مجلة كلية الآداب

مجلة دورية علمية محكمة

نصف ســنوية

العدد الثامن والأربعون
أكتوبر ٢٠١٧

مجلة كلية الآداب.. مج ١، ع ١ (أكتوبر ١٩٩١م) .
بنها : كلية الآداب . جامعة بنها، ١٩٩١م
مج؛ ٢٤ سم.
مرتان سنويا (١٩٩١) وأربعة مرات سنويا (أكتوبر ٢٠١١) ومرتان سنويا (٢٠١٧)

١ . العلوم الاجتماعية . دوريات . ٢. العلوم الإنسانية . دوريات.

مجلة كلية الآداب جامعة بنها

مجلة دورية محكمة

العدد الثامن والأربعون

الشهر : أكتوبر ٢٠١٧

عميد الكلية ورئيس التحرير : أ.د/ عبير فتح الله الرباط

نائب رئيس التحرير : أ.د/ عربى عبدالعزيز الطوخى

الإشراف العام : أ.د/ عبدالقادر البحراوى

المدير التنفيذى : د/ أيمن القرنفيلى

مديرا التحرير : د/ عادل نبيل الشحات

: د/ محسن عابد محمد السعدنى

سكرتير التحرير : أ/ إسماعيل عبد اللاه

رقم الإيداع ٦٣٦١ : ٦٣٦٣ لسنة ١٩٩١

ISSN: 1687-2525

المجلة مكشفة من خلال اتحاد المكتبات الجامعية المصرية

ومكشفة ومتاحة على قواعد بيانات دار المنظومة على الرابط:

http://www.mandumah.com

ومكشفة ومتاحة على بنك المعرفة على الرابط:

http://jfab.journals.ekb.eg

هيئة تحرير المجلة

أ.د/عبير فتح الله الرباط	عميد الكلية ورئيس مجلس الإدارة ورئيس التحرير
أ.د/عربى عبدالعزيز الطوخى	نائب رئيس التحرير
أ.د/عبدالقادر البحراوى	الإشراف العام
د/أيمن القرنفيلى	المدير التنفيذى
د/عادل نبيل	مدير تحرير المجلة
د/محسن عابد السعدنى	مدير تحرير المجلة
أ/إسماعيل عبد اللاه	سكرتير التحرير

موجات الحر وأثرها على بعض المحاصيل الزراعية فى كردفان بجمهورية السودان الشمالي

د/ ممدوح إمام عبد الحليم
وزارة التخطيط والمتابعة

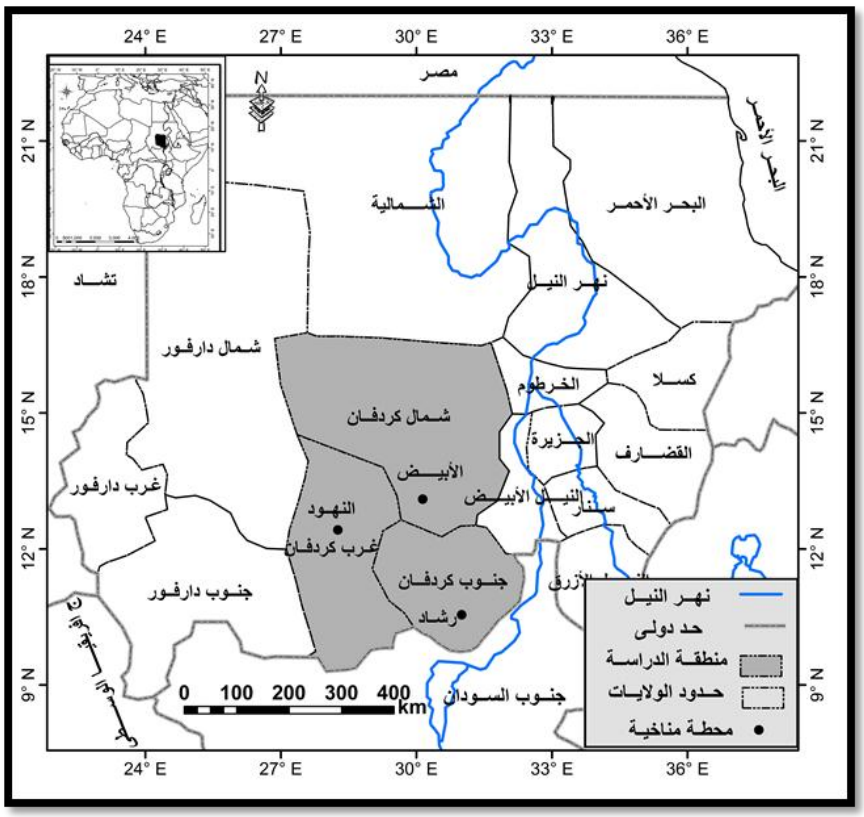
مقدمة.

تعد موجات الحر من الظواهر كثيرة الحدوث في المناطق الصحراوية وشبة الصحراوية، ويعتبر الإنتاج الزراعي من أهم الموارد الاقتصادية للسكان في منطقة كردفان فهو يوفر احتياجات السكان الغذائية والمعيشية، كما يوفر المادة الأولية للصناعات، وهو كأي مورد اقتصادي أخر يتأثر بمجموعة من الاخطار المناخية الضارة مثل(موجات الحر والبرد والعواصف الرملية والترابية والعواصف الرعدية الممطرة والجفاف....إلخ)، وسوف يركز البحث على أثر موجات الحر على الإنتاج الزراعي لما له من أثار سلبية كبيرة وخاصة خلال مرحلة نضح المحاصيل بمنطقة كردفان.

١- تحديد منطقة الدراسة:

ا- الموقع الفلكي: تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض 18َ ٩° و45َ ١٦° شمالا، وبين خطى طول ١َ ٢٧°و ٣َ ٣٢° شرقا. شكل (١) وهى بذلك تقع ضمن النطاق المناخي الصحراوي الذى يتميز بالجفاف (يوسف عبد المجيد فايد ، ١٩٩٧، ص ١٣٥) وشبة الصحراوي حسب تصنيف (كبن) وأقصى الجنوب ضمن مناخ السافانا أو المناخ السوداني (سليمان عبد الستار خاطر "١٩٦٥" ص ٢٥) التي تتصف بارتفاع درجة الحرارة ونشاط الرياح. تنقسم السنة في منطقة الدراسة إلى ثلاثة فصول رئيسية هي (يوسف عبدالمجيد فايد، ١٩٩٧، ص ١٦٢) فصل الشتاء أو الفصل البارد :(من نوفمبر حتى نهاية فبراير)، فصل الصيف أو الفصل الحار: (مارس وأبريل ومايو)، فصل الخريف الحار الممطر (يونيو ويوليه وأغسطس وسبتمبر وأكتوبر.

ب- **الموقع الجغرافي:** تقع كردفان في الجنوب الأوسط من جمهورية السودان يحدها من الشمال ولاية الشمالية ومن الغرب ولايات شمال دارفور وجنوب دارفور ومن الشرق ولايتي الخرطوم والنيل الأبيض ومن الجنوب والجنوب الشرقي دولة جنوب السودان.



شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المصدر/ وزارة النقل السودانية باستخدام برنامج ARC GIS

٢- **مشكلة البحث** :تمثلت مشكلة البحث في طرح بعض التساؤلات للإجابة عليها وهى: ما المقصود بموجات الحر؟ ما هي الأسباب التي أدت إلى موجات الحر؟، هل كان لموجات الحر أثر على الإنتاج الزراعي؟، هل هناك أساليب تم اتخاذها للتقليل من تأثير موجات الحر على الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة؟

٣- **أسباب اختيار الموضوع** : أهمية موضوع موجات الحر باعتباره أحد أهم معوقات وتحديات التنمية في الوقت الحاضر بمنطقة الدراسة، ومحاولة وضع بعض التوصيات لمجابهة موجات الحر بمنطقة الدراسة.

٤ – **الدراسات السابقة:** هناك بعض الدراسات عن موجات الحر وأثرها على المحاصيل الزراعية مثل:

١– **دراسة شحاتة سيد أحمد طلبة** ، موجات الحر والبرد في مصروأثرها على المحاصيل الزراعية ، دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة،١٩٩٤وتناول موجات الحر في مصر واسبابها وتوزيعها واضرارها على المحصولات الزراعية .

٢– **دراسة نعمان شحادة** ، موجات الحر في الأردن خلال الصيف ، سلسلة رسائل جغرافية العدد ١٣٨ ، الجمعية الجغرافية الكويتية ١٩٩٠، .وتناول موجات الحر التي يتأثر بها خلال فصل الصيف وعناصر المناخ ذات العلاقة بحدوث موجات الحر .

٥– أهداف الدراسة :تهدف الدراسة الحالية إلى التعرف على موجات الحر بمنطقة الدراسة ومعايير تصنيفها ، دراسة لأهم العوامل الجغرافية المؤثرة في حدوثها ، والتعرف على أهم عناصر المناخ ذات الصلة بها وتقييم ماهيتها وأسبابها وتوزيعها بمنطقة الدراسة. وتأثيرها على الإنتاج الزراعي وطرق مواجهتها.

٦– **بيانات الدراسة ومصادرها:** تعتمد الدراسة على بيانات المناخ (الإشعاع الشمسي، درجات الحرارة، سرعة الرياح واتجاهها، موجات الحر) الصادرة عن الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية في ثلاث محطات رصد جوى متباينة ومنتشرة مكانياً لتغطى منطقة الدراسة ويبين الجدول (١) هذه المحطات ومواقعها وارتفاعها عن سطح البحر والفترة الزمنية للبيانات المناخية التي تم دراستها، كما اعتمدت الدراسة على بيانات وزارة الزراعة والغابات، الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية.

٦– **مناهج الدراسة وأساليبها:** لتحقيق أهداف الدراسة تم إتباع مجموعة من المناهج، كان أهمها: **المنهج الموضوعي** والذى تم من خلاله دراسة موضوع موجات الحر وتأثيرها على الإنتاج الزراعي في كردفان بجمهورية السودان، **المنهج الإقليمي:** والذى

تم من خلاله دراسة موجات الحر ونتائجها داخل إطار إقليمي– كردفان بجمهورية السودان الشمالى. **المنهج الوصفي التحليلي** والذى تم من خلاله دراسة وتحليل أسباب موجات الحر والبرد وتوزيعها ودراسة بعض المشكلات المترتبة عليها وسبل حلها بهدف الوصول إلى نتائج ومقترحات للوصول إلى الحد من تأثيرها. **المنهج التاريخي:** وهو يقوم على تعقب وتتبع الظاهرة الجغرافية مناخياً من خلال تتبع كميات الإشعاع الشمسي، درجات الحرارة و موجات الحر وإنتاج وإنتاجية محصولي الذرة الرفيعة والدخن خلال فترة زمنية معينة ورصد التغيرات التي تطرأ عليها .

أما عن الأساليب التي اعتمدت عليها الدراسة : فقد شملت الأسلوب الكمي والإحصائي في معالجة البيانات وتحليلها ورسم الخرائط والرسوم البيانية باستخدام برنامج ARC G.I.S 10 . EXCEL واستخدام معامل ارتباط (بيرسون) " Pearson Correlation Coefficient" ومعادلة الانحدار لإظهار العلاقة بين موجات الحر من جهة والإنتاج الزراعي من جهة أخرى .

جدول(١)الموقع والارتفاع والفترة الزمنية لمحطات الأرصاد الجوية التي اعتمدت عليها الدراسة

المحطة	خط الطول	دائرة العرض	الارتفاع بالمتر فوق سطح البحر	الولاية التي تقع بها المحطة	الكود الدولي	الفترة الزمنية
الابيض	١٤َ ٣٠°	١٠َ ١٣°	٥٧٥	شمال كردفان	٦٢٧٧١	٢٠١٤/٢٠٠١
النهود	٢٨َ ٢٦°	١٢َ ٤٢°	٥٦٥	غرب كردفان	٦٢٧٨١	٢٠١٤/٢٠٠١
رشاد	٠٠ ٣٣°	٥٥َ ١٠°	٨٥٠	جنوب كردفان	٦٥٧٥٠	٢٠١٤/٢٠٠١

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية ، البيانات المناخية للفترة من ٢٠٠٠-٢٠١٤.

وسوف تقتصر الدراسة على أهم أسباب موجات الحر و أهم المظاهر التي تأثرت بها من وجهة نظر الباحث – ممثلة في:

أولا: المقصود بموجات الحر ومعايير تصنيفها واحتمالات حدوثها وأهم العوامل المؤثرة فيها.

ثانيا: دراسة عناصر المناخ ذات الصلة بموجات الحر مثل الاشعاع الشمسي ، درجة الحرارة، سرعة الرياح واتجاهها ، وموجات الحر .

ثالثا: التوزيع الشهري والفصلي لموجات الحر بمنطقة الدراسة.

رابعا: أثر موجات الحر على الإنتاج الزراعي دراسة تطبيقية لمحاصيل الذرة الرفيعة والدخن والسمسم.

خامسا: الجهود التي قام بها المزارعون للحد من تأثير موجات الحر على الإنتاج الزراعي بكردفان.

أولا: المقصود بموجات الحر ومعايير تصنيفها وأهم العوامل المؤثرة فيها.

التعريفات المختلفة لموجات الحر (طلبة، ١٩٩٤، ص ص ١١، ١٤، ١٥، ١٨): جاء تعريف الموجة الحارة وفق تعريف معجم الأرصاد المصطلحات العلمية والفنية المستعملة في الأرصاد الجوية والصادر عن منظمة الأرصاد الجوية العالمية بأنها: ارتفاع واضح فى درجة حرارة الهواء فوق منطقة كبيرة، أو غزو هواء شديد السخونة لهذه المنطقة. أما المعجم المتيورولوجى الأمريكي فعرفها بأنها فترة من الطقس الساخن، تكون درجة الحرارة فوق معدلاتها وعادة ما تكون رطبة ولها تأثير غير مريح على الانسان ولكى يطلق على فترة ما موجه حارة، يجب أن تستمر هذه الفترة يوم واحد على الأقل، ولكنها تستمر أحيانا من عدة أيام إلى عدة أسابيع، وعرفها المعجم الجغرافي المناخي عام ١٩٨٦ بأنها حدوث ارتفاع غير عادى في درجة الحرارة لفترة زمنية محددة قد تستمر عدة أيام. وهناك عدم الاتفاق على تعريف محدد لموجة الحر وذلك لآن تعبير الموجة الحارة يحتوى على مفهومين هما: معدل درجة الحرارة، والنهاية العظمى التي تصل إليه وهذا يختلف باختلاف المكان والفصل السائد.

التمييز بين التقلبات اليومية لدرجة الحرارة وموجات الحر:

للتمييز بين التقلبات اليومية لدرجة الحرارة وموجات الحر فإنه يشترط أن يتحقق عند حدوث موجات الحر شرطان أساسيان هما أن تستمر درجة الحرارة بالارتفاع ثلاثة أيام متواصلة على الأقل وأن يصل الفرق بين معدل درجة الحرارة خلال أحد أيام الموجة والمعدل العام لدرجة الحرارة خلال ذلك الوقت من السنة إلى خمس درجا

مئوية على الأقل ولا يوجد تعريف موحد لموجة الحر، إلا ان هذا التعريف هو أكثر التعريفات شيوعاً(شحادة ، ١٩٩٠،ص٥).

يشترط لحدوث موجة الحر – وحتى يكون لها أثر واضح على المحاصيل الزراعية – شرطان أساسيان هما (ان تستمر درجة الحرارة اليومية وكذلك درجة الحرارة العظمى والصغرى بالارتفاع لمدة يوم واحد على الأقل ،ان يصل الفرق بين درجة الحرارة بالنسبة لكل من المتوسط اليومي والنهاية العظمى والصغرى خلال فترة الموجة وبين المعدل الشهري العام لدرجة الحرارة خلال ذلك الوقت من السنة إلى خمس درجات مئوية على الأقل فوق المعدل (طلبة ، مرجع سابق ، ص١٨) .

معايير تصنيف موجات الحر:

المعيار الأول : المدة الزمنية التي تمكثها الموجة: تم تصنيف موجات الحر طبقاً لهذا المعيار إلى موجات تستمر يوماً واحداً ، موجات استمرت من يومين إلى ثلاثة أيام ، موجات استمرت من أربعة أيام إلى ستة أيام ، وأخيراً موجات استمرت أكثر من ستة أيام . ومن خلال الجدول(٢) والشكل (٢) يلاحظ الاتي:

تصل موجات الحر التي استمرت يوماً واحداً ، في محطات منطقة الدراسة ، خلال فترة الدراسة إلى أعلى من ٥٠% من إجمالي المجموع الكلى لموجات الحر، فوصلت إلى ٥٨.٣ % فى الابيض، ٥٦,١% فى النهود، ٥٣.٤% فى رشاد ،أما بالنسبة لموجات الحر التى إستمرت من يومين إلى ثلاثة أيام فبلغت نسبتها ٢٥% فوصلت إلى ٢٥.٢% فى الابيض ، ٢٥.٩% فى النهود ،٢٥.٩% فى رشاد ،تتراوح نسبة موجات الحر التى إستمرت من أربعة إلى ستة أيام ما بين ١٤.١% فى كل من النهود و الابيض على التوالى ، ١٥.٩% فى رشاد ،أما بالنسبة لموجات الحر التى إستمرت أكثر من ستة أيام ، فهى تمثل أقل نسبة مئوية ، حيث تتراوح بين ٢.٤% فى الابيض ، ٤% فى النهود ، ٤.٨% فى رشاد .

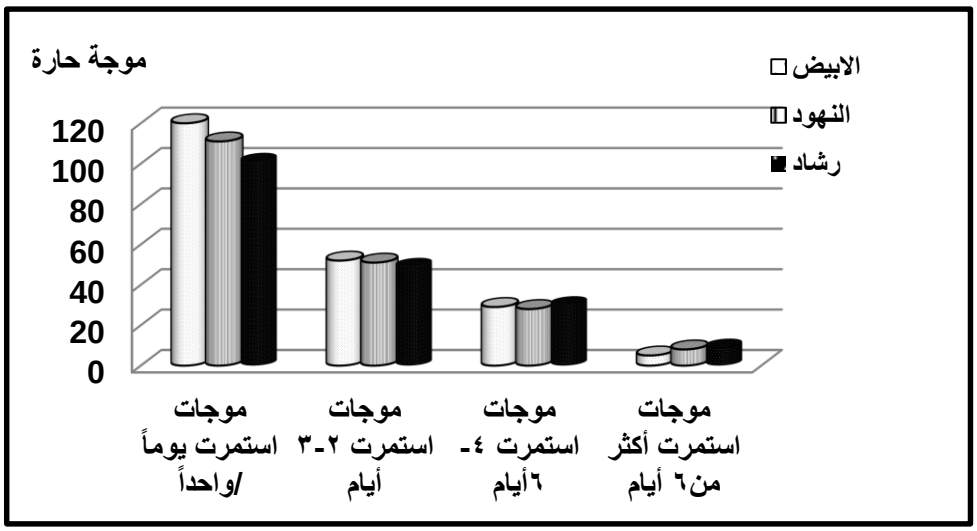
يتضح مما سبق ، ان موجات الحر التى تستمر ما بين اليوم واليومين والثلاثة أيام –

موجات حارة قصيرة الأمد– تمثل ٨٣.٥% فى الابيض ، ٨١.٩% فى النهود ، ٧٩.٣% فى رشاد ، أما موجات الحر التى تستمر ما بين (٤–٦ أيام) – موجات حارة متوسطة الأمد – فتمثل ما بين ١٤% إلى ١٥% ، بينما موجات الحر التى تستمر أكثر من ستة أيام – موجات حارة طويلة الأمد– تمثل أقل نسبة ما بين ٢% إلى ٤.٨%. ولعل هذا يرجع إلى طبيعة العامل المسبب لموجات الحر ، ألا وهو المنخفضات الجوية التى تحدث خلال فصلى الصيف والخريف بسبب حركة جبهة الالتقاء بين المدارين .

جدول (٢) موجات الحر مقسمة طبقا لطول مدتها في كردفان.

المحطة	المجموع الكلى للموجات الحارة	موجات استمرت يوماً /واحداً		موجات استمرت ٢–٣ أيام		موجات استمرت ٤–٦أيام		موجات استمرت أكثر من٦ أيام		فترة التسجيل
		العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
الابيض	٢٠٦	120	٥٨.٣	52	٢٥.٢	29	١٤.١	5	2.4	٢٠١٤/٢٠٠١
النهود	١٩٨	111	٥٦.١	51	٢٥.٨	28	١٤.١	8	4.0	٢٠١٤/٢٠٠١
رشاد	١٨٩	101	٥٣.٤	49	٢٥.٩	30	١٥.٩	9	4.8	٢٠١٤/٢٠٠١

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية .



المصدر/اعتمادا على جدول (٢).

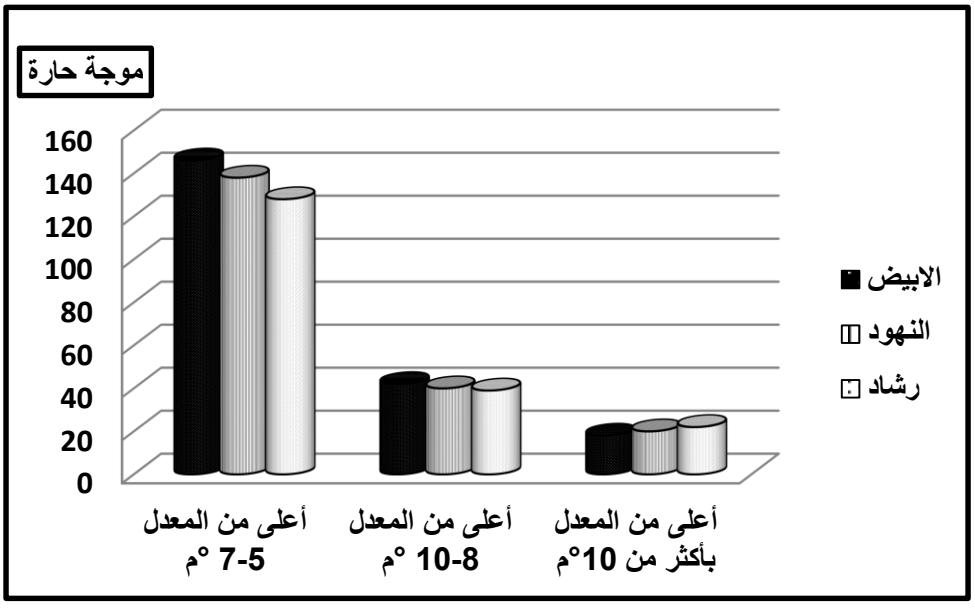
شكل(٢) موجات الحر مقسمة طبقا لطول مدتها، في كردفان.

المعيار الثاني : شدة الموجة (الاختلاف عن المعدل): طبقا لهذا المعيار تم تصنيفها إلى موجات أعلى من المعدل بدرجات حرارة تتراوح (٥–٧°م) ، موجات أعلى من المعدل بدرجات حرارة تتراوح (٨–١٠ °م) ، **وأخيرا موجات أعلى من المعدل بأكثر من ١٠ °م، واعتبر أكبر درجة حرارة عظمى سجلت خلال الموجة الحارة ، معيارا لشدتها (طلبة ، ١٩٩٤،ص ٤٣).**

جدول (٣) موجات الحر مقسمة طبقا لشدتها (الاختلاف عن المعدل) في كردفان.

المحطة	المجموع الكلى للموجات الحارة	أعلى من المعدل ٥–٧ °م		أعلى من المعدل ٨– ١٠ °م		أعلى من المعدل بأكثر من ١٠°م		فترة التسجيل
		العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
الابيض	**٢٠٦**	١٤٦	70.9	42	20.4	18	8.7	٢٠١٤/٢٠٠١
النهود	١٩٨	١٣٨	69.7	40	20.2	20	10.1	٢٠١٤/٢٠٠١
رشاد	١٨٩	١٢٨	67.7	39	20.6	22	11.6	٢٠١٤/٢٠٠١

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية .



المصدر/اعتمادا على جدول (٣).

شكل (٣) موجات الحر مقسمة طبقا لشدتها (الاختلاف عن المعدل) في كردفان.

يلاحظ من دراسة الجدول (٣) والشكل (٣) الذى يبين تصنيف موجات الحر طبقاً لشدتها ، والنسبة إلى المجموع الكلى ، والشكل(٣) الموضح له الاتي:

١- تمثل نسبة عدد موجات الحر التي يتجاوز طولها عن المعدل بقيم تتراوح بين(٥-٧ °م) **أعلى نسبة مئوية لهذا النوع من موجات الحر تتركز في المناطق الشمالية من منطقة الدراسة ٧٠.٩% من المجموع الكلى لموجات الحر في الابيض ، ٦٩.٧% في النهود ، ٦٧.٧% في رشاد بسبب ارتفاع درجات الحرارة في الشمال أما بالنسبة لموجات الحر الأعلى من المعدل بقيم تتراوح بين (٨-١٠ °م) فهي تمثل ٢٠.٢ % من المجموع الكلى لموجات الحر في النهود ، ١٠,٤% في الابيض ، ٢٠.٦% في رشاد ، واخيرا موجات الحر التي أعلى من المعدل بأكثر من ١٠°م فهي تمثل ٨.٨% من المجموع الكلى لموجات الحر في الابيض ،١٠.١% في النهود ، ١١.٦% في رشاد .**

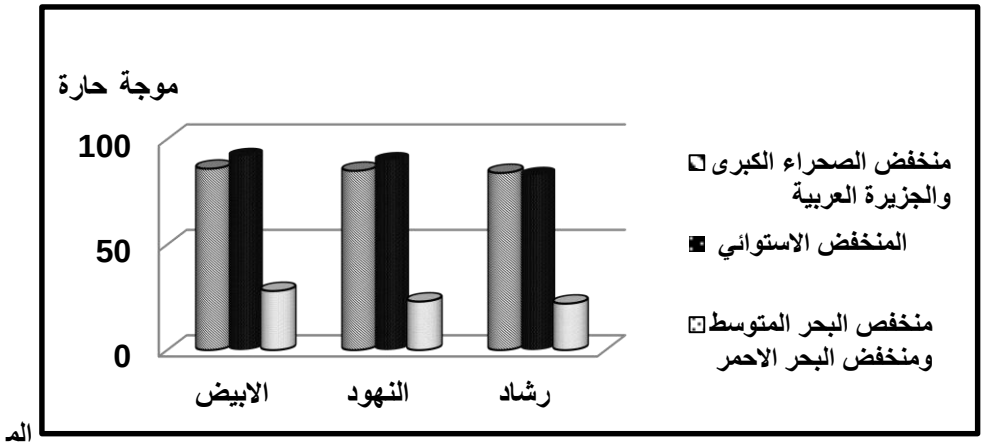
المعيار الثالث: العامل المسبب للموجة : تم تصنيفها طبقا لهذا المعيار إلى موجات حارة بسبب **منخفض الصحراء الكبرى** وشبة الجزيرة العربية، وموجات حارة بسبب المنخفض الاستوائي . وموجات بسبب **منخفض البحر المتوسط ومنخفض البحر الاحمر(موجات دفيئة)**([1]).

جدول (٤) موجات الحر مقسمة طبقا للعامل المسبب للموجة في كردفان.

المحطة	المجموع الكلى للموجات الحارة	منخفض الصحراء الكبرى والجزيرة العربية		المنخفض الاستوائي		منخفض البحر المتوسط ومنخفض البحر الاحمر		فترة التسجيل
		العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	العدد	النسبة%	
الابيض	٢٠٦	٨٦	41.7	92	44.7	28	13.6	٢٠١٤/٢٠٠١
النهود	١٩٨	٨٥	42.9	90	45.5	23	11.6	٢٠١٤/٢٠٠١
رشاد	١٨٩	٨٤	44.4	83	43.9	22	11.6	٢٠١٤/٢٠٠١

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية .

[1]- نتيجة لزحزحة منطقة الضغط المنخفض جنوب خط الاستواء شمالا فى فصل الربيع وتركزها على وسط السودان ، يمتد منها لسان نحو البحر الأحمر ويسمى الانخفاض في هذه الحالة بانخفاض السودان الموسمي ، ويتحرك بشكل دائم ومنتظم بين مرتفعات أثيوبيا في الجنوب الشرقي شتاء متجها صوب الشمال الشرقي ليأخذ من مرتفعات ايران مستقرا له فى نهاية الربيع ومعظم الصيف (شحاتة سيد أحمد طلبه ، ، ١٩٩٠،ص ١٣.، محمود حامد محمد ،١٩٦٠ ، ص٣٢٧.



صدر/اعتمادا على جدول (٤).

شكل(٤) موجات الحر مقسمة طبقا للعامل المسبب للموجة في كردفان.

يتضح من دراسة الجدول (٤) الذى يبين تصنيف موجات الحر طبقاً للعامل المسبب لها ، والنسبة إلى المجموع الكلى ، والشكل (٤) الموضح له الاتي:

١- يأتي المنخفض الاستوائي ومنخفض الصحراء الكبرى وشبة الجزيرة العربية في المقام الأول في أسباب الموجات الحارة بنسبة أكثر من 85% من الموجات الحارة التي حدثت خلال فترة الدراسة في منطقة الدراسة، ثم يأتي منخفض البحر المتوسط ومنخفض البحر الاحمر بنسبة تتراوح بين ١١.٦% في كل من النهود ورشاد و١٣.٦% في الابيض(الجبهات الدافئة).

ثانيا: أهم العوامل المسببة لحدوث موجات الحر بكردفان:

يوجد العديد من العوامل التي تساعد على تكون موجات الحر بمنطقة الدراسة وهذه العوامل تتفاعل مع بعضها لحدوث موجات الحر وتأثيرها على الأنشطة المختلفة بمنطقة الدراسة كالتالي:

١- **الموقع الفلكي:** هناك علاقة غير مباشرة بين الموقع وموجات الحر فمنطقة الدراسة كما سبق القول من خلال الشكل (١) تقع منطقة الدراسة بين دائرتي عرض٤٣َ ٩° و ٧َ ١٦° شمالا، وبين خطى طول ١ َ ٢٧° و٣ َ ٣٢ ° شرقا.

مما جعلها تقع ضمن المناخ الصحراوي الجاف وشبة الصحراوي والمدارى مما نتج عنه ارتفاع في كمية الاشعاع الشمسي خلال النهار و خلال الفصل الحار والحار الرطب وزيادة حدوث موجات الحر خلال الفصل الحار والحار الممطر.

٢- الاشعاع الشمسي:

الطاقة الشمسية هي مصدر الطاقة اللازمة للتبخر والنتح ولذا ينخفض معدليهما عندما تقل شدة هذه الطاقة . وتعمل الطاقة الشمسية على رفع درجة حرارة الأجسام التي تمتصها مثل درجة حرارة الأوراق المعرضة للشمس فترتفع عن حرارة الجو المحيط بها حينما تتساوى باقي العوامل الجوية . ونتيجة لارتفاع حرارة الأوراق يرتفع الضغط البخاري للهواء بالثغر حيث يعتمد ضغط التشبع للهواء الملامس للسطوح الرطبة على درجة حرارتها فيزداد الضغط البخاري بالورقة عن الهواء الملامس لها مما يؤدى إلى زيادة فقد الماء. (حماده، ٢٠٠٥، ص١١٠).

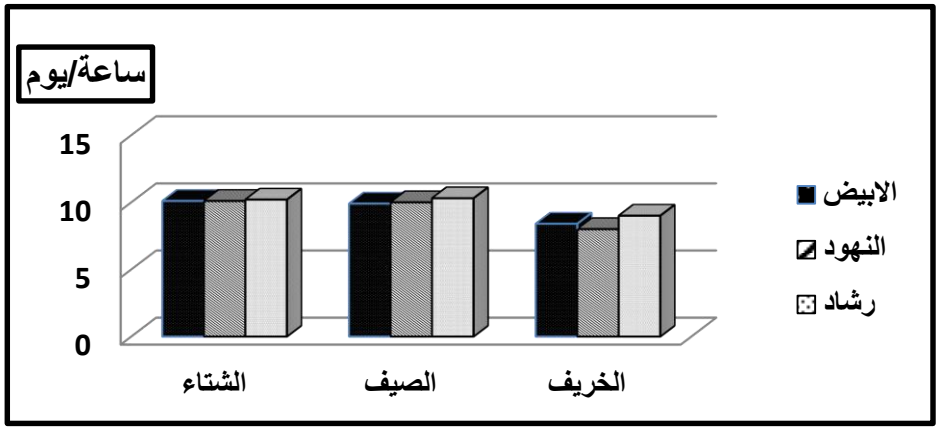
يلاحظ من دراسة الجدول (٥) الذى يبين المتوسط الشهري والسنوي لعدد الساعات الفعلية لسطوع الشمس في اليوم ونسبتها المئوية من القيمة الممكنة و عدد ساعات سطوع الشمس الحقيقية والممكنة في منطقة الدراسة يتأثر وفقا لحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال والجنوب (جبهة الالتقاء المدارية) إضافة إلى مقدار السحب ،إذ يلاحظ الارتفاع في قيم فترات السطوع الفعلي للشمس من الجنوب إلى الشمال وتزداد خلال الشتاء لقلة نسبة السحب وصفاء السماء، وتقل خلال الفصل الحار والحار الممطر، ويرجع ذلك إلى زيادة نسبة الأيام الغائمة في الجنوب وقلتها كلما أتجهنا شمالا بسبب هبوب الرياح الجنوبية الغربية التي تأتى من المحيط الأطلنطي، والرياح الجنوبية الشرقية من المحيط الهندي جنوب الدائرة الاستوائية وعندما تعبر الدائرة الاستوائية تصبح جنوبية غربية (حسب قانون فيرل) خلال الفصل الحار والحار الرطب هذه الرياح تكون محملة ببخار الماء وتتعرض للرفع التصاعدي والتضاريسى وتتكون السحب التي تقل كلما اتجهنا شمالا لأنها تكون قد أسقطت معظم ما تحمله الرياح من أمطار أثناء حركتها نحو الشمال، وبالتالي تقل نسبة

السحب ويزداد الإشعاع الشمسي كلما اتجهنا شمالا، أما خلال فصل الشتاء فتهب الرياح التجارية الشمالية الشرقية الجافة على منطقة الدراسة وبالتالي تزداد عدد ساعات الاشعاع الشمسي.

جدول(٥)المتوسط الشهري والفصلي لعدد ساعات سطوع الشمس الحقيقية (ح) والمتوسط الشهري للعدد الساعات الممكنة (م) (ساعة /يوم) ٢٠٠١-٢٠١٤ م.

الفصل- المحطة		الفصل البارد				الفصل الحار			الفصل الحار الرطب					السنوي
الشهور		نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	
الابيض	م	١١.١	١١.٢	١٠.٣	١١	١١.٨	١٢	١٢.٤	١٢.٤	١٢.٢	١٢.١	١٢	١١.٣	١١.٦
	ح	١٠.٢	١٠.١	١٠.١	١٠.١	١٠.١	١٠.١	٩.٥	٩.٢	٧.٥	٧.٥	٨.١	١٠	٩.٤
	%	٩١.٩	٩٠.٢	٩٨.١	٩١.٨	٨٥.٦	٨٤.٢	٧٦.٦	٧٤.٢	٦١.٥	٦٢.٠	٦٧.٥	٨٨.٥	٨١.٠
متوسط فصلى (ح)		١٠.١				٩.٩			٨.٤					
النهود	ح	١٠.٤	١٠.١	١٠.١	١٠.١	١٠	١٠	١٠	٩.٢	٨.١	٨.١	٩	١٠	٩.٦
	م	١١.٣	١١.٤	١١	١١.١	١١.٥	١٢.٤	١٢.٤	١٣	١٢.٩	١٢.٦	١٢.٢	١١.٧	١٢
	%	٩٢.٠	٨٨.٦	٩١.٨	٩١.٠	٨٧.٠	٨٠.٦	٨٠.٦	٧٠.٨	٦٢.٨	٦٤.٣	٧٣.٨	٨٥.٥	٨٠.٠
متوسط فصلى (ح)		١٠.١				١٠			٨.٨					
رشاد	ح	١٠.٦	١٠.٥	١٠.٧	١٠.٥	١٠.٣	١١.٥	١١.١	٩.٨	٨.٨	٩.٢	١٠.١	١٠.٧	١٠.٣
	م	١١.٣	١١	١١.١	١١.٥	١٢.١	١٢.٣	١٢.٨	١٢.٨	١٣	١٢.١	١٢.١	١١.٧	١٢
	%	٩٣.٨	٩٥.٥	٩٦.٤	٩١.٣	٨٥.١	٩٣.٥	٨٦.٧	٧٦.٦	٦٧.٧	٧٦.٠	٨٣.٥	٩١.٥	٨٥.٨
متوسط فصلى (ح)		١٠.٢				١٠.٣			٩					
متوسط منطقة الدراسة	ح	10.4	10.2	10.3	10.2	10.1	10.5	10.2	9.4	8.1	8.3	9.1	10.2	9.8
	م	11.2	11.2	10.8	11.2	11.8	12.2	12.5	12.7	12.7	12.3	12.1	11.6	11.9
	%	92.6	91.4	95.4	91.4	85.9	86.1	81.4	73.8	64.0	67.4	74.9	88.5	82.3
متوسط فصلى (ح)		١٠.٢				١٠.٣			٩					

المصدر/ من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية.



شكل(٥)المتوسط الفصلي لعدد ساعات سطوع الشمس الحقيقية(ح) (ساعة /يوم)٢٠٠١-٢٠١٤

المصدر/ من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (٥) .

يتضح من خلال الجدول(٥) والشكل (٥) ان متوسط عدد ساعات سطوع الشمس الحقيقة في ديسمبر ١١.٢ ساعة/ يوم في الابيض في الجنوب وبمتوسط فصلى قدرة ١٠.١ ساعة / يوم وبنسبة مئوية أعلى من ٩٠% في كل أشهر الفصل البارد، ويقل المتوسط الفصلي خلال الفصل الحار لتصل إلى ٩.٩ ساعة/ يوم، وكذلك خلال الفصل الحار الرطب تصل إلى ٨.٤ ساعة/يوم ، وإلى ١٠.٤ ساعة/ يوم في النهود خلال شهر نوفمبر وبمتوسط فصلى قدرة ١٠.١ ساعة/ يوم خلال الشتاء، ١٠ ساعة/يوم خلال الصيف ، ٨.٨ ساعة/يوم خلال الخريف، وإلى ١٠.٢ ساعة/ يوم في رشاد خلال شهر يناير وبمتوسط فصلى قدرة ١٠.٢ ساعة/ يوم خلال الفصل البارد ، ١٠.٣ ساعة/يوم خلال الفصل الحار حيث تتعامد الشمس عليها خلال الفصل الحار، ٩ساعة/يوم خلال الفصل الحار الممطر.

أما بالنسبة للإشعاع الشمسي الكلى([1]) : فيتوقف مقدار ما تتلقاه أي بقعة على سطح الكرة الارضية من الاشعاع الشمسي على عاملين: أولهما دائرة العرض والسير السنوي الظاهري للشمس وبطول النهار، وثانيهما مقدار ما يفقد من الاشعاع الشمسي

[1]- الاشعاع الشمسي الكلى = الاشعاع الشمسي المباشر+ اشعاع القبة السماوية (Sun+ Sky) أو بمعنى آخر الاشعاع الشمسي الكلى يساوى الاشعاع الشمسي الواصل للأرض عندما تكون السماء صحوا+ نفس الاشعاع الواصل ولكن حسب الحالة الفعلية للسماء . (شحاتة سيد أحمد، ١٩٩٤،ص ٥٥).

أثناء اختراقه للغلاف الجوي إلى سطح الأرض ويتم ذلك بواسطة التبدد والانعكاس والامتصاص ، ويرتبط ذلك بمدى شفافية الغلاف الجوي وهى بدورها ترتبط بطبيعة الهواء ذاته من ناحية وبالتغيم والضباب والأتربة العالقة من ناحية أخرى.

ومن دراسة الجدول (٦) الذى يبين المتوسط الشهري والسنوي والفصلى لكمية الاشعاع الشمسي الكلى (**كالورى/سم٢ مربع /يوم)** في منطقة الدراسة والشكل(٦) يلاحظ ما يلى:-

جدول (٦) معدلات طاقة الإشعاع الشمسي في بعض المحطات بمنطقة الدراسة (سعر/سم٢/يوم) من ٢٠٠١ – ٢٠١٤ م .

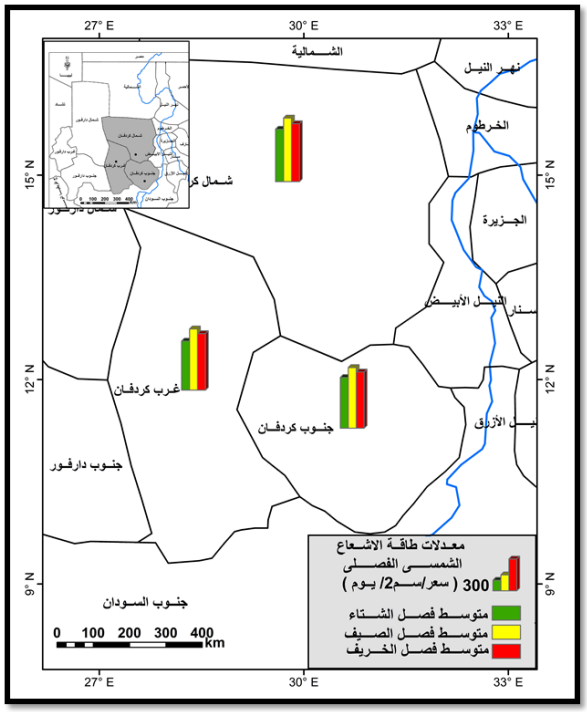
الفصل / المحطة	الفصل البارد				الفصل الحار			الفصل الحار الرطب				السنوي
الشهور	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	إبريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	
الابيض	٥٠٢.٢	٤٨٠.١	٤٧٩.٦	٥٤٣.٦	٦٠١.٣	٦٢٢.٣	٦٠٠.١	٥٦٣.٢	٥٥٢.٣	٥٤٢.٢	٥٦٧.١	٥٤٣.٦	**549.8**
متوسط فصلى	٥٠١.٤				٦٠٧.٩			٥٥٣.٧					
النهود	٤٨١.١	٤٦٠.٢	٤٦٥.١	٥٣٧.١	٥٨٤.١	٦٠١.١	٥٧١.٢	٥٧٢.١	٥٣٢.١	٥٣١.٣	٥٣٦.١	٥٣٢.٢	**533.6**
متوسط فصلى	٤٨٥.٩				٥٨٥.٥			٥٤٠.٨					
رشاد	٤٣١.١	٤٥٥.٢	٤٦٠.١	٥٣٢.١	٥٨٠.١	٥٩٥.١	٥٦٥.٢	٥٧٠.١	٥٣٠.١	٥٢٨.٠	٥٣٢.١	٥٣١.٢	**525.9**
متوسط فصلى	٤٦٩.٦				٥٨٠.١			٥٣٨.٣					
متوسط منطقة الدراسة	471.5	465.2	468.3	537.6	588.5	606.2	578.8	568.5	538.2	533.8	545.1	535.7	**536.4**
متوسط فصلى	٤٨٥.٦				٥٩١.٢			٥٤٤.٢					

المصدر/ الهيئة العامة للإرصاد الجوية السودانية.

يتضح من الجدول (٦) الخاص بالمعدلات الشهرية والسنوية لكمية الإشعاع الشمسي: ارتفاع المعدل السنوي لطاقة الأشعة الشمسية في منطقة الدراسة حيث تبلغ 536.4 سعر /سم٢/يوم ، وهو أكثر ارتفاعا في الأجزاء الشمالية من منطقة الدراسة عن الأجزاء الجنوبية. حيث بلغ 549.8سعر /سم٢/يوم في الابيض بسبب صفاء الجو وقلة السحب **و** 533.6سعر /سم٢/يوم في النهود،525.9 سعر /سم٢/يوم في رشاد .

تسجل أدنى معدلات فصلية للإشعاع الشمسي فى منطقة الدراسة خلال الفصل البارد لأن الشمس في خلال هذا الفصل تكون متعامدة على النصف الجنوبي من الأرض مما يقلل من كمية طاقة الشمس التي تصل إلى منطقة الدراسة إضافة إلى انخفاض ساعات طول اليوم في الشمال ، وقصر النهار، حيث يسجل شهر ديسمبر أقل شهور فصل الشتاء – بل والعام كله– فوصلت معدلات الإشعاع الشمسي التي تستقبلها المنطقة 465.2 سعر /سم٢/يوم ، يليه شهر يناير 468.3 سعر/سم٢/يوم . يبلغ المتوسط الفصلي ٤٨٥.٦ سعر/سم٢/يوم لمعدلات الإشعاع الشمسي خلال الفصل البارد فى منطقة الدراسة وبلغ في الابيض ٥٠١.٤ سعر/سم٢/يوم ، وفى النهود ٤٨٥.٩ سعر/سم٢/يوم ، وفى رشاد ٤٦٩.٦ سعر/سم٢/يوم

. **ومع بداية الفصل الحار** تزداد معدلات الاشعاع الشمسي حيث تتعامد الشمس على منطقة الدراسة وبلغ المتوسط الفصلي ٥٩١.٢ سعر/سم٢/يوم لمنطقة الدراسة وبلغ في الابيض ٦٠٧.٩ سعر/سم٢/يوم، وفى النهود ٥٨٥.٥سعر/سم٢/يوم ، وفى رشاد ٥٨٠.١سعر/سم٢/يوم ،**وخلال الفصل الحار الرطب** يزداد تكاثر السحب فتقل معدلات الاشعاع الشمسي عن الفصل الحار وبلغ المتوسط الفصلي **٥٤٤.٢** سعر/سم٢/يوم لمنطقة الدراسة وبلغ في الابيض **٥٤٠.٨** سعر/سم٢/يوم، وفى النهود **٥٤٠.٨**سعر/سم٢/يوم ، وفى رشاد **٥٣٨.٣**سعر/سم٢/يوم .



شكل (٦) المتوسط الفصلي لمعدلات طاقة الاشعاع الشمسي في كردفان (سعر/سم٢/يوم) للفترة من ٢٠٠١ – ٢٠١٤ م.

المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (٦)

٢- **الحرارة:** للحرارة علاقة مباشرة مع موجات الحر فكلما زادت درجة الحرارة أدت لحدوث موجات الحر، ويتضح من الجدول (٧) ارتفاع المتوسط السنوي للمعدلات الشهرية للحرارة العظمى بمنطقة الدراسة حيث بلغ فى الابيض ٣٥.٢°م ، النهود ٣٦.١°م، ٣٦.٧ °م في رشاد .

متوسط درجة الحرارة العظمى خلال الفصل البارد: تنخفض درجة الحرارة على منطقة الدراسة حيث تتعامد الشمس على مدار الجدى ويرتفع الضغط الجوي فوق شمال أفريقيا ويتصل بالضغط المرتفع الأزورى فوق شبة الجزيرة العربية وبالتالي ينخفض المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة ويقل عدد موجات الحر حيث بلغ المتوسط الفصلي لدرجة الحرارة إلى ٣٢.٥°م في الابيض، النهود ٣٣.٣°م، ٣٣.٩ °م في رشاد .

متوسط درجة الحرارة العظمى خلال الفصل الحار: تبدأ درجات الحرارة في الارتفاع وتصل إلى أعلى معدل لها خلال السنة وزيادة حدوث موجات الحر، ويرجع ذلك إلى ارتفاع عدد ساعات سطوع الشمس وحركة جبهة الالتقاء المدارية نحو الشمال حيث تبدأ في التعامد على منطقة الدراسة نهاية الفصل وبالتالي ترتفع المتوسطات الشهرية والمتوسط الفصلي لدرجة الحرارة و يتضح ذلك من الجدول (٧) حيث بلغ المتوسط الشهري في مايو ٣٩.٩ °م في الابيض ،٤١.٣°م في النهود ،٤١.٩°م في رشاد . وباختلاف عن المتوسط الفصلي بزيادة قدرها +٢.٩°م ، +٥.٩ °م ، +٦.٦ °م في مارس وابريل ومايو على التوالي في الابيض ، والنهود +٠.٩ °م في مايو، في رشاد خلال ابريل +٠.١ °م ، +٠.٨°م خلال مايو.

متوسط درجة الحرارة العظمى خلال الفصل الحار الممطر: تستمر درجات الحرارة في الارتفاع و حدوث موجات الحر، ويرجع ذلك إلى ارتفاع عدد ساعات سطوع الشمس وحركة جبهة الالتقاء المدارية نحو الشمال حيث تتعامد على منطقة الدراسة خلال الفصل وبالتالي ترتفع المتوسطات الشهرية والمتوسط الفصلي لدرجة الحرارة و يتضح ذلك من الجدول (٧) حيث بلغ المتوسط الشهري نحو ٣٨.٢ °م خلال يونيه في الابيض ،٣٨.١°م في النهود ،٣٨.٩°م في رشاد ، وباختلاف عن المتوسط الفصلي بزيادة قدرها +٢.٩°م ، +٥.٩°م ، في يونيه ويوليه على التوالي في الابيض ، +١.٩°م خلال سبتمبر ، +٢.٩ °م خلال اكتوبر، والنهود + ٢.٥°م ، +١.٢ °م في يونيه ويوليه على التوالي، +٠.٥ °م في اكتوبر، في رشاد خلال يوليه +٢.٥°م ، +١.٤°م خلال اكتوبر.

جدول (٧)المعدلات الشهرية والفصلية والاختلاف عن المتوسط الفصلي لدرجات الحرارة العظمى (°م)في كردفان خلال الفترة١٩٨٠ –٢٠١٤.

الشهر / المحطة	البارد				الحار			الحار الرطب					
	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليه	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	المتوسط
الابيض	٣٤.٩	٣١.٩	٢٩.٩	٣٣.٢	٣٦.٢	٣٨.٩	٣٩.٩	٣٨.٢	٣٤.٣	٣٣.١	٣٥.٣	٣٦.٨	35.2
	٣٢.٤				٣٣.٣			٣٣.٩					
الاختلاف عن متوسط فصلى	+٢.٥	– ٠.٥	–٢.٥	+٠.٨	+٢.٩	+٥.٩	+٦.٦	+٤.٣	+٠.٤	– ٠.٩	+١.٩	+٢.٩	
النهود	٣٥.١	٣٢.٢	٣١.٩	٣٤.٣	٣٩.٩	٤٠.٢	٤١.٣	٣٨.١	٣٤.٤	٣٣.٦	٣٥.١	٣٧.١	٣٦.١
	٣٣.٣				٤٠.٤			٣٥.٦					
الاختلاف عن متوسط فصلى	+١.٨	–١	–١.٤	١	– ٠.٥	–٠.٢	+٠.٩	+٢.٥	–١.٢	–٢	–٠.٥	+٠.٥	
رشاد	٣٥.٦	٣٢.٩	٣٢.٣	٣٤.٩	٤٠.٢	٤١.٢	٤١.٩	٣٨.٩	٣٤.٩	٣٤.٩	٣٥.٩	٣٧.٨	٣٦.٧
	٣٣.٩				٤١.١			٣٦.٤					
الاختلاف عن متوسط فصلى	+١.٧	–١	–١.٦	+١	–١	+٠.١	+٠.٨	+٢.٥	–١.٥	–١.٥	–٠.٥	+١.٤	

المصدر / الهيئة العامة للأرصاد الجوية – بيانات غير منشورة – الخرطوم

ثالثا: توزيعات مراكز الضغط الجوي المختلفة(مرتفعات ومنخفضات) والكتل الهوائية واتجاهات الرياح :

تأتى أهمية دراسة توزيعات الضغط الجوي المختلفة، من كونها العامل الرئيسي المؤدى إلى الحركة الدائمة للهواء في الغلاف الجوي. وتؤثر حركة الهواء بدورها على مختلف العناصر الجوية والعمليات الجوية الطبيعية . ومن المعروف مناخيا انه عند دراسة توزيعات الضغط الجوي والكتل الهوائية والتيارات النفاثة لأية منطقة أو دولة مهما كبرت مساحتها، فانه لا يمكن قصر هذه الدراسة على أراضي الدول فقط (طلبة، مرجع سابق، ص ٦٨). فالأحوال الطقسية والمناخية لا تعرف الحدود السياسية، والحالة الجوية فى بلد تتأثر بالحالة فى بلد آخر. لأن حركة الرياح والكتل الهوائية تحكم بفعل مناطق الضغط وارتباطاتها ببعضها على مستوى عروض بأكملها ومحيطات وقارات على اتساعها (فايد ،١٩٧٢، ص١١) ، هناك ارتباط وثيق بين

الكتل الهوائية والجبهات حيث لا يمكن دراسة الجبهات دون التعرض لحركة الكتل الهوائية مختلفة المنشأ والصفات(موسى، ١٩٩٨، ص١١٧) وتتباين الكتل الهوائية في خصائصها المناخية تبعاً لتباين خصائص السطح أسفلها في الاقليم المصدر، فهي باردة جداً وجافة وتتميز بالانعكاس الحرارى فوق النطاقات الجليدية ، وتكون معتدلة ومرتفعة الرطوبة فوق المحيطات ، وحارة جداً ومنخفضة الرطوبة جداً فوق الصحارى الحارة . (شرف،٢٠٠٨، ص ٢١٩)

يعتبر الضغط الجوي فوق افريقيا و حولها ، من أهم العوامل التي تتحكم في مناخ السودان ، فهو الذى يؤثر على حركة الرياح ويحدد مسارها وبهذا يحدد نوعية الرياح التي تهب فوق السودان (التوم ، ١٩٧٤، ص ٥) ، وخلال الصيف نتيجة لحركة الشمس الظاهرية نحو الشمال ترتفع درجة الحرارة شمال القارة الافريقية ويتكون نطاق من الضغط المنخفض فوق منطقة الدراسة وتهب الموجات الحارة من الصحراء الكبرى وشبة الجزيرة العربية خاصة خلال فصل الصيف والخريف.

ويؤثر على مناخ السودان ثلاثة مرتفعات جوية دائمة ومنخفض جوى دائم واحد وهى مرتفع الازور ويتمركز في جزر الأزور بالمحيط الأطلسي شمال أفريقيا ، مرتفع جنوب المحيط الأطلسي، مرتفع المحيط الهندي، المنخفض الاستوائي ، وهناك أيضا منخفضات ومرتفعات موسمية تؤثر على مناخ السودان وتتغير بتغير درجة الحرارة وهى منخفض الصحراء الكبرى ومنخفض الجزيرة العربية اللذان يتكونان في فصل الصيف، مرتفع الصحراء الكبرى ومرتفع الجزيرة العربية اللذان يتكونان فى فصل الشتاء وهناك ايضا منخفض البحر الأحمر ومنخفض البحر المتوسط اللذان يتكونان خلال فصل الشتاء . (الترابي ،٢٠٠٤،ص ص ٨٠- ٨١)

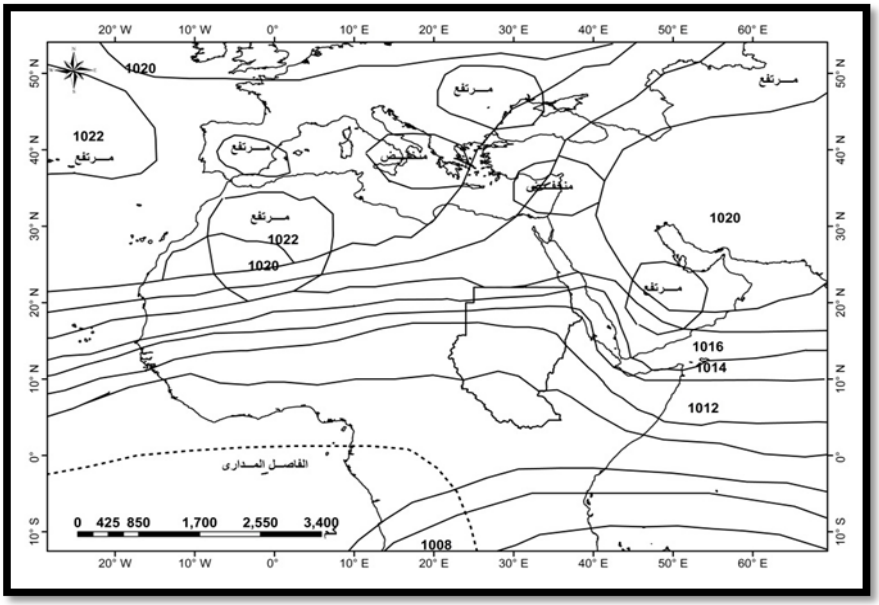
يرجع هبوب الرياح إلى اختلاف في الضغط من مكان لآخر، ولذا تعتبر الرياح عبارة عن عملية لإيجاد حالة من التوازن بين مراكز الضغط الجوي (حمادة، ١٩٨٦، ص ٧٥)، الرياح بمثابة الوسيط المتحرك الذى تقوم بإعادة توزيع الحرارة أو البرودة على سطح الأرض، لتسير على نسق متدرج دون فجائية ملحوظة، إلا فيما يعكسه تضرس السطح.

وترتبط الرياح مباشرة بتوزيعات الضغط الدائمة والفصلية، ومن ثم فان درجة الحرارة ذات ارتباط قوى بتوزيعات الضغط الجوي (يوسف، ١٩٨٢، ص ٥٨).

توزيعات الضغط الجوي والكتل الهوائية خلال الفصل البارد : تنخفض درجة الحرارة خلال فصل الشتاء الشمالي نتيجة لتعامد الشمس على نصف الكرة الجنوبي و يتكون على شمال قارة افريقيا ثلاثة مراكز للضغط المرتفع فوق الأزور ووسط الصحراء (مرتفع الصحراء الكبرى شمال غرب السودان) وجنوب الجزيرة العربية تتداخل أطراف هذه المنخفضات لتكون منطقة عظمى للضغط المرتفع فوق الجزء الشمالي من القارة الأفريقية شكل (٧)(٨) بل ان تلك المنطقة تمتد غربا لتشمل اجزاء من المحيط الأطلسي كما تمتد شرقا لتتداخل مع مرتفع آسيا الجوي ، وتهب على منطقة الدراسة الكتل الهوائية التالية خلال الفصل البارد (كتل هوائية قطبية قارية شديدة البرودة مصدرها الأصلي القسم الشمالي من روسيا وتصل إلى منطقة الدراسة وتتسبب في عواصف ترابية، كتل هوائية مدارية قارية تتكون فوق شمال أفريقيا وشبة الجزيرة العربية وهى باردة ،كتل هوائية قطبية بحرية والتي تأتى من شمال المحيط الأطلسي مصاحبة للانخفاضات الجوية والتي تعبر البحر المتوسط وتتحرك من الغرب إلى الشرق مصحوبة بالجبهات الهوائية الباردة. (الترابي، ٢٠٠٤، ص٨٢)

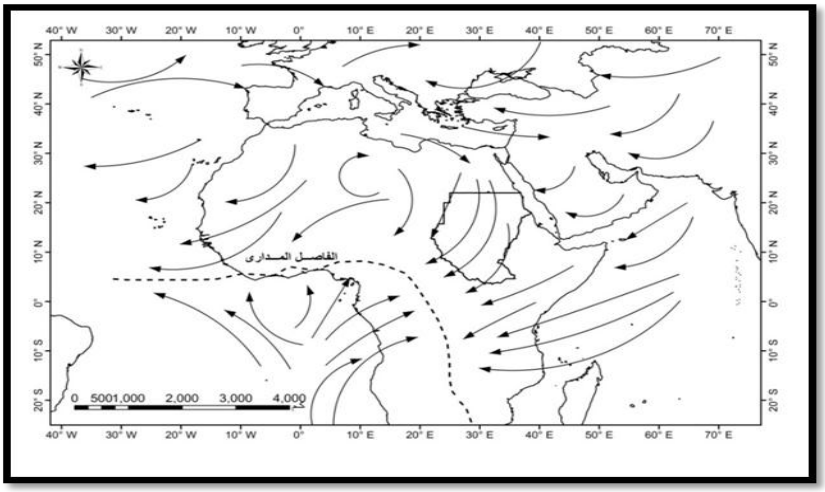
وتعتبر الرياح التجارية الشمالية الشرقية هي السائدة على منطقة الدراسة خلال فصل الشتاء شكل(١٠) تهب من منطقة ما وراء مدار السرطان وتسير جنوباً في اتجاه المنخفض الاستوائي. ومن خلال تحليل الجدول (٧) الذي يوضح النسب المئوية لمعدل هبوب الرياح السنوية في الاتجاهات المختلفة على محطات منطقة الدراسة، يلاحظ سيادة الرياح الشمالية والشمالية الغربية والشمالية الشرقية، بمنطقة الدراسة كما أظهرتها وردات الرياح، حيث تمثل الرياح الشمالية نحو ٥٤% من جملة اتجاهات الرياح بمحطة الأبيض، ٥١% النهود، ٥٤% في رشاد. ثم تتراجع الرياح الشمالية أمام الرياح الجنوبية الغربية التي تهب بعد تعامد الشمس على نصف القارة الشمالي (الصيف الشمالي– جبهة الالتقاء المدارية) مما يؤدي لتراجع

الرياح الشمالية نحو الشمال وتراجع نظام الضغط المرتفع شمالا وتكون نطاقات من الضغط المنخفض يعطي الفرصة للرياح الجنوبية الغربية لكي تهب.



المصدر/ نعيمة محمد عبد الله الترابي، ٢٠٠٤،ص ٨٢.

شكل (٧) الضغط الجوي فوق شمال افريقيا والسودان خلال شهر يناير



شكل (٨)الرياح السطحية فوق شمال افريقيا والسودان خلال شهر يناير

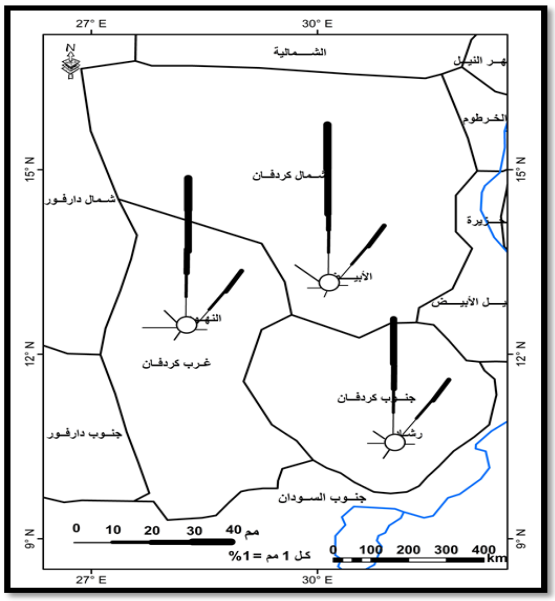
المصدر/ نعيمة محمد عبد الله الترابي ، ٢٠٠٤،ص ٨٦.

جدول (٨) النسب المئوية السنوية والفصلية لتكرار هبوب الرياح من الاتجاهات المختلفة لمحطات الأبيض والنهود ورشاد خلال الفترة٢٠٠١ –٢٠١٤.

المحطة	الفصل	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	الجملة	السكون
الأبيض	السنوي	٢٢.٧	٢٢.٩	٣.٩	١.٢	١٣.٢	١٦.٣	١٠.٢	٨.٤	98.8	١.٢
	الشتاء	٥٠.٥	٣٣	٧.٧	٠	٠	١.٢	١.٢	٤.٧	٩٨.٣	١.٧
	الصيف	٣٢.٦	٢٩	٤.٣	١.٤	١.٩	٩.٦	٧.٣	٧.٣	٩٨.٤	١.٦
	الخريف	٥	٥	٢.٤	٣.٤	١٩	٣٨.٤	١٨.٤	٥.٤	٩٧	٣
النهود	السنوي	٢٠.٧	٢١.٩	٣.٩	١.٢	١٣.٢	١٩.٣	١٠.٢	٨.٤	98.8	١.٢
	الشتاء	٥٢.٥	٣٣	٤.٧	٠	٠	٢.٢	١.٢	٥.٧	٩٩.٣	٠.٧
	الصيف	٣٢.٦	٢٩	٦.٣	١.٤	٦.٩	٧.٦	٧.٣	٧.٣	٩٨.٤	١.٦
	الخريف	٥	٥	٢.٤	٣.٤	١٩	٣٨.٤	١٩.٤	٥.٤	٩٨	٢
رشاد	السنوي	٢٢.٧	٢٢.٩	٣.٩	١.٢	١٣.٢	١٦.٣	١٠.٢	٨.٤	98.8	١.٢
	الشتاء	٥١.٥	٣٥	٤.٧	صفر	صفر	١.٢	١.٢	٥.٧	٩٩.٣	٠.٧
	الصيف	٣٣.٦	٢٦	٦.٣	١.٤	٦.٩	٩.٨	٦.٣	٧.٣	٩٧.٦	٢.٨
	الخريف	٦	٧	٣.٤	٣.٤	١٩	٣٦.٤	١٧.٤	٥.٤	٩٨	٢

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية ، الخرطوم .

ويلاحظ خلال دراسة الجدول (٨) والشكل (٩) أن الرياح السائدة هنا هي الرياح الشمالية بأنواعها المختلفة (الشمالية– الشمالية الشرقية– والشمالية الغربية) في هذا الفصل ٨٨% في الأبيض، ٩١.٢% في النهود، ٩٢.٢% في رشاد وبالتالي يكون هبوب الكتل الهوائية خلال الفصل البارد من الشمال والشمالي الشرقي، والشمال الغربي .



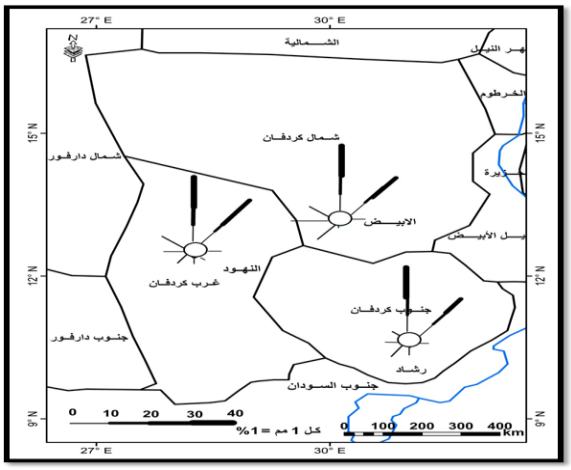
المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (٨)

شكل (٩) النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح حسب الاتجاهات الأصلية خلال الفصل البارد بمنطقة الدراسة.

توزيعات الضغط الجوي والكتل الهوائية خلال الفصل الحار : تبدأ درجات الحرارة خلال الفصل الحار في الارتفاع ويرجع ذلك إلى ارتفاع عدد ساعات سطوع الشمس مع حركة جبهة الالتقاء المدارية نحو الشمال حيث تبدأ في التعامد على منطقة الدراسة نهاية الفصل. يتكون على شمال قارة افريقيا منخفض الصحراء الكبرى شمال غرب السودان ومنخفض الجزيرة العربية تتداخل أطراف هذه المنخفضات لتكون منطقة عظمى للضغط المرتفع فوق الجزء الشمالي من القارة الأفريقية وتهب الكتل الهوائية التالية على منطقة الدراسة: كتل هوائية مدارية بحرية من منطقة الضغط المرتفع من فوق المحيط الأطلسي وهى ذات رطوبة عالية، كتل هوائية مدارية قارية حارة مصدرها الصحراء الكبرى وشبة الجزيرة العربية في شمال دائرة عرض ١٨ شمالا). وتمتاز الكتل الهوائية المدارية القارية بحرارتها الشديدة التي تصل إلى ٤٩

درجة مئوية وجفافها الشديد حيث تنخفض الرطوبة النسبية إلى أقل من ٥% ترافقها العواصف الترابية (الفخري، ٢٠٠٠، ص ٥١.)

يتضح من خلال الجدول (٨) والشكل (١٠)أن الرياح السائدة خلال هذا الفصل الانتقالي هي الرياح الشمالية أيضا بأنواعها المختلفة أيضا (الشمالية الشرقية – الشمالية – والشمالية الغربية) حيث أنه في نهاية مارس وبداية شهر أبريل تتراجع الرياح الشمالية والشمالية الشرقية والجنوبية الشرقية نحو الشمال ويبدأ هبوب الرياح الجنوبية الحارة نتيجة لتحرك الشمس ظاهرياً نحو الشمال حيث يأخذ الضغط في الانخفاض فوق السودان وشمال القارة الأفريقية، وتتحول الرياح الجنوبية الشرقية إلى رياح جنوبية غربية.

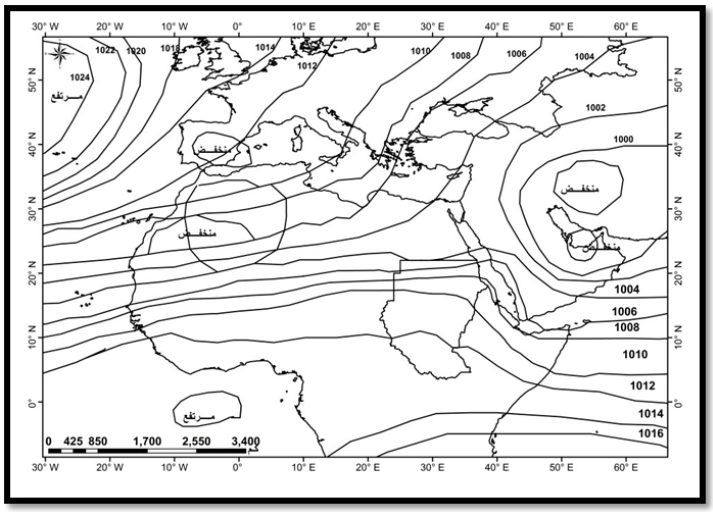


المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (٨)شكل (١٠) النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح حسب الاتجاهات الأصلية خلال الفصل الحار بمنطقة الدراسة.

١- **توزيعات الضغط الجوي والكتل الهوائية خلال الفصل الحار الرطب** : مع بداية الفصل الحار الرطب تكون الرياح الجنوبية الغربية قد بدأت في التوغل في السودان ، في حين تتراجع الرياح الشمالية الشرقية الجافة ويرجع السبب في سيادة الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية في معظم السودان ومنطقة الدراسة إلى تحرك الشمس نحو الشمال حيث يكون ضغط منخفض فوق السودان فتتراجع الرياح الشمالية وتمتد فوق

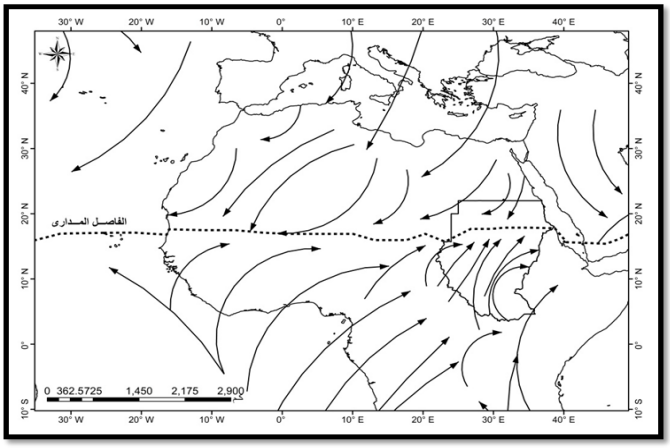
السودان ومنطقة الدراسة الرياح الجنوبية والجنوبية الغربية شكل (١١) و(١٢) وتهب على منطقة الدراسة الكتل الهوائية التالية: (كتل هوائية مدارية بحرية من منطقة الضغط المرتفع من فوق المحيط الأطلسي وهى ذات رطوبة عالية، كتل هوائية مدارية قارية حارة مصدرها الصحراء الكبرى فى شمال دائرة عرض ١٨ شمالا).

ويلاحظ من خلال دراسة الجدول (٨) والشكل (١٣) أن الرياح الجنوبية والغربية , هي السائدة بمنطقة الدراسة فبلغ معدل هبوب الرياح من الجنوب الغربي ٣٨.٤%، ١٩% من الجنوب ،١٨.٤ % من الغرب في الأبيض ، ٣٨.٤% الجنوب الغربي ، ١٩% من الجنوب ،١٩.٤ % من الغرب في النهود ، الجنوب الغربي ٣٦.٤%، ١٩% من الجنوب ،١٧.٤ % من الغرب في رشاد.



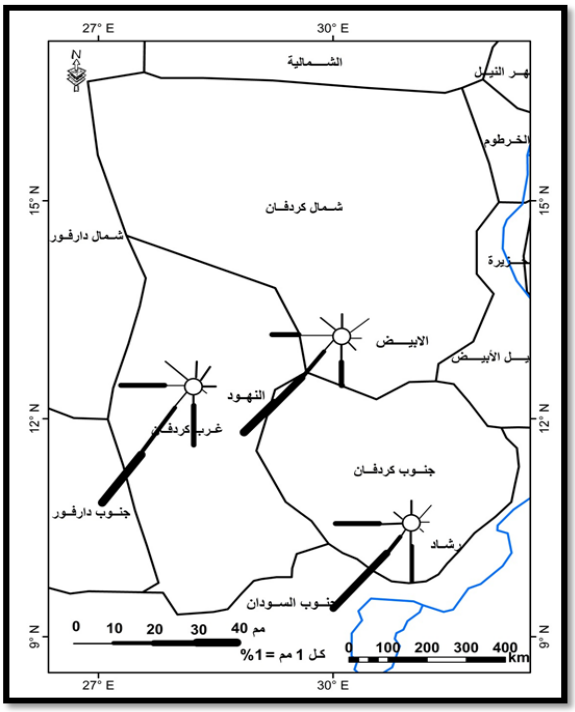
المصدر/ نعيمة محمد عبد الله الترابي، ٢٠٠٤،ص ٨٣.

شكل (١١) الضغط الجوي فوق شمال افريقيا والسودان خلال شهر يوليو



المصدر/ نعيمة محمد عبد الله الترابي، ٢٠٠٤،ص ٨٧.

شكل (١٢)الرياح السطحية فوق شمال افريقيا والسودان خلال شهر يوليو.



المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (٨).

شكل (١٣) النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح حسب الاتجاهات الأصلية خلال الخريف بمنطقة الدراسة.

سرعة الرياح : توجد علاقة بين سرعة الرياح وموجات الحر و يتضح من خلال الجدول (٩) أن المتوسط السنوي لسرعة الرياح يصل إلى أعلى معدل له في الجزء الشمالي من منطقة الدراسة ، حيث تصل سرعة الرياح في الأبيض إلى ١٢.٨ كم/الساعة، في النهود ٩.٦ كم/الساعة ، وفي رشاد ١٠.٦ كم/الساعة ويرجع ذلك إلى أن هذا الجزء الشمالي من السودان يتميز بانعدام وجود العوائق الطبيعية (جبال وتلال) والبشرية (مزروعات وأبنية ومنشآت – مما يعمل على مرونة حركة الرياح وانسيابها) أما في الجنوب فتقل سرعة الرياح بسبب وجود جبال النوبا في ولاية شرق كردفان

جدول (٩)المتوسط الشهري والسنوي لسرعة الرياح السائدة كم/ الساعة لمحطات الأبيض والنهود ورشاد للفترة من ٢٠٠١-٢٠١٤.

الشهر المحطة	الفصل البارد				الفصل الحار			الفصل الحار الرطب					السنوي
	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	
الابيض	١٢.١	١٣.٧	١٣.٦	١٤.٣	١٣.٥	١١.٨	١١.٩	١٤.٩	١٥.٢	١١.٤	١٠.٢	١١.٣	12.8
النهود	١٣.٥	١٣.٤	١١.٦	١٠.٢	١١.٤	١٠.٤	٨.٤	٨.٣	٨.٢	٧.١	٥	٨.٣	9.6
رشاد	١٣.١	١٣.٢	١١.٥	١٠.٣	١١.٢	١٠.٦	٩.٢	٨.٦	٨.٦	١٢.٢	٩.٥	٩.٢	٦10.

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية، الخرطوم.

المتوسط الشهري و الفصلي لسرعة الرياح :

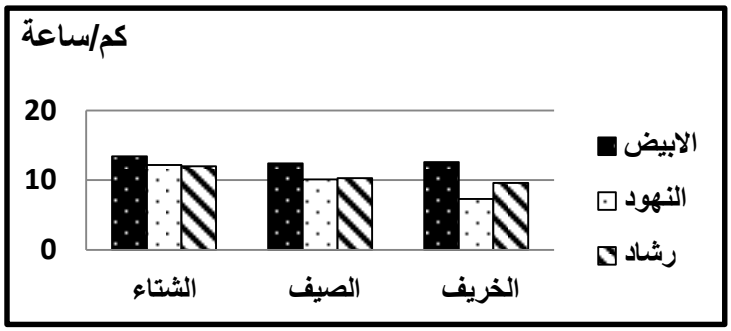
يلاحظ من خلال استقراء جدول (٩) والشكل (١٤)الآتي : – ارتفاع معدل سرعة الرياح خلال الفصل البارد بمنطقة الدراسة حيث لا تعترض الرياح الشمالية الشرقية أي ظاهرات طبيعية أو بشرية ففي الأبيض يصل المتوسط الفصلي لسرعة الرياح إلى ١٣.٢كم / الساعة، وإلى ١٢.٢ كم / الساعة في النهود ، وإلى ١٢ كم / الساعة في رشاد. وخلال

فصل الفصل الحار تبدأ سرعة الرياح في الانخفاض التدريجي نتيجة لحركة الشمس نحو شمال القارة مما يؤدي إلى تراجع الضغط المرتفع شمالاً وبالتالي تقل سرعة الرياح الشمالية وبلغ متوسط سرعة الرياح خلال الفصل الحار في الأبيض إلى ١٢.٤كم/ساعة وفى النهود ١٠.١ كم/ساعة ، وفى رشاد ٧.٣ كم/ساعة . و تصل سرعة الرياح الشهرية إلى أعلى معدل لها خلال الفصل الحار فوصلت إلى ١٤.٩ كم/ساعة في يونيو ،١٥.٢كم/ساعة في يوليو في الأبيض . ثم تعاود سرعة الرياح في الارتفاع التدريجي مرة أخرى وبلغ متوسط سرعة الرياح خلال الفصل الحار الرطب إلى ١٢ كم/ساعة في الابيض شمال منطقة الدراسة وتقل في الجنوب في رشاد لتصل إلى ٩.٦ كم/ساعة في رشاد حيث تعترض جبال النوبا سرعة الرياح الجنوبية الغربية خلال هذا الفصل.

جدول (٩) المعدلات الفصلية لسرعة الرياح كم/ساعة لمحطات الأبيض والنهود ورشاد خلال الفترة٢٠٠١-٢٠١٤.

المحطة- الفصل	الفصل البارد	الفصل الحار	الفصل الحار الرطب
الابيض	١٣.٤	12.4	12.6
النهود	١٢.٢	10.1	7.3
رشاد	١٢.٠	10.3	9.6

المصدر/ من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (٨) .



المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (٩) .

شكل (١٤) المعدلات الفصلية لسرعة الرياح كم/ساعة لمحطات الأبيض والنهود ورشاد خلال الفترة٢٠٠١ -٢٠١٤.

ثالثا: التيارات النفاثة: تتأثر منطقة حوض البحر المتوسط وشمال افريقيا بتيارين نفاثين رئيسيين الأول: التيار النفاث القطبي Polar Jet stream الذى يقترن بالجبهة القطبية الأطلنطية ويوجد محوره على ارتفاع ٣٠٠ مليبار ويتحرك هذا التيار اتجاه الجنوب خلال فصل الشتاء ، أما التيار النفاث الثانى : فهو التيار النفاث شبة المدارى ، ويوجد محوره على ارتفاع ٢٠٠ مليبار ، وتصل معدل سرعته ٣٠٠كم/ ساعة. ويمتد من الصحراء الكبرى فى أفريقيا إلى مصر والاردن وشمال شبة الجزيرة العربية والخليج العربي وجنوب ايران والهند (طلبة ، ١٩٩٤،ص ص ٩٧-٩٨) .

رابعا: الخصائص المناخية لموجات الحر فى كردفان :

من المعروف أن زاوية سقوط الأشعة وعدد ساعات سطوع الشمس هما العاملان الرئيسيان اللذان يتحكمان فى الأحوال الحرارية العامة وفى كمية الاشعاع الشمسي وقوته. وانه كلما كبرت زاوية سقوط الأشعة (أي نقصت زاوية ميلها) اشتدت قوتها **(طلبة، ١٩٩٤، ص ٥٤)**. ولهذا السبب فإنها تكون فى الصيف والخريف أشد قوة منها فى الشتاء، يمثل الإشعاع الشمسي المصدر الرئيسي لحرارة الغلاف الجوي، فهو يؤثر بصورة مباشرة على جميع العناصر المناخية والتي تمثل شكلا من أشكال اختلاف كمية الاشعة التي تتلقاها أجزاء سطح الأرض المختلفة (موسى، ١٩٩٤، ط١، ص ١٢)، ويتوقف مدى استمرار سطوع الشمس في أي مكان على عاملين (الأول: الساعات الممكنة لسطوع الشمس أي طول النهار وهذا يرتبط بدوائر العرض والحركة السنوية الظاهرية للشمس، الثاني: العوامل المختلفة التي تؤدى إلى خفض الساعات الممكنة لسطوع الشمس وهى، التغيم، الضباب، الزوابع والعواصف الترابية) (**طلبة، ١٩٩٤، ص ٥٥**). ويحدد قوة وشدة الإشعاع الشمسي وتنوع مداه على سطح الأرض مجموعة من العوامل يمكن إيجازها كالتالي (اختلاف الالبيدو الأرضي من مكان إلى أخر ومن وقت لأخر، اختلاف البعد بين الارض والشمس فى الصيف والشتاء،

اختلاف طول الليل والنهار فى العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة. اختلاف الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الارض.(شرف، ٢٠٠٠، ص ٥٥)

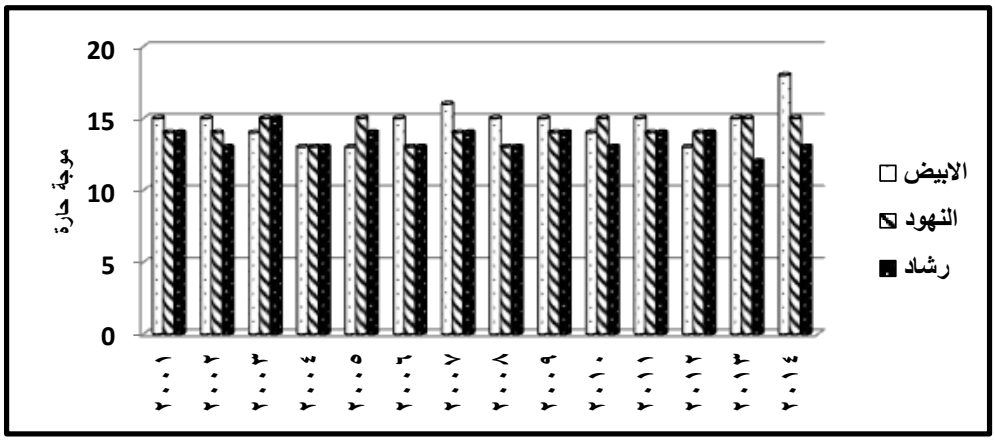
أ- **التوزيع السنوي لتكرارات موجات الحر بمنطقة الدراسة:**

يختلف عدد موجات الحر التي تتعرض لها كردفان من سنة إلى أخرى ، فتبين من الجدول (١٠) والشكل (١٥) تفاوت عدد مرات حدوثها من مكان لآخر في نفس السنة، ومن سنة لأخرى في نفس المكان . فعلى سبيل المثال لا الحصر : بلغ عدد موجات الحر في محطة الابيض سنة ٢٠٠٧ (١٦) موجة حارة ، وفى السنة التالية لها (٢٠٠٨) بلغ عددها (١٥) موجة حارة . والسبب في ذلك هو المنخفضات الجوية التي تتصف بعدم انتظام مرورها والتذبذب المستمر في مساراتها .

جدول (١٠) المجموع السنوي لعدد موجات الحر التي تعرضت لها كردفان خلال الفترة الواقعة بين عامي ٢٠٠١-٢٠١٤ .

السنة المحطة (موجة حارة)	٢٠٠١	٢٠٠٢	٢٠٠٣	٢٠٠٤	٢٠٠٥	٢٠٠٦	٢٠٠٧	٢٠٠٨	٢٠٠٩	٢٠١٠	٢٠١١	٢٠١٢	٢٠١٣	٢٠١٤
الابيض ٢٠٦	١٥	١٥	١٤	١٣	١٣	١٥	١٦	١٥	١٥	١٤	١٥	١٣	١٥	١٨
النهود ١٩٨	١٤	١٤	١٥	١٣	١٥	١٣	١٤	١٣	١٤	١٥	١٤	١٤	١٥	١٥
رشاد ١٨٩	١٤	١٣	١٥	١٣	١٤	١٣	١٤	١٣	١٤	١٣	١٤	١٤	١٢	١٣

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية، الخرطوم.



المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (١٠).

شكل (١٥) المجموع السنوي لعدد موجات الحر التي تعرضت لها كردفان خلال الفترة الواقعة بين عامي ٢٠٠١-٢٠١٤.

ثانيا : التوزيع الفصلي والشهري لعدد موجات الحر بكردفان:

يلاحظ على التوزيع الفصلي لموجات الحر أنه مرتبط بعدد المنخفضات التي تتعرض لها منطقة الدراسة فهناك علاقة بين عدد مرور المنخفضات الجوية ، وعدد مرات حدوث موجات الحر .

يلاحظ خلال الجدول (١١) إن جملة موجات الحر بلغت في محطات الدراسة ٥٩٣ موجة حارة بلغت في محطة الأبيض ٢٠٦ موجة حارة كأعلى المحطات، وفي النهود وصلت ١٩٨ موجة حارة ويرجع ذلك إلى توافر العوامل التي تساعد على ذلك مثل ارتفاع درجة الحرارة وانخفاض الضغط الجوي وتقل في رشاد فوصلت إلى ١٨٩ عاصفة نتيجة لانخفاض درجة الحرارة وزيادة معدل سقوط الأمطار.

الفصل البارد: يتضح من خلال الجدول (١١) ان الفصل البارد يتميز بقلة حدوث موجات الحر حيث يبلغ مجموع موجات الحر إلى ١٥٧ موجة خلال الشتاء بمنطقة الدراسة وبمجموع فصلى بلغ فى الابيض خلال الشتاء ٥٤ موجة،٥٢ موجة في النهود، ٥١ موجة

في رشاد ويرجع سبب ضعف موجات الحر في الشتاء إلى انخفاض درجة الحرارة وارتفاع الضغط الجوي، وتتعرض السودان للموجات الدفيئة (موجات البحر الاحمر والمتوسط) التي تتكون نتيجة للمنخفضات الجوية ولكن تأثيرها يكون شديد على المحصولات الزراعية.

جدول (١١) المجموع الشهري والكلى لعدد موجات الحر التي تعرضت لها كردفان خلال الفترة من ٢٠٠١-٢٠١٤.

الشهر / المحطة	الفصل البارد				الفصل الحار			الفصل الحار الرطب					السنوي
	نوفمبر	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيه	يوليو	أغسطس	سبتمبر	اكتوبر	
الابيض	١٧	١٢	١٠	١٥	٢٥	٢٢	٢٥	٢٠	١٦	١٥	١٦	١٣	٢٠٦
مجموع	٥٤				٧٢			٨٠					
النهود	١٥	١٢	١٠	١٥	٢٢	٢٢	٢٣	٢٠	١٦	١٥	١٥	١٣	١٩٨
المجموع	٥٢				٦٧			٧٩					
رشاد	١٥	١٢	١٠	١٤	٢١	٢٠	٢١	٢٠	١٤	١٤	١٥	١٣	١٨٩
مجموع	٥١				٦٢			٧٦					

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية.

وطبقا للاختلاف عن المعدل : الموجات الأعلى من المعدل ٥-٧ °م أعلى الشهور في الابيض نوفمبر ١٢ موجة، و١٢ موجة خلال نوفمبر وفبراير فى النهود ، و١٢ موجة خلال نوفمبر في رشاد ، أعلى من المعدل من ٨-°م أعلى الشهور في الابيض نوفمبر ٣ موجات، ٢موجة خلال نوفمبر ويناير وفبراير في النهود، في رشاد ٢موجة خلال نوفمبر ويناير وفبراير، أعلى من المعدل بأكثر من ١٠ °م ١موجة في كل شهور الشتاء في الابيض، ١موجة في كل شهور الشتاء في النهود، أعلى الشهور ٢ موجة خلال فبراير في رشاد .

وطبقا لطول مدتها : موجات استمرت يوما واحدا أعلى الشهور في الابيض نوفمبر ١٠ موجات، وفى النهود ٨خلال نوفمبر وديسمبر وفبراير، وفى رشاد ٨ موجة خلال نوفمبر وديسمبر، موجات استمرت ٢-٣ يوم أعلى الشهور نوفمبر ٥موجات في الابيض، ٥موجات خلال فبراير في النهود،٤موجات خلال نوفمبر في رشاد، وموجات استمرت ٤-٦ أيام أعلى الشهور فبراير ٢ موجة في الابيض، ٢موجة خلال فبراير

في النهود ، ٢ موجة خلال فبراير في رشاد . وموجات أستمرت أكثر من ٦ أيام أعلى الشهور نوفمبر ٢ موجة في الابيض ، نوفمبر ٢ موجة في النهود، نوفمبر ٢ موجة في رشاد.

فصل الصيف : يتضح من خلال تحليل الجدول (١١) ارتفاع مجموع موجات الحر في فصل الفصل الحار إلى ٢٠١ موجة حارة فمع بداية الفصل الحار تبدأ درجة الحرارة في الزيادة مما يؤدي إلى تكون الضغط المنخفض الذي ينتج عنه هبوب موجات الحر حيث بلغ مجموعها خلال الفصل الحار إلى ٧٢ موجة حارة في الابيض ، ٦٧موجة حارة في النهود ، ٦٢ موجة حارة في رشاد .

وطبقا للاختلاف عن المعدل : الموجات الأعلى من المعدل ٥-٧ °م أعلى الشهور ١٣ خلال نوفمبر في الابيض ، ابريل ومايو النهود ١٥موجة، و١٢ موجة خلال مايو فى رشاد ، أعلى من المعدل من ٨- ١٠°م أعلى الشهور في الابيض نوفمبر ٣ موجات، ٨ موجة فى مارس في النهود ، ٨ موجة فى مارس في رشاد ، أعلى من المعدل بأكثر من ١٠ °م ١موجة في كل شهور الفصل الحار في الابيض ، ٣ موجة خلال مارس في النهود ، ٤موجة خلال ابريل في رشاد .

وطبقا لطول مدتها : موجات استمرت يوما واحدا أعلى الشهور في الابيض مايو ١١ موجة ، وفى النهود ١٠موجة خلال ابريل، ٨موجة خلال ابريل في رشاد ، موجات استمرت ٢-٣ يوم أعلى الشهور ١٠موجات خلال مارس في الابيض ، ٨موجات خلال مارس في النهود، ٨موجات خلال مارس في رشاد وموجات استمرت ٤-٦ أيام أعلى الشهور ٨موجة خلال مايو فى الابيض،٨موجة خلال مايو في النهود ، ٨موجة خلال مايو في رشاد . وموجات أستمرت أكثر من ٦ أيام أعلى الشهور مارس ٣ موجة في النهود ورشاد، ١ خلال كل شهور الصيف في الابيض .

الفصل الحار الرطب : يتضح من خلال الجدول (١١) انه تزداد موجات الحر في الفصل الحار الرطب نتيجة لارتفاع درجة الحرارة وتعامد الشمس على منطقة الدراسة وانخفاض الضغط الجوي التي تؤدي إلى تكون منخفضات جوية وزيادة سرعة الرياح،

وبلغ مجموع العواصف الترابية ٢٣٥ موجه حارة تصل إلى ٨٠ موجة حارة في الابيض ، ٧٩موجة حارة في النهود ، ٧٦ موجة حارة في رشاد .

وطبقا للاختلاف عن المعدل : الموجات الأعلى من المعدل ٥–٧ °م أعلى الشهور ١٤موجة خلال يونيه في الابيض، ١٢موجة خلال يونيه في النهود، ١٣ موجة خلال يونيه في رشاد، أعلى من المعدل من ٨–١٠°م في الابيض نوفمبر ٣ موجات، ٥ موجة خلال يونيه في النهود، ٥ موجة خلال يونيه في رشاد، أعلى من المعدل بأكثر من ١٠ °م ١موجة في كل شهور الفصل الحار الرطب في الابيض، ٢موجة خلال يونيه وسبتمبر واكتوبر في النهود، ٢موجة خلال يونيه وسبتمبر وأكتوبر موجة في رشاد.

وطبقا لطول مدتها : موجات استمرت يوما واحدا أعلى الشهور في الابيض يونيه ١٣ موجة ، وفى النهود يونيه ١٣ موجة، يونيه ١٣ موجة في رشاد ، موجات استمرت ٢–٣ يوم أعلى الشهور يونيه ٥موجات في الابيض ، يونيه ٥موجات في النهود ، يونيه ٥موجات في رشاد ، وموجات استمرت ٤–٦ أيام أعلى الشهور يونيه وسبتمبر واكتوبر٢ موجة فى الابيض، يونيه وسبتمبر واكتوبر٢ موجة في النهود ، يونيه وسبتمبر واكتوبر٢ موجة في رشاد. وموجات أستمرت أكثر من ٦ أيام لا يوجد.

ثالثا: احتمالية Probability حدوث موجات الحر:

معرفة عدد موجات الحر المحتمل حدوثها في المستقبل يمكن الاستفادة منه في وقاية المحاصيل الزراعية من أضرارها والحد من إصابتها بالآفات والأمراض وقد استخدمت المعادلة الاتية لمعرفة درجة احتمال حدوث موجات الحر خلال (الشهر– الفصل– السنة) وهى: (طلبة، ١٩٩٤ ،ص ٢١٠.)

أ= د/ن ، حيث ان أ= عدد موجات الحر المحتمل حدوثها ، د= متوسط عدد موجات الحر خلال الشهر، الفصل ،السنة . ،ن= عدد أيام (الشهر– الفصل– السنة) .

١– **احتمالية حدوث موجات الحر خلال الفصل البارد:** يتضح من خلال الجدول (١٢) والشكل (١٦) تبلغ درجة احتمالية حدوث موجات الحر خلال الشتاء أقل حد لها في كل منطقة الدراسة . وهو أيضا اقل فصول السنة تعرضا لحدوث موجات

الحر – وهذا يعنى ان درجة الاحتمالية تتفق تماما مع عدد مرات حدوث موجات الحر . وتصل درجة الاحتمالية في الفصل البارد إلى من ٣% في الابيض وتصل إلى ٢.٩% في النهود و٢.٨% رشاد. وأعلى الشهور نوفمبر في الابيض ٣.٨% ، فبراير في النهود ٣.٦% ،نوفمبر وفبراير في رشاد٣.٣%.

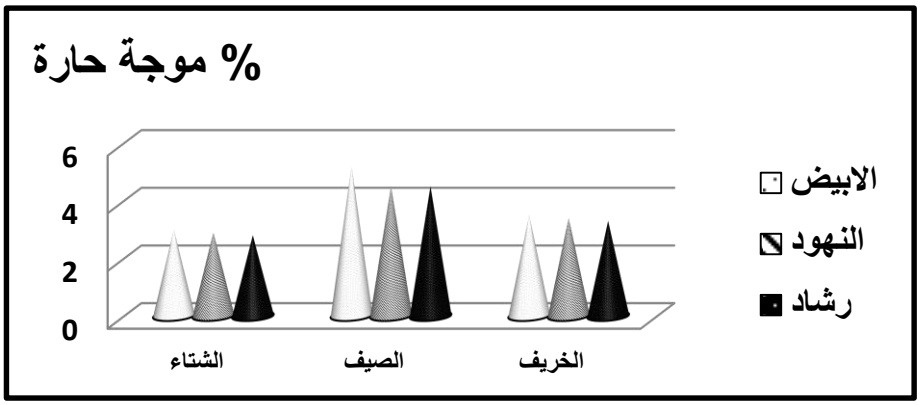
٢- **احتمالية حدوث موجات الحر خلال الفصل الحار:** يتضح من خلال الجدول (١٢) والشكل (١٦) تبلغ درجة احتمالية حدوث موجات الحر أقصى حد لها في كل منطقة الدراسة . وهو أيضا اكثر فصول السنة تعرضا لحدوث موجات الحر – وهذا يعنى ان درجة الاحتمالية تتفق تماما مع عدد مرات حدوث موجات الحر . وتصل درجة الاحتمالية في فصل الصيف إلى من ٥.٢% في الابيض وتصل إلى ٤.٥% في كل من النهود و رشاد على التوالي .وأعلى الشهور مارس ومايو في الابيض ٥.٤% ، ابريل ومايو في النهود ٤.٩% ،مارس و مايو في رشاد٤.٥%.

جدول (١٢) النسبة المئوية الشهرية والفصلية لاحتمال حدوث موجات الحر في كردفان.

الشهر / المحطة	الفصل البارد				الفصل الحار			الفصل الحار الرطب					السنوى
	نوفمبر %	ديسمبر	يناير %	فبراير %	مارس %	ابريل %	مايو %	يونيه %	يوليو %	أغسطس %	سبتمبر %	اكتوبر %	
الابيض(أ)	٣.٨	٢.٦	٢.٢	٣.٦	٥.٤	٤.٩	٥.٤	٤.٤	٣.٤	٣.٢	٣.٧	٢.٨	206
(ب)	٣				٥.٢			٣.٥					3.7
النهود(أ)	٣.٣	٢.٦	٢.٢	٣.٦	٤.٧	٤.٩	٤.٩	٤.٤	٣.٤	٣.٢	٣.٤	٢.٨	198
(ب)	٢.٩				٤.٥								3.6
رشاد(أ)	٣.٣	٢.٦	٢.٢	٣.٣	٤.٥	٤.٤	٤.٥	٤.٤	٣.٠	٣.٠	٣.٤	٢.٨	١٨٩
(ب)	٢.٨				٤.٥			٣.٣					٣.٤

المصدر/ من حساب الباحث

٣- **احتمالية حدوث موجات الحر خلال الفصل الحار الرطب:** يتضح من خلال الجدول (١٢) والشكل (١٦) يعتبر الفصل الحار الرطب فصل انتقالي بين الفصل الحار حيث تبلغ درجة احتمالية حدوث موجات الحر أقصى حد لها في كل منطقة الدراسة والفصل البارد حيث تبلغ درجة احتمالية حدوث موجات الحر أقل حد لها وتصل درجة الاحتمالية في فصل الخريف إلى ٣.٥% في كل من الابيض والنهود على التوالي ،وتصل إلى ٤.٥% في رشاد. وأعلى الشهور يونيه ٤.٤% في كل منطقة الدراسة .



المصدر/ اعتمادا على بيانات الجدول (١٢)

شكل(١٦) النسبة المئوية الفصلية لاحتمال حدوث موجات الحر في كردفان% موجة حارة.

الظروف الجوية المرافقة لموجات الحر في السودان (دراسة حالة):

تم اختيار الموجة الحارة التي تعرضت لها منطقة الدراسة خلال الفترة الواقعة بين ١٣-١٨ مايو ٢٠٠٣ حيث تعرض السودان لموجة حارة ويبين الجدول (١٣) التغيرات التي طرأت على عناصر الجو أثناء هذه الموجه الحارة وكان سببها وقوع البلاد تحت تأثير القطاع الساخن لأحد المنخفضات الصيفية . الذى أدى إلى تعرض البلاد لهبوب الرياح الجنوبية الحارة والجافة حاملة معها الرمال والأتربة.

جدول (١٣)الظروف الجوية العامة المرافقة للموجة الحارة التي تعرضت لها البلاد خلال الفترة ١٣-١٨ مايو سنة٢٠٠٥. محطة الابيض (*).

اليوم	الضغط الجوي (مليبار)	سرعة الرياح (كم/ساعة)	الحرارة العظمى(°م)	الحرارة الصغرى(°م)	الرطوبة النسبية (%)
المتوسط	١٠١٤	٦.٣	٤٤.٦	٢٥.٢	٤٨

المصدر/ الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية.

(*)لم يتمكن الباحث من الحصول على بيانات يومية خلال فترة الموجة وانما المتوسط خلال فترة الموجة.ويرجع السبب في تكون تلك الموجة وتطورها إلى تعمق مركز الضغط المنخفض الاستوائي ومنخفض الصحراء الكبرى واتساعه مما يؤدى إلى اندفاع كتلة هوائية مدارية شديدة الحرارة نحو المنطقة .

رابعا: أثر الموجات الحارة على الإنتاج الزراعي(دراسة حالة لمحاصيل السمسم الدخن والذرة الرفيعة) :

أنماط الزراعة بمنطقة الدراسة: تعتمد الزراعة على الأمطار**(الزراعة المطرية)** وهي التي تعتمد على المطر في ري الأراضي البعيدة عن النيل وروافده والدلتاوات: وهى تنقسم إلى نمطين بمنطقة الدراسة تقليدي وحديث :

ا- الزراعة المطرية الآلية :الزراعة تكون مخططة ويطبق بها المكينة الزراعية وأتباع نظام الدورة الزراعية والارشاد الزراعي (وزارة الزراعة والغابات ، الخرطوم ، ٢٠١٤).

ب-الزراعة المطرية التقليدية : وهى الزراعة غير المخططة ولا يستخدم فيها الآلات الزراعية ولا يتبع فيها دورة زراعية ولا يستخدم الاسمدة، ويتميز إنتاج هذا القطاع بانه إنتاج معاشي يهدف إلى سد حاجة الاسرة من المحصول وتسويق ما يفيض عن حاجتها وأحيانا يخزن الإنتاج .

أثر الموجات الحارة على الإنتاج الزراعي:

تؤثر درجات الحرارة المرتفعة من خلال زيادة النتح من الأوراق وزيادة الفاقد من الماء وزيادة عملية التمثيل الضوئي نهاراً وانخفاض التنفس ليلاً وتنضج الحبوب قبل ان تصل إلى حجمها الطبيعي.

وتتعدد الطرق التى يحدث بها الإجهاد الحرارى للنبات ، فقد تلحق الأضرار بالنباتات بسبب ارتفاع الحرارة فى النهار أو المساء أو عن طريق زيادة درجة حرارة الهواء أو التربة ،وهناك أضرار مباشرة نتيجة ارتفاع حرارة النسيج النباتى مما يؤدى إلى أضرار بالغة ، خاصة فى الناحية التركيبية والوظيفية ، وهناك أضرار غير مباشرة نتيجة زيادة الاحتياج المائي للنبات بسبب زيادة عملية البخر ، وارتفاع درجة حرارة التربة يؤدى إلى انخفاض نسبة الإنبات. ويمكن توضيح تأثير الإجهاد الحرارى على نباتات المحاصيل فى النقاط التالية(عواد ،٢٠٠٩، ص ٢٤٩.) :

١- انخفاض نسبة الإنبات ونقص نمو النبات نتيجة نقص تمدد وتطور الأعضاء النباتية وانخفاض المحتوى المائي للخلية وضغط الإملاء.

٢- تشوه أجزاء المجموع الخضرى واحتراق قمة الأوراق وجفافها ولفحة النورات .

٣- نقص معنوى فى المحصول ومكوناته نتيجة نقص امتلاء الحبوب واتجاه النبات إلى الشيخوخة المبكرة.

٤- يتوقف تأثير ارتفاع درجة الحرارة على نباتات المحاصيل على طور النمو الذى يحدث فيه الإجهاد ، مثل (الأرز: قبل الإخصاب بعشرة أيام وفترة التزهير ، الذرة الرفيعة والشامية : فترة التزهير وامتلاء الحبوب ، القمح والشعير : الإخصاب وتكوين الحبوب ، فول الصويا : فترة التزهير وتكوين القرون ، القطن : فترة التزهير وتكوين اللوزة) (عواد ،٢٠٠٩، ص ٢٥٠) .

٥- يصاب الساق فى النباتات والتربة المعرضة لأشعة الشمس الحارقة بنوع من التأكل والضمور (الشاعر وآخرون ، ١٩٩٢، ص ٣٧) .

ان الضرر الذى يصيب نمو المحاصيل الحقلية عند تعرضها لموجات الحر أكثر مما لو تعرضت لحرارة أكثر انخفاضاً من النهاية الصغرى ، وغالباً ما يكون التأثير الضار للحرارة مرتبطاً بتأثير عوامل بيئية أخرى مثل الضوء الشديد ، أو الجفاف ،أو نقص الأكسجين، أو الرياح الشديدة (السيد ، ٢٠٠٤،ص ٣٤٥.) ، تختلف المحاصيل الحقلية من حيث احتمالها لدرجات حرارة هذه الموجات من غير أن يصيبها ضرر يعرضها للهلاك باختلاف أنواعها (حسونة ، ١٩٧٩.ص ٣) ويزداد تأثير موجات الحر مع التغيرات المناخية الحديثة التى يصاحبها ارتفاع ملحوظ فى درجات الحرارة وزيادة موجات الحر (Gregory, K.J ,2000,p 187)

من أجل مواجهة مشكلات الجفاف وارتفاع موجات الحر فى منطقة الدراسة ونقص الامطار قامت الحكومة السودانية ببعض مشروعات لجمع مياه الامطار للاستفادة منها خلال فترات الجفاف . تم منذ وقت طويل تطبيق تقنيات حصاد مياه الأمطار في جميع أنحاء العالم للتعامل مع التباين بين السنوات في هطول الأمطار والحفاظ على رفاه الإنسان. وقد تم استخدام التقنيات اللامركزية مثل الحفر، والمدرجات، والبرك، والسدود، والسدود الرملية، والخزانات الصغيرة، والصهاريج، والآبار المفتوحة للتخفيف من حدة انعدام الأمن الغذائي والمائي(.2016,p75, Bitterman)

وللموجات الحارة تأثير مباشر وغير مباشر على جميع المحاصيل الزراعية وخاصة الخضروات وأشجار الفاكهة وسوف يتم تحديد أثر الموجات الحارة على محصولات السمسم والدخن الذرة الرفيعة ([1]): وفيما يلى **دراسة تطبيقية لأثر الموجات الحارة على لمحاصيل السمسم والدخن والذرة الرفيعة:**

[1] – تم التطبيق على محصولي الذرة الرفيعة والدخن والسمسم لتوافر البيانات وهما من المحاصيل الرئيسية التي يتم زراعتها بمنطقة البحث وتتأثر بموجات الحر والعواصف الرملية والترابية .

١: **السمسم:** Sesame

السمسم دور مهم في الاقتصاد السوداني ويستخدم للاستهلاك المحلى والتصدير، حيث يتصدر السمسم المحاصيل الزيتية في السودان وهو ثالث محاصيل السودان مساحة بعد الذرة والدخن . ويعد السودان من أكبر الدول المصدرة له، يسوق عالمياً على هيئة بذور كما تصدر كميات محدودة على هيئة زيت وكسب، ويستخدم في كثير من الصناعات الغذائية وغير الغذائية كالصابون، الطحينة وزيت الطعام والكسب الذى يستعمل كعلف للحيوان . تعتبر السودان من أهم دول العالم في زراعة السمسم وهو يحتاج إلى جو دافئ ولذلك فهو يزرع فى الموسم الصيفي ولا يتحمل الصقيع (الخشن ، ١٩٦٠،ص ٤٢٥) وانخفاض درجة الحرارة عن ٢٠°م .

يؤخر الإنبات والنمو وارتفاعها عن ٤٠ °م يؤثر على عملية الإخصاب في الزهرة مما يؤدى إلى قلة عدد الثمار المتكونة، وهو من نباتات النهار القصير (قنديل، ٢٠٠٠، ص ١٤٤) . يزرع في السودان درجة حرارة المثلى من ٢٥°م –٢٧°م وكمية المطر المثلى من ٣٠٠ مم إلى ٨٠٠مم ،مواعيد الزراعة **من ١ يونيو إلى ١ يوليه.** (المرشد الزراعي في السودان ،٢٠١٠، ١٢٢) وعلى الرغم من تحمل السمسم لنقص الرطوبة فى التربة ألا انه يتأثر بسرعة للرياح الحارة وايضا تسبب الأمطار الغزيرة إلى صعوبات فى التلقيح وانخفاض ملحوظ فى الإنتاج (طيفور ،١٩٩٠،ص ٧١)

١- مساحة وإنتاج وإنتاجية السمسم بكردفان عام ٢٠١٤:

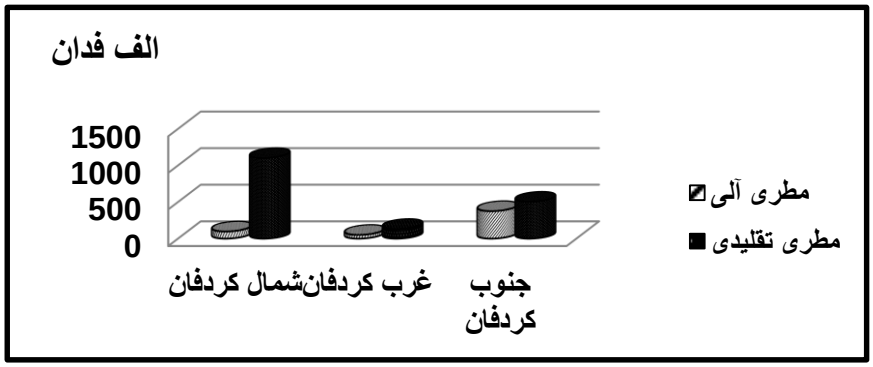
تعتبر الابيض أهم مركز تجارى في غرب السودان فهي مصب لإنتاج الغرب من الصمغ والقطن والحبوب مثل السمسم والفول السوداني والذرة الرفيعة والدخن (العبادي، ١٩٧٥،ص٩٧.) . والجدول (١٤) والشكل (١٧) يوضح مساحة وإنتاج وإنتاجية السمسم عام ٢٠١٤ بمنطقة الدراسة ، بلغت المساحات المنزرعة عام ٢٠١٤ إلى ٢٢٥٦ الف فدان منها ٥٢٢ الف فدان زراعة مطرى آلي وبلغت الإنتاجية ٢٩٩٠ كجم/ فدان، ٦٥٢ الف فدان زراعة مطرى تقليدي وبلغت الإنتاجية ٢٦٠

كجم/ فدان. وبلغ إنتاج السمسم ١٤٩ الف طن متري منها ٥٦ الف طن زراعة مطرية الية ، ٩٣ الف طن زراعة مطرية تقليدية جدول (١٤) ، شكل (١٨).

جدول (١٤) مساحة وإنتاج وإنتاجية السمسم بكردفان عام ٢٠١٤.

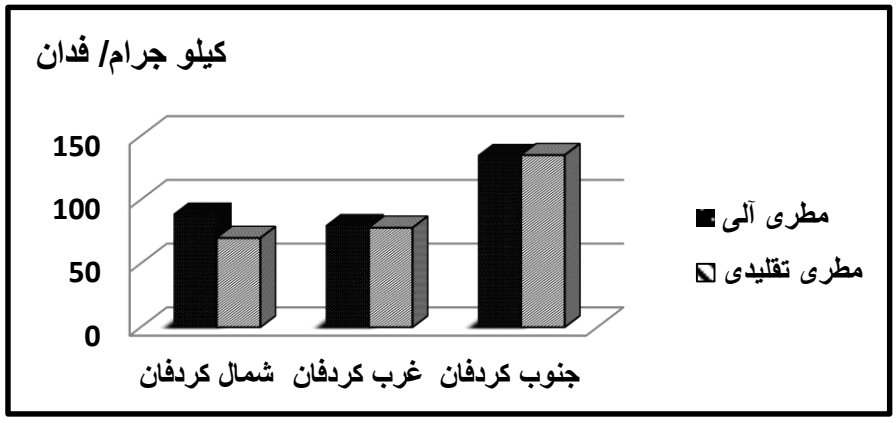
نوع الزراعة	مطرى ألي			مطرى تقليدي			الإجمالي		
المساحة الولاية	المساحة المنزرعة بالألف فدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان	المساحة المنزرعة بالفدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان	المساحة المنزرعة بالألف بالفدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان
شمال كردفان	٩٧	٨	٨٩	١١٠٠	٤٦	٧٠	1197	54	159
غرب كردفان	٥٠	٥	٨٠	١٣١	٨	٧٨	181	13	158
جنوب كردفان	٣٧٥	٤٣	١٣٥	٥٠٣	٣٩	١٣٥	878	82	270
الجملة	522	56	304	1734	93	283	2256	149	587

المصدر/ وزارة الزراعة والغابات، الادارة العامة للتخطيط والاقتصاد الزراعي ، ادارة الاحصاء الزراعي ،٢٠١٤.



المصدر/ من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الجدول (١٤)

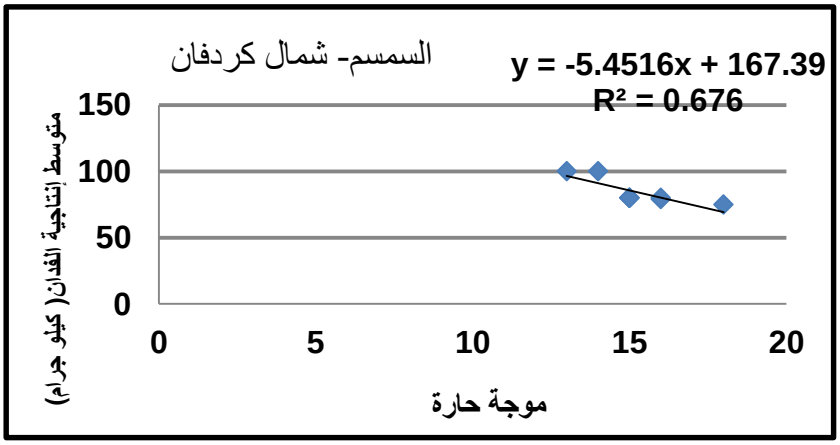
شكل (١٧) المساحة المنزرعة بالسمسم فى كردفان عام ٢٠١٤.

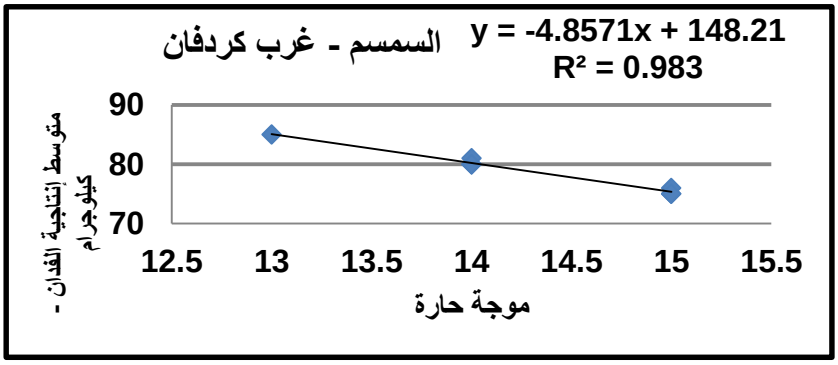


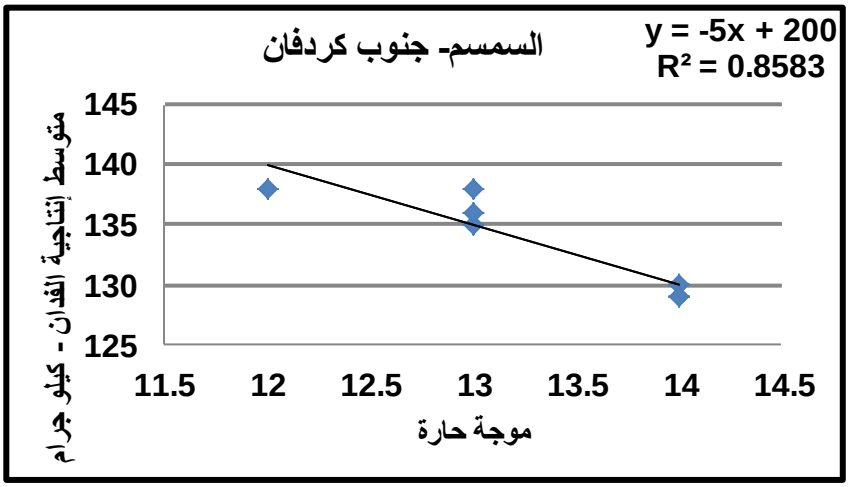
المصدر اعتمادا على بيانات الجدول (١٤)

شكل (١٨) إنتاجية الفدان من السمسم في كردفان (كيلو جرام/ فدان) عام ٢٠١٤.

أثر موجات الحر على محصول السمسم: يعتبر السمسم من المحاصيل الحساسة جداً بسبب العطش وموجات الحر تعمل على زيادة معدلات النتح وتعرض المحصول للعطش الشديد والإصابة بمرض الذبول وبالتالي يقل المحصول الناتج أو يفقد بأكمله وخاصة خلال مرحلة التزهير وتكوين القرون (معتوق ، ٢٠٠٥، ص ١٩٧). ، و لإظهار العلاقة بين كل إنتاجية السمسم وموجات الحر للفترة من ٢٠٠٧-٢٠١٤ بمنطقة البحث تم استخدام معامل ارتباط بيرسون. واظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية السمسم في ولاية شمال كردفان حيث بلغت (-٠.٨٤-كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (١٩) على أن حوالى٦٧ % من التغير في إنتاجية السمسم يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٥ كيلو جرام للفدان.







شكل (١٩) العلاقة بين موجات الحر وإنتاجية الفدان من السمسم بكردفان للفترة من ٢٠٠٧-٢٠١٤.

وفى ولاية غرب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية السمسم حيث بلغت (-٠.٩٩)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (١٩) على أن حوالى٩٨ % من التغير في إنتاجية السمسم يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٤ كيلو جرام للفدان. وفى ولاية جنوب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية السمسم حيث بلغت (-٠.٩٢)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (١٩) على أن حوالى٨٥ % من التغير في إنتاجية السمسم يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٥ كيلو جرام للفدان .

٢-محصول الدخن:

يعتبر محصول الدخن الغذاء المفضل لمعظم سكان غرب السودان (ولايات كردفان ودارفور) حيث تمتد زراعته أساسا في الأراضي الرملية ويأتي الدخن بعد الذرة مباشرة من حيث المساحة والإنتاج وتقدر المساحة المزروعة سنويا حوالى خمسة مليون فدان وتتم زراعة نحو ٩٥% من هذه المساحة بولايات غرب السودان ، يزرع عند درجة حرارة مثلى ٢٥ °م **وكمية الأمطار المثلى بين ١٢٥مم- ٦٠٠مم ، ويزرع خلال الفترة من ١٥ يونيو إلى ١٥ يوليو.**

ا- مساحة وإنتاج وإنتاجية الدخن بكردفان للفترة ٢٠١٤:

يتضح من خلال الجدول (١٥) الذى يوضح المساحات المزروعة بالدخن للفترة من ٢٠١١-٢٠١٤ ارتفاع المساحات المنزرعة عام ٢٠١٤ إلى ٣٧٠ الف فدان زراعة مطرى آلي ، ١٨٥ الف فدان زراعة مطرى تقليدي . وبلغ إنتاج الدخن حيث الزراعة المطرية الآلية عام ٢٠١٤ إلى٢٠١ ألف طن متري ، ونظام الزراعة المطري التقليدي بلغت ١١ ألف طن متري .

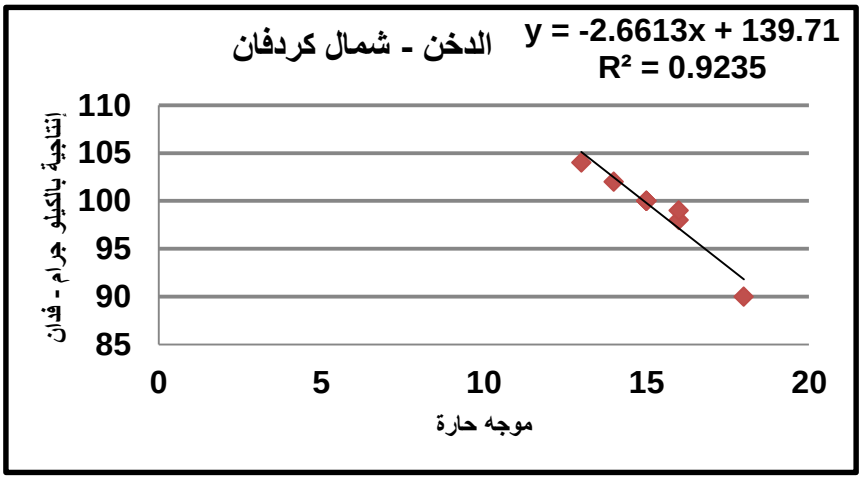
جدول (١٥) مساحة وإنتاج وإنتاجية الدخن ٢٠١٤بكردفان .

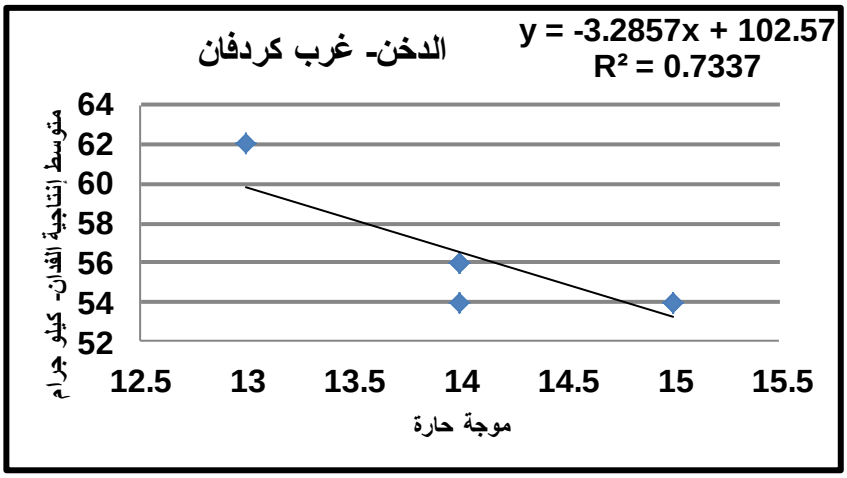
السنة	نوع الزراعة	الزراعة المطرية الآلية			الزراعة المطرية التقليدية		
	المساحة الولاية	المساحة المنزرعة بالألف فدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان	المساحة المنزرعة بالفدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان
٢٠١٤	شمال كردفان	١٨٠	١٦٢	٩٨	٦٠	٤.٨	٨٥
	غرب كردفان	٥٠	٢٥	٥٦	٦٥	٣.٢	٥٣
	جنوب كردفان	١٤٠	١٤	١٥١	٦٠	٣	٥٦
	الجملة	370	201	305	185	11	194

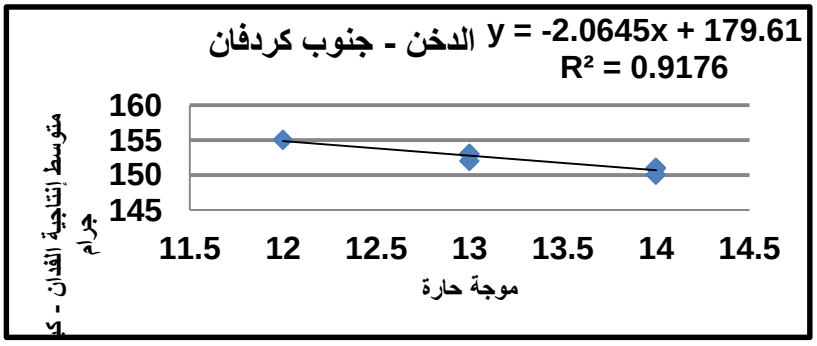
المصدر/ **وزارة الزراعة والغابات، الخرطوم ، ٢٠١٤**

أ- أثر موجات الحر على محصول الدخن:

الدخن محصول الغذاء الثاني بعد الذرة الرفيعة في منطقة الدراسة وتؤثر موجات الحر بالسلب في المساحة المزروعة بمحصول الدخن وتقلل من إنتاجيتها. ويلاحظ هبوب موجات الحر في كل فصول السنة الثلاث الشتاء والربيع والخريف وخاصة خلال فصلى الصيف والخريف واكثر الشهور مارس يونيو ويوليو وأغسطس، لإظهار العلاقة بين كل إنتاجية الدخن وموجات الحر للفترة من ٢٠٠٧-٢٠١٤ بمنطقة البحث تم استخدام معامل ارتباط بيرسون. واظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الدخن فى ولاية شمال كردفان حيث بلغت (-٠.٩٦)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (٢٠) على أن حوالى٩٢ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٢.٦ كيلو جرام للفدان، وفى ولاية جنوب كردفان .







شكل (٢٠) العلاقة بين موجات الحر وإنتاجية الفدان من الدخن بكردفان ٢٠٠٧–٢٠١٤.

وفى ولاية غرب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الدخن حيث بلغت (-٠.٨٥)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (٢٠) على أن حوالى٧٣ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٣.٢ كيلو جرام للفدان، وفى ولاية جنوب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الدخن بلغت (- ٠.٩٥)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار علاقة ارتباط عكسية قوية كما يظهرها الشكل (٢٠) على أن حوالى٩١ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٢ كيلو جرام للفدان.

٣: الذرة الرفيعة Grain sorghum : تلعب الذرة الرفيعة دوراً هاما في الاقتصاد السوداني ، ويمثل الغذاء الرئيسي ل ٦٥% من سكان السودان خاصة في المناطق الريفية في اواسط وشرق السودان ، فالذرة مصدر مهم للمواد الكربوهيدراتية المركزة اللازمة لغذاء الانسان والحيوان . وله استخدامات متعددة حيث يستخدم كعلف للحيوان والدواجن ، كما تستخدم النباتات الخضراء كعلف اخضر ويستعمل كوقود وكمادة بناء في المساكن . ويدخل الذرة فى صناعة النشأ و الجلكوز ،تنمو النباتات جيدا فى المدى الحرارى ٢٥-٣٠°م الحرارة الدنيا للإنبات ٧.٢ -١٠ **°م وللنمو ١٥.٥ °م ، وهى من نباتات النهار القصير الذى يساعد على تهيئة النبات للأزهار** (أبو ستيت وآخرون ، ٢٠١٠،ص ٨٨.) ، **وفى منطقة الدراسة** يزرع عند درجة حرارة مثلى ٢٦ **°م – ٢٩.٥ °م وكمية الأمطار المثلى بين ٥٠٠مم- ٦٠٠مم ، ويزرع خلال الفترة من ١ يونيو إلى ١٥ يوليو .**

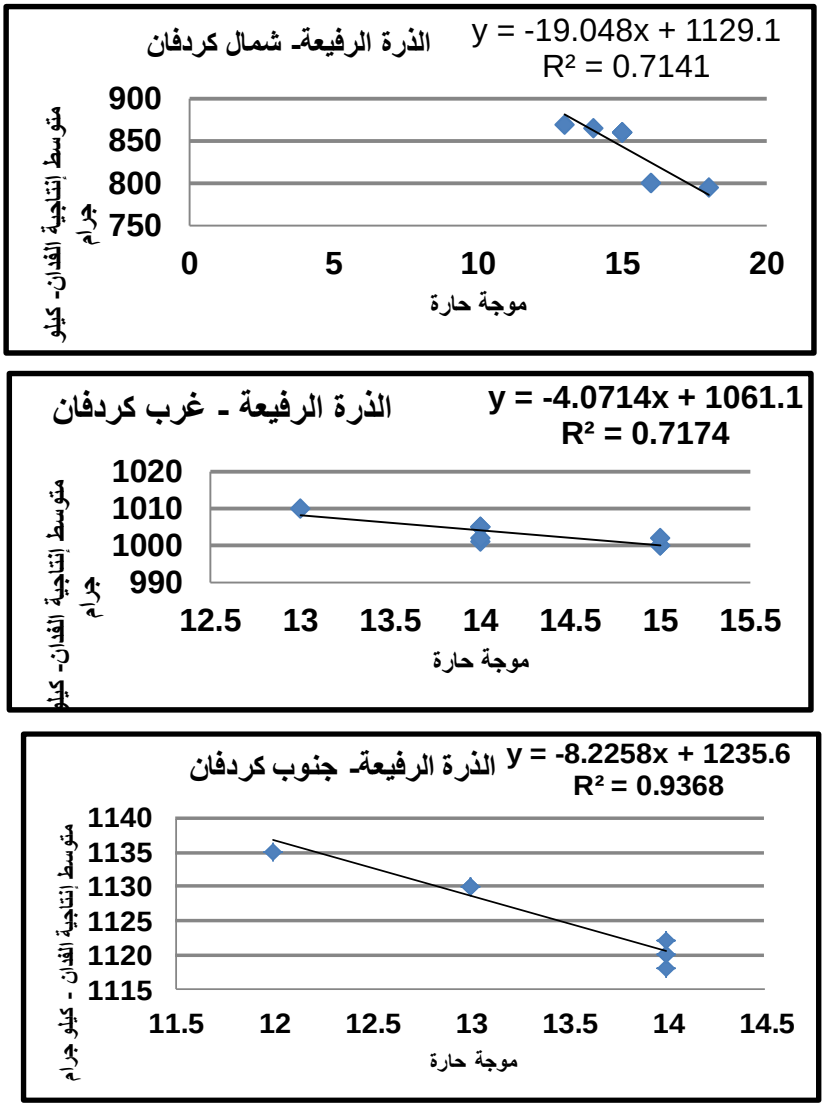
جدول (١٦) مساحة وإنتاج وإنتاجية الذرة الرفيعة بكردفان عام ٢٠١٤.

السنة	نوع الزراعة	الزراعة المطرية الآلية			الزراعة المطرية التقليدية		
	المساحة الولاية	المساحة المنزرعة بالألف فدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان	المساحة المنزرعة بالفدان	الإنتاج بالألف طن متري	الإنتاجية بالكيلو جرام للفدان
٢٠١٤	**شمال كردفان**	٦٨٠	٥٤٤٠	٨٦٥	١٣٠	٩١	٧٠
	غرب كردفان	٨٩٢	٨٩٢	١٠٠٥	٢٢٠	١٩٨	٩٦
	جنـــــوب كردفان	٩٦٥	١٠٦١.٥	١١٢٠	٣٠٢	٢٧١.٨	٩٤
	الجملة	٢٥٣٧	٧٣٩٣.٥	٢٩٩٠	٦٥٢	٥٦٠.٨	٢٦٠

المصدر/ وزارة الزراعة والغابات، الادارة العامة للتخطيط والاقتصاد الزراعي ، ادارة الاحصاء الزراعي ،٢٠١٤.

ب-**أثر موجات الحر على محصول الذرة الرفيعة:** لإظهار العلاقة بين كل من إنتاجية الذرة الرفيعة وموجات الحر للفترة من ٢٠٠٧-٢٠١٤ بمنطقة البحث تم استخدام معامل ارتباط بيرسون. واظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الذرة الرفيعة في ولاية شمال كردفان حيث بلغت (-٠.٨٤) كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (٢١) على أن حوالى٧١ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في أجمالي موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ١٩ كيلو جرام للفدان، وفى ولاية غرب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الذرة الرفيعة حيث بلغت (-٠.٨٤)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (٢١) على أن حوالى٧١ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في أجمالي موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٤ كيلو جرام للفدان، وفى ولاية جنوب كردفان اظهرت النتائج وجود علاقة ارتباط عكسية قوية بين موجات الحر وإنتاجية الذرة الرفيعة حيث بلغت (-

٠.٩٦)كما أشارت نتائج تطبيق معادلة الانحدار كما يظهرها الشكل (٢١) على أن حوالى٩٣ % من التغير في إنتاجية الدخن يمكن تفسيره بالتغير في موجات الحر. وان ارتفاع قدره ١ موجة حارة يؤدى إلى نقص ٨.٢ كيلو جرام للفدان.



شكل(٢١) العلاقة بين موجات الحر وإنتاجية الفدان من الذرة الرفيعة بكردفان ٢٠٠٧-٢٠١٤.

النتائج والتوصيات:

أولا: النتائج: بعد الدراسة التحليلية لأثر موجات الحر على الإنتاج الزراعي بكردفان، والتي تعتبر العامل الأول والأكثر تأثيراً، يمكن الخروج بعدة نتائج وتوصيات، قد تسهم في الحد من تأثير موجات على الإنتاج الزراعي، ومن النتائج التي توصل إليها الباحث

١- أمكن تطبيق ثلاث معايير لتصنيف موجات الحر وهى المدة الزمنية التي تمكثها الموجات (طول مدة الموجة) ، الاختلاف عن المعدل ، والعامل المسبب للموجة.

٢- تبين من خلال تصنيف موجات الحر على حسب المدة الزمنية التي تمكثها (طول مدتها) ، فقد تبين ان الموجات التى استمرت ما بين اليوم واليومين والثلاثة أيام – موجات قصيرة الأمد – تمثل أكثر من ٧٥% من المجموع الكلى للموجات – أما الموجات التي أستمرت ما بين أربعة إلى ستة أيام – موجات متوسط الأمد- فتمثل حوالى ١٥-٢٠% ، بينما الموجات التي أستمرت أكثر من ستة أيام – موجات طويلة المد – تمثل حوالى ٢-٥% من المجموع الكلى للموجات التي حدثت خلال فترة الدراسة.

٣- تبين لتصنيفها حسب شدتها (الاختلاف عن المعدل) أن أكثر من ٦٥% من موجات الحر هي أعلى من المعدل بقيم تتراوح بين (٥-٧ °م) ، وحوالى١٠- ٢٠% من موجات الحر ، أعلى من المعدل بقيم تتراوح بين(٨-١٠°م) ، واخيرا موجات الحر التي أعلى عن المعدل بأكثر من ١٠ °م تتراوح نسبتها بين ٨-١١.٥.٥% من المجموع الكلى لموجات الحر .

٤- يعد الموقع الفلكي لمنطقة الدراسة المسئول الأول عن وضعها ضمن المناطق الجافة وشبة الجافة ، التي تتصف بسيطرة وغلبة الفصل الحار على الفصل البارد في السنة فنسبة الفصل الحار إلى الفصل البارد هي تقريبا ٨÷٤ وكانت نتيجة ذلك ان

معظم موجات الحر (٨٠-٩٠%) التي تعرضت لها منطقة الدراسة خلال فترة الدراسة تحدث خلال الفصل الحار والحار الممطر.

٥- يعتبر المنخفض الاستوائي ومنخفض الصحراء الكبرى و شبة الجزيرة العربية والبحر الاحمر والمتوسط هي المسئولة عن موجات الحر في منطقة الدراسة .

٦- خلال الفصل البارد تهب موجات حارة نتيجة لمنخفض البحر المتوسط والبحر الاحمر ويكون لها تأثير سلبى على الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة.

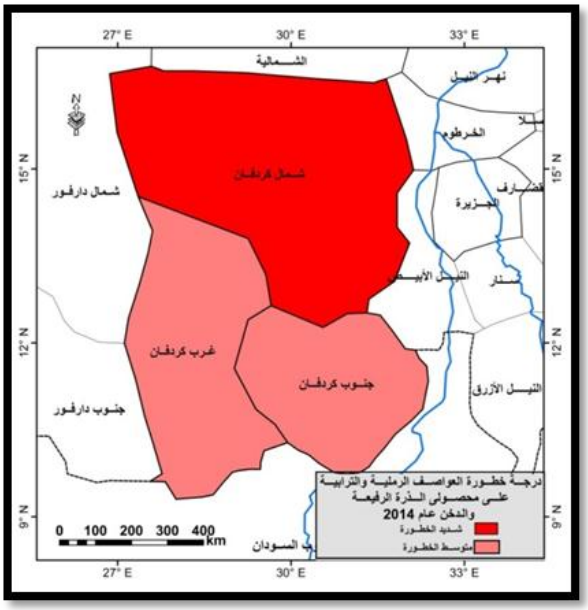
٧- خلال الفصل الحار والحار الممطر تهب كتل هوائية مدارية قارية حارة مصدرها الصحراء الكبرى وشبة الجزيرة العربية وتسبب موجات حر ويكون لها تأثير ضار أيضا على المحاصيل الزراعية.

٨- تؤثر موجات الحر على كل المحصولات الزراعية وخاصة الخضروات والفاكهة التي تحتاج إلى المياه باستمرار وخلال فترات قصيرة وكذلك على المحصولات الأخرى وتتأثر محاصيل الذرة الرفيعة والدخن والسمسم بمنطقة الدراسة بموجات الحر وتسبب خسائر كبيرة اقتصادية كبيرة وانخفاض في إنتاجية الفدان .

٩- هناك علاقة عكسية قوية بين موجات الحر والمساحات المنزرعة وإنتاجية الفدان بالذرة الرفيعة والدخن والسمسم بمنطقة الدراسة فعندما يزداد عدد موجات الحر تقل المساحات التي تتأثر بها وكذلك تقل إنتاجية الفدان .

١٠- تعتمد منطقة الدراسة في الزراعة على الامطار وحينما تنخفض كمية الامطار ينخفض الإنتاج وتتعرض المحاصيل للجفاف وهبوب العواصف الترابية والرملية وموجات الحر مما يكون له تأثير سلبى كبير على الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة.

١١- من خلال المساحات التي تضررت بموجات الحر وعددها بمنطقة الدراسة يمكن تحديد درجات خطورة موجات الحر كما يوضحه الشكل (٢٢) حيث تكون درجة الخطورة شديدة الخطورة في ولاية شمال كردفان ومتوسطة الخطورة في ولايتي غرب وجنوب كردفان



شكل (٢٢) درجة خطورة موجات الحر على محاصيل الذرة الرفيعة والدخن والسمسم في كردفان عام ٢٠١٤.

المصدر/ من اعداد الباحث اعتمادا على بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية

ثانيا: التوصيات:

وللحد من تأثير موجات الحر على الإنتاج الزراعي بمنطقة الدراسة يوصى الباحث بالتالي:

١- التوسع فى استخدام الاستشعار من بعد و نظم المعلومات الجغرافية في معرفة التنبؤات المناخية وفترات حدوث موجات الحر حتى يتم الاستعداد المبكر لتقليل الخسائر و إنشاء قاعدة بيانات.

٢- معالجة أي قصور في خصائص التربة الجيدة وبالذات ارتفاع نسبة الأملاح وزراعة محصولات تتحمل الجفاف .

٣- يوصى بزراعة المحصولات التي تتحمل العطش ولا تحتاج إلى كميات مياه كبيرة في منطقة الدراسة وفى مناطق الزراعات المطرية على مستوى السودان وزراعة

المحاصيل التى تحتاج إلى كمية كبيرة من المياه في مناطق الزراعة المروية من نهر النيل حيث مصدر المياه الدائم الذى يمكن معالجة ورى المحصولات خلال فترات حدوث موجات الحر والحد من أضرارها.

٤- يسقط على منطقة الدراسة أمطار غزيرة خلال فصل(الخريف) أثناء هبوب العواصف الرملية والترابية وبالتالي يمكن الاستفادة منها و تخزينها فى حفر واسعة وعميقة تحت سطح الأرض التخزين الجوفي ، أو فوق سطح الأرض عن طريق اقامة السدود (تقنيات حصاد مياه الأمطار) ورى المحصولات خلال فترات هبوب موجات الحر و العواصف الرملية والترابية والجفاف.

٥- يمكن الاستفادة من الرياح والاشعاع الشمسي بمنطقة الدراسة فى توليد الكهرباء لحفر الآبار للحصول على المياه لري المحصولات بعد حدوث موجات الحر .

٦- تحسين تقنيات حصاد مياه الأمطار بمنطقة الدراسة عن طريق السدود والخزانات أو مدها للخزان الجوفي للاستفادة من منها بدلا من ان تضيع أو تتبخر بدون فائدة .

٧- محاولة تثبيت الرمال وذلك عن طريق تشجير المناطق المحاطة بالمساحات المنزرعة وزراعة أشجار تتحمل العطش والظروف المناخية الصحراوية السائدة بمنطقة البحث.

٨- تدعيم الدولة للمزارعين بالمال لشراء الآلات والادوات لدحر الرمال ومواجهة العواصف بجوار مناطق الإنتاج الزراعي ، ومدهم بالخبرة الفنية التي تساعدهم على ذلك.

المراجع والمصادر:

أولا: المراجع العربية:

١- المرشد الزراعي في السودان ، مركز البحوث الزراعية بالجزيرة ،ادارة التخطيط ، وزارة الزراعة ،٢٠١٧،٢٠١٤،٢٠١٠.

٢- الهيئة العامة للأرصاد الجوية السودانية.

٣- وزارة الزراعة، ادارة التخطيط والمتابعة ،السودان ، ٢٠١٤.
١. ايملى محمد حلمى حمادة ، المناخ والزراعة فى منطقة القصيم دراسة فى الجغرافيا التطبيقية، ماجستير ، جامعة الملك سعود ، كلية الآداب ، ١٩٨٦.
٢. ايملى محمد حلمى حمادة، بحوث جغرافية فى المناخ التطبيقي، القحط الزراعي فى سيناء، ٢٠٠٥.
٣. جودة حسنين جودة ، الجغرافيا المناخية والنباتية مع التطبيق على مناخ اسيا وافريقيا واروبا ، دار المعرفة الجامعية ،الاسكندرية،١٩٩٩.
٤. حسن عوده عواد ، وراثة وتربية المحاصيل لتحمل الإجهاد البيئي الجزء الأول (الجفاف – الحرارة العالية– التلوث البيئي) ، المكتبة المصرية ، الإسكندرية،٢٠٠٩.
٥. حسين عونى طيفور،رزكار حمدى رشيد،المحاصيل الزيتية دار الكتب للنشر،جامعة الموصل،العراق ،١٩٩٠.
٦. سليمان عبد الستار خاطر موارد المياه في السودان ، رسالة ماجستير ، غير منشورة ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة ،١٩٦٥.
٧. سيد درمان كافي، دور الأرصاد الجوية في سلامة الملاحة الجوية المدنية والعسكرية ، الاكاديمية العسكرية العليا، كلية الدفاع الوطني، السودان ، ٢٠٠١.
٨. شحاته سيد أحمد طلبة ، موجات الحر والبرد في مصروأثرها على المحاصيل الزراعية ، دراسة في المناخ التطبيقي ، رسالة دكتوراه ، كلية الآداب ، جامعة القاهرة،١٩٩٤.
٩. عبد العزيز عبد اللطيف يوسف، الخصائص المناخية لعنصر الحرارة فى مصر خلال القرن العشرين، دراسة فى الجغرافية المناخية، دكتوراة، كلية الآداب، جامعة عين شمس، ١٩٨٢.
١٠. عبد العزيز قنديل ، محاصيل الزيوت ، مطبعة كلية الزراعة ، جامعة القاهرة، ٢٠٠٠.
١١. عبد الله عبد الرازق عرعر، استخدام المياه للأغراض الزراعية في الوطن العربي ، أعمال الندوة العربية الثانية ، مصادر المياه في الوطن العربي ، الكويت ،٢٠٠٩.
١٢. عبد الله على حامد العبادي، أنماط ونماذج المدن الكبرى فى السودان ، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة،١٩٧٥.
١٣. عبد الله قاسم الفخري، الزراعة الجافة أسسها وعناصر استثمارها ،العراق ، ٢٠٠٠.
١٤. عز الدين عمر أبو ستيت وآخرون ، رعاية المحاصيل الحقلية ، قسم علوم المحاصيل ، كلية الزراعة ، جامعة القاهرة، ٢٠١٠.

١٥. على على الخشن،زراعة المحاصيل،دار المعارف،القاهرة، دار المعارف ، ١٩٦٠.
١٦. محمد إبراهيم محمد شرف ، جغرافية المناخ والبيئة ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية، ٢٠٠٨.
١٧. محمد أحمد معتوق ، عبد الحميد السيد القراميطى ، ري المحاصيل والمقننات المائية ، مكتبة الانجلو المصرية ، القاهرة، ٢٠٠٥.
١٨. محمد جمال الدين حسونة ، أمراض النبات البيئية غير الطفيلية – الجو– التلوث– نقص التغذية– دار المطبوعات الجديدة ، الأسكندرية،١٩٧٩.
١٩. محمد عبد الغنى سعودي، السودان ، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة ، ١٩٨٠.
٢٠. محمود الشاعر وآخرون ، أساسيات الزراعة الصحراوية ، الجزء الأول أساسيات إنتاج المحاصيل ، جامعة القاهرة، ١٩٩٢.
٢١. مطيرة خويتم هلال المطيري، أثر العواصف الرملية فى انتشار مرض حساسية الصدر والربو بمدينة الرياض ، رسائل جغرافية، الجمعية الجغرافية الكويتية، كلية العلوم الاجتماعية ، الكويت، العدد 389، ٢٠١٢.
٢٢. مهدى أمين التوم ، مناخ السودان، معهد البحوث والدراسات العربية، القاهرة،١٩٧٤.
٢٣. موسى أحمد قوته، العواصف الرملية و الترابية في السودان ،ندوة العواصف الترابية في الوطن العربي ١٣–١٤ مارس ، اللجنة الفنية الدائمة للأرصاد الجوية ،جامعة الدول العربية، ١٩٩٦.
٢٤. نعمان شحادة ، موجات الحر في الأردن خلال الصيف، سلسلة رسائل جغرافية العدد ١٣٨، الجمعية الجغرافية الكويتية،١٩٩٠.
٢٥. نعيمة محمد عبد الله الترابي، نحو تصنيف مناخي طبيعي للسودان، رسالة دكتوراه، كلية الآداب، جامعة الخرطوم ، ٢٠٠٤.
٢٦. ياسر أحمد السيد ، المناخ والزراعة، دراسة في الجغرافية المناخية التطبيقية لبيئة دلتا النيل، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، ٢٠٠٤.
٢٧. يوسف عبد المجيد فايد، الأقاليم المناخية في أفريقيا في ضوء تصنيف كبن، الموسوعة الأفريقية، المجلد الأول، الجغرافيا معهد البحوث والدراسات الأفريقية، جامعة القاهرة،١٩٩٧.

٢٨. يوسف عبد المجيد فايد ، مناخ لبنان بين البحر والجبل ، جامعة بيروت العربية، ١٩٧٢.

٢٩. يوسف عبد المجيد فايد ،ماذا بعد الجفاف في إفريقية ، الموسوعة الأفريقية ، المجلد الأول، الجغرافيا معهد البحوث والدراسات الأفريقية، جامعة القاهرة،١٩٩٧.

ثانيا : المراجع غير العربية.

1- **Barbour ,k.M;(1961)The Republic of the Sudan,. London.**
2- **3- El- tom , M,A;(1969) A statistical analysis of the Rainfall over the Sudan ,the geographic Journal,vol.135.**
3- **Gregory ,K.J; The Changing Nature of Physical Geography, London ,2000.**
4- **Bitterman ,p;(2016) Tate A,E; Water security and rainwater harvesting: A conceptual framework and candidate indicators. Applied Geography .**