تمثيل الطبقة الحدية في نموذج المناخ العالمي لجامعة الملك عبد العزيز- السعودي وتأثيره على التوقعات المناخية

إعداد

محمد عدنان عابد

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

المشرفين

(المشرف الرئيسي)	(المشرف المساعد)
الأستاذ الدكتور/منصور بن عطيه المزروعي	الأستاذ الدكتور/أحمد بن عثمان العمودي

كلية الأرصاد والبيئة وزراعة المناطق الجافة
جامعة الملك عبد العزيز
جدة - المملكة العربية السعودية
محرم ١٤٣٩/ أكتوبر٢٠١٧

المستخلص

تم إدخال مخطط جديد للطبقة الحدية في نموذج جامعة الملك عبد العزيز المناخي العالمي (Saudi-KAU) وهو مخطط جامعة واشنطن "UW" ويرتكز التحسن في عمل مخطط "UW" على تحسين تمثيل الاضطراب في الجزء العلوي للطبقة الحدية والذي يعد إضافة جديدة للنموذج. كما يتميز المخطط الجديد بتمثيل واقعي للسحاب الركامي الطبقي بالقرب من طبقة الانقلاب الحراري، وهو الأمر الذي كان مبالغا في قيمته في المخطط القديم هوستلاج وبوفيل "HB" بسبب غياب تمثيل السحب عند نهاية الطبقة الحدية. تحسن تمثيل السحاب الركامي الطبقي في كلا من فصلي الشتاء والصيف وان كان التحسن أكثر وضوحا في فصل الصيف. ويلاحظ أيضا بروز التمثيل الأفضل لتشتت كمية الحركة والحرارة في مخطط جامعة واشنطن مقارنة بالمخطط القديم. انخفضت حيود كميات الأمطار على مستوي الكرة الأرضية عن كميات الأمطار المقاسة بنحو ١٨% في فصل الشتاء، وبنسبة ٢٢% في الصيف، في النموذج الجديد مقارنة بمخطط نموذج جامعة الملك عبد العزيز القديم بسب انخفاض الحيود في الفيوض السطحية، وتحسن التوازن الإشعاعي خلال الفصلين. وقد انخفض حيود الأمطار على شبه الجزيرة العربية في فصل الصيف بشكل ملحوظ، اتساقا مع انخفاض الحيود في الفيوض السطحية. كما انخفض أيضا حيود درجة حرارة الهواء عن القياسات على مستوى العالم بمقدار ٠,٦٣ درجة مئوية، مقارنة ب ٠,٨٣ درجة في مخطط نموذج جامعة الملك عبد العزيز القديم في فصل الصيف في حين لم يلاحظ تغير كبير في فصل الشتاء وعلاوة على ذلك، لوحظ انخفاض في حيود درجات الحرارة والرطوبة في الجزء الأسفل من طبقة التروبوسفير عن القياسات على معظم انحاء الكرة الأرضية وخاصة المنطقة الاستوائية، والتي من المنتظر ان يكون لها آثار إيجابية على فهم التغيرية الفصلية وبين الفصلية.

تطرق البحث أيضا الي العلاقة بين كميات الأمطار فوق شبة الجزيرة العربية خلال فصل الصيف والمتذبذب الجنوبي الإنسو "ENSO" وتوصلنا الي وجود معامل ارتباط خطي سالب (0.43-) بينهما. هذه العلاقة تظهر على شكل قيم شاذة لتقارب الرياح في طبقات الجو العليا على جنوب الجزيرة العربية لتعويض القيم الشاذة لتباعد الرياح في طبقات الجو العليا على شرق ووسط المحيط الهادي في الطور الموجب للمتذبذب. هذا التقارب الشاذ للرياح في طبقات الجو العليا على جنوب الجزيرة العربية يؤدي الى حركة رأسية هابطة للرياح وبالتالي تباعد في الرياح السطحية والذي يؤدي بالضرورة الي منع تكون السحب وانخفاض كميات الامطار. العكس يحث في الطور البارد للمتذبذب الجنوبي اللانينيا. هذا يعني تحسن القدرة

على التنبؤ بالأمطار فوق شبه الجزيرة العربية خلال النينيو مقارنة بفترات اللانينيا ويظهر هذا في حالات الجفاف التي أمكن التنبؤ بها مما قد يساهم في تحسين ادارة الموارد المائية والزراعية المحلية. وتظهر المحاكاة المتعددة لنسخ من النموذج المناخي بمدخلات مختلفة ان هناك علاقة قوية بين أمطار فصل الصيف وظاهرة الإنسو في مخطط جامعة واشنطن بالمقارنة مع المخطط القديم.

وقد تحسنت مهارة التنبؤ بهطول الأمطار في شبه الجزيرة العربية بنسبة ٤٣% (٣٢%) خلال فصل الشتاء (الصيف) مقارنة مع المخطط القديم. وعلاوة على ذلك، فإن القيم الشاذة لنماذج الحركات الدورانية في طبقات الجو العليا (٢٠٠-هكتوباسكال) فوق منطقة المحيط الهادئ وأمريكا الشمالية هي الاقرب للقياسات في مخطط جامعة واشنطن إذا ما قورن بالمخطط القديم وأن كان الفارق بسيط بين المخططين من حيث التنبئية. جدير بالذكر هنا أن تجارب المحاكاة لكوكب الأرض المائي أظهرت تمثيلا أفضل لكميات الأمطار الاستوائية في المخطط الجديد. إن المخطط الجديد والذي سيتبناه النموذج المناخي لجامعة الملك عبد العزيز (KAU)، يجمع بين تمثيل أفضل للاضطرابات المحلية في الطبقة الحدية وبين تمثيل الاضطرابات بالقرب من نهايتها عند طبقة السحب الركامي الطبقي.

PLANETAR PLANETARY BOUNDARY LAYER PARAMETERIZATION IN THE SAUDI-KAU GLOBAL CLIMATE MODEL AND ITS IMPACT ON CLIMATE PREDICTIONS

By

Muhammad Adnan Abid

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

Supervisors

Prof. Mansour Almazroui

Prof. Ahmed Alamoudi

DEPARTMENT OF METEOROLOGY
FACULTY OF METEOROLOGY, ENVIRONMENT AND ARID LAND AGRICULTURE
KING ABDULAZIZ UNIVERSITY (KAU), JEDDAH
SAUDI ARABIA

MUHARRAM, 1439H - OCTOBER 2017G

PLANETARY BOUNDARY LAYER PARAMETERIZATION IN THE SAUDI-KAU GLOBAL CLIMATE MODEL AND ITS IMPACT ON CLIMATE PREDICTIONS

Muhammad Adnan Abid

ABSTRACT

A moist Planetary Boundary Layer (PBL), namely the University of Washington (UW) scheme is introduced into the Saudi King Abdulaziz University (Saudi-KAU) Atmospheric Global Climate Model (AGCM). The UW scheme estimates the turbulence due to cloud-topped closure, which is a novel development in the model. It maintains the low-level stratocumulus clouds near inversion layer realistically, which was overestimated in case of the default dry PBL scheme namely as Holtslag and Boville (HB) due to the missing cloud-topped turbulence closure. The UW scheme improves the modeled stratocumulus clouds in both winter and summer seasons with a significant impact in boreal summer season. The stronger heat and momentum diffusivity is noted in UW compared to that of HB run. The global rainfall bias is reduced about 18% during winter, and 22% in summer with UW compared to HB run, which is consistent with the reduction of surface fluxes biases and improved radiative balance. Significant reduction of summer precipitation bias is noted over Arabian Peninsula. The global temperature bias is reduced about 0.63 °C in UW compared to that of 0.8 °C in HB scheme during summer season, while not much difference is noted for boreal winter season. Further, the lower tropospheric

moisture and temperature biases are reduced over most parts of the globe including tropics, which may have positive implications on seasonal to intraseasonal variability.

We also investigated the Arabian Peninsula summer (JJA) seasonal rainfall relationship with the El Niño Southern Oscillation (ENSO) phenomenon and found a negative (-0.43) correlation between them. This relationship is established through an atmospheric teleconnection which shows upper-level convergence anomalies over the southern Arabian Peninsula compensating the central-eastern Pacific upper-level divergence anomalies for the warm (El Niño) ENSO phase. The upper-level convergence over southern Arabian Peninsula leads to sinking motion, low-level divergence and consequently to reduced rainfall. The vice-versa happens for the cold (La Niña) ENSO phase. Predictability during the El Niño events is higher due to the stronger signal, and reduced noise compared to that of La Niña years. This shows that drought conditions are predictable for the Arabian Peninsula, which is important to manage the local water and agricultural resources. The ensemble simulation shows that this ENSO AP summer rainfall relationship is stronger with UW compared to that of HB run.

The Arabian Peninsula seasonal rainfall prediction skill is improved by 32% (43%) in summer (winter) with the UW compared to the HB run. Moreover, 200-hPa circulation anomalies over the Pacific and North American (PNA) region are more likely an observations with the UW as compared to the HB run, but there is not much difference in the predictability for two schemes. Furthermore, the Aqua simulations show a stronger tropical precipitation response with UW compared to that of HB scheme. A new PBL scheme “KAU” is proposed, which combines local, non-local, and cloud-topped turbulence closures and this scheme is a part of the latest release of the Saudi-KAU model.