خصائص الأمطار وتأثيرها على إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة في مالي

أ. محمد زاكي سالم(*) أ. د. عطيه محمود الطنطاوي(**)
أ. د. السعيد إبراهيم البدوي(***)

ملخص البحث :

تعد الأمطار أهم عناصر المناخ فى المناطق المدارية خاصة التى تعتمد فى معيشتها على حرفتي الرعي والزراعة المطرية. وقد اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات الأمطار في ١٣ محطة منتشرة فى مالي خلال الفترة من ١٩٧٥ حتى ٢٠١٤ م. كما اعتمدت على بيانات محصولي الدُخن والذرة الرفيعة فى ولايات مالي والتى تم الحصول عليها من الكتاب الإحصائي السنوي لدولة مالي لعام ٢٠١٤ الصادر عن المعهد الوطني للإحصاء، وقد تم حساب اتجاهات الأمطار ومعامل التذبذب وموسمية المطر، ثم حساب فاعلية الامطار للوقوف على خصائص الأمطار في منطقة الدراسة ودرورها في تحديد مدى نجاح محصولي الدُخن والذرة الرفيعة. ومن خلال دراسة العلاقة بين خصائص الأمطار وإنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة ليتضح جلياً أثر هذه الخصائص على التذبذب الواضح في الإنتاجية من عام لآخر. ونظراً لشدة تذبذب الأمطار ومن ثم إنتاجية المحاصيل تعاني مالي من أزمة غذائية من عام لآخر.

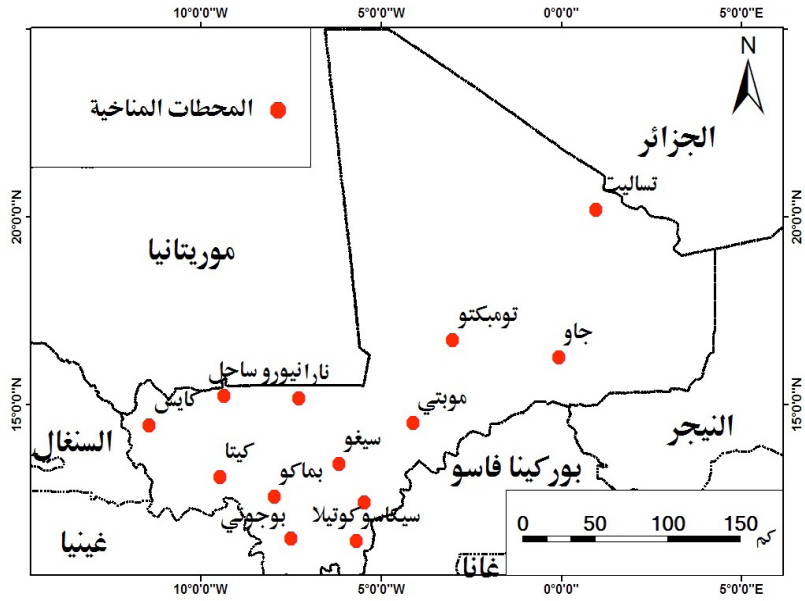
الكلمات الدالة:

خصائص الأمطار، الزراعة المطرية، انتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة، مالي.

(*) باحث دكتوراه ، معهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة .
(**) أستاذ الجغرافيا الطبيعية، معهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة .
(***) أستاذ الجغرافيا البشرية، معهد البحوث والدراسات الإفريقية – جامعة القاهرة .

المقدمة

تحظى الدراسات المناخية باهتمام بالغ فى الوقت الراهن نظراً لأهمية المناخ كعنصر طبيعي يؤثر فى أنشطة الانسان كافة والنشاط الزراعى خاصة. وتذبذب الأمطار هو عامل الحسم في المناطق شبه الجافة وبالتالى يؤثر فى الأمن الغذائي. وفي العقود الأخيرة شهدت الأجزاء الشمالية من مالي فترة جفاف خاصة في ولايات جاو وكيدال وتومبكتو. ويوضح الشكل (١) المحطات المناخية التي استخدمت في الدراسة (دولة مالي).



شكل (١) موقع المحطات المناخية التي استخدمت في الدراسة

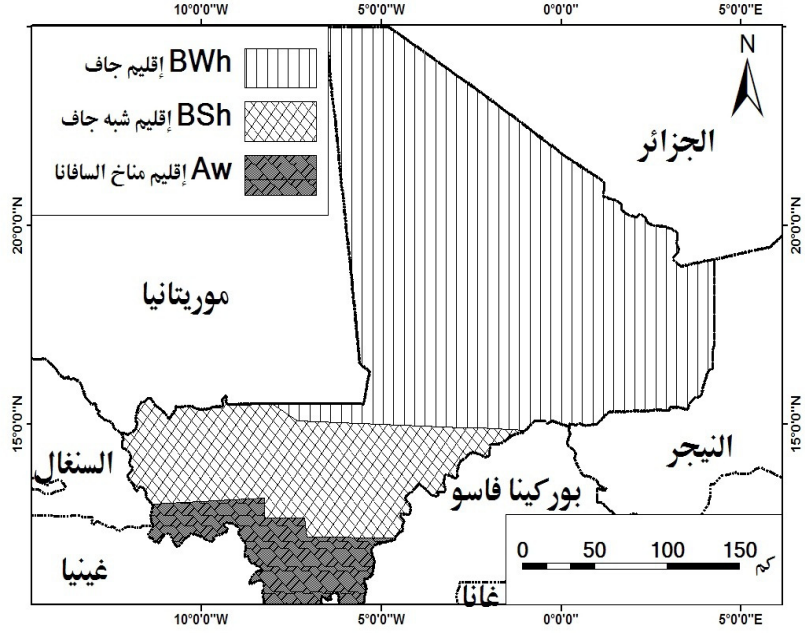
مصدر البيانات :-

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

وترتبط حياة السكان فى منطقة الدراسة ارتباطاً وثيقاً بالظروف المناخية خاصة خصائص الأمطار، حيث يعتمد غالبيتهم على الزراعة المطرية في إنتاج غذائهم. وتعانى منطقة الدراسة من نقص فى الغذاء نتيجة التقلبات المناخية الحالية وخاصة التذبذب الشديد في كمية الأمطار. ويفترض البحث وجود علاقة قوية بين خصائص الأمطار وإنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة كمحاصيل غذاء في مالي.

وتنقسم مالي تبعاً لتصنيف كبن للمناخ (شكل ٢) إلى الإقليم المداري ذو المطر الصيفي Aw في أقصى الأجزاء الجنوبية، وهو ما يطلق عليه نباتياً مناخ السافانا حيث لا تقل درجة حرارة هذا الإقليم عن ١٨°م، ويعتمد في مطره علي حركة جبهة الالتقاء المدارية ITCZ ومركزها عند خط الاستواء، ومع التقاء التيارات الشمالية والجنوبية وارتفاع الهواء مع التسخين يسقط المطر تصاعدياً وتكون قمة الأمطار فى شهر أغسطس. وإلى الشمال من إقليم السافانا يسود مناخ الاستبس أو الإقليم شبه الجاف BSh ويتصف هذا الإقليم بطول الفصل الجاف بحيث أن كمية الأمطار الساقطة لا تكفى حاجة النبات، وتتركز كمية الأمطار فى أربعة أو خمسة شهور فقط وهو الفصل المطير الذى يبدأ فى شهري مايو أو يونيه وينتهى فى شهري سبتمبر أو أكتوبر. كما يتصف بارتفاع درجة الحرارة نسبياً على مدار العام (فايد، الأقاليم المناخية ، ١٩٩٧،ص ١٤٥). ويسود الإقليم الجاف BWh الغالبية العظمى من مالي وخاصة المناطق الوسطى والشمالية من مالي (Kottek, et al, 2006, 261).



شكل (٢) الأقاليم المناخية في مالي على حسب تصنيف كبن للمناخ

المصدر :-

- Kottek, et al., 2006, 261
- http//:www.mapsofworld.comworld-maps world-climate-map.html ,2013 WORLD Climat ,

وسوف تركز الدراسة على النقاط التالية :

١- الظروف المناخية لمنطقة الدراسة

٢- خصائص الأمطار فى منطقة الدراسة

٣- أهمية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة كمحاصيل غذاء رئيسية فى مالي

٤- المتطلبات المناخية للمحصولين

٥- أثر خصائص الأمطار على إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة فى منطقة الدراسة .

٦- خامساً تصنيف أراضى منطقة الدراسة تبعا لملائمتها مناخياً لزراعة محصول الدُخن والذرة الرفيعة اعتمادا على المتطلبات المناخية لكل محصول وبنسبة أمطار ١٠٠ ٪ باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

مصادر البيانات وأساليب معالجتها

اعتمدت الدراسة على تحليل بيانات الأمطار في ثلاثة عشر محطة منتشرة فى مالي فى فترة مناخية تتراوح بين ٣٥ و ٣٩ عاماً (١٩٧٥-٢٠١٤) Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako, http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa الجدول (١). كما تعتمد الدراسة على بيانات محصولي الدُخن Millet، والذرة الرفيعة Sorghum فى ولايات مالي والتى تم الحصول عليها من (ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI,2014)

وقد تم حساب مؤشر الجفاف Aridity Index بالمعادلة التالية :

معامل الجفاف لديمارتون (ق) = كمية المطر السنوية مم/ متوسط درجة الحرارة السنوية مئوية + ١٠

كما تم حساب تذبذب الأمطار عن طريق المعادلة التالية :

معامل التذبذب للأمطار= الانحراف المعياري / المتوسط

مع اعتبار القيم (أقل من ٠,١ = تذبذب منخفض جدا)، (٠,١– ٠,٢ = تذبذب منخفض)، (٠,٢ - ٠,٣ = تذبذب متوسط)، (٠,٣ – ٠,٤ = تذبذب مرتفع)، (أكبر

من ٠,٤ = تذبذب مرتفع جداً) (El-Tantawi and Saleh, 2013, p 131). واستخدم الباحث معادلة مؤشر الأمطار التى توضح معرفة السنوات السيئة والسنوات الجيدة للأمطار فى محطات منطقة الدراسة (El-Tantawi, 2011, p.70)

مؤشر الأمطار = (كمية الأمطار السنوية – المتوسط) / الانحراف المعياري

جدول (١) بعض المحطات المناخية فى منطقة الدراسة ومعدل درجة الحرارة وفاعلية الأمطار لديمارتون وكمية المطر السنوية ومجموع الأيام المطيرة وكثافة المطر وفترة الدراسة

المحطة	خطوط الطول (Long)	دوائر العرض (Lat)	الارتفاع (متر) (Alt)	معدل درجة الحرارة	فاعلية الأمطار لديمارتون	كمية المطر السنوية (مم)	عدد الأيام المطيرة	كثافة المطر (مم)	الفترة الزمنية المتاحة
بماكو	٧,٩٥-	١٢,٥٣	٣٨٠	٣٠,٢	٢٣	٨٦٨	٦٩	١٣	١٩٧٥ - ٢٠١٤
بوجوني	٧,٥-	١١,٤١	٣٥٠	٢٨,٦	١٩	٧٢٥	٣٠	٢٤	١٩٧٥ - ٢٠١٤
جاو	٠,٠٥-	١٦,٢٦	٢٦٥	٢٨,١	٥	٢٠٩	١٣	١٦	١٩٧٥ - ٢٠١١
كايس	١١,٤٣-	١٤,٤٣	٤٧	٢٩,٤	١٠	٤٠٨	٢٣	١٨	١٩٧٥ - ٢٠١٤
كيتا	٩,٤٦-	١٣,٠٦	٣٣٣	٢٩,٧	١٥	٥٨٧	٣٠	٢٠	١٩٧٥ - ٢٠١٤
كوتيلا	٥,٤٦-	١٢,٣٨	٣٦٥	٢٩,٣	١٦	٦٠٨	٣٢	١٩	١٩٧٥ - ٢٠١٤
موبتي	٤,١-	١٤,٥١	٢٧٦	٢٨,٨	١٠	٤٠٠	٢٣	١٧	١٩٧٥ - ٢٠١٤
نارا	٧,٢٨-	١٥,١٦	٢٧١	٢٧,٦	٨	٣١٤	١٤	٢٣	١٩٧٨ - ٢٠١٤
نيوروساحل	٩,٣٥-	١٥,٢٣	٢٣٥	٣٥,٥	٧	٢٨٥	١٤	٢٠	١٩٧٥ - ٢٠١٤
سيغو	٦,١٥-	١٣,٤	٢٨٨	٣٣,٦	٧	٣٧٧	٢٢	١٧	١٩٧٥ - ٢٠١٤
سيكاسو	٥,٦٨-	١١,٣٥	٣٧٤	٣٥,٩	١٠	٧٧٧	٣٩	٢٠	١٩٧٥ - ٢٠١٤
تساليت	٠,٩٨	٢٠,٢	٤٩٤	٣٠,٤	٢٠	١٩٥	٥	٣٩	١٩٨٩ - ٢٠١١
وتكبمو	٣-	١٦,٧١	٢٦٣	٢٩,٤	٥	١٨١	١١	١٦	١٩٧٥ - ٢٠١١

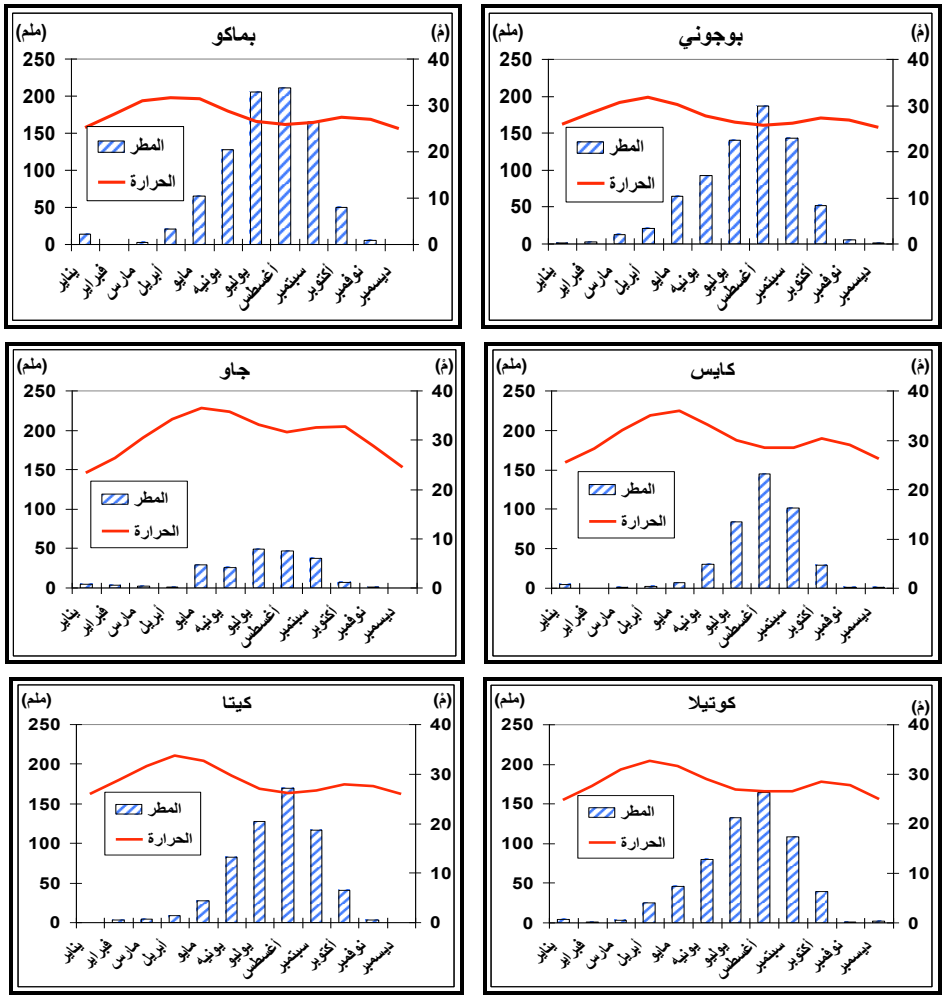
مصدر البيانات :-

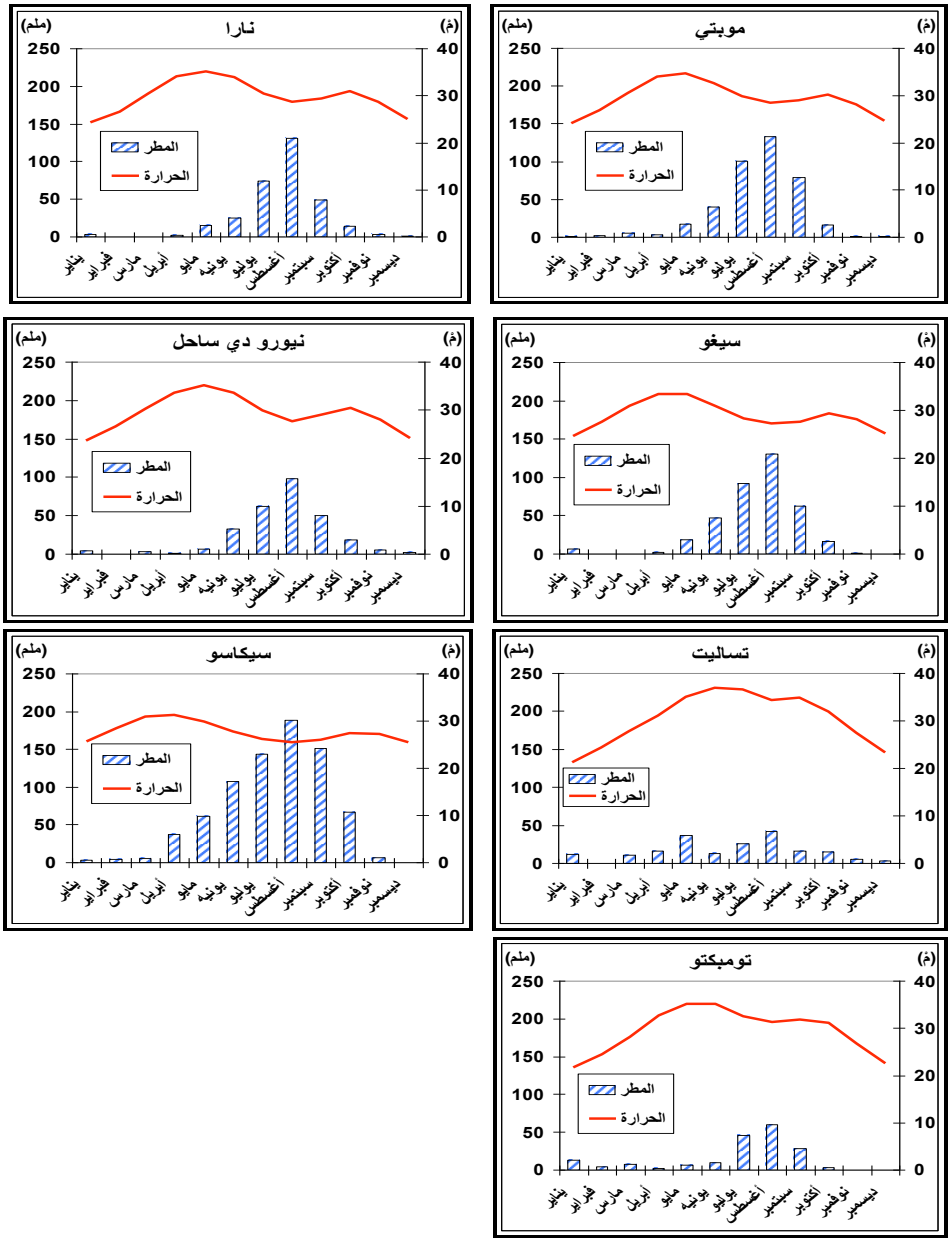
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

أولاً : الظروف المناخية لمنطقة الدراسة

تتميز منطقة الدراسة بارتفاع في درجة الحرارة طول العام مع معدل قدره ٢٩ درجة مئوية، وتقل درجة الحرارة فى شهر يناير خلال الفصل الجاف لتصل إلى ٣,٤٢٥ م، وترتفع فى شهر أغسطس خلال الفصل المطير لتصل إلى ٢٨,٢°م، ولكنها تصل إلى أعلى معدلاتها فى شهري مارس/أبريل لتصل إلى ٣٠,٤٥، ٣٢,٩٥م (شكل ٣). ويرجع السبب فى ذلك إلى قلة تأثير الرياح التجارية الشمالية مع انعدام السحب فى المنطقة الأمر الذى يعرض المنطقة لكميات كبيرة من الإشعاع الشمسى، بالإضافة إلى زيادة فترة السطوع الشمسي نتيجة إقتراب تعامد الشمس الظاهرى (Thibaut, 2015, p.12).





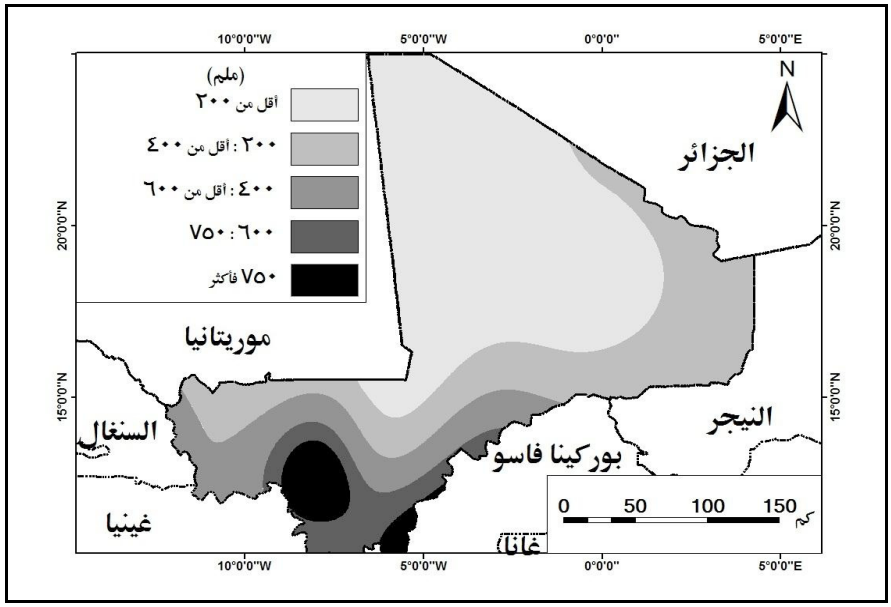
شكل (٣) المعدل الشهرى لدرجة الحرارة (مْ) وكمية الأمطار السنوية والشهرية (ملم) لبعض المحطات فى مالي خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ م

مصدر البيانات : - من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

وتتصف منطقة الدراسة بفصلين مناخيين الفصل الجاف الذي يبدأ من شهر أكتوبر وينتهى بشهر أبريل بسبب الرياح التجارية القادمة من الصحراء الكبرى (الهرمطان) وهي رياح جافة وعند هبوبها تحمل معها الغبار وتعمل على انخفاض كبير فى نسبة الرطوبة، والفصل الآخر هو الفصل المطير الذى يبدأ من شهر مايو وينتهى بشهر سبتمبر ويرجع السبب فى ذلك الى هبوب الرياح الجنوبية الغربية، بالإضافة إلى حركة جبهة الإلتقاء المدارية ITCZ خلال موسم الصيف نحو الشمال (McSweeney, et al, 2012, p.1).

ثانياً: خصائص الأمطار فى منطقة الدراسة

تتساقط الأمطار فى منطقة الدراسة خلال فصل الصيف الشمالي بسبب هبوب الرياح الناتجة عن الكتلة الهوائية المدارية البحرية حيث ترسل هذه الكتلة برياحها إلى الشمال الشرقي نحو الضغط المنخفض الإستوائي ويكون اتجاهها فى البداية جنوبية شرقية وعندما تعبر خط الإستواء تنحرف لتصبح جنوبية غربية (Mansur, 2011, pp, 14:17).



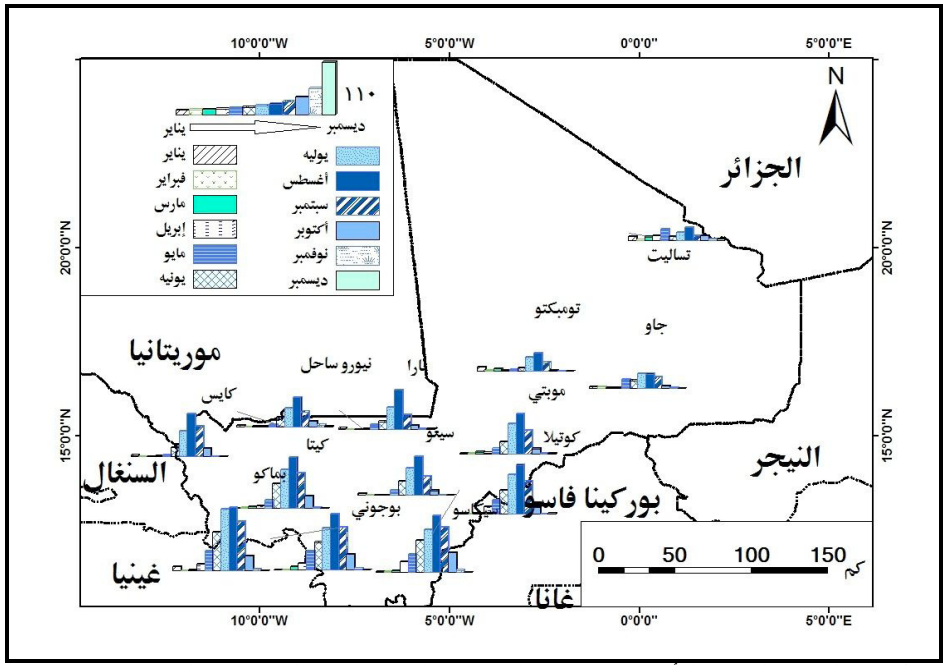
شكل (٤) توزيع الأمطار في مالي

مصدر البيانات :-

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

وتجدر الإشارة إلى أن كمية الأمطار السنوية فى مالي تتناقص تدريجيا بالإتجاه شمالاً كما هو واضح فى شكل (٤). ويتضح التدرج من الجنوب إلى الشمال في الأمطار السنوية ويرجع ذلك الى العوامل المحلية والإقليمية مثل الموقع والتضاريس واتجاه الرياح وحركة جبهة الإلتقاء المدارية ITCZ (Warner.et al, 2015, p.1)، ويتراوح معدل سقوط الأمطار من ١٠٠٠ ملم فى الجنوب إلى ٢٠٠ ملم في أقصى الشمال .

ويتضح من خلال الشكل (٥) أن عدد أشهر سقوط الأمطار يزداد فى الجنوب ويقل بالإتجاه شمالاً. وتتركز قمة المطر فى شهر أغسطس ويرجع السبب فى ذلك إلى تعامد الشمس على مدار السرطان فى الفصل المطير وزيادة السحب على منطقة الدراسة. (Ministere de L›equipement et Transports,et al , 2007, p.9)



شكل (٥) التوزيع الشهري للأمطار في بعض المحطات المناخية في مالي متوسط الفترة (١٩٧٥-٢٠١٤م)

مصدر البيانات : - من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

إتجاهات الأمطار ومعدلات التذبذب خلال الفترة من عام ١٩٧٥ ــ ٢٠١٤

تم إستخدام التحليل الإحصائي لمعرفة اتجاهات الأمطار وتذبذبها خلال الفترة ١٩٧٥ــ٢٠١٤ ومن خلال الشكل (٦) يتضح أن الاتجاهات السائدة هى اتجاهات سلبية فى محطة تساليت الواقعة في شمالي مالي وبلغت قيمة التغير – ١١٠ ملم/عقد فى حين ظهرت إيجابياتها فى باقي المحطات وكان أعلاها ١٣٠ ملم فى العقد الواحد فى بماكو وأدناها ٢٠ ملم فى العقد الواحد فى جاو ونيورو ساحل (جدول ٢ وشكل ٦) . وقد لوحظ أن الإتجاهات الإيجابية كانت ضعيفة بالمقارنة مع مجموع الأمطار السنوية على منطقة الدراسة مما يؤثر على الأنشطة البشرية التى يعتمد عليها السكان وعلى رأسها قطاع الزراعة. ويتضح جلياً من دراسة الأمطار واتجاهاتها وتذبذبها خلال الفترة ١٩٧٥- ٢٠١٤ م أن هناك تذبذباً شديداً فى كمية الأمطار خلال هذه الفترة مما يؤكد تزايد فى تغير المناخ فى الآونة الأخيرة (الطنطاوي، ٢٠١٤، ص ٤٨٥) .

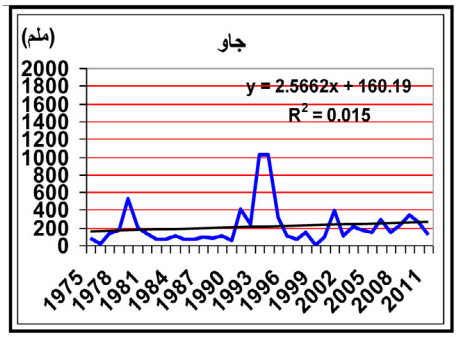
جدول (٢) كمية المطر السنوي والانحراف المعياري ومعامل التذبذب والتغير لكل عقد فى بعض المحطات المناخية الواقعة فى منطقة الدراسة خلال الفترة من عام ١٩٧٥ وحتى عام ٢٠١٤ م

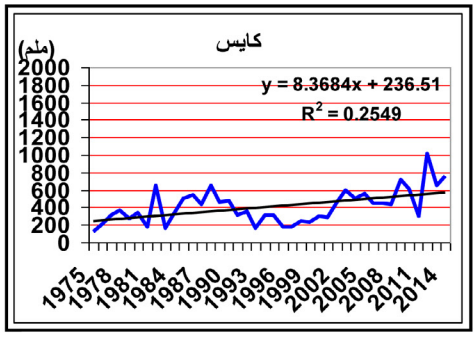
المحطات	معدل الأمطار (ملم)	الانحراف المعياري	معامل التذبذب (%)	التغير لكل عقد (ملم / عقد)
بماكو	٨٦٨	٣٦٤	٤٢	١٣٠
بوجوني	٧٢٥	٣٢٣	٤٥	٧٠
جاو	٢٠٩	٢٢٧	١٠٩	٢٠
كايس	٤٠٨	١٩٤	٤٨	٨٠
كيتا	٥٨٧	٢٥٤	٤٣	٤٠
كوتيلا	٦٠٨	٣٠١	٤٩	١١٠
موبتي	٤٠٠	٢٠٩	٥٢	٨٠
نارا	٣٢٠	١٧٦	٥٥	٥٠
نيورو ساحل	٢٨٥	١٨٩	٦٦	٢٠
سيغو	٣٧٧	٢٠٣	٥٤	٦٠
سيكاسو	٧٧٧	٣٦٩	٤٨	١١٠
تساليت	١٩٦	١٦٧	٨٥	١١٠-
تومبكتو	١٨١	١٧١	٩٥	٣٠

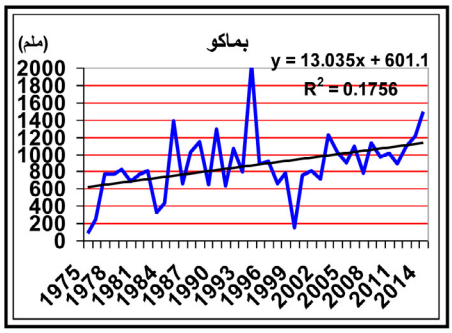
مصدر البيانات : - من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة

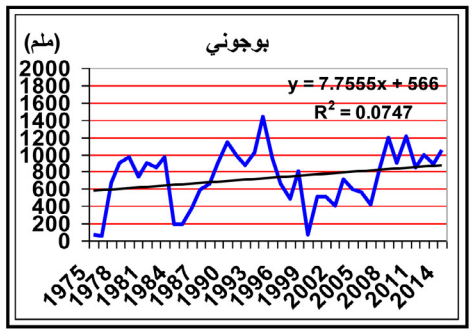
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

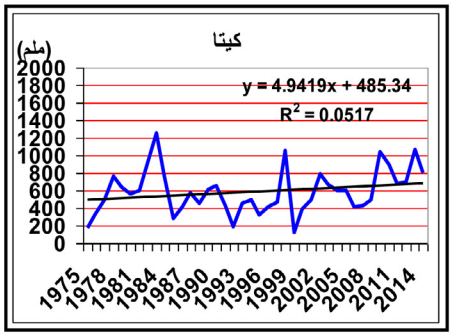
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

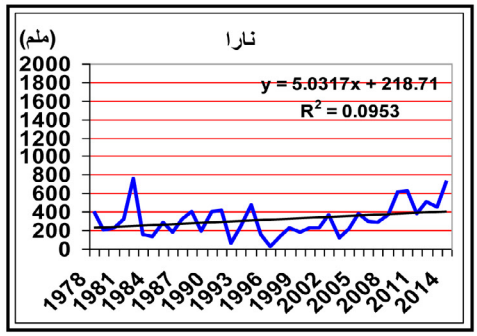

جاو
(ملم)
y = 2.5662x + 160.19
R² = 0.015

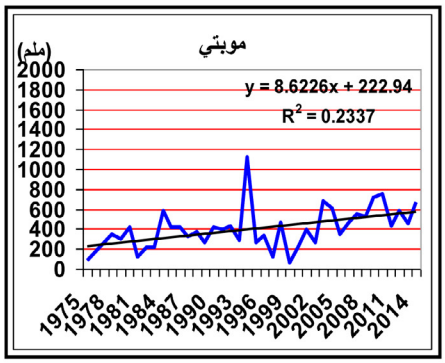

كايس
(ملم)
y = 8.3684x + 236.51
R² = 0.2549

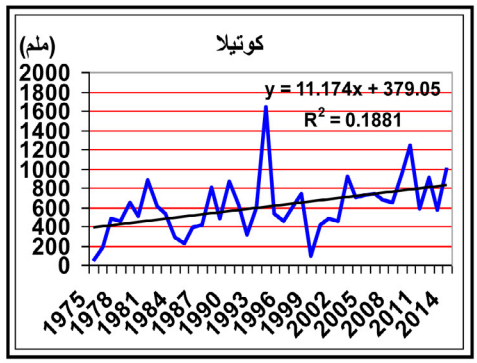

بماكو
(ملم)
y = 13.035x + 601.1
R² = 0.1756

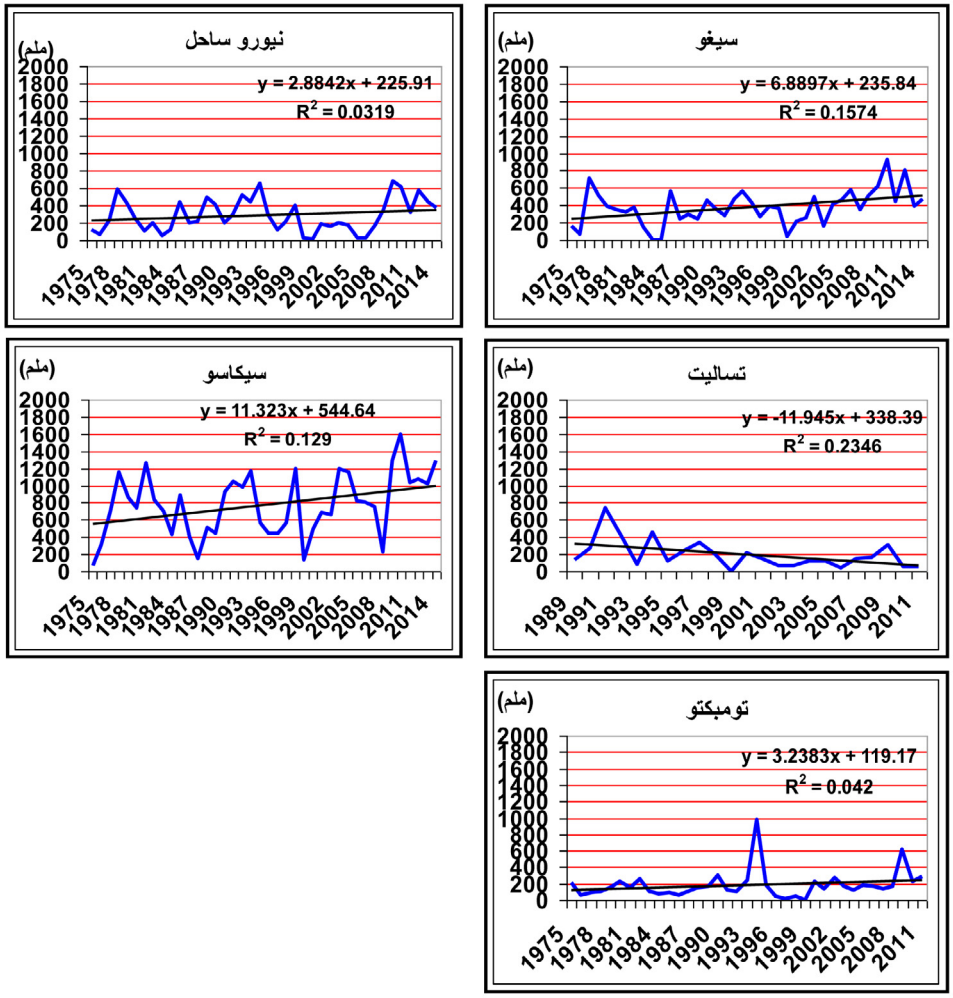

بوجوني
(ملم)
y = 7.7555x + 566
R² = 0.0747


كيتا
(ملم)
y = 4.9419x + 485.34
R² = 0.0517


نارا
(ملم)
y = 5.0317x + 218.71
R² = 0.0953


موبتي
(ملم)
y = 8.6226x + 222.94
R² = 0.2337


كوتيلا
(ملم)
y = 11.174x + 379.05
R² = 0.1881



شكل (٦) إتجاهات الأمطار وتذبذبها فى بعض محطات مالي
خلال الفترة من ١٩٧٥ ــ ٢٠١٤ م

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

ويتضح من تحليل الأشكال السابقة أن منطقة الدراسة تتصف بتذبها الشديد في كمية الأمطار، حيث نجد أن السنوات الجافة أكثر من السنوات المطيرة فى محطات (تومبكتو، وتساليت بنسبة أكثر من ٧٠٪ ، ونارا، ونيورو ساحل أكثر من ٥٥ ٪)، فى حين أنها وصلت النصف (نصف سنوات الدراسة مطير ونصفها الأخر جاف)

فى محطات (جاو، كايس، كيتا، كوتيلا،موبتي ،بماكو بنسبة ٥٣٪) وقاربت النصف تقريباً فى محطات وبوجوني، وسيغو بنسبة ٤٥٪، ٤٨٪ على التوالي، ووصلت إلى أقل من٤٠٪ فى محطة سيكاسو(جدول ٣). وقد شهدت الفترة ١٩٧٥- ٢٠١٤ م ظروفاً مختلفة على نطاق واسع من سنة إلى أخرى في جميع مراكز الدراسة. حيث سجلت فترة السبعينات والثمانينات من القرن العشرين فى معظمها أقل هطولاً للأمطار، في حين أن فترة التسعينات والسنوات الأولى من القرن الواحد والعشرين أكثر هطولاً للأمطار وهذا التذبذب الواضح له تأثير واضح على إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة كما سنرى فيما بعد .

جدول (٣) نسبة عدد السنوات الأقل مطراً عن المعدل الطبيعي
خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ م في مالي

المحطات	سنوات الدرسة	سنوات الجفاف	نسبة ٪
بماكو	٤٠	٢١	٥٣
بوجوني	٤٠	١٨	٤٥
جاو	٣٧	١٩	٥١
كايس	٤٠	٢١	٥٣
كيتا	٤٠	٢١	٥٣
كوتيلا	٤٠	٢١	٥٣
موبتي	٤٠	٢١	٥٣
نارا	٣٧	٢١	٥٧
نيورو ساحل	٤٠	٢٢	٥٥
سيغو	٤٠	١٩	٤٨
سيكاسو	٤٠	١٥	٣٨
تساليت	٢٠	١٥	٧٥
تومبكتو	٣٧	٢٦	٧٠

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

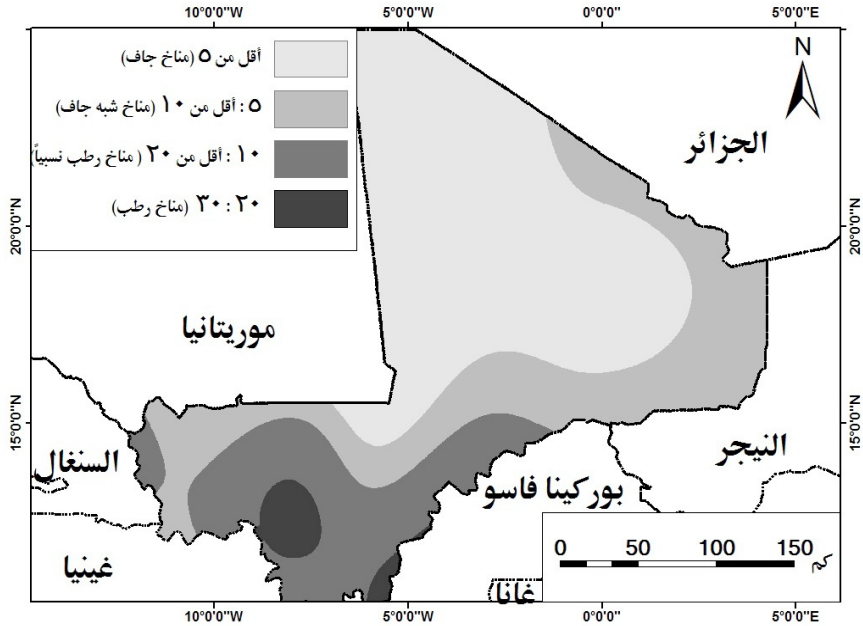
وتختلف كمية سقوط الأمطار من فصل إلى آخر داخل منطقة الدراسة وبالتالى تختلف درجة تأثيرها على الزراعة، حيث يتوافق بداية الموسم الزراعى بأراضى منطقة الدراسة مع بداية موسم سقوط الأمطار وكمياتها الساقطة ومدى فاعليتها من عام إلى آخر. ويؤدى ذلك إلى إختلاف طول الموسم الزراعى ومساحة الأراضى المزروعة ومتوسط إنتاجيتها من المحاصيل سنويا من جزء إلى آخر داخل المنطقة (شرف، ٢٠٠٨، ص ١٠٦). وتعمل الأيام المطيرة فى السنة أو حتى فى الشهر على المساعدة فى معرفة نوعية الأمطار وقوتها وغزارتها(عبد العظيم ، ١٩٩٦ ، ص ٢١٥).

ويصل المتوسط السنوى لعدد الأيام المطيرة إلى ٢٥ يوماً فى منطقة الدراسة، ولكنه يزيد فى المناطق الجنوبية ليصل إلى ٦٩ يوم فى بماكو. وفى المناطق الوسطى يصل إلى ٢٣ يوم فى موبتي ويقل فى الشمال ليصل الى ٥ يوم فقط فى تساليت، ويرجع السبب فى ذلك إلى مدى تأثرها بالرياح الجنوبية الغربية الممطرة وكثافة السحب على منطقة الدراسة وطول فترة هبوب هذه الرياح. وعلى الرغم من زيادة الأيام المطيرة فى المناطق الجنوبية الا أن المناطق الشمالية التى تحتوي على عدد أيام مطيرة أقل تكون ذات كثافة عالية فى الأمطار ويرجع السبب فى ذلك إلى أنه كلما قل عدد الأيام المطيرة كلما زاد تركز المطر إذا ما كانت كمية الأمطار متقاربة، فنجد أن الأيام المطيرة فى بماكو وصلت إلى ٦٩ يوماً ويصل معها تركز المطر إلى ١٣ ملم/ يوم، والأيام المطيرة فى تساليت وصلت إلى ٥ أيام ويصل معها تركز المطر إلى ٣٩ ملم / يوم وهذا يقلل من أهميتها (جدول ١). وترتفع كثافة المطر فى شهر أغسطس وفى شهري يونيو ويوليو تكون متوسطة وتقل فى مايو واكتوبر وتنعدم فى شهري مارس وابريل لتأثرهما بحركةجبهة الالتقاء المدارية ITCZ نحو الشما (Warner. et al, 2015, p.1). وقد اهتم كثير من الباحثين بمعرفة القيمة الفعلية للمطر وكيفية حسابها وكان من بين هؤلاء ديمارتون الذى اقترح معادلته عام ١٩٢٦ لحساب القيمة الفعلية للمطر ، وأطلق عليها معامل الجفاف ويمكن حسابه بالمعادلة التالية:

معامل الجفاف (ق) = كمية المطر السنوية/ (متوسط درجة الحرارة السنوية + ١٠) (سالم ، ٢٠١٣ ،ص ١١٥) .

ونلاحظ من خلال الشكل (٧) والجدول (١) أن المناطق الشمالية تقع فى مناخ المنطقة شبه الجافة ذات الأعشاب الفقيرة والتي تتراوح قيمة المطر الفعلية بها بين (٥

و١٠) وهي محطات (جاو – نارا – نيورو ساحل – تساليت – تومبكتو)، وأن ست محطات (نصف محطات الدراسة تقريباً) وقعت في مناخ المنطقة الرطبة نسبياً والتي تتميز بوجود حشائش الإستبس والتي تتراوح قيمتها بين (١٠ و٢٠) وهي محطات (بوجوني – كايس – كيتا – كوتيلا – موبتي – سيغو) ، وأن محطتين فقط وقعتا ضمن مناخ المنطقة الرطبة ذات الحشائش الغنية والتي تتراوح قيمتها بين (٢٠ و٣٠) وهي محطتي (بماكو – سيكاسو)، الأمر الذي يعنى أن المناطق الجنوبية والغربية تتسم بمناخ المناطق شبه الرطبة والرطبة واتسام المحطات الواقعة في الشمال والشمال الغربي لمالي بمناخ المناطق شبه الجافة. وعلى الرغم من ذلك فإن فاعلية المطر فى شهور الفصل المطير مختلفة ، فنجد أن شهري مايو ويونيه شهور جافة على الرغم من أنهما شهور الزراعة وبذر البذور ، إلا أنها تكون شبه جافة ورطبة فى شهري يوليو وأغسطس لأنهما شهري قمة المطر وهما يصلحا للزراعة، ولكنها تقل فى شهر سبتمبر فتكون مختلطة بين شبه الجاف والجاف لكونه شهر نهاية موسم المطر.

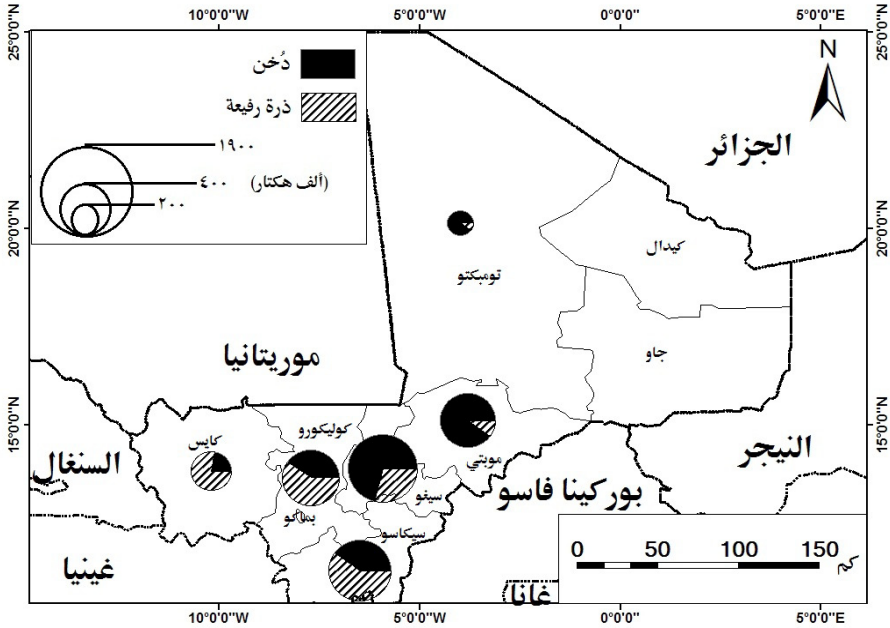


شكل (٧) معامل الجفاف حسب معادلة ديمارتون بمنطقة الدراسة

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

ثالثا :- أهمية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة فى منطقة الدراسة :-

يعتبر الدُخن والذرة الرفيعة من الحبوب الرئيسية وأحد المحاصيل الغذائية في مالي. وتتزايد زراعتهما لتحملهما تقلبات المناخ السريعة والحادة التي تفاقمت فى الوقت الراهن أكثر من أى وقت مضى فى جميع أنحاء البلاد. كما يتضح ذلك من الشكل (٨)، ويمثل الدُخن والذرة الرفيعة نسبة ٧٣-٧٦٪ من الأراضي المزروعة بالحبوب، ويسهم المحصولان بنسبة ٥١ ٪ للدُخن – و٦٢٪ للذرة الرفيعة من إجمالي إنتاج الحبوب في مالي. ويرجع السبب في ذلك إلى انخفاض تكلفتهما نسبياً لدى المستهلكين مقارنة بمحصول الأرز. ويعتبر محصول الذرة الرفيعة بالإضافة إلى محصول الدُخن الدعامة الأساسية لنظم الزراعة. وتزرع هذه المحاصيل أيضاً للإستهلاك المنزلي من قبل المزارعين لأنها تعتبر أساس الأمن الغذائي في مالي . (Staatz, et al, 2011, p72)

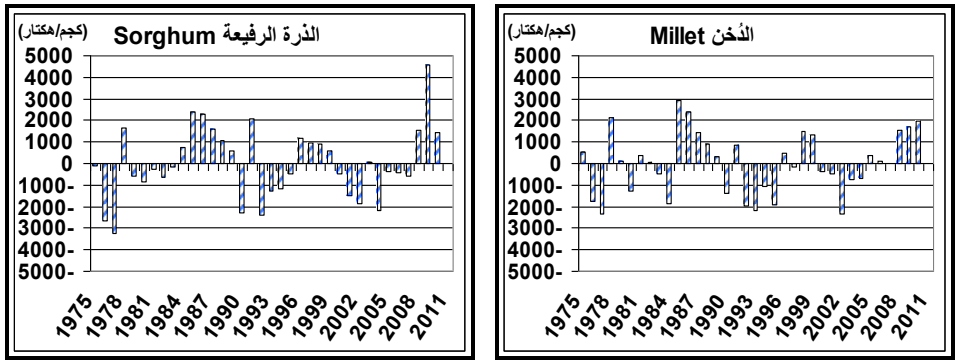


شكل (٨) التوزيع الجغرافي لمساحة محصولي الدُخن والذرة الرفيعة في مالي لعام ٢٠١٤

المصدر : ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI 2014,p.70

وقد بلغت مساحة الأراضى المزروعة بالدُخن في مالي ١٧٤٣ ألف هكتار بإنتاج بلغ ١٧١٥ ألف طن، واستحوذت كلاً من ولايتي موبتي وسيغو على النصيب الأكبر بمساحة ٥٦٥ ألف هكتار لكل منهما وبإنتاج ٤٨٩، ٦٠٩ ألف طن على التوالي لكل منهما. ويرجع السبب في ذلك إلى التوسع الأفقي في المساحة المزروعة خاصة في هاتين الولايتين. وبلغت مساحة الأراضى المزروعة بالذرة الرفيعة ١٢٠٥ألف هكتار فى مالي بإنتاج بلغ ١٢٧٢ ألف طن، واستحوذت كلاً من كوليكورو، وموبتي، وسيكاسو بالنصيب الأكبر بمساحة ٤٠٢ ، و ٢٧٨ ألف هكتار لكل منهم، وبإنتاج ٤٠٤ ، ٣٢٧ ألف طن على التوالي. ويرجع السبب في ذلك إلى التوسع الأفقي في المساحة المزروعة للذرة الرفيعة لأنه يعد مع الدخَن محصولي الغذاء في مالي (Annuaire Statistique du Mali, 2014, p.70).

وزاد إنتاج الدُخن خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢٠٠٩ بسبب الزيادة الكبيرة في المساحة المزروعة في مقابل انخفاض للمساحة المنزرعة لمحصول الذرة الرفيعة وبلغ متوسط نمو العائد السنوي بنسبة ١,٣٪ للدُخن مقابل ٠,٩٪ للذرة الرفيعة. وبحلول سبتمبر عام ٢٠١٠ تم وضع خطة لتكثيف إنتاج الذرة الرفيعة لتشمل ٣٠٪ من المساحة المزروعة بالحبوب وذلك بهدف رفع متوسط إنتاجيته من ١ طن/ هكتار في ٢٠١٠ إلى ٢ طن / هكتار في عام ٢٠١٥ (Kelly, et al, 2015, p36).



شكل (٩) تذبذب إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة (كجم/هكتار) في مالي خلال الفترة من عام ١٩٧٥ وحتى٢٠١٤ م .

مصدر :-

FAO STAT,2010ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI, 2010,2011,2012,2013, 2014

ويظهر من خلال الشكل (٩) تذبذب واضح في إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ حيث يتضح انخفاض الإنتاجية خلال فترة السبعينات والثمانينات وذلك لتأثر مالي بدورات الجفاف المتكررة، لكن الإنتاج تزايد في السنوات الأخيرة بسبب التوسع في المساحة المزروعة (FAO,Stat,2010)، (Annuaire Statistique du Mali, 2014, p.70) . ويعتبر عامل الجفاف والجراد الصحراوي أهم العوامل تأثيراً على إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة (عطية ،٢٠١٤، ص ٤٢٥) .

رابعاً: المتطلبات المناخية للمحصولين

تحتاج كل مرحلة من مراحل نمو الدُخن والذرة الرفيعة منذ الإنبات حتى نضج المحصول ظروف مناخية ملائمة. وتوافر أو عدم توافر المتطلبات المناخية تحدد كمية إنتاج المحصول ونوعيته. ويتم زراعة محصولي الدُخن والذرة الرفيعة والذرة بعد تساقط الأمطار، حيث يتغير موعد سقوط الأمطار من منطقة لأخرى ومن سنة إلى أخرى، ومع ذلك فإن ميعاد الزراعة الأمثل لهذه المحاصيل تبدأ في شهر يونيه وحتى أوائل شهر يوليه. ويزرع الدُخن و الذرة الرفيعة فى المناطق التى تتميز بارتفاع درجة الحرارة. وتعتبر درجة الحرارة المثلى لإنبات محصولي الدُخن والذرة الرفيعة ٢١˚ - ٣٥˚ م على التوالي (عويل وآخرون ، بدون تاريخ ، ص ١٥). ودرجة الحرارة المثلى في مرحلة النمو الخضري ٢١˚ و٣٥˚ م. وتتراوح درجة الحرارة المثلي لمرحلة النضج ٢٦,٥˚ و ٢٩,٥˚ م على التوالي (عبد المعبود ،٢٠٠٣ ، ص ١٩٦). وتنمو نباتات الدُخن والذرة الرفيعة نمواً مثالياً عند سقوط كمية أمطار سنوية تتراوح بين ٥٠٠ : ٦٠٠ ملم (المنظمة العربية للتنمية الزراعية، ٢٠٠٦ ، ص ٢٩)

ويتضح من خلال الجدول (٤) يتضح أن كمية الأمطار الساقطة لزراعة محصولي الدُخن والذرة الرفيعة في مالي تتراوح بين ٥٢٥ ملم في كيتا، ٥٣٢ في كوتيلا، ٦٢٩ ملم في بوجوني، ٦٥٢ ملم في سيكاسو، ومن ثم تتوفر فى منطقة الدراسة المتطلبات المناخية. ولكنها تنخفض في باقي المحطات عن ٥٠٠ ملم، في حين أنها ترتفع في بماكو إلى ٧٧٤ ملم. وتعتبر الرطوبة النسبية من العناصر الهامة في نمو محصولي الدُخن والذرة الرفيعة، حيث إن نقص الرطوبة يضر بالنبات خاصة في مرحلة الإزهار، مما

يؤدي إلى نقص الإنتاجية. ويتضح من خلال الجدول (٤) أن الرطوبة النسبية تتراوح بين ٣٨ ٪ و ٤٠ ٪ في جاو وتومبكتو في شمال مالي نظراً لارتفاع درجة الحرارة و ٧٠ ٪ و ٧٣ ٪ في بماكو وسيكاسو في جنوب مالي لانخفاض درجة الحرارة وهطول الأمطار. وتأخذ الرطوبة فى الإنخفاض كلما اتجهنا شمالاً وذلك لارتفاع درجة الحرارة وتأخر موعد سقوط الأمطار. ولوحظ أيضاً أن معدلات درجة الحرارة خلال مرحلة النضج لمحصولي الدُخن والذرة الرفيعة تتراوح بين٢٦,٢ ْم فى بماكو و٢٧,٥ ْم فى سيغو و٢٨,٩ ْم فى موبتي، ومن ثم تتوفر فى منطقة الدراسة الدرجة المثلى للنمو. ولكنها ترتفع في تومبكتو وجاو لتصل إلى ٣١,٨ ْم ، ٣٢,٦ ْم على التوالي.

جدول (٤) المتطلبات المناخية لمحصول الدُخن و الذرة الرفيعة بمنطقة الدراسة للفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ م

المحطات	معدلات درجة الحرارة خلال مرحلة الإنبات ونمو البادرات (ْم)	معدلات درجة الحرارة خلال مرحلة النمو الخضري (ْم)	معدلات درجة الحرارة خلال مرحلةالنضج (ْم)	معدلات درجة الحرارة خلال فترة حياة المحصول (ْم)	معدل كمية المطر خلال فترة حياة المحصول (ملم)	معدلات الرطوبة النسبية خلال فترة حياة المحصول (٪)
بماكو	٢٨,٦	٢٥,٨	٢٦,٢	٢٧,٦	٧٧٤	٧٠
بوجوني	٢٧,٧	٢٥,٧	٢٦,٠	٢٧,٢	٦٢٩	٧٦
جاو	٣٥,٦	٣١,٥	٣٢,٦	٣٣,٨	١٨٩	٣٨
كايس	٣٣,١	٢٨,٤	٢٨,٤	٣١,١	٣٦٨	٦٠
كيتا	٢٩,٧	٢٦,١	٢٦,٥	٢٨,٤	٥٢٥	٦٨
كوتيلا	٢٩,٠	٢٦,٤	٢٦,٥	٢٨,١	٥٣٢	٦٨
موبتي	٣٢,٦	٢٨,٣	٢٨,٩	٣٠,٩	٣٧٠	٥٥
نارا	٣٣,٩	٢٨,٦	٢٩,٤	٣١,٥	٢٩٥	٥٢
نيورو ساحل	٣٣,٦	٢٧,٦	٢٨,٩	٣١,٠	٢٤٩	٥٣
سيغو	٣٠,٩	٢٧,٢	٢٧,٥	٢٩,٤	٣٥١	٦٦
سيكاسو	٢٧,٨	٢٥,٥	٢٥,٩	٢٧,٠	٦٥٢	٧٣
تساليت	٣٧,٠	٣٤,٢	٣٤,٨	٣٥,٥	١٣٣	٢٠
تومبكتو	٣٥,١	٣١,٣	٣١,٨	٣٣,١	١٥١	٤٠

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

خامساً: أثر خصائص الأمطار على إنتاجية محصول الذرة [١]

أولاً : ولاية موبتي : يتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (١٠) و(١١) الآتى:-

- أظهر معامل إرتباط بيرسون بين إنتاجية الدُخن Millet وكمية المطر فى سنوات الدراسة وجود علاقة ارتباط (٠,٢) وهى علاقة ارتباط موجبة ضعيفة.
- هناك علاقة بين كثافة المطر وإنتاجية الدُخن Millet فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,٢) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- تبين وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكمية المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,٢) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- تبين وجود علاقة بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكثافة المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,٢) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.

ثانياً : ولاية كوليكورو : يتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (١٠) و(١١) الآتى:-

- أظهر معامل إرتباط بيرسون بين إنتاجية الدُخن Millet ومعدل كمية المطر فى سنوات الدراسة وجود علاقة ارتباط (٠,٤) وهى علاقة ارتباط موجبة متوسطة.
- أظهر معامل إرتباط بيرسون بين كثافة المطر وإنتاجية الدُخن Millet فى سنوات الدراسة عدم وجود علاقة ارتباط حيث وصلت إلى (صفر)
- اتضح وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum ومعدل كمية المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,٣) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- تبين وجود علاقة عكسية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكثافة المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (- ٠,١) وهى علاقة إرتباط ضعيفة سالبة.

ثالثاً : ولاية سيغو: يتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (١٠) و(١١) الآتى:-

- تبين وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكثافة المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,١) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- تبين وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكمية المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,٢) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.

(١) يركز البحث دراسته على ولايات موبتي، سيغو، وكوليكورو، وسيكاسو نظراً لأهمية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة فى هذه الولايات .

- أظهر معامل إرتباط بيرسون بين إنتاجية الدُخن Millet وكمية المطر فى سنوات الدراسة وجود علاقة ارتباط (٠,٢) وهى علاقة ارتباط موجبة ضعيفة.
- هناك علاقة طردية بين كثافة المطر وإنتاجية الدُخن Millet فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (١,٠) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.

رابعاً : ولاية سيكاسو: يتضح من خلال الجدول (٥) والشكل (١٠) و(١١) الآتى:-

- تبين وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكثافة المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,١) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- تبين وجود علاقة طردية بين إنتاجية الذرة الرفيعة Sorghum وكمية المطر فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٠,١) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.
- أظهر معامل إرتباط بيرسون بين إنتاجية الدُخن Millet وكمية المطر فى سنوات الدراسة وجود علاقة ارتباط (٠,٢) وهى علاقة ارتباط موجبة ضعيفة.
- هناك علاقة طردية بين كثافة المطر وإنتاجية الدُخن Millet فى سنوات الدراسة، ومعامل الإرتباط (٢,٠) وهى علاقة إرتباط ضعيفة موجبة.

جدول (٥) معامل الإرتباط بين كمية المطر وكثافته وبين إنتاجية محصولي الدُخن والذرة الرفيعة خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ فى بعض ولايات مالي.

الولايات	المحطات	كمية مطر/ دخن	كمية مطر/ ذرة رفيعة	كثافة مطر/ دَخن	كثافة مطر/ ذرة رفيعة
موبتي	موبتي	٠,١٥٥٧٨٩	٠,٢٣٦٧٤٤	٠,١٧٥١١١	٠,٢١٩٧٥
كوليكورو	نارا	٠,٤٠٥٨٥٤	٠,٣١٨٤٦٦	-٠,٠٤٣٧٤	-٠,١٤٤٨٧
سيغو	سيغو	٠,١٥٢٩٠١	٠,١٨٣٦٢٦	٠,٠٦١٤١٧	٠,١٠٠١٦٤
سيكاسو	سيكاسو	٠,١٨٢٥٩٦	٠,١٤٣٤٧٧	٠,٢٢٢٤٧٧	٠,١٠٦٣٤

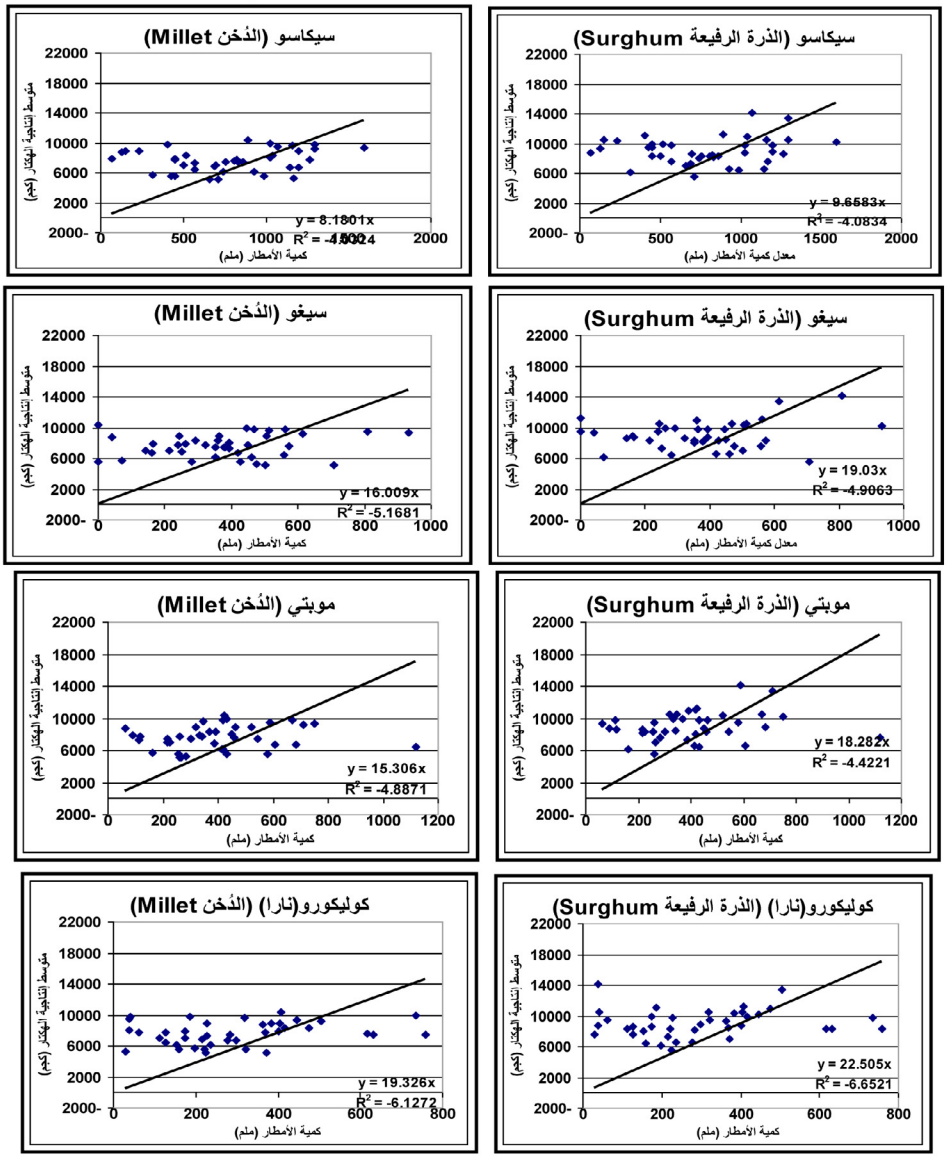
مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

FAO STAT,2010, http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E

ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI, 2010,2011,2012,2013, 2014



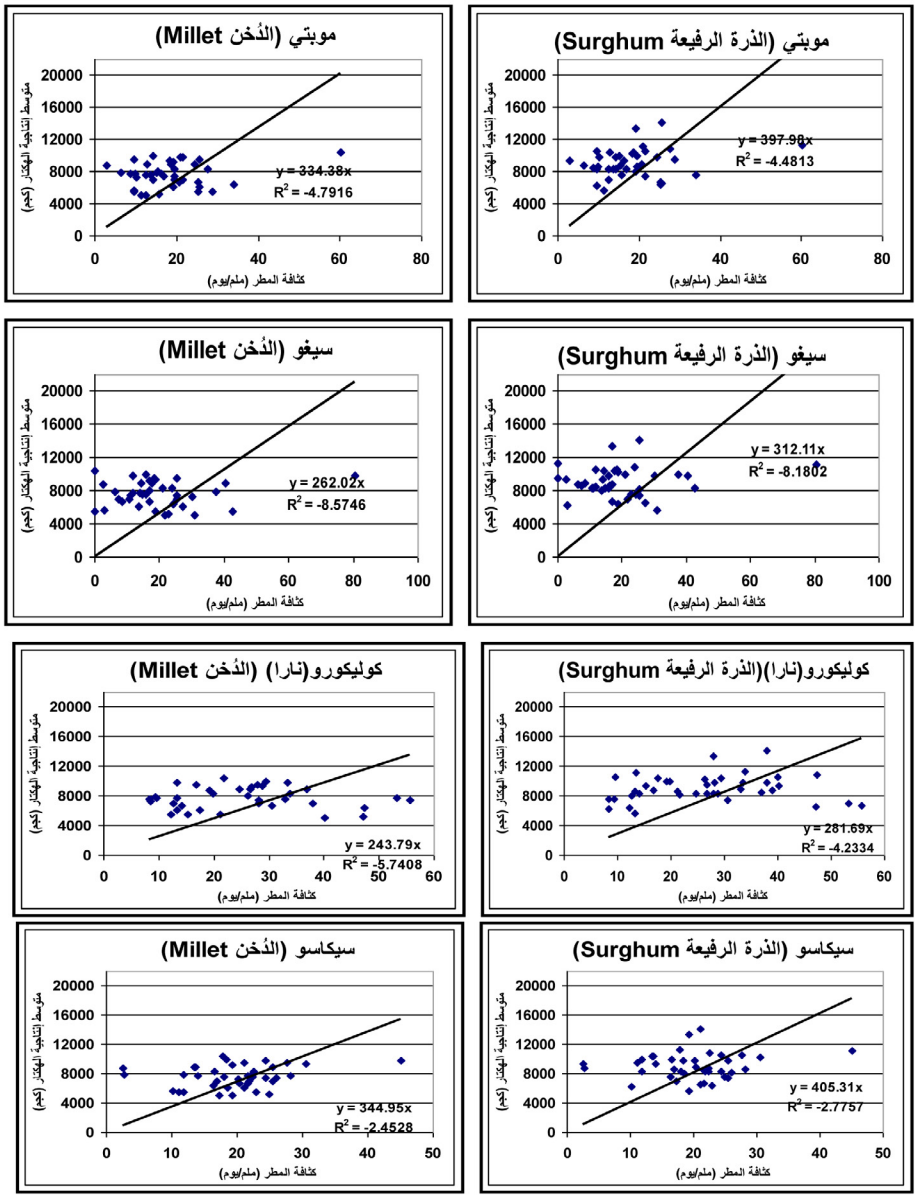
شكل رقم (١٠) العلاقة بين معدل كمية المطر وبين إنتاجية محصولي الذُخن والذرة الرفيعة فى بعض ولايات مالي خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ م

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa

Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), BamakoFAO STAT,2010, http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E

ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI, 2010,2011,2012,2013, 2014



شكل رقم (١١) العلاقة بين معدل كثافة المطر وبين إنتاجية محصولي الذُخن والذرة الرفيعة فى بعض ولايات مالي خلال الفترة من عام ١٩٧٥ إلى عام ٢٠١٤ م

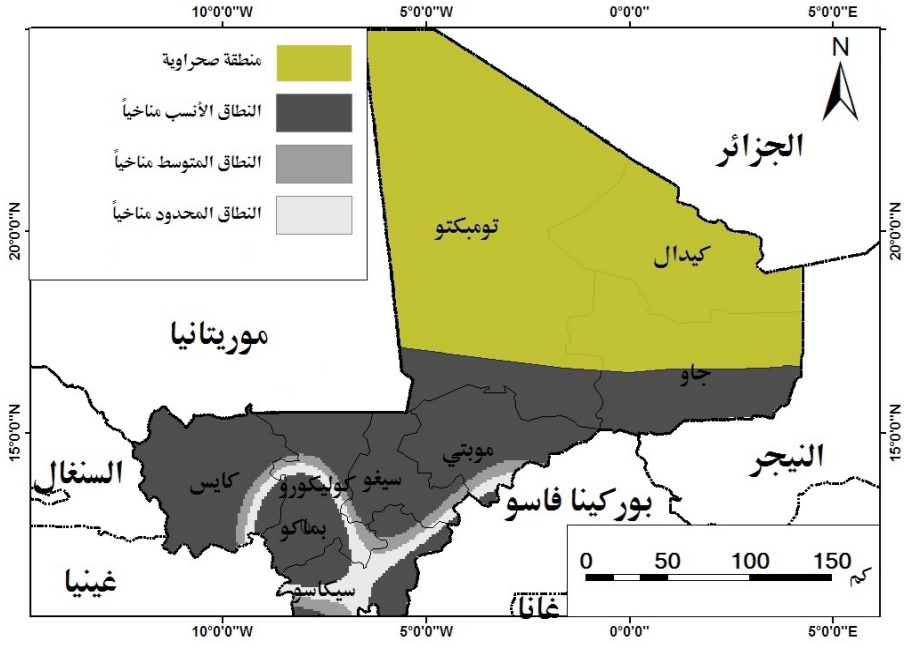
مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة

http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako
FAO STAT,2010, http://faostat3.fao.org/download/Q/QA/E
ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI, 2010,2011,2012,2013, 2014

سادساً :- تصنيف أراضى منطقة الدراسة تبعا لملاءمتها مناخيا لزراعة محصول الدُخن والذرة الرفيعة اعتمادا على المتطلبات المناخية وبنسبة أمطار ١٠٠ ٪[٢] باستخدام نظم المعلومات الجغرافية .

يمكن تحديد مدى ملاءمة منطقة الدراسة مناخيا لزراعة المحاصيل الغذائية اعتمادا على المتطلبات المناخية السابق ذكرها. وقد استخدم الطالب تقنية نظم المعلومات الجغرافية G.I.S في تحديد النطاقات المختلفة. ونظراً لأن الزراعة في منطقة الدراسة زراعة مطرية فهي تعتمد بالأساس على الأمطار في زراعتها، وتم تحديد النطاقات المناخية للمحاصيل الزراعية بالنسبة لأهمية الأمطار.

ويتضح من خلال الشكل (١٢) أن النطاق الأنسب مناخياً لزراعة محصول الدُخن والذرة الرفيعة يشمل ولايات بماكو، موبتي، سيغو، كايس والأجزاء الجنوبية من ولايتي جاو وتومبكتو وولاية كو ليكورو. حيث تتوافر كمية الأمطار المناسبة لمحصول الدُخن والذرة الرفيعة. إذ تصل كمية الأمطار في بماكو ٧٧٤ ملم، ٣٧٠ ملم في موبتي، وتصل في سيغو ٣٥١ ملم، ٣٦٨ ملم في كايس، ١٨٩ملم في جاو، ١٥١ ملم في تومبكتو، ٢٩٥ في نارا الواقعة في شمال ولاية كوليكورو. كما تتوافر الرطوبة النسبية المثلى التي يحتاجها المحصول بنسبة ٧٠٪، ٥٥٪، ٦٦٪، ٦٠٪، ٣٨٪، ٤٠٪، ٥٢٪ لكل منها على التوالي.



شكل (١٢) النطاقات المناخية المناسبة لزراعة الدُخن والذرة الرفيعة في منطقة الدراسة اعتماداً على المتطلبات المناخية

مصدر البيانات :- من عمل الباحث اعتماداً على البيانات المناخية المتاحة
http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htm Climate and historical data of Africa
.Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako

كما تبين من خلال الشكل (١٢) أن النطاق المتوسط والمحدود مناخياً لزراعة محصولي الدُخن والذرة الرفيعة يقتصر على جزء بسيط جداً عبارة عن شريط ضيق وتستأثر ولاية سيكاسو بالجزء الأكبر منه، وكذلك يوجد في بعض الأجزاء الصغيرة جدا في ولايات كوليكورو ، وسيغو ، وموبتي ، وكايس .

(٢) يفترض البحث أن الأمطار هي العامل المؤثر في الزراعة حيث أن الزراعة في منطقة الدراسة هي زراعة مطرية، ولذلك ركز البحث على إعطاء الأمطار درجة تأثير ١٠٠٪.

وقد توصل الباحث إلى النتائج التالية :

- ترتبط حياة السكان فى مالي ارتباطا وثيقا بالظروف المناخية، حيث يعتمد غالبيتهم على الزراعة، وخاصة الزراعة المطرية التى ترتبط بطبيعة الأمطار وكمياتها وكثافتها وكذلك موسميتها. وتعانى منطقة الدراسة من نقص فى الغذاء نتيجة التغيرات المناخية الحالية وخاصة ذبذبة الأمطار.
- وتبعا لتصنيف كبن للمناخ تضم منطقة الدراسة ثلاثة أقاليم مناخية وهي الاقليم المداري ذو المطر الصيفي Aw ويقع في أقصى الأجزاء الجنوبية من مالي، والاقليم شبه الجاف BSh والذي يقع شمال الاقليم المداري ويتصف بطول الفصل الجاف بحيث أن كمية الأمطار الساقطة لا تكفى حاجة النبات ، والإقليم الجاف BWh الذي يسود في الغالبية العظمى من مالي وخاصة المناطق الوسطى والشمالية من مالي .
- تتصف منطقة الدراسة بفصلين مناخيين الفصل الجاف الذي يبدأ من شهر أكتوبر وينتهى بشهر أبريل ويكون بلا مطر والفصل المطير الذى يبدأ من شهر مايو وينتهى بشهر سبتمبر.
- يتضح تدرج الأمطار من الجنوب إلى الشمال ويرجع ذلك الى العوامل المحلية والإقليمية مثل الموقع والتضاريس واتجاه الرياح وتحرك جبهة الإلتقاء المدارية ITCZ، ويصل معدل سقوط الأمطار إلى أكثر من ١٠٠٠ ملم فى الجنوب وتقل فى الشمال ليصل إلى ٢٠٠ ملم. وتزداد مدة سقوط الأمطار فى الجنوب في حيت أنها تقصر مدة فصل المطر كلما إتجهنا شمالاً. وتتركز قمة المطر فى شهر أغسطس .
- يتضح جلياً من دراسة الأمطار واتجاهاتها وتذبذبها خلال الفترة ١٩٧٥- ٢٠١٤ م أن هناك تذبذباً شديداً فى كمية الأمطار خلال هذه الفترة مما يؤكد تزايد فى تغير المناخ فى الآونة الأخيرة .
- تتصف منطقة الدراسة بتذبذبها الشديد فى كمية الأمطار، حيث نجد أن السنوات الجافة أكثر من السنوات المطيرة . وقد شهدت الفترة ١٩٧٥- ٢٠١٤ م ظروفاً

مختلفة على نطاق واسع من سنة إلى أخرى في جميع مراكز الدراسة ، حيث سجلت فترة السبعينات والثمانينات من القرن العشرين فى معظمها أمطاراً أقل ، في حين أن فترة التسعينات والسنوات الأولى من القرن الواحد والعشرين أكثر هطولاً للأمطار .

- لوحظ استحواذ المحطات الجنوبية والغربية بمناخ المناطق الرطبة والرطبة نسبياً واتسام المحطات الواقعة في الشمال والشمال الغربي لمالي بمناخ المناطق شبه الجافة والجافة .
- يعتبر محصولا الدُخن والذرة الرفيعة من أهم محصولات الحبوب والغذاء في مالي . حيث يمثلان مساحة تصل إلى ٧٣-٧٦٪ من الأراضي المزروعة بالحبوب ، ويساهم المحصولان في الإنتاج بنسبة ٥١ ٪ للدُخن – و٦٢٪ للذرة الرفيعة من إجمالي إنتاج الحبوب في مالي .
- زاد إنتاج الدُخن خلال الفترة من عام ١٩٩٠ إلى عام ٢٠٠٩ بسبب الزيادة الكبيرة في المساحة المنزرعة في مقابل انخفاض المساحة المنزرعة لمحصول الذرة الرفيعة وبلغ متوسط نمو العائد السنوي بنسبة ١,٣ ٪ للدُخن مقابل ٠,٩ ٪ للذرة الرفيعة .

واستحوذت كلاً من ولايتي موبتي وسيغو بالنصيب الأكبر من المساحة المزروعة لمحصول الدُخن ، في حين استحوذت كلاً من ولايتي كوليكورو وسيكاسو بزراعة الذرة الرفيعة .

- يتم زراعة الدخَن والذرة الرفيعة والذرة بعد سقوط الأمطار، حيث يتغير موعد سقوط الأمطار من منطقة لأخرى ومن سنة إلى أخرى، ومع ذلك فإن ميعاد الزراعة الأمثل لهذه المحاصيل تبدأ في شهر يونيه وحتى أوائل شهر يوليه. وتنمو نباتات الدَخن والذرة الرفيعة نموا مثاليا عند سقوط كمية أمطار تتراوح بين ٥٠٠: ٦٠٠ ملم.
- تبين أن النطاق الأنسب مناخياً لزراعة محصول الدُخن والذرة الرفيعة اعتمادا على الأمطار يشمل ولايات بماكو ، موبتي ، سيغو ، كايس والأجزاء الجنوبية من ولايتي جاو وتومبكتو وولاية كو ليكورو. حيث تتوافر فيها كمية الأمطار المناسبة لمحصول الدُخن والذرة الرفيعة .

وتبعاً للنتائج سالفة الذكر نوصي بالآتي :-

- مضاعفة الإنفاق على البحوث الزراعية لا سيما البحوث المتعلقة بإنتاج وتطوير الأصناف وخاصة الأصناف المقاومة للجفاف والحرارة والأصناف الموفرة للمياه.
- العمل على زيادة الوعي البيئي وتقليل نسبة الأمية بين السكان وإعطاء دورات تدريبية للمزارعين لكيفية التعامل مع السنوات قليلة الأمطار والإستفادة القصوى من مياه الأمطار، واستغلال الموارد بطريقة رشيدة للمحافظة عليها من التدهور.
- استكمال تنفيذ استراتيجية تكيِّف مع تذبذب الأمطار والتغير المناخي مع التركيز على قطاعي الموارد المائية والأرضية وقطاع الزراعة . وتحسين إدارة المياه حيث أن المنطقة تعتبر واحدة من أقل المناطق المروية من العالم رغم أن نهري النيجر والسنغال يمران بدولة مالي.
- زيادة التعاون الدولي والإقليمي لوضع خطة عاجلة لمجابهة التغيرات المناخية والتكيف معها والإهتمام بالدراسات المناخية وزيادة دعمها وزيادة القدرة على التنبؤ بنوبات الجفاف وتوفير المعلومات وتعاظم دور المؤسسات والمنظمات الدولية لمساعدة دولة مالي .
- تدعيم أنشطة الإنذار المبكَر لتوقع الأزمات ومواجهتها ، وإعادة تأهيل نظم الريِّ وآبار المياه ، واستعادة خصوبة الأراضي المتدهورة التي تعتبر بمثابة شروط لا بد منها لإطلاق طاقات الإنتاج في منطقة الدراسة .
- مجابهة التصحر صون التربة في مالي.
- الإهتمام بإقامة محطات أرصاد جوية للتنبؤ حتى نتفادى الكوارث الطبيعية خاصة الجفاف.

مراجع البحث

- سالم، محمد زاكي السيد (٢٠١٣) أثر المناخ على الانتاج الزراعي في الاقليم شبه الجاف في نيجيريا: باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، رسالة ماجستير غير منشورة، قسم الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة .
- الطنطاوي، عطية محمود محمد (٢٠١٤) أثر التغيرات المناخية على الأمن الغذائي في إقليم الساحل الإفريقي، مجلة الدراسات الأفريقية، العدد ٣٦ ، معهد البحوث والدراسات الإفريقية، جامعة القاهرة.
- عبد العظيم، محمد نجيب (١٩٩٦) علم المناخ المعاصر ، جامعة الاسكندرية .
- عبد المعبود، السيد كمال (٢٠٠٣) المناخ أثره على زراعة المحاصيل الحقلية جنوب الصعيد ، رسالة ماجستير غير منشورة ، كلية الاداب ، جامعة القاهرة .
- فايد، يوسف عبد المجيد (١٩٩٧) الأقاليم المناخية فى أفريقيا على حسب تصنيف كبن للمناخ، الموسوعة الأفريقية، المجلد الأول الجغرافيا، معهد البحوث والدراسات الافريقية، جامعة القاهرة.
- المنظمة العربية للتنمية الزراعية (٢٠٠٦)، الدراسة القومية التحليلية لتطوير إنتاج الذرة الشامية في الوطن العربي ، الخرطوم .
- Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO), Bamako .
- ANNUAIRE STATISTIQUE DU MALI 1979,1989,1999,2014 Institut National de la Statistique, Ministère de l'Aménagement du Territoire et de la Population, MALI.
- El-Tantawi.A.M. and H. Saleh (2013) Impacts of Rainfall and Growing Season Changes on Food Crops Yield in Katsina, Northern Nigeria, Katsina Journal of Natural and Applied Sciences Vol. 3, Nigeria.
- El-Tantawi.A.M., (2011) Recent Rainfall Variability in Northern Nigeria, Katsina Journal of Natural and Applied Sciences , Volume 2 Number 1.
- FAO (2010) FAOSTAT: Food Security Domain. Available at http:// faostat3.fao.org/download/Q/QA/E.
- http://www.mapsofworld.comworld-mapsworld-climate-map.html ,2013 WORLD Climat .

- http://www.tutiempo.net/en/Climate/africa.htmClimate and historical data of Africa.
- Kelly, Valerie, Lamissa Diakité, and Bino Teme (July 2015) Sorghum Productivity in Mali: Past, Present,and Future, MSU International Development Working Paper 138, MICHIGAN STATE UNIVERSITY.
- Kottek, Markus, JurgenGrieser ,et al,(2006) World Map of the Koppen–GeigerClimateClassification,MeteorologischeZeitschrift, Vol.15,No 3, German.
- Mansur, Bello D., (2011) Analysis of Rainfall Characteristics in Sokoto Region: A Case study of Northern Areas, Department of Geography, Usmanu Danfodiyo University Sokoto.
- McSweeney, M.New and G.Lizcano (2012) Mali,UNDP Climate Chang Country Profiles, http://country-profiles.geog.ox.ac.uk.
- Ministere de L›equipement et Transports, Direction National de Meteorologie, Agence Nationale de la Météorologie (MALI-METEO) , UNDP(Mali),Global Environment Faclity,(Juillet 2007) Programme D›action National D›Adaptation aux Changements Climatiques, REPUBLIQUE DU MALI.
- Staatz, John, Valerie Kelly, Duncan Boughton, et al,(April 2011) Mali Agricultural Sector Assessment, Prepared with for USAID/ Mali-AEG under the Food Security III Cooperative Agreement , USAID/Mali-funded PROMISAM.
- Thibaut, Vairet (2015) Analyse des conditions climatiques pré-épidémiques de la méningite au Mali (1993-2014), Master I Géographie, Aménagement, Environnement » Parcours TMEC Transport, Mobilité, Environnement, Climat » Centre de Recherches de Climatologie, Dijon.
- Warner,P.Van, M.Brouwer, A.J.Van, at el (2015) Climate Change Profile Mali, Mer Netherlands Commission for Environmental Assessment, Dutch Sustainability Unit.