

تطوير نمذجة عمليات سحب الحمل في نموذج جامعة الملك
عبد العزيز المناخي العالمي لتحسين التوقع المناخي على شبه
الجزيرة العربية

محمد أزهر إحسان

بحث مقدم كجزء من متطلبات الحصول على درجة
الدكتوراه في علوم الأرصاد

المشرفين

(المشرف المساعد)

(المشرف الرئيسي)

الأستاذ الدكتور/عبدالرحمن بن خلف الخلف

الأستاذ الدكتور/منصور بن عطيه المزروعى

كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة

جامعة الملك عبد العزيز

جدة - المملكة العربية السعودية

١٤٣٩ محرم / ٢٠١٧ أكتوبر

المستخلص

تعد نماذج المناخ العالمي (GCMs) أدوات قيمة لاستكشاف التفاعلات بين الغلاف الجوي والمحيطات وسطح الأرض كما تساعدنا علي فهم مناخ الماضي ووضع تصور سيناريوهات المناخ المستقبلي. في هذه النماذج يتم وضع تمثيل فيزيائي لتكون السحب لأن المدي المميز لهذه العملية في الغلاف الجوي أصغر من درجة فصل النماذج المناخية. تتأثر عمليات المحاكاة في هذه النماذج بطريقة تمثيل سحب الحمل بشكل مباشر نتيجة إعتقاد تكون الأمطار بطبيعة الحال على طريقة تمثيل السحب. ولهذا فإن إختيار التمثيل الملائم لسحب الحمل ضروري للحصول على محاكاة واقعية لحالة المناخ. في هذه الأطروحة، نناقش تأثير طرق تمثيل مختلفة لسحب الحمل في نموذج جامعة الملك عبدالعزيز العالمي للمناخ العالمي على محاكاة المناخ. في هذا العمل نقدم تمثيلا جديدا لسحب الحمل يسمى تمثيل إيمانويل (EMAN)، بالإضافة إلى المخططات الموجودة في نموذج جامعة الملك عبد العزيزوهي مخطط اراكاوا- شوبرت (SAS).

أضاف مخطط إيمانويل المضاف حديثا تحسينات لنتائج محاكاة المناخ بشكل كبير على المستويين العالمي والأقليمي. تشمل التحسينات ما يلي: تحسن محاكاة الرطوبة النسبية ودرجات الحرارة وكميات السحب والامطار في نموذج "العمود الواحد" بالمقارنة بالمخطط القديم. كما أظهرت نتائج المحاكاة المناخية على نقاط شبكية تباعدها قرابة الدرجة الواحدة تحسنا ملحوظا في تمثيل كميات الأمطار باستخدام المخطط الجديد على المنطقة الاستوائية مقارنة بالمخطط القديم وكذلك الكميات المنخفضة (المرتفعة) للإشعاع الأرضي طويل الموجة المنبعث تدل على زيادة (إنخفاض) سحب الحمل وبالتالي إنخفاض كميات السحب بشكل عام حيث أن جذر مربع الخطأ في كميات الإشعاع المنبعث أقل في حالة مخطط إيمانويل عن المخطط القديم. كشفت هذه التحسينات في قيم المتوسطات المناخية عن تحسن القدرة علي التنبؤ بالأمطار في فصل الصيف (يونيو إلى سبتمبر) علي شبه الجزيرة العربية وشمال أفريقيا، وهذا هو احد الجوانب المهمة لهذا البحث. تتضمن نتائج البحث أيضا: أن متغيرية الهطول (حسبت باستخدام الدوال التجريبية المتعامدة) في مخطط إيمانويل تتفق بشكل واضح مع توزيعات الأمطار، حيث يظهر موضع التغيرية العظمى للهطول في المخطط القديم في موقع مختلف تماما. ونتيجة لهذا الاختلاف في موضع التغيرية في المخطط القديم فإن توزيعات الامطار في فصل الصيف المرتبطة بالمتذبذب الجنوبي (النينيو) ترتبط ارتباطا ضعيفا إذا ما قورنت بالمخطط الجديد. بشكل إحصائي فإن مهارة التنبؤ بالأمطار وكذلك تمثيل الحركات الدورانيات في طبقات الجو العليا في حالة مخطط إيمانويل أفضل كثيرا منها في مخطط اراكاوا شوبرت على شبه الجزيرة العربية.

في هذا البحث درست القدرة على التنبؤ بالامطار ودرجات الحرارة باستخدام نتائج محاكاة الماضي من النماذج المناخية المقترنة بنماذج المحيطات من المراكز البحثية في أمريكا الشمالية. كما تم التعبير عن القدرة على التنبؤ باستخدام متغيرات إحصائية مثل التباين والارتباط الخطي بالنموذج المثالي ومقاييس إحصائية اخري من نظرية المعلومات مثل الانتروبي النسبي والبيانات المتبادلة. وبشكل عام، أظهرت جميع النماذج انخفاضا في إمكانية التنبؤ عند تأخر نقطة بداية التنبؤات في البيانات المستخدمة. إمكانية التنبؤ المحتملة لدرجة حرارة الهواء السطحية وهطول الأمطار خلال فصل الصيف أعلى في النموذج المناخي المقترن للإدارة الوطنية الأمريكية لمراكز للتنبؤات البيئية مقارنة بنماذج أمريكا الشمالية الاخري. لذلك، من أجل تحسين مهارة التنبؤ بالمناخ علي شبه الجزيرة العربية أكثر، يتطلب تطوير التمثيل الفيزيائي داخل النموذج وكذلك مدخلات النموذج.

**DEVELOPMENT OF CONVECTIVE CLOUDS
PARAMETERIZATION SCHEME IN SAUDI-KAU
GLOBAL CLIMATE MODEL FOR ENHANCING
CLIMATE PREDICTION OVER ARABIAN
PENINSULA**

Muhammad Azhar Ehsan

**A Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the Degree of
Doctor of Philosophy in Meteorology**

Supervisors

**Prof. Mansour Almazroui
Prof. Abdulrahman A. Alkhalaf**

**DEPARTMENT OF METEOROLOGY,
FACULTY OF METEOROLOGY, ENVIRONMENT AND ARID LAND
AGRICULTURE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY
JEDDAH –SAUDI ARABIA**

MUHARRAM, 1439 H - OCTOBER, 2017 G

ABSTRACT

Global climate models (GCMs) are valuable tools to explore the atmosphere–ocean and land–atmosphere interactions, and to better understand past climate as well as to generate climate scenarios. In GCMs convection is parameterized, because the characteristic scale of this atmospheric process is smaller than the typical global climate model resolution. GCM simulations are strongly influenced by their cumulus convection parameterization schemes (CPSs) and in particular, precipitation simulated by GCMs is strongly dependent on the selected CPS. In this Thesis, the impacts of different CPSs on the climate simulation by the Saudi King Abdulaziz University Global Climate Model (Saudi-KAU GCM) are discussed. In this work, a new CPS namely EMAN is introduced in Saudi-KAU model in addition to the existing CPS called simplified Arakawa Schubert (SAS).

The newly implemented EMAN CPS in Saudi-KAU model improved the climate simulation at global and regional scales. The key areas of improvements include: better simulation of the relative humidity, temperature and precipitation fields in single column model with EMAN. Simulations by Saudi-KAU atmospheric GCM at a moderate resolution (T106L44: $1.125^\circ \times 1.125^\circ$) showed improved convective precipitation partition with EMAN as compared to SAS. Low (high) outgoing long wave radiation (OLR) values are indicative of enhanced (suppressed) convection and hence more (less) cloud coverage. The root mean square error estimated over tropics for OLR with EMAN is less than that of the SAS. The improvements shown in climatological fields revealed enhancement in the summer season (June-September: JJAS) precipitation predictability over the Arabian Peninsula and northeast Africa, which is one of the important aspects of this research. Results include: the main pattern of JJAS precipitation variability (as measured by the leading empirical orthogonal functions) with EMAN is comparable to the observed pattern, while the maximum variability with SAS occurs in a completely different location. Due to this shift, the El Niño Southern Oscillation (ENSO)-related JJAS precipitation teleconnection simulated with SAS is very weak as compared to observation. In terms of statistical measure of the skill for the simulated precipitation, and that for the upper level circulation patterns, the experiments with EMAN scheme outperforms over the Arabian Peninsula as compared to SAS.

The potential predictability (PP) of the Arabian Peninsula precipitation and surface air temperature is also explored by using reforecast data from the state-of-the-art coupled GCMs of

the North American multimodel ensemble (NMME). The PP is estimated by using analysis of variance, perfect model correlation and information-based measures, including relative entropy and mutual information. In general, all models showed a drop in potential predictability with an increase in lead-time. Potential Predictability of the surface air temperature and precipitation during JJAS is higher in the Coupled Forecast System version 2, from the National Centers for Environmental Predictions (CFSv2) as compared to other NMME models. Therefore, in order to improve the Arabian Peninsula climate prediction skill further, developments of model physics as well as the initial conditions are required.