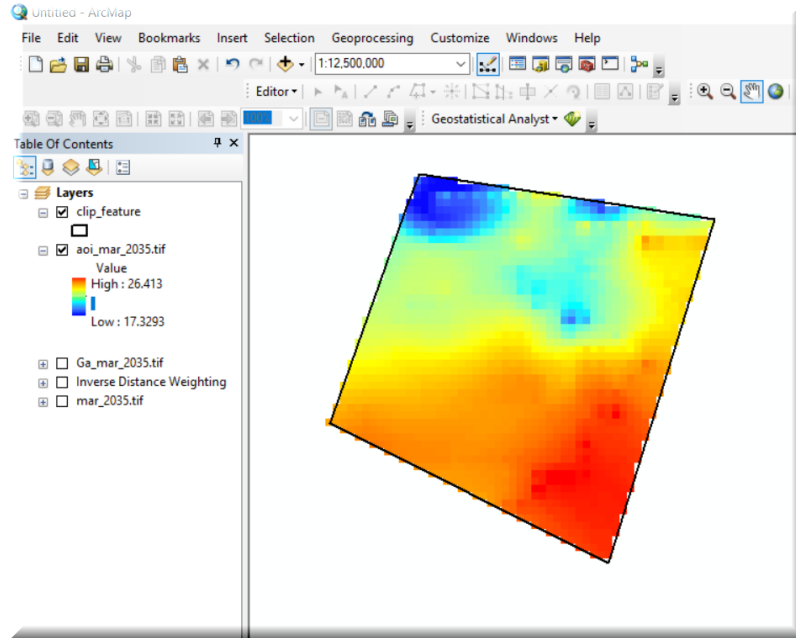
اقتطاع الشريحة على منطقة الإهتمام:

1. من صندوق الأدوات نفتح أداة الإقتطاع: Spatial Analyst Tools>Extraction>Extract by mask
2. من أجل Input Raster : نحدد الشريحة Ga_Mar_2035.tif .
3. من أجل Input raster or feature mask data : نحدد شريحة الإقتطاع clip feature .
4. من أجل Output raster : نحدد مجلد الإخراج واسم الشريحة مع اللاحقة ولتكن aoi_mar_2035.tif
5. Ok



الشكل (9.8) خطوات إجراء عملية الإقتطاع على منطقة الاهتمام.

يظهر المخرج المُقتطع على منطقة الإهتمام كما في الشكل:



الشكل (10.8) الشريحة الناتجة عن الإقتطاع.

التمرين العملي التاسع حول تقدير التغير في متحولات المناخية خلال فترة معينة بالمقارنة مع فترة مرجعية .

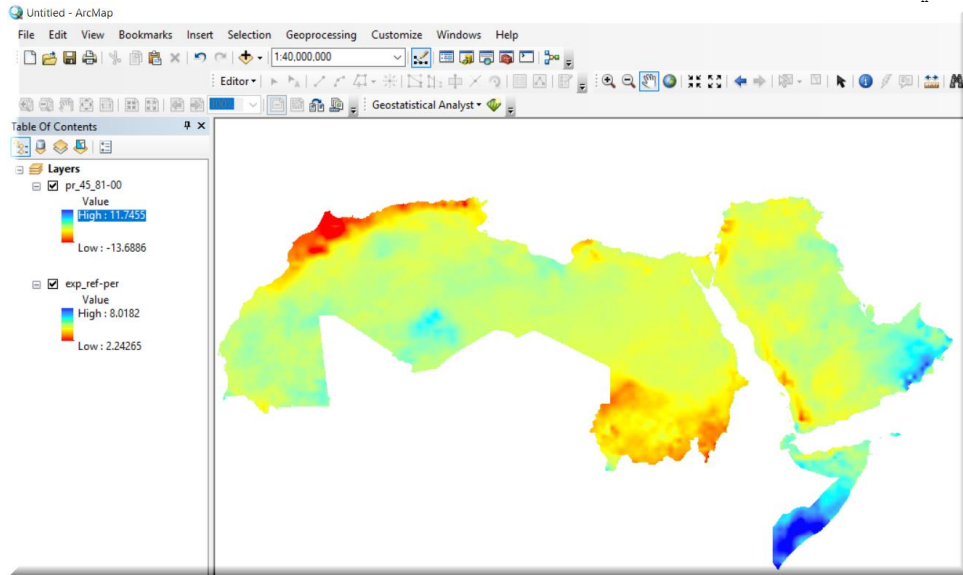
المطلوب حساب التغير المتوقع في معدل التساقطات لفترة نهاية القرن (2081-2100) بالمقارنة مع معدل التساقطات للفترة المرجعية (1986-2005) حسب نموذج المناخ العالمي CNRM-CM5 لسيناريو الانبعاثات المتوسطة rcp 4.5 للمجال العربي

البيانات المُتاحة:

مجلد compare exercise والذي يحوي:

1. شريحة pr_ref يمثل معدل التساقطات في الفترة المرجعية 1985-2005
2. شريحة pr_45_81-00 تمثل معدل التساقطات في الفترة المستقبلية نهاية القرن 2081-2100

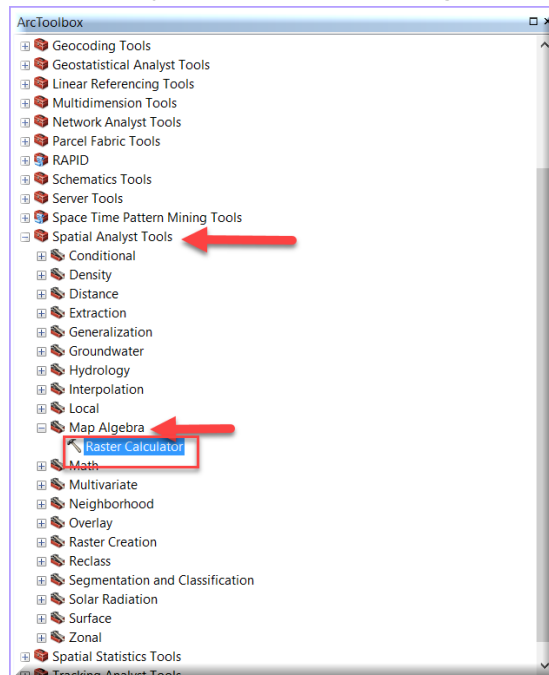
نقوم بإضافة الشريحتين إلى واجهة ArcMap
فتظهر كما في الشكل:



الشكل (1.9) إضافة الشريحتين اللتين سيتم حساب قيمة التغير بينهما.

1. نفتح الأداة من صندوق الأدوات وفق المسار

Spatial Analyst Tools>Map Algebra>Raster Calculator

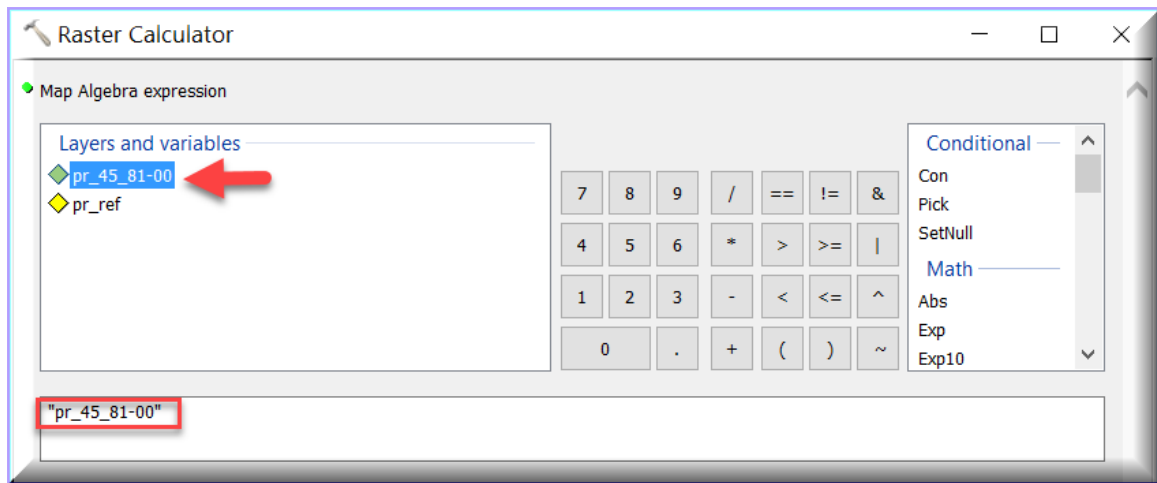


الشكل (2.9) الأداة Raster Calculator ضمن نافذة ArcMap.

ضمن نافذة Raster Calculator
2. نقوم بكتابة المعادلة التي تعبر عن الفرق بين معدل ا في فترة التساقطات نهاية القرن والفترة المرجعية:

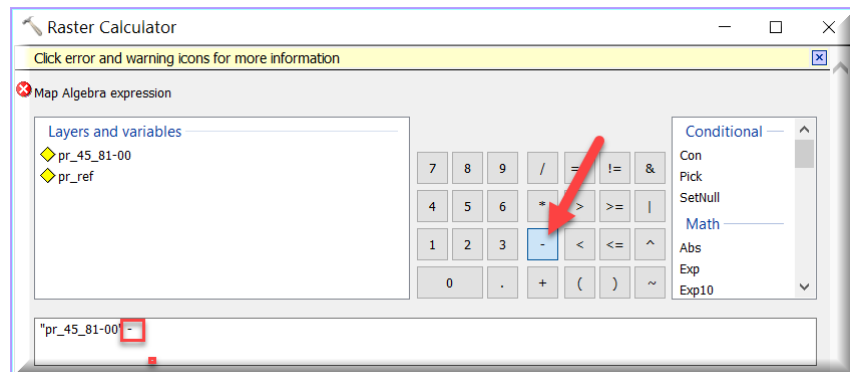
"pr_45_81-00"-Pr_ref"

نقرة مزدوجة على شريحة معدل التساقطات خلال فترة نهاية القرن "pr_45_81-00" فتنزل إلى النافذة السفلية الخاصة بكتابة المعادلات



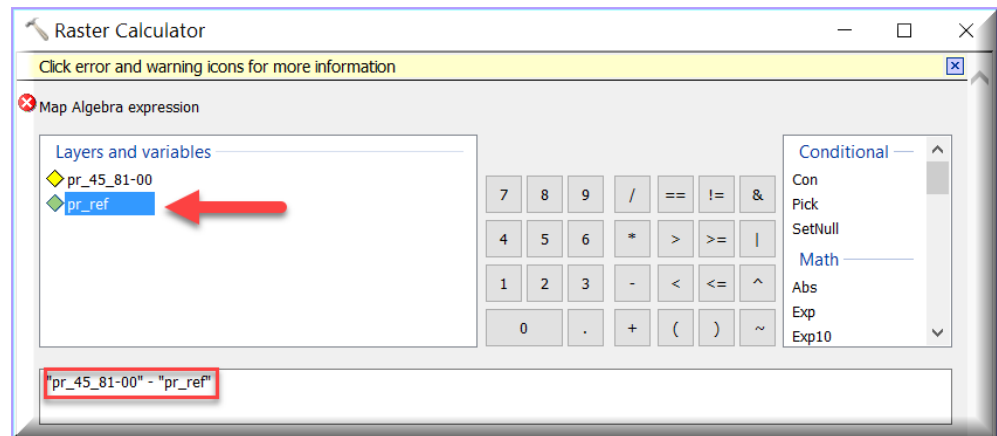
الشكل (3.9) إدخال الشريحة الأولى (pr_45_81_100) إلى نافذة raster calculator.

ثم نقرة واحدة على زر Subtract (-) ضمن مجموعة الازرار فتنزل إشارة الطرح (-) إلى نافذة المعادلات.



الشكل (4.9) إدخال عملية الطرح إلى نافذة raster calculator.

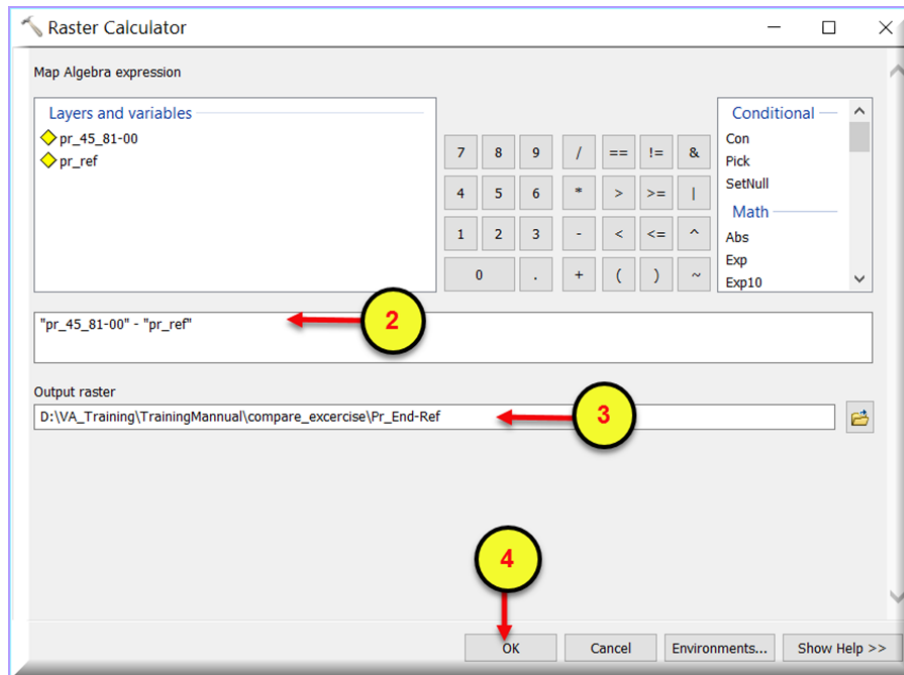
نقرة مزدوجة على شريحة معدل التساقطات خلال الفترة المرجعية "pr_ref" فتنزل إلى النافذة السفلية الخاصة بكتابة المعادلات



الشكل (5.9) إدخال الشريحة الثانية (pr_ref) إلى نافذة raster calculator.

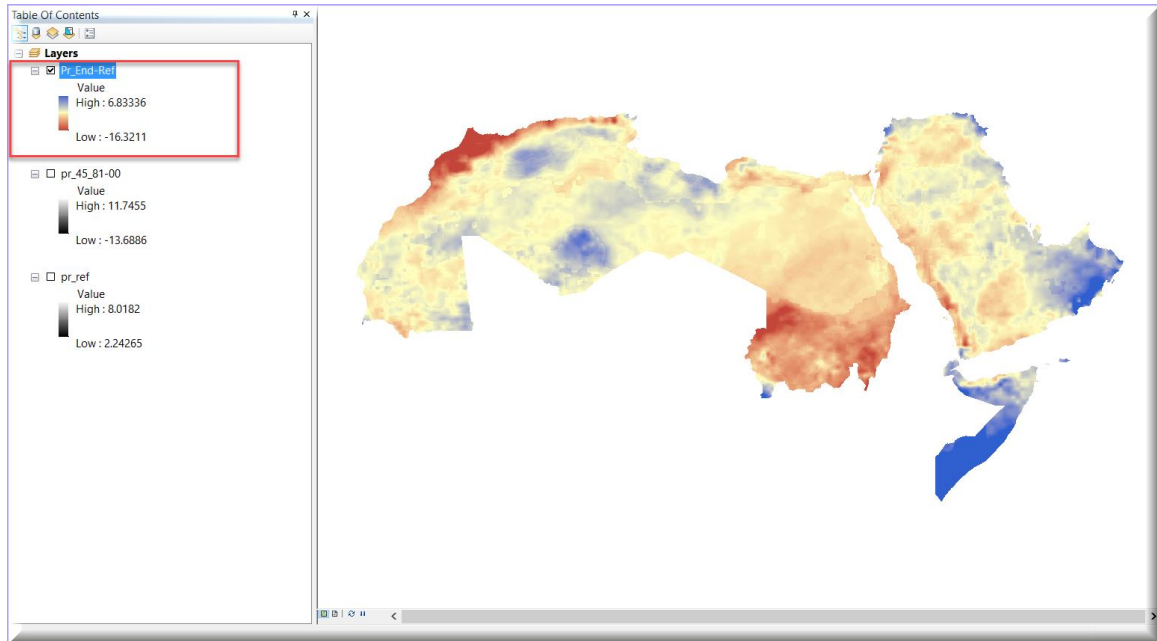
3. نختار مجلد الإخراج واسم المخرج بحيث يدل على المنتج، مثلاً: Pr_End-Ref

4. Ok



الشكل (6.9) نافذة raster calculator.

تحتوي الشريحة الناتجة قيم التغيرات المتوقع ان تطرأ على معدلات التساقطات خلال فترة نهاية القرن بالمقارنة مع الفترة المرجعية حيث يلاحظ أن قيم التساقطات من المتوقع ان تتناقص على سواحل المغرب العربي مثلاً بينما يتوقع زيادة في التساقطات في الصومال وعمان على سبيل المثال.



الشكل (7.9) الشريحة الناتجة Raster تعبر عن التغير المتوقع على التساقطات خلال فترة نهاية القرن بالمقارنة مع الفترة المرجعية.

Venäläinen, A. and Heikinheimo, M. (2002). Meteorological data for agricultural applications, Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 27, Issues 23–24, Pages 1045-1050, ISSN 1474-7065, [https://doi.org/10.1016/S1474-7065\(02\)00140-7](https://doi.org/10.1016/S1474-7065(02)00140-7).

Jeffrey, S. J., Carter, J. O., Moodie, K. B., and Beswick, A. R. (2001). Using spatial interpolation to construct a comprehensive archive of Australian climate data, Environmental Modelling & Software, Volume 16, Issue 4, Pages 309-330, ISSN 1364-8152.

Spadavecchia, L. and Williams, M. (2009). Can spatio-temporal geostatistical methods improve high resolution regionalisation of meteorological variables?, Agricultural and Forest Meteorology, Volume 149, Issues 6–7, Pages 1105-1117, ISSN 0168-1923, <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2009.01.008>.

Teutschbein, C. and Seibert, J. (2010), Regional Climate Models for Hydrological Impact Studies at the Catchment Scale: A Review of Recent Modeling Strategies. Geography Compass, 4: 834-860. doi:[10.1111/j.1749-8198.2010.00357.x](https://doi.org/10.1111/j.1749-8198.2010.00357.x)

