

الفصل  
الحادي عشر

تطبيقات  
الذكاء الاصطناعي  
وابتكراته



## الفصل الحادي عشر

### تطبيقات الذكاء الاصطناعي وابتكاراته

المقدمة:

يُعتبر القمح محصولاً رئيسياً في أستراليا، حيث يتم زراعته من أحد عشر إلى ثلاثة عشر مليون هكتار سنوياً، حوالي أربعون في المائة من هذا في جنوب غرب أستراليا الغربية. وبصرف النظر عن خصوبة التربة والاعتبارات الزراعية الأخرى، فإن القيود الرئيسية على الإنتاج هي الأرصاد الجوية والمناخية، تؤثر رطوبة التربة في وقت الزراعة على نجاح المحصول، والذي بدوره يتأثر بهطول الأمطار خلال فترة الأجازات في الصيف والخريف.

توافر المياه أثناء فترة النمو هو أهم العوامل التي تؤثر على غلة المحاصيل، ويسمى توقيت وصول ما يكفي من أمطار الخريف للزرع، "كسر الخريف"، وهو عامل رئيسي في مرحلة زراعة المحاصيل.

وفيما يتعلق بمتطلبات المحاصيل فيعتبر توقيت أحداث هطول الأمطار أكثر أهمية من إجمالي كمية الأمطار التي تم تلقيها خلال دورة حياة المحصول، ولذلك فإن التنبؤات

الدقيقة والمفصلة للأمطار مهمة لمزارعي القمح في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك غرب أستراليا.

إن الظواهر التي يُعتقد أنها تؤثر على سقوط الأمطار، ولا سيما ظاهرة "التذبذب الجنوبي-النينيو (ENSO)"، قد تمت دراستها على نطاق واسع في أستراليا، حيث كانت الدراسة في العلاقات بين ENSO والغلة من القمح والذرة للأرجنتين والبرازيل.

أما في الولايات المتحدة الأمريكية، وُجد أن الغلة من مجموعة متنوعة من المحاصيل، بما في ذلك القمح والقطن وقصب السكر لديها بعض الاعتماد على (ENSO).

وفي آسيا، تمت دراسة العلاقات بين "ENSO" والغلة من القمح والأرز لكل من الصين والهند، حتى مايو 2013، وقد استندت التوقعات الموسمية الرسمية لجنوب غرب أستراليا، الصادرة عن المكتب الأسترالي للأرصاد الجوية (BOM)، على مخطط إحصائي تجريبي باستخدام مؤشر "ENSO" باعتباره المؤشر الرئيسي في نموذج إحصائي بسيط نسبياً، وبمراجعة أداء هذه التنبؤات، وصف "فوسيت وستون" مستوى المهارات الموضح للتنبؤ الموسمي للأمطار بأنه "معتدل"، على الرغم من أنه أفضل من توقعات المناخ والتنبؤات العشوائية".

ومنذ يونيو 2013، قد استخدمت "BOM" مخرجات من نموذج الدوران العام (GCM)، ونموذج التنبؤ المحيط للغلاف الجوي لأستراليا (POAMA)، للتنبؤ بمناطق الشبكة الكبيرة (26.500 كيلومتر مربع) عبر القارة الأسترالية.

لم تكن هناك دراسة كمية مفصلة منشورة تُمكن من إجراء مقارنة مباشرة بين مهارات التوقعات من (POAMA) مقابل النماذج الإحصائية السابقة، بما في ذلك جنوب غرب أستراليا الغربية، وبما أن التنبؤات التشغيلية من (POAMA) يتم توفيرها في نسق مكون من فئتين (أعلى أو أقل من متوسط سقوط الأمطار)، فإن حساب المقاييس المشتركة لمهارة التنبؤ بها في ذلك خطأ الجذر المركزي للمربع (RMSE) مستحيل، علاوة على ذلك، فإن (BOM) غير رغبة في توفير المخرجات من (POAMA) المستخدمة في التوقعات

التشغيلية في شكل يُسهّل المقارنة مع الطرق الأخرى، على سبيل المثال، كتوقعاتٍ حتميةٍ لمواقع النقاط.

تُعتبر التوقعات الموسمية لمقياس (BOM) غير موثوقةٍ للغاية كأساسٍ لاتخاذ القرارات المحصولية الرئيسية، وهذا يتفق مع الدراسات السابقة التي تشير إلى عدم وجود توقعاتٍ دقيقةٍ لسقوط الأمطار في أستراليا الغربية، وتشير نتائج أحدث الأبحاث استناداً إلى الناتج من أحدث إصدارٍ من (POAMA) (الإصدار 2.4)، إلى أنه بالنسبة لخلايا الشبكة المقابلة لحزام القمح الأسترالي الغربي، فإن التوقعات الشهرية للأمطار تنخفض إلى فئاتٍ تقابل الصفر، أو السلبية، أو مستوى إيجابيٍ منخفضٍ للغاية من المهارة بالنسبة لعلم المناخ.

كان هذا حتى بعد معالجةٍ شاملةٍ لإصدار (POAMA 2.4) مع الأخذ بعين الاعتبارٍ موثوقيةٍ ومهارةٍ (POAMA 2.4) بالنسبة إلى الإصدارات السابقة للقارة الأسترالية بأكملها، كما أنه يشير أيضاً إلى مهارةٍ متوقعةٍ يمكن مقارنتها فقط مع الأساطير العسكرية، مع مهارةٍ قليلةٍ أو معدومةٍ خارج نطاق علم المناخ، إشارةً إلى مهارةٍ (POAMA) بعد تغيير نطاقها في مواقعٍ في جنوب شرق أستراليا مرةً أخرى تظهر درجات المهارات التي يمكن مقارنتها فقط مع علم المناخ، مع متوسط الارتباطات التي تبلغ (0.4) في الشهر الواحد تقريباً، مع التراجع لفترةٍ أطول.

تحاول (POAMA) مثل غيرها من نماذج الدوران العالمي (GCMs)، محاكاة المناخ من خلال فهم العمليات الفيزيائية، وهناك نهجٌ بديلٌ لكلٍ من (POAMA)، والنماذج الإحصائية السابقة وهو التعلم الآلي باستخدام الشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs).

من حيث المبدأ، ينبغي أن يكون التنبؤ بمعدلات سقوط الأمطار الشهرية في حزام القمح قابلاً للإنترنت الجوي لأن أنماط سقوط الأمطار السنوية معدلةٌ بواسطة أنماط الدوران المحيطة بالغللاف الجوي العالمية التي يمكن قياسها على الرغم من المؤشرات المناخية بما في ذلك (ENSO) و(Dipole) والمحيط الهندي.

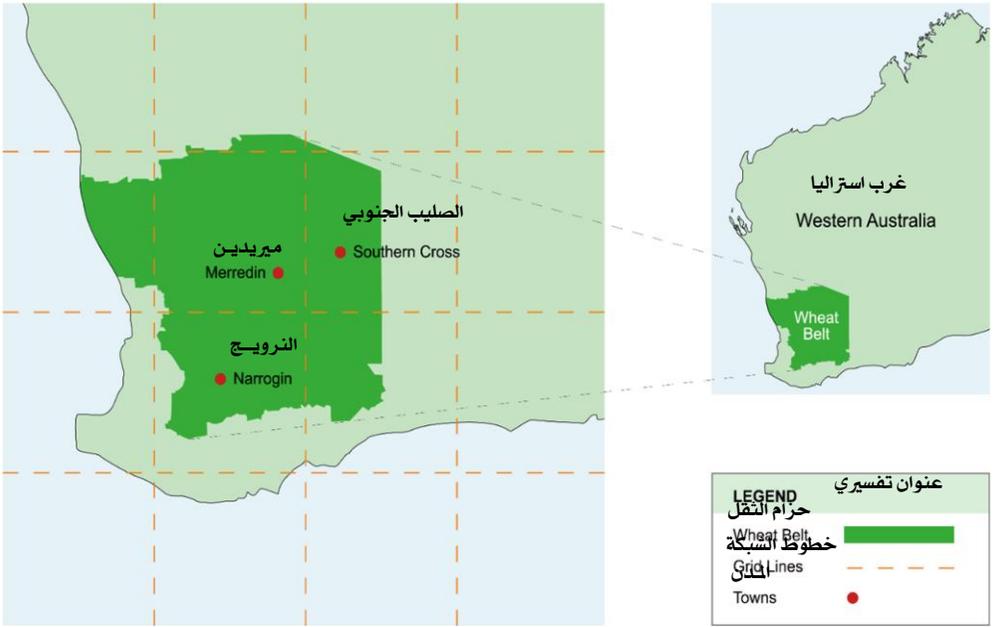
هذه المؤشرات المناخية، وكذلك هطول الأمطار ودرجات الحرارة هي سجلات تاريخية للعديد من المواقع في حزام القمح، ويمكن أن توفر أكثر من مائة سنة من البيانات للتدريب والتحقق من صحة نماذج (ANN).

يركز التعلم الآلي مع (ANNS) على التنبؤ المبني على الخصائص المعروفة المستفادة من التعرض لمجموعات البيانات التاريخية أثناء عملية التدريب، والهدف الأساسي لعملية التعلم هو أن تكون قادرًا على التعميم من التجربة.

وقد استُخدم الميل الميكانيكي على نطاق واسع في منطقة الهيدرولوجيا، على سبيل المثال، في دراسة علاقات الجريان السطحي للأمطار، كما أصبح التعلم الآلي مهمًا في مجال التشخيص الطبي حيث يلزم الجمع بين المعلومات من اختبارات مختلفة، كل منها يحمل بعض المعلومات التشخيصية ذات الصلة، ولكنها محدودة، قد لا تكون هناك طريقة مفيدة باستمرار للجمع بين المعلومات ذات الصلة، مع الاعتماد التقليدي على مهارة وخبرة الممارس الطبي.

ويمكن لمكون مناخي شاسع يبلغ ثلاثة عشر اختلافًا أن يكون له بعض التأثير على الأمطار الموسمية في جميع أنحاء أستراليا، مع اختلاف تأثيراتها الزمنية والموسمية، كما أن التوقعات تتحسن عند تقديم المعلومات في وقت متأخر، عادةً من شهر إلى ثلاثة أشهر، وفي دراسة أخرى تم إنشاء صفائف البيانات باستخدام سبعة مؤشرات مناخية وثلاث سمات مناخية محلية، هي (سقوط الأمطار، الحد الأقصى والحد الأدنى لدرجة الحرارة) مع تأخر كل من سمات الإدخال هذه بزيادات شهرية، لمدة تصل إلى اثني عشر شهرًا.

وقد تم إدخال المصفوفات إلى (ANN) من أحدث طراز (ANN) ونماذج مبنية يمكن استخدامها للتنبؤات الشهرية للأمطار من شهر واحد إلى ثمانية عشر شهرًا مسبقًا في مدن (ناروغين، وميريدين، والصليب الجنوبي) في غرب أستراليا.



يتم عرض التنبؤات الشهرية للأمطار خلال فترة الاختبار من يوليو 2004 إلى يونيو 2014 من هذه النماذج على هيئة جداول زمنية، ومهارة التنبؤ المقاسة باستخدام ارتباطات "بيرسون فيو"، وأخطاء مربع الجذر الرئيسي (RMSE)، وتعني الأخطاء المطلقة (MAE)، كما تم تحليل الاختلافات في مهارة التنبؤ، وبين المواقع وداخلها، والتنوع في حساسية خصائص المدخلات.

يعتمد هذا العمل على أبحاث سابقة ركزت على تطبيق نماذج (ANN) للتنبؤ بالأمطار الشهرية في شمال شرق أستراليا باستخدام منصة (ANN) أقل تطوراً، والشكل السابق يوضح خريطة لحزام القمح الأسترالي الغربي، وتظهر خطوط الشبكة (POAMA) ومدن (ناروغين، وميريدين، والصليب الجنوبي).

تعتمد مهارة التنبؤ بالأمطار من (ANN) على جودة وملاءمة البيانات المقدمة كمدخل للنموذج، كما هي الحال مع أي نموذج إحصائي، بما في ذلك (ANNS)، ومن الأفضل

بشكلٍ عامٍ تدريبٌ واختبارٌ مجموعات البيانات التاريخية التي تمتدُّ إلى أقصى حدٍّ ممكنٍ، ويوجد في ناروغين وميريدين والصليب الجنوبي سجلاتٌ طويلةٌ نسبياً للأمطارِ ودرجات الحرارة، وتقعُ ضمنَ ثلاثةٍ من المناطق الأربعة المختلفة لشبكة (BOM) المستخدمة في توقعات (POAMA 3.2) التي تغطّي حزامَ القمحِ في أستراليا الغربية المبيّن في الشكل السابق، وتتعرّض المدن الثلاثة في الغالبِ في الشتاء للأمطارِ، إلا أن مدينة (ناروغين) تتلقى المزيدَ من الأمطارِ، حيث تقع في (محطة رقم 10614) بين (خط العرض  $32.93^{\circ}S$ ، خط الطول  $117.18^{\circ}E$ ، الارتفاع: 338 م).

وقد بدأ تسجيلُ هطولِ الأمطارِ في عام 1891، وما زال يعملُ كمحطة طقسٍ لليوم، وعن مدينة (ميريدين) وهي المحطة (رقم 10092) وتقع بين (خط العرض  $31.48^{\circ}S$ ، خط الطول  $118.28^{\circ}E$ ، الارتفاع: 315 م).

وقد افتتحت محطة الطقس الأصلية في الصليب الأحمر في عام 1903 وما زالت تعملُ إلى اليوم وهي المحطة (رقم 12074)، وتقع بين (خط العرض  $31.23^{\circ}S$ ، خط الطول  $119.33^{\circ}E$ ، الارتفاع: 355 م).

وافتتحت محطةٌ أخرى في عام 1889 وتم إغلاقها في ديسمبر 2007، ثم تمَّ فتحُ محطةٍ أخرى في مطارِ الصليب الجنوبي في أكتوبر 1996 وهي المحطة (رقم 12320)، وتقع بين (خط العرض  $31.24^{\circ}S$ ، خط الطول  $119.36^{\circ}$  شرقاً، الارتفاع: 347 متراً) وما زال هذا التشغيل.

وتشيرُ البياناتُ التاريخيةُ المستخدمةُ في دراسة أخرى إلى هبوطِ الأمطارِ على المدى الطويل في (ناروغين) بمقدار  $-0.52$  ملم من سنة (1891-2013). ومع ذلك، فقد كان متوسطُ هطولِ الأمطارِ السنويِّ يتزايدُ في (الصليب الجنوبي) بمقدار (0.72) ملم من سنة (1903-2013)، ويظهر اتجاهٌ ضئيلٌ في (ميريدين (010.01)). (ملم من سنة (1889-2013)).

وكانت درجات الحرارة المحلية وفقاً لنفس الدراسة لمدينة (ميريدين) عبارةً عن مركبٍ من سجلاتٍ في (ميريدين) (محطة رقم 10092) ومحطة أبحاث (ميريدين) (محطة

رقم 10093)، في حين كانت سجلات درجات الحرارة المستخدمة لمدينة (الصليب الجنوبي) مركبةً من السجلات في (الصليب الجنوبي) (المحطة رقم 12370) و(الصليب الجنوبي) (المحطة رقم 12074)، وكانت سجلات درجات الحرارة المستخدمة في (ناروغين) مركبةً من السجلات في مقارنة مع محطة Katanning (رقم 10579) ومحطة Katanning الأخرى (رقم 10916).

ترتبط التغيرات في هطول الأمطار في أستراليا الغربية، كما هي الحال بالنسبة للعديد من أجزاء العالم الأخرى، بالظواهر المناخية واسعة النطاق (بما في ذلك ظاهرة النينو)، والتي يمكن وصفها بالمؤشرات المناخية، وترتبط ستة من المؤشرات السبعة المستخدمة في هذه الدراسة بظواهر المحيط الهادئ، ومن المعروف أن التغيرات في درجات الحرارة والضغط الجوي في المحيط الهادئ الاستوائي تسبق التغير المناخي الموسمي في مناطق أخرى من واحد إلى اثني عشر شهراً على الأقل، وبالتالي تؤثر على غلة المحاصيل من خلال التأثير على هطول الأمطار.

وتوجد أربعة مؤشرات مناخية هي (Niño 1.2 و Niño 3 و Niño 3.4 و Niño 4) التي تقيس التغيرات المباشرة في درجة حرارة سطح البحر عبر المحيط الهادئ الاستوائي المرتبط ب (ENSO).

وقد استخدمت جميع هذه المركبات الأربعة بـقيم مأخوذة من المعهد الملكي الهولندي للأرصاد الجوية عن طريق برنامج (المناخ المستكشف)، وهو تطبيق على شبكة الإنترنت، وهذا المعهد جزء من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية ومشروع تقييم شريك العمل الأوروبي ومشروع البيانات، وعادة ما يتم تمثيل فروق الضغط المرتبطة ب (ENSO) بمؤشر التذبذب الجنوبي (SOI) المحسوب على أنه فرق الضغط بين "ناهيتي" و "داروين"، مع القيم لهذه الدراسة التي تم الحصول عليها من موقع (BOM)، كما تم إدخال مؤشر مناخي سادس، وهو "التذبذب الباسيفيكي" في فترة ما بين العقد (IPO)، مع قيم مصدرها مباشرة من "كريس فولاند" في مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة.

يعتبرُ الطرْحُ الأوَّلِيُّ للاكتتابِ العامِ مقياسًا للحرارةِ والضغطِ على وسطِ شمالِ المحيطِ الهادئِ مع المراحلِ السلبيةِ والإيجابيةِ التي يُعتقدُ أنها تعدُّ دوراتِ (ENSO) التي وصفتها قيمُ (SOI) و(Nino).

إنَّ ثنائيَّ القطبِ في المحيطِ الهنديِّ (IOD) هو المؤشرُ الوحيدُ غيرُ المحيطِ الهادئِ، وهي ظاهرةٌ مرتبطةٌ بالغلافِ الجويِّ المحيطِ، وتُقاسُ بالفرقِ بين درجاتِ حرارةِ سطحِ البحرِ في المحيطِ الهنديِّ الشرقيِّ والغربيِّ، ويُسمى هذا المؤشرُ مؤشراً وضعِ ثنائي القطبِ (DMI).

هذه المؤشراتُ المناخيةُ، وكذلك درجاتُ الحرارةِ المحليةِ وهطولِ الأمطارِ، كانت مدخلاً لبرامجِ الحلولِ العصبيةِ إلى ما لا نهاية، واستُخدمت في بناءِ نماذجِ (ANN) للتنبؤِ بتساقطِ الأمطارِ شهرياً بالنسبةِ إلى (ناروغين) و(الصلبِ الجنوبي) و(مريدين) في أوقاتِ الرصاصِ من (1، 3، 6، 9 و12 و18) شهرًا، باستخدامِ فترةِ اختبارٍ بين يوليو 2004 ويونيو 2014.

في بعضِ التحقيقاتِ التي تمت عن تطبيقِ الشبكاتِ العصبيةِ للتنبؤِ بتساقطِ الأمطارِ في أستراليا، كانت برامجِ (ANN) الأقلُّ تطوراً متوافرةً بما في ذلك الحلولِ العصبيةِ لـ (Excel 39) و(Peltarion).

وفي تلكِ التحقيقاتِ، كان النهجُ لتكوينِ الشبكةِ العصبيةِ من خلالِ التجربةِ اليدويةِ، وفي نهايةِ المطافِ اختيرَ (Elman ANN).

الميزةُ الرئيسيةُ للحلولِ العصبيةِ هي أنها توفرُ التشغيلَ الآليَّ في اختبارِ العديدِ من تكويناتِ (ANN)، بحيثُ يمكنُ اختيارُ الشبكةِ المثلى. وفي تحقيقاتِ أحدثِ باستخدامِ (إنفينيتي)، تم دراسةُ التنبؤِ الشهريِّ للأمطارِ في عدةِ مناطقٍ في شرقِ أستراليا، ووجدنا أنه في كلِّ حالةٍ تمَّت دراستُها حتى الآن، أن التكوينَ الذي تمَّ اختيارُه (ANN) هو احتماليُّ.

قد تمَّ العثورُ أيضًا على الاختيارِ الآليِّ الاحتماليِّ من (ANN) باستخدامِ "إنفينيتي" بعد اختبارِ تكويناتٍ بديلةٍ مختلفةٍ مع التحقيقِ الحاليِّ، وقد تمَّ تشغيلُ جميعِ التوقعاتِ مع

مجموعة كاملة من السمات، بما في ذلك هطول الأمطار المحلية، وتخلّفت كل منها بزيادات شهرية، لمدة تصل إلى اثني عشر شهراً.

إن مفهوم التأخير والرصاص مهمّان في التنبؤ بالمطر، ويمكن تعريف الفاصل الزمني على أنه الفترة الزمنية بين القيمة الحالية للمعلمة، والمعلمة نفسها لبعض الوقت في الماضي، يمكن تعريف فترة الرصاص على أنها الفترة الزمنية بين القيمة الحالية للمعلمة والمعلمة نفسها لبعض الوقت في المستقبل.

تمّ تمديد فترة التخلف اثني عشر شهراً، في حين تمّ تمديد الخيوط (التي تمثل فترة التوقعات) لمدة (1 و 3 و 6 و 9 و 12 و 18) شهراً بالنسبة إلى قيمة تيار معينة، وتمّ اختبار موثوقية التنبؤات (ANNS) احتمالية لأول مرة عن طريق تشغيل سبع تجارب ماثلة لمدينة (ناروغين) في كل مرة للسماح لبرامج "ما لا نهاية" بالعثور على أفضل نموذج لمدينة (ناروغين) في قيادة لمدة ستة أشهر، في حين أنّ اختيار السمات المستخدمة من قبل "ما لا نهاية" للوصول إلى الحل النهائي يختلف إلى حدّ ما بين التجارب، وقد كان هناك اختلاف بسيط في مهارة التوقع الشهري لمدينة (ناروغين) لفترة الاختبار من يوليو 2004 إلى يونيو 2014 ( $r = 0.73 \pm 0.01$ ).

قد تمّ استخدام هذه التقنية نفسها للتنبؤ بالتساقطات الشهرية للأمطار في كل من "ناروغين" و"الصليب الجنوبي" و"ميريدين" لمدة (1 و 3 و 6 و 9 و 12 و 18) شهراً، وذلك لفترة الاختبار من (10) سنوات من يوليو 2004 إلى يونيو 2014، وتمّ تقسيم البيانات إلى تدريب (70٪)، وتقييم (20٪)، ومجموعات اختبار (10٪)، ولم يتم استخدام مجموعة الاختبار في التدريب على الشبكة، ولكنها كانت مهمة في اختيار النموذج النهائي، ثم تمّ استخدام معاملات ارتباط "بيرسون" ( $r$ ) وخطأ الوسط المطلق (MAE) وخطأ متوسط الجذر (RMSE) لمقارنة مهارة توقعات هطول الأمطار من أفضل نموذج لكل تشغيل لـ (ANN) مقابل هطول الأمطار الشهرية المرصودة لفترة الاختبار، من يوليو 2004 إلى يونيو 2014، ونظراً لأن إجمالي معدل هطول الأمطار السنوي يختلف عبر المواقع، من أجل مقارنة (RMSE) و (MAE) عبر المواقع، فمن الضروريّ تطبيع الاختلافات في هطول الأمطار.

في هذه الدراسة تمّ التطبيع فقط لـ (RMSE) بتقسيم قيم (RMSE) من خلال متوسط هطول الأمطار شهرياً لكل موقع يولد (RMSE) عادي، وقد تمّ العثور على مهارة التنبؤ لتكون أقل، وأكثر تنوعاً، في "ميريدين" و"الصليب الجنوبي" كما تقاس من خلال (RMSE) تطبيع، وبالتالي، فقد تقرر أيضاً استكشاف التباين في التنبؤات في السبعة أشهر التي تؤدي إلى "ميريدين" و"الصليب الجنوبي".

على الرغم من عدم وجود موسمية حقيقية في (ناروغين) خلال فترة الاختبار من يوليو 2004 إلى يونيو 2014، إلا أن نماذج (ANN) قد ولدت احتمالية دقيقة بشكلٍ مدهشٍ وتوقعات (sisted) من القمم والأحواض في هطول الأمطار الشهرية قبل ستة أشهر مقدماً، وتوقعت حدوث الأمطار غير المألوفة والغزيرة في ديسمبر 2011 مع مستوى عالٍ من المهارة.

كما تمّ التنبؤ بأشهرٍ أخرى مع هطول أمطارٍ غزيرة، بما في ذلك مايو 2005، يوليو 2007، يونيو 2009 وسبتمبر 2013.

بعض من المبالغة في تقديرها، في حين أن البعض الآخر يقلل من هذه الأحداث، مع توقعات أكثر دقة (ص = 0.80، RMSE = 19.4، MAE = 14.7) ولدت من خلال حساب المتوسط الناتج الشهري من سبعة أشواط.

هذا التوقع التجميعي كان عنده درجة مهارة أفضل من متوسط سبعة أشواطٍ فردية في الرصاص ستة أشهر (r = 0.80 مقابل r = 0.73) بالإضافة إلى أفضل من أي من عمليات التنبؤ الفردية.

وقد تم حساب علم المناخ باستخدام متوسط هطول المطر الشهري على المدى الطويل في موقع (BOM) لهذا الموقع، ولاحظت هطول الأمطار شهرياً لفترة الاختبار من يوليو 2004 إلى يونيو 2014. ثم تم حساب وسائل المجموعة من خلال حساب المتوسط لكل شهر بالنسبة للنماذج المذكورة فترة الاختبار، وكذلك استخدام هطول الأمطار الشهرية المرصودة لفترة الاختبار.

تنخفض مهارة التنبؤ الشهري للأمطار من GCM عادةً من وقتٍ واحدٍ إلى ثلاثة أشهر، في المقابل كانت التوقعات قبل ثمانية عشر شهرًا من ANN هي الأكثر مهارةً قياسًا من حيث أعلى ارتباط لـ "بيرسون" وأقل من (RMSE (r = 0.77، RMSE = 21.2).

كانت هذه التوقعات قادرةً على التنبؤ بشكل غير موسمي شهر يناير الرطب في (ناروغين) في عامي 2006 و2011. هذه النتيجة المضادةً بديهيةً تشير إلى أن تنبؤ هطول الأمطار الشهرية في مكان ما يصل إلى ثمانية عشر شهرًا مقدمًا لـ (ناروغين)، وأن الاختلافات في عرض البيانات المدخلة المرتبطة فترات زمنية مختلفة (أي ستة أشهر مقابل ثمانية عشر شهرًا) هي قيد أكثر أهمية على مهارة توقعات ANN.

كان ثنائي القطب المحيط الهندي الذي تم قياسه من قبل DMI، هو السمة التالية الأكثر أهمية باستمرار، حيث ساهم بنسبة تتراوح بين 14-15٪ في المتوسط من المهارة، ولكن مع هذه المساهمة تتراوح من 8-20٪ للتشغيل الفردي.

كانت مساهمة Niños و SOI أكثر تنوعًا، ولكن في المتوسط ساهمت بنسبة 12.8 و8.2٪ إلى 7 عمليات تنبؤات لمدة 6 أشهر الرصاص، و7.5 و13.6٪ إلى أشواط واحدة في أوقات الرصاص متغير، على التوالي.

إن الطرح العام الأولي أسهم بمتوسط أقل من 3 في المائة لمهارة التنبؤات. في حين أظهرت توقعات ANN لـ (ناروغين)، مهارة كبيرة في توقع القمم والأحواض في هطول الأمطار شهريًا للفترة من يوليو 2004 إلى يونيو 2014 بما في ذلك أعنف أحداث هطول الأمطار، لم يكن هذا هو الحال بالنسبة إلى "ميريدين".

في "ميريدين"، فشلت كل من الجولات السبع في الخيوط التي مدتها ستة أشهر في التنبؤ في اثنين من أحداث الأمطار، في يناير 2006 ونوفمبر 2012.

أما بالنسبة (ناروغين)، فقد تم تحقيق توقعات شهرية أفضل للأمطار في الرصاص خلال 6 أشهر من خلال حساب المتوسط الشهري للإنتاج الفردي، وحساب قيمة للمجموعة،  $r = 0.72$ .

ولكن حتى هذه المجموعة لم تظهر أي مهارة في التنبؤ بالأشهر الرطبة بشكل استثنائي. أعطى المتوسط من 7 أشواط ارتباط بيرسون من 0.58. الفرد في المدى المتوقع 1 و3 و6 و9 و12 و18 شهراً فشلت أيضاً في توقع هذه الفترات من الأمطار الغزيرة.

أسوأ عملية فردية، التي كانت في فترة زمنية محددة من 12 شهراً، مع ارتباط بيرسون بـ 0.49، كان أفضل من علم المناخ عند 0.32.

متوسط مجموعة 6 تشغيل في 3 و6 و9 و12 و18 شهراً أعطى درجة أفضل من متوسط مجموع 7 أشواط في 6 أشهر الرصاص.

أما بالنسبة للمجموعة على أساس الرصاص لمدة 6 أشهر، وهذا لم تتوقع توقعات الأشهر الرطبة بشكل استثنائي، ولكن كان لديها أفضل درجة مهارة عامة.

في حين لم يكن متوقعا اثنين من أكثر الشهور الممطرة في فترة التنبؤ بعشر سنوات، فإن نماذج ANN تنبأت باستمرار في يونيو 2007، ويوليو 2008، و2009 و2010. تنبأ نماذج ANN باستمرار بالمطر الغزير غير الموسمي في يناير 2011 من 70.2 مليون متر مكعب.

تماشياً مع (ناروغين)، كانت درجات الحرارة المحلية في الغلاف الجوي هي الأهم بالنسبة للمدخلات تليها ثنائي القطب المحيط الهندي.

في حالة أسوأ قياس التوقعات (د) من حيث ارتباط بيرسون، وهو الرصاص الذي دام 12 شهراً، ساهمت مؤسسة دبي للإعلام بنسبة 34.8٪ لمهارة التوقعات.

في الصليب الجنوبي، كما في ناروغن وميريدين، تم تحقيق أفضل التوقعات من قبل.

يؤدي إعداد المخرجات الشهرية من التنبؤات التي تبلغ 6، 9، 12، و18 شهراً إلى إنشاء توقعات تتضمن أعلى ارتباط بيرسون وأدنى RMSE وMAE، توقعات لمدة 6 أشهر، ولكن مع درجة مهارة أفضل من المجموعة التي تم إنشاؤها من السبعة على السبعة أشهر، أو أي من التشغيل الفردي.

الجمع بين الركض السبعة في فترة الأشهر الستة مع تشغيل الفردي 9 و12 و18 شهرًا لا يحقق درجة مهارة أفضل، في حين أن الارتباطات بيرسون لمجموعات للصليب الجنوبي هي ريبورلي ريبيرل لتلك التي تحققت ل (ناروغين).

وبالتفتيش البصري يشير الناتج إلى أن التوقعات ليست ماهرة، وهذا يتوافق مع RMSE المعدل الأعلى للصليب الجنوبي وميريدين، بالنسبة إلى Narrogin، بينما بالنسبة لـ Narrogin فإن ANN تنبأ بنجاح بأشهر الشهور فترة 10 سنوات، في الصليب الجنوبي لم يكن هذا هو الحال.

أيضا في الصليب الجنوبي، كان هناك تقلب كبير في الفردي الفردية. على سبيل المثال، أول تشغيل مع التنبؤ بالرأس الزمني لستة أشهر فقط 9 ملم لشهر ديسمبر 2011، بينما توقع المدى الثالث 118 mms.

ومع ذلك، كانت النتائج التي توصلت إليها منظمة ANN أفضل من علم المناخ الذي يشير إلى أن هطول الأمطار شهريًا في Southern Cross هو أمر غير منتظم تاريخياً.

في Southern Cross، قام ANN بعمل جيد بشكل مدهش للتنبؤ بانخفاض هطول الأمطار في الشتاء لعامي 2006 و2007.

في Southern Cross، كانت 4 Niños مدخلات أكثر أهمية باستمرار تساهم من 11 إلى 33٪ لمهارة التوقعات، بمتوسط 25٪.

لا تزال درجات الحرارة في الغلاف الجوي ودرجة DMI مهمة المساهمة بنسبة 21٪ و16٪ على التوالي.