جامعة الدول العربية
المنظمة العربية للتنمية الزراعية
League of Arab States
Arab Organization For Agricultural Development

مشروع
تعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري

الخرطوم

أغسطس (آب) 1997

جمهورية السودان - الخرطوم -العمارات شارع Sudan - Khartoum - Al - Amarat St. No. 7 ص.ب : 474 - Postal Code: 11111 الرمز البريدي
تلكس : AOAD SD :Telex: 22554 برقياً : أواد الخرطوم Cable: AOAD Khartoum - فاكس : Fax: (249-11-) 471402 تلفونات : Telephones: (249 -11-) 472176 - 472183

تقديـــــم

تقديـــم

تأتي أهمية إستخدام الرصد الجوي في مجال ادارة مياه الري من خلال ما تعانيه البلاد العربية من شح في المياه من جانب، وسوء إستخدامها من قِبل المزارعين من جانب آخر حيث يعتقدون أن الانتاجية العالية تتأتى من المياه الكثيرة التي تروى بها المحاصيل، إلاّ أن التقانة الحديثة في إستخدام مياه الري ترتكز أساساً على الإحتياجات المائية المثلى للمحاصيل المختلفة في أطوار نموها (فينولوجية المحاصيل) . فقد ثبت علمياً أن التغدق يضر المحصول من جهات عدة أهمها اختناق الجذور خاصة في الاراضي الطينية الثقيلة، مما يؤدي إلى تعفن تلك الجذور وموت النباتات نتيجة لذلك ، كما ان كمية التبخر من السطح المائي تتضاعف كثيراً، وهذا يعود إلى فقدان الماء دون الاستفادة منه في الاستزراع. كما أن هناك آثاراً جانبية أخرى قد تحدث ، خاصة في حالة الري السطحي بالوديان ، حيث يحرم المزارعين أسفل الوادي من نصيبهم العادل من المياه في أحيان كثيرة ، إضافة إلى أن تغذية المخزون الجوفي أسفل الوادي تقل كثيراً أو تنعدم تماماً ، الأمر الذي يؤدي إلى تعمق آبار الري ، وربما يقود ذلك إلى تملح المياه، خاصة إذا كان البحر قريباً من تلك المناطق .

ويلاحظ ان السياسات العامة لاستخدامات الموارد المائية وادارتها لا زالت بعيدة عن المفاهيم الحديثة التي وضعت منهجية مستقبلية لمواجهة مشكلة المياه في القرن القادم وتعتمد على مفهوم الادارة المتكاملة باتباع نهج شمولي تشاركي، واعتبار إدارة المياه آلية أساسية لترشيد استخدامها في الزراعة بالوطن العربي.

إن الري السطحي يمثل أكثر الأساليب انتشاراً في كثير من الدول العربية، حيث تصل نسبته على سبيل المثال لا الحصر الى 100٪ ، 96، 94، 85 و81٪ في كل من السودان وسوريا والمغرب ومصر وتونس على التوالي ، وهو أكثر أساليب الري هدراً للمياه ، وخاصة ان المقننات المائية لم تطبق بصورتها العلمية عدا في بعض الدول العربية.

ويمثل توفير الموارد المائية للزراعة أهم العوامل المحددة التي تواجه تنفيذ مشاريع

التنمية الزراعية في الوطن العربي. هذا بالاضافة إلى الجوانب الأخرى المتعلقة بنوعية المياه وديمومتها ونوع المورد المائي سواء كان سطحياً أو جوفياً، وكذلك البنية التحتية المطلوبة لإقامة هذه المشاريع . لذلك فإن إقامة هذه المشاريع بالإضافة إلى ما تحتاجه من إستثمارات فإنها تتطلب إدارة مثلى لرفع إنتاجيتها والمحافظة على ديمومة هذا الانتاج . لذلك كان لا بد من التعامل مع الزراعة على أنها نظام متكامل تتكون عناصره من الانسان ، الماء، الأرض، المناخ والمحصول، وأن التعامل مع كل عنصر على حده سيؤثر على كفاءة هذا النظام المتكامل. ومن أهم المعوقات التي تؤثر سلباً على الزراعة والموارد المائية ما يتعلق بالاستهلاك غير المرشد للمياه على مستوى الزراعة، والتدهور الواضح الذي يحدث للتربة من مشاكل التغدق كما حدث في كل من العراق وسهل القيروان بتونس.

وإنطلاقاً من الاهتمام الكبير للمنظمة العربية للتنمية الزراعية بقضايا ادارة وترشيد الاستخدام الزراعي للموارد المائية العربية ، إلى جانب اهتمامها بالاستفادة القصوى من وسائل وأساليب الرصد الجوي ، كما تأكد في اجتماعاتها مع المنظمة الدولية للارصاد، فقد تم وضع مشروع تعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري ضمن خطة عمل المنظمة لعام 1997 وذلك بناءاً على الاتفاق الجاري مع المنظمة الدولية للارصاد الجوي . والتأكيد على أهمية إنجاز هذا المشروع بالتعاون ما بين المنظمة العربية للتنمية الزراعية والمنظمة الدولية للارصاد الجوي.

ويتضمن الباب الأول من هذه الدراسة خلفية تاريخية عن الرصد الجوي الزراعي وأهميته، وكذلك خلفية عن الموارد المائية بالوطن العربي وأهمية الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري. وأما الباب الثاني فقد غطى دراسات المناخ الزراعي في الوطن العربي والتي قامت بها المنظمة العربية للتنمية الزراعية خلال الاعوام 1976 - 1980 ، وأوضح طريقة اعداد تلك الدراسات ونتائجها وأهمية إستخدام تلك النتائج ، والكتب والكتيبات والمصورات التي صدرت عن هذه الدراسات ، وكذلك بنك المعلومات الذي أنشئ في إطار تلك الدراسات .

وفي الباب الثالث تم عرض وتحليل الدراسات القطرية التي أعدت تمهيداً لهذا المشروع . بينما اشتمل الباب الرابع على مشروع لتعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري ، يتضمن مسحاً للرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي،

وتصميماً لدورات تدريبية قطرية وتحديثاً لبنك المعلومات وإقامة ورشة عمل قومية في نهاية المشروع .

والمنظمة إذ تأمل أن تساهم هذه الدراسة في تعزيز إستخدام تقانات الرصد الجوي الزراعي فيما من شأنه ترشيد استخدام مياه الري ورفع كفاءة إدارتها ، فإنها تتقدم بالشكر لفريق الدراسة على ما بذله من جهد مخلص ، راجية أن يتم إخراج هذا المشروع إلى الواقع العملي في أقرب وقت ممكن لما فيه من أهمية بالغة لكافة الدول العربية .

المدير العام

الدكتور يحيى بكور

المحتويـــات

المحتويات

	رقم الصفحة
تقديم	ا
المحتويات	د
موجز الدراسة	1
الباب الأول : خلفية تاريخية عن الرصد الجوي الزراعي والوضع المائي	
1-1 مقدمة	5
1-2 أهمية دراسة المناخ الزراعي	6
1-3 أهمية الأرصاد الجوية	7
1-3-1 الموازنة المائية	8
1-3-2 الاحتياجات المائية	9
1-4 الوضع المائي للوطن العربي	10
1-4-1 مقدمة	10
1-4-2 الهطول المطري	11
1-4-3 المياه السطحية	14
1-4-4 المياه الجوفية	14
1-4-5 الموارد المائية غير التقليدية	15
1-4-6 إستخدامات المياه في الوطن العربي	16
الباب الثاني : دراسات المناخ الزراعي	
2-1 خلفية	18
2-2 طريقة اعداد الدراسة	20
2-3 نتائج دراسة المرحلة الأولى	22
2-4 العلاقة بين عناصر المناخ المختلفة	23
2-5 الاقاليم المناخية الزراعية	31

2-6 المشابهات المناخية 38
2-7 توصيات دراسة المناخ الزراعي 46

الباب الثالث: الدراسات القطرية 1997:
3-1 حصر محطات الرصد 47
3-2 تقويم استخدام معلومات الرصد الجوي في ادارة الري 48
3-3 تحديد المؤسسات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي 55
3-4 المعوقات الرئيسية التي تعترض إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة الري 61
3-4-1 المقترحات لتطوير الرصد الجوي الزراعي واستخدامه في إدارة الري 63

الباب الرابع : مشروع تعزيز استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري.
4-1 خلفية 65
4-2 استخدام المعلومات المناخية في التخطيط الزراعي 79
4-2-1 تحديد طول الموسم الزراعي 80
4-2-2 استخدام المعلومات المناخية في تقدير الانتاجية 82
4-2-3 استخدام المعلومات المناخية في عمليات الري 86
4-2-4 تشغيل القناة الفرعية وطلبات مياه الري 86
4-2-5 تحديد طول الفترة بين الرية والاخرى 88
4-2-6 تقدير الفاقد في عمليات الري 89
4-3 اهداف المشروع 90
4-3-1 اهداف بعيدة المدى 90
4-3-2 اهداف مباشرة 90
4-4 مكونات المشروع 90
4-4-1 مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي وتحديث بنك المعلومات 90

4-4-2 الدورات التدريبية 91
4-4-3 ورشة العمل القومية 91
4-5 منهجية التنفيذ 91
4-5-1 مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي وتحديث بنك المعلومات 91
4-5-2 الدورات التدريبية 92
4-5-2-1 المادة التي يتم تغطيتها في الدورات التدريبية 92
4-5-2-2 برنامج الدورات التدريبية القطرية 93
4-5-2-3 عدد المتدربين 95
4-5-2-4 جمع المعلومات أثناء الدورات التدريبية 95
4-5-3 ورشة العمل القومية 95
4-6 الميزانية 95
4-7 الدورات التدريبية القطرية والإقليمية 96
الملاحق 98
المراجع 104
فريق الدراسة 105
الموجز باللغة الانجليزية 106

موجز الدراســـــة

موجز الدراسة

تتكون الدراسة من أربعة أبواب ، غطي الباب الأول خلفية تاريخية عن الرصد الجوي الزراعي والوضع المائي، فقد تم استعراض تاريخ الرصد الجوي عند قدماء العرب، ثم تحدث الباب الثاني عن أهمية المناخ الزراعي وعلاقته بالغطاء النباتي وتكون التربة والثرو الحيوانية والمراعي والغابات ، تم كذلك استعراض الموازنة المائية في الوطن العربي والتي جاءت سالبة في غالبية الأقطار العربية حيث أن الأمطار لا تزيد عن البخرنتح الكامن في أي فصل من فصول السنة ، وفي كل شبه الجزيرة العربية ، بإستثناء منطقة أبها وجبال اليمن الشمالية فإن الأمطار تساوي أقل من 10 بالمائة من كمية البخرنتح الكامن وفي المناطق الجافة من موريتانيا فإن الأمطار تساوي ما بين 2 إلى 5 بالمائة فقط من البخر نتح الكامن . أما الاحتياجات المائية للمحاصيل فقد تمت تغطيتها في هذا الباب، من حيث العوامل المناخية المحددة للاحتياجات المائية ومعامل المحصول لكل من المحاصيل الرئيسية وعلاقة الاحتياجات المائية بالبخرنتح الكامن ومعامل المحصول وتطبيق حساب الاحتياجات المائية والمقننات المائية في التخطيط والتشغيل في المشاريع المروية وذكر كمثال لذلك مشروع الجزيرة بالسودان .

تم التعرض في هذا الباب للوضع المائي في الوطن العربي، وكان واضحاً أن الموارد المائية بالوطن العربي شحيحة ، إذ أن معظم أقطار الوطن العربي تقع في المناطق الجافة وشبه الجافة وأن متوسط نصيب الفرد في حدود 1090 متر مكعب في السنة على مستوى الوطن العربي ولكن يصل نصيب الفرد إلى 200 متر مكعب فقط في السنة في البحرين و 310 متر مكعب في السنة في الكويت و 330 متر مكعب في السنة في الاردن .

تم تفصيل مكونات الموارد المائية من هطول مطري ومياه سطحية ومياه جوفية وموارد غير تقليدية ، حيث تميزت الأمطار بالتذبذب من حيث الكمية والكثافة ومدة الهطول ومعدل التغير الكبير الزماني والمكاني ، وفي المياه السطحية هنالك الموارد السطحية المستديمة وتشمل الانهار، والموارد السطحية الموسمية ، أما المياه الجوفية فقد تم تحديد حجم المخزون والسحب غير المرشد الذي أدى إلى إستنزاف جزء كبير من

المخزون وهبوط المناسيب، وتم في نهاية الباب الأول إستعراض الموارد المائية غير التقليدية مثل تحلية مياه البحر وخاصة في السعودية والكويت ، واستخدام مياه الصرف الصحي وخاصة في الاردن وكذلك استخدام الصرف الزراعي . وآخر جزء من الباب الأول تحدث عن استخدامات المياه وتوزيعها بين الزراعة التي نالت النصيب الأكبر 91٪ والصناعة والأغراض المنزلية .

في الباب الثاني تم عرض للدراسات التى قامت بها المنظمة العربية للتنمية الزراعية في مجال المناخ الزراعي خلال الفترة 1976-1980 وذلك لأهمية تلك الدراسات والتي تعتبر مرجعاً لأي دراسة في هذا المجال . تم توضيح طريقة اعداد تلك الدراسات وأبعادها وفوائدها المستقبلية كذلك تم تفصيل نتائج تلك الدراسات والكتيبات التي صدرت والمصورات مثل المصورات المناخية ومصورات الأقاليم المناخية الزراعية ومصورات البيئة الزراعية، والعلاقات التي استحدثت في تلك الدراسات لتحديد الاقاليم المناخية والاقاليم المناخية الزراعية والاقاليم البيئية الزراعية ، مثل معامل أمبرمجية ، وتقسيمات هويرو ومعامل الجفاف والرطوبة لسيليانانوف، ومعامل الجفاف « تيرك» ، وكذلك تم الحديث عن الاقاليم المناخية الزراعية بالوطن العربي والمشابهات المناخية في الوطن العربي والعوامل المناخية المثلى للمحاصيل الرئيسية وفي ختام الباب وردت توصيات تلك الدراسات.

الباب الثالث غطى الدراسات القطرية التي أعدتها الأقطار العربية وعددها 13 قطر ، تم فيها حصر وحدات الرصد الجوي الزراعي وتقويم استخدام معلومات الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري وتحديد المؤسسات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي وتحديد المعوقات الرئيسية التي تعترض استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري ثم تقديم مقترحات لتطوير الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري. ولقد تفاوتت الدراسات في شموليتها وتغطيتها للعناصر الفنية لتلك الدراسات، ولكنها في العموم كانت خلفية وافية للدراسة الحالية وخاصة المقترحات التي وردت في تلك الدراسات لتطوير الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري .

أما الباب الرابع والأخير فقد كان عبارة عن مشروع لتعزيز استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري لتوضيح اهمية العناصر المناخية في تحديد المقننات المائية

وبالتالي في ادارة مياه الري تم التركيز على العناصر المناخية الأساسية مثل سطوع الشمس ، ودرجة حرارة الهواء ، سرعة الرياح والرطوبة النسبية، وتوضيح طرق القياس وأهمية دقة القياسات وأهمية إستخدام الوحدات الصحيحة لكل عنصر ، ثم المعادلة المستخدمة لحساب البخرنتح الكامن من العناصر المناخية وهي معادلة بنمان مونتيث والاتفاق العالمي حول استخدامها كأحسن معادلة لتقدير البخرنتج الكامن ومن ثم استخدام المعلومات المناخية في التخطيط الزراعي وتحديد طول الموسم الزراعي وتقدير الانتاجية والاستخدام المهم جداً في ادارة الري من حساب لطلبات المياه وتشغيل القناة الصغيرة وتحديد طول الفترات بين الريات وتقدير الفاقد في عمليات الري ، جاءت الخلفية طويلة وتفصيلية بعض الشئ وذلك لتوضيح أهمية المعلومات المناخية وأهمية الإلمام بها إلماماً كاملاً والمعرفة بها معرفة دقيقة لذلك جاء المشروع في هذا الباب خاصاً بتدريب الكوادر العاملة في الرصد الجوي الزراعي وذلك في مجال قياسات العناصر المناخية وتحليلها ومن ثم استخدامها في ادارة مياه الري .

في هذا الباب تم توضيح اهداف المشروع ومكوناته ومنهجية التنفيذ ثم الميزانية المطلوبة لتنفيذ المشروع . حيث كانت اهداف المشروع بعيدة المدى في رفع الانتاجية وترشيد استخدام مياه الري وذلك عن طريق تحسين ادارة مياه الري بإستخدام الأساليب العلمية ، أما الأهداف المباشرة فشملت تدريب الكوادر العاملة في الرصد الجوي الزراعي وحصر وتقويم محطات الرصد الجوي الزراعي وتحديث بنك المعلومات المناخية في الوطن العربي .

ويتكون المشروع من مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي ، ودورات تدريبية لمدة اسبوع في كل قطر وورشة عمل قومية لمناقشة نتائج المسح والدورات التدريبية ، ستقوم المنظمة العربية للتنمية الزراعية بتصميم استمارة المسح وكذلك استمارات تحديث بنك المعلومات وإرسالها لكل قطر من الأقطار العربية على أن تملأ تلك الاستمارات قبل بداية الدورة التدريبية في كل قطر ، كذلك تختار المنظمة العربية للتنمية الزراعية خبيراً من الاختصاصيين في مجال إستخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري ليقوم الخبير بجولة تدريبية يغطى بها عدداً من الدول العربية في جولة واحدة، يُغطى في تلك الدورات جمع وقياس وتحليل العناصر المناخية الرئيسية وتقدير الاحتياجات المائية للمحاصيل وإستخدامها في ادارة مياه الري. يقوم الخبير كذلك بجمع

الاستمارات وتحليلها . من المقترح أن يشترك في كل دورة 10-20 متدرباً من كل قطر يتم اختيارهم من المؤسسات العاملة في مجال استخدام معلومات الرصد الجوي في ادارة مياه الري مثل مديريات الارصاد، ادارات الري ، الارشاد الزراعي ، البحوث الزراعية وكليات الزراعة .

بعد تحليل الاستمارات وتحديث بنك المعلومات التي يقوم بها الخبير يتم تنظيم ورشة عمل قومية يشارك فيها 2-3 من القياديين في هذا المجال من كل قطر تتم فيها نتائج تحليل الاستمارات والتدريب.

التكلفة الكلية للمشروع 200 ألف دولار ويمكن تنفيذ ذلك المشروع خلال عام واحد فقط .

الباب الأول
خلفية تاريخية عن
الرصد الجوي الزراعي والوضع المائي

الباب الأول
خلفية تاريخية عن الرصد الجوي الزراعي والوضع المائي

1- خلفية تاريخية

1-1 مقدمة :

يعتبر الوطن العربي منشأ الزراعة منذ قدم التاريخ ، وكان لوجود حوض نهر النيل ودجلة والفرات والهلال الخصيب الأثر الأكبر في إنتشار الزراعة ، حيث تم الاستقرار على ضفاف هذه الأنهار، وبالتالي أزدهرت المدنيات المتنوعة التي سجلت دورها في النمو والتطور . ثم اعترتها موجات من التدهور والتأخر والانهيار فتطورت ألوانها فيه من الزراعة الاولية البدائية الى الزراعة الراقية ، من زراعة القوت وسد الرمق الى زراعات الانتاج والتصنيع ، من الزراعة المتنقلة الى الزراعة الدائمة والمكثفة . فإلى جانب الزراعات البعلية كانت هناك الزراعات المروية حيث أقيمت السدود ، وحددت المسيلات المائية ، وتم توجيه المياه من مناطق بعيدة الى مناطق الندرة والحاجة الى ان تمايزت مناطق الانتاج ، ونظمت حيازة الارض، وحددت إمكانية استثمارها ، واستعملت وسائل الخصوبة ، وأصول البحث عن المياه ، ورصدت الأنواء ، وحددت المعوقات الأساسية التى تقف في وجه الإنتاج الزراعي المريح والتطور الاقتصادي ، حيث احتلت الظواهر الجوية ومعوقاتها المؤثرة على الزراعة مكانتها المرموقة . وهكذا أنتشرت في العالم منذ القدم أصول الزراعة الجيدة والتركيبة المحصولية المتنوعة والمنظمة والتي نبعت غالبيتها من تلك المناطق .

وتقف شريعة حمورابي الزراعية والزراعة المصرية والفرعونية والزراعة السبئية والحميرية وأصول الزراعة النبطية ونماء الزراعات العربية الحقيقية والتي عمت معظم المناطق في العصور الوسطى شاهداً على ذلك .

إن ما يجرى الآن من دراسات وبحوث حول المناخ الزراعي في الوطن العربي كان قد تطرق إليه وأرسى قواعده أجدادنا العرب الأوائل ، اعتباراً من القرن التاسع الميلادي،

فهم قد أطلقوا على البحر الرومي المتوسط أسم البحر الشامي المتوسط ، نسبة لبلاد الشام التي قدموا منها إلى الأندلس والتي كانت مناراً لهم في إيجاد ارتباط بيئي مناخي ما بين تلك البلاد وبلاد الاندلس ، وقسموها لأقاليم أساسية اعتمدوا عليها في توزيع النباتات التي نقلوها على أساس التوافق البيئي الموجود.

ولقد ساق العرب كثيراً من اقوالهم في التشبيه البيئي والمناخي ، حيث يقول أحمد بن موسى الرازي « ..... والبحر الشامي المتوسط آخذ لقبلي الأندلس » . أما أبو عامر السلمي فقد قال : « .... الأندلس من الإقليم الشامي وهوخير الأقاليم ، أعدلها هواءً وتراباً ، أعذبها ماءً وأحسنها حيواناً ونباتاً ، وهو أوسط الأقاليم ...» ويقول أبو عبد الله البكري « الأندلس ... شامية في طيبها وهوائها ، يمانية في اعتدالها ....» والمقصود بالهواء " المناخ".

تبع ذلك ما وضعه العلماء الغربيون من معادلات تشتمل على العناصر المناخية المختلفة من درجات حرارة واشعاع شمسي وهطول امطار وسرعة رياح ، نتج منها تحديد بعض الاقاليم المتشابهة مناخياً ، وهكذا أثبت هؤلاء العلماء ما كان قد توصل إليه علماء العرب في العصر الوسيط بما لايقل عن عشرة قرون مضت .

2-1 اهمية دراسة المناخ الزراعي :

يعتبر المناخ الزراعي في حد ذاته صورة واقعية من المناخ التطبيقي في الزراعة، فهو على تماس مباشر بالمزروعات وتوزيعاتها ، اما مع الغطاء النباتي الطبيعي، أو الرعوي الاصطناعي ومدى انتشاره ، او مع الغابات الطبيعية والاصطناعية ، وقد يكون مع التركيبة المحصولية وتنوعاتها في الدورات الزراعية ، ومدى توافقها مع الوسط البيئي.

والمناخ الزراعي عامل أساسي يساهم في تكون الترب الزراعية المختلفة ، ودرجات تصنيفها ومجالات خصوبتها . وهو على علاقة مباشرة بالثروة الحيوانية في مجالاتها المختلفة ، ضمن المسطحات المائية الكبيرة او الصغيرة والضيقة المحدودة او المقفلة، وفي انتاجية الحيوانات الاقتصادية ، كما يؤثر المناخ على الغذاء الرعوي للحيوان ، ويؤثر كذلك على الانسان ، ويتحكم في نشاطاته وفعالياته واستقراره في مجالات النشاط الفكري والذهني ، ومعدلات النمو ، والتوزعات أو التكتلات والتجمعات البشرية التي تتوافق مع

طبيعة الانتاج الزراعي ، فتزداد الكثافة السكانية وتنشط التجارة ، وتزدهر الصناعة ، وتنمو السياحة على اساس من الزهو والرقي والتقدم .

3-1 اهمية الارصاد الجوية :

تعتمد الدراسات المناخية بصورة أساسية على معطيات الارصاد الجوية وتعتبر قيم المعطيات المأخوذة من الارصاد الجوية ومعدلاتها على جانب كبير من الاهمية ، بما فيها من ملاحظات وتسجيلات متنوعة لأحوال الجو على فترات منتظمة وذلك على أساس معطيات الوسط وتحديد مقومات الطقس وتأثير الظواهر الجوية تجاه الزراعة . وقد لا تعبر معطيات الارصاد الجوية عن فترة واحدة ولذا وجب تعديل هذه المعطيات بحيث يمكن تعديل محطات الارصاد الجوية ذات الفترة الزمنية القصيرة على معطيات الارصاد الجوية ذات الفترة الزمنية الطويلة والتي تكون قريبة منها.

إن التعديل الزمني للمعطيات المناخية يعتبر ذا أهمية لا يستهان بها، لذا كان لا بد من الوقوف على التطرفات الحدية العليا والدنيا وتغيراتها ضمن الفترة الزمنية المحدودة. ومهما يكن من أمر ، فإن معطيات هذه المحطات هي الاساس في الدراسات المناخية، وبقدر ما تكون صحيحة ومتقنة ، تكون قيمتها العلمية كبيرة ويمكن استثمارها بشكل أفضل . تعمل هذه المحطات والمراكز على تسجيل المعلومات الخاصة بالاحوال الجوية الساعية واليومية لعدة مرات ، ويمكن بواسطتها أخذ فكرة عن المعطيات الساعية واليومية والشهرية والسنوية لمتوسطات العناصر المناخية الموجودة . وعموماً فإن الارصاد الزراعية تعتبر العين الساهرة التي تهتم بمراقبة سلوك النبات أو الحيوان الاقتصادي، ومتابعته ضمن ظروف الوسط المحيط وتسجيل المعطيات المأخوذة عنه وتفيد في أخذ معلومات خاصة بأطوار النمو المختلفة للنبات وتحديد واقعيته ، مع التوقعات التي قد تطرأ عليه ولو بصورة مستقبلية تستمد أصولها من المعلومات المتوفرة سابقاً.

إن إهتمام الارصاد الزراعية بالأمن الزراعي للنبات والحيوان يفسح المجال أمامهما للوصول للمستوى الأمثل من الانتاج الزراعي المرموق . فكلما زاد عدد المحطات والمراكز الخاصة بالارصاد الجوية كانت معطياتها كثيرة وحصيلتها عظيمة ، مما يمكن معه زيادة الثقة في التأكيد على المعطيات المناخية والمعطيات الخاصة بالدورة الهوائية العامة التي تتوقف على الاشعاع والحرارة والضغط الجوي والرياح والكتل الهوائية والجبهات والرطوبة

النسبية والامطار والبرد والثلوج والعواصف بشكل اساسي وان طرق استعمال معطيات الارصاد الجوية وطريقة تحضير هذه المعلومات وتسجيلها في المحطات ، وكيفية استخدامها في المقننات المائية والاحتياجات المائية للمحاصيل في اطوارها المختلفة تعتبر ذات اهمية قصوى في الدراسات المناخية .

1-3-1 الموازنة المائية :

الموازنة المائية يعني بها هنا الفرق بين الهطول والبخرنتح الكامن ، ولم يكن من الممكن الحديث عن الموازنة المائية بمفهومها المعروف لان ذلك يتطلب معرفة بطبيعة التربة وطاقتها التخزينية ، وكذلك معرفة طبوغرافية المنطقة لحساب كمية الهطول المستفاد منها والضائع ، اضافة الى تحليل الامطار نفسها تحليلاً تفصلياً .

الموازنة المائية في غالبية بلدان الوطن العربي سالبة ، حيث ان الامطار لا تزيد عن البخرنتح الكامن في اي فصل من الفصول ، مما يوضح جلياً ان كل المنطقة العربية تعاني عجزاً في الميزان المائي وفي بعض المناطق بالوطن العربي نجد ان الامطار لا تغطي ثلث البخرنتح الكامن السنوي . فمثلاً في (أبها) بالسعودية (واللساندرا وأقمادو) في الصومال وصلت كمية الامطار في فصل الربيع الى نصف كمية البخرنتح الكامن. اما في موريتانيا فحتى في الفصل الممطر ، وهو فصل الصيف ، فان كمية الامطار لم تصل الى نصف كمية البخرنتح الكامن . وفي المناطق الجافة من موريتانيا، مثل (نواذيبو وبيرمقرن) ، فان كمية الامطار تساوي ما بين 2 إلي 5 بالمائة من كمية البخرنتح الكامن.

وفي كل شبه الجزيرة العربية ، باستثناء منطقة (أبها) وجبال اليمن الشمالية ، فإن الامطار تساوي اقل من 10 بالمائة من كمية البخرنتح الكامن. اما في الصومال ، فان نسبة الامطار للبخرنتح الكامن تصل الى 30 بالمائة في المناطق الممطرة ، ولا تزيد عن 10 بالمائة في المناطق الجافة . وعموماً فإنه كلما اتجهنا ناحية ساحل البحر الابيض المتوسط ، او تجاه الخليج العربي أو تجاه البحر الأحمر أو تجاه المحيط الاطلسي، يزداد التغييم وتزداد الرطوبة النسبية ، مما يقلل من الاشعاع الكلي وبالتالي من البخرنتح الكامن. لذلك فإن هنالك تشابهاً بين شمال العراق وشمال سوريا ومنطقة الخليج العربي، وكذلك سواحل البحر الأبيض المتوسط والبحر الأحمر والمناطق المطلة على المحيط الأطلسي.

1-3-2 الاحتياجات المائية :

تحدد احتياجات المحاصيل المائية ثلاثة عوامل رئيسية هي : الجو والتربة والنبات . عندما تكون التربة مشبعة بالرطوبة ، وعندما يغطي المحصول الارض التي تحته ، يكون العامل الاول المؤثر هو الحالة الجوية، وتكون احتياجات المحصول المائية مساوية للبخرنتح الكامن. لذلك بدأ العلماء في كل العالم يعتمدون على البخرنتح الكامن في تحديد احتياجات المحاصيل المائية ، ووجدوا ان هنالك علاقة تربط تلك الاحتياجات بطور نمو المحصول والبخرنتح الكامن، ولقد اصدرت منظمة الاغذية والزراعة العالمية ، التابعة للامم المتحدة ، الورقة رقم 24 ، والتي تتعلق بهذا الموضوع ، وبواسطة العوامل الموجودة في تلك الورقة يمكن حساب الاحتياجات المائية لاغلب المحاصيل اذا ما تمت معرفة مواعيد زراعة المحصول وطول موسمه ، هذا بالاضافة الى المعرفة المسبقة بالحالة الجوية والتي يحددها البخرنتح الكامن .

وعلى سبيل المثال، اذا اخذنا محصول القمح في منطقة الدوحة بقطر، فإن مواعيد الزراعة في ديسمبر ، ويستمر الموسم من ديسمبر الى ابريل ، فاذا اخذنا المعامل في ديسمبر بحيث يساوي 0.7، وفي يناير 1.0 ، وفي فبراير 1.2 ، وفي مارس ينخفض الى 1.1 ، ثم في ابريل الى 0.8، واستعملنا قيم البخرنتح الكامن التي قدرت للدوحة ، نجد ان احتياجات المحصول في تلك المنطقة تساوي 500 مليمتر او 5000 متر مكعب للهكتار، وهذا الرقم قريب جداً من الرقم الذي وجد في دراسة تمت في قطر ، حيث وجدت الاحتياجات المائية لمحصول القمح هناك تساوي 495 مليمتر او 4950 متر مكعب للهكتار. وهكذا يمكن حساب الاحتياجات المائية لكل المحاصيل باستعمال قيم البخرنتح الكامن مع معامل المحصول الذي يمكن تحديده بمساعدة دراسة منظمة الاغذية والزراعة العالمية .

أما بالنسبة للبرسيم ، وبما انه يغطي الارض تماماً ، ويستمر طول السنة ، فيمكن اعتبار احتياجاته المائية مساوية للبخرنتح الكامن السنوي. ففي نفس الدراسة المذكورة اعلاه ، والتي تمت بقطر، وجد ان احتياجات البرسيم محددة بحوالي 1775 مليمتر في السنة ، وهي تساوي بالتقريب البخرنتح الكامن الذي قُدِّر لمحطة الدوحة وهي 1762 ملم.

أما بالنسبة للفاكهة ، فان المعامل يعتمد على مدى تغطية الاشجار للارض، أي بمعنى آخر ، على مدى بعد الأشجار عن بعضها البعض . فالمعامل يتراوح ما بين 0.6 و1.0 ، ولقد اعتبر ان المعامل يساوي في المتوسط 0.8، وتم على أساس ذلك حساب الاحتياجات المائية لأشجار الفاكهة ، والتي تتراوح في المتوسط ما بين 13000 إلى 16000 متر مكعب للهكتار .

وفي الصومال أجرت منظمة الأغذية والزراعة العالمية دراسة عن الاحتياجات المائية للمحاصيل معتمدة في تقديراتها على الدراسة رقم 24 التي اصدرتها المنظمة العالمية للاغذية والزراعة ، وعند مقارنة تقديرات دراسة المنظمة العربية للتنمية الزراعية مع تلك الدراسة المذكورة ، وجد ان الفروقات تتراوح ما بين 10 و 20٪ في اغلب المناطق.

ولقد تم تطبيق استخدام المقننات المائية بمشروع الجزيرة بالسودان لحساب احتياجات الري للمحاصيل الصيفية (القطن ، الذرة ، الفول السوداني) وكذلك المحاصيل الشتوية (القمح ، وباقي موسم القطن) ووجد ان استخدام المقننات المائية ذو فعالية إذ ان كميات المياه الواردة من الخزان كل سنة تساوي تقريباً الاحتياجات المائية المحسوبة باستخدام المقننات المائية ولقد تم الاعتماد على تلك الطريقة لحساب احتياجات الري للمشروع على مدى العشرين سنة الماضية وأثبتت الطريقة جدواها العملية مما ساعد كثيراً في التخطيط للموسم الزرعي وتحديد التركيبة المحصولية والمساحات التي يمكن زراعتها من كل محصول حسب توفر مياه الري من الخزان .

1-4 الوضع المائي للوطن العربي :

1-4-1 مقدمة :

يتميز الوطن العربي بندرة موارده المائية لوقوع الجزء الاكبر منه في المناطق الجافة وشبه الجافة حيث قدر مجموع الموارد المائية المتجددة المتاحة للاستغلال بشقيها السطحي والجوفي بحوالي 240 مليار متر مكعب في عام 1990 حيث كان عدد سكان الوطن العربي حوالي 277 مليون نسمة ، وبذلك كان نصيب الفرد في حدود 1090 متر مكعب سنوياً، إلا أن نصيب الفرد يتباين بشكل كبير من قطر لآخر حيث يصل نصيب الفرد في العراق 2530 متر مكعب سنوياً، وان نصيب الفرد في الاردن والكويت والبحرين يبلغ حوالي 330، 310 و 200 متر مكعب في السنة على التوالي

(جدول -1). واذا استمرت الزيادة السكانية بالمعدلات الحالية ، فان تعداد سكان الوطن العربي قد يصل إلي حوالي 750 مليون نسمة بحلول عام 2030 وبالتالي يقل متوسط نصيب الفرد الى نحو 329 متر مكعب سنويا ما لم تعمل الدول العربية على تطوير وتنمية مواردها المائية. وقد اتجهت بالفعل بعض الدول العربية نحو استخدام موارد مائية غير تقليدية مثل تحلية مياه البحر واعادة استخدام مياه الصرف الصحي والزراعي .

لقد بذلت جهود كبيرة في الوطن العربي واستثمرت أموال طائلة لإنشاء السدود (سد أسوان ، سد الفرات ....) ومشاريع الري وتحسين وتطوير الموارد المائية لمواجهة مشكلة محدودية هذه الموارد ولقد ساهمت هذه المشروعات في رفع الانتاجية والتقليل من الأثر المناخي المتذبذب على انتاجية المحاصيل .

وبالنظر الى الموارد المائية للوطن العربي ، يلاحظ انها إما أن تكون موارد مائية تقليدية، وهذه تشمل الامطار ، المياه الجوفية و السطحية، والموارد غير التقليدية، وهي مياه الصرف الصحي ، الصرف الزراعي وتحلية مياه البحر.

1-4-2 الهطول المطري:

تتميز الامطار في الوطن العربي بالتذبذب من حيث الكمية والكثافة ومدةالهطول كما ان توزيعها الموسمي يتسم بمعامل كبير يؤثر مباشرة على الموارد السطحية والجوفية، ويقدر الهطول المطري السنوي في الوطن العربي بحدود 2282 مليار متر مكعب موزعة كالآتي : (جدول -2) 67٪ من مساحة العالم العربي تتلقي واردات مائية مطرية تعادل 14.5٪ من اجمالي الهطول وبحدود 331 مليار متر مكعب سنوياً وبمعدل هطول اقل من 100 ملم في السنة . وعليه فان الموارد المائية من هذه الهطولات تكفي فقط لاقامة مشاريع حصاد المياه للاستفادة منها في تنمية الغطاء النباتي للرعي ، والحفاظ على التربة من الانجراف. يتلقى حوالي 15٪ من اجمالي المساحة هطولات مطرية تعادل 19٪ من اجمالي الواردات المطرية في الوطن العربي وبحدود 436 مليار متر مكعب سنويا وبمعدل هطول يتراوح بين 100-300 ملم ، ويعتبر الجزء الأكبر من هذه المنطقة صالحاً للمراعي الطبيعية وزراعة بعض المحاصيل سريعة النضج او المقاومة للجفاف ، وتصلح ايضاً لتطبيق تقانة الري التكميلي وحصاد ونثر المياه . حوالي 18٪ من المساحة الاجمالية تتلقي واردات مطرية تعادل 66.5٪ من اجمالي الوارد المائي المطري والتي

جدول رقم (1) الموارد المائية المتاحة للإستخدام حالياً في الوطن العربي ونصيب الفرد منها حسب الاقاليم والاقطار عام 1990

القطر	الموارد المائية المتجددة مليارم3/سنة (المتاحة للاستغلال)			الموارد المائية غير التقليدية مليار 3/سنة			إجمالي الموارد مليار م3/سنة مجموع	إجمالي عدد السكان (مليون نسمة)	نصيب الفرد من الموارد المائية المتاحة (م3/فرد)
	سطحية	جوفية	مجموع	صرف زراعي	صرف صحي	تحلية مياه البحر			
الاردن	0.70	0.40	1.1	–	0.04	–	1.14	3.5	327
سوريا	22.1	2.90	25.04	–	–	–	25.0	12.1	2065
العراق	42.0	2.0	44.0	–	–	–	44.0	17.4	2532
لبنان	2.4	1.3	3.7	–	–	–	3.7	2.7	1288
فلسطين	–	–	–	–	–	–	–	4.8	–
المشرق العربي	67.2	6.6	73.5	–	0.04	–	73.8	40.5	1818
السعودية	3.2	2.34	5.5	–	0.22	0.90	6.62	14.1	472
الامارات	0.40	0.100	0.570	–	0.07	0.48	1.06	1.6	640
البحرين	–	0.1	0.1	–	0.01	0.02	0.13	0.5	220
الكويت	–	0.2	0.20	–	0.11	0.36	0.6	2.0	309
قطر	–	0.1	0.1	–	0.02	0.08	0.20	0.5	306
عمان	1.5	0.6	2.1	–	0.01	0.02	2.13	1.5	1369
اليمن	4.80	1.40	6.2	–	–	–	6.20	12.8	485
الجزيرة العربية	9.9	4.8	14.7	–	0.44	1.86	17.0	33.0	510
السودان	23.6	0.9	24.5	–	–	–	24.5	25.0	980
الصومال	8.1	3.3	11.4	–	–	–	11.4	7.5	1520
جيبوتي	0.20	0.05	0.25	–	–	–	0.3	0.4	611
مصر	55.5	4.5	60.0	4.7	0.20	–	64.9	55.6	1168
الاقليم الاوسط	87.40	8.75	96.15	4.7	0.20	–	101.1	88.5	1142
الجزائر	13.5	4.2	17.70	–	–	–	17.7	24.9	709
المغرب	23.0	5.0	28.0	–	–	–	28.0	25.2	1111
ليبيا	0.20	2.5	2.7	–	0.11	0.21	3.0	4.5	658
تونس	2.7	1.8	4.5	–	–	–	4.5	8.1	560
موريتانيا	1.00	1.5	2.5	–	–	–	2.5	2.0	1235
المغرب العربي	40.0	15.0	55.4	–	0.16	0.21	55.7	64.8	860
المجموع	204.2	35.2	240.0	4.7	0.8	2.1	247.3	226.8	1090

المصدر : دراسة حول انتاجية الاراضي المروية في الوطن العربي والمشروعات المقترحة لتحسينها 1995.

جدول رقم (2) معدل الهطول المطري بالوطن العربي
بالمليار متر مكعب / سنة

القطر / الاقليم	معدل اقل من 100 ملم / سنة	معدل 100-300 ملم / سنة	معدل اكثر من 300 ملم / سنة	اجمالي الهطول بالمليار متر مكعب سنوياً (مم3)
الاردن	4.0	2.7	1.8	8.5
سوريا	0.6	25.4	26.8	52.7
العراق	4.7	54.5	40.7	99.9
فلسطين	0.1	1.2	6.8	8.0
لبنان	-	0.1	9.1	9.2
المشرق العربي	9.4	83.9	85.2	178.3
الامارات	1.1	1.3	-	2.4
البحرين	0.1	-	-	0.1
السعودي	89.5	24.7	12.7	126.8
عمان	5.4	7.6	1.9	15.0
قطر	0.1	-	-	0.1
الكويت	-	-	-	-
اليمن	7.0	30.8	29.4	67.2
شبه الجزير العربية	103.2	64.4	44.0	211.6
جيبوتي	0.9	2.6	0.5	4.0
السودان	44.7	76.5	976.2	1094.4
الصومال	6.6	38.7	145.3	190.6
مصر	11.1	4.1	-	15.3
الاقليم الاوسط	60.3	121.9	1122.0	1304.3
تونس	4.1	11.6	-	39.8
الجزائر	67.9	30.1	24.1	192.5
ليبيا	28.4	16.2	94.5	49.0
المغرب	29.2	34.1	4.4	150.0
موريتانيا	29.2	73.5	86.7	157.2
المغرب العربي	158.8	165.5	264.2	588.5
اجمالي الوطن العربي	331.7	435.7	1515.4	2282.7

المصدر : دراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربي (1994)

تبلغ 1515 مليار متر مكعب/السنة ، وتعتبر هذه المنطقة منطقة استقرار الزراعات الاستراتيجية ومصدراً رئيسياً لتغذية المياه الجوفية والسطحية وتشكيل الانهار المستديمة والاودية الموسمية ، وهي اكثر المناطق اقتصادية للزراعة المطرية والري التكميلي.

1-4-3 المياه السطحية :

تنقسم الموارد المائية السطحية الى قسمين :

أ) **موارد سطحية مستديمة:** وهي تشمل الانهار مثل : الفرات، دجلة ، النيل ، العاصي، جوبا ، السنغال واليرموك ، وهذه تستغل في الزراعات أو القوة الكهربائية المائية.

ب) **موارد سطحية موسمية** وتتكون من : الجريانات السطحية الناتجة من الهطول المطري، وهذه تعتمد كلياً على كمية الامطار وتضاريس المنطقة .

يقدر الوارد المائي السطحي بالوطن العربي بحوالي 204 مليار متر مكعب تأتي حوالي 46٪ منها من مصادر خارج الحدود العربية والباقي من داخل الحدود الاقليمية للوطن العربي ، وتتوزع هذه الكمية كما يلي:

المشرق العربي 67 مليار متر مكعب /سنه (33٪) ، الجزيرة العربية 10 مليار متر مكعب /سنة(5٪) ، الاقليم الاوسط 87 مليار متر مكعب/سنة (43٪) والمغرب العربي 40 مليار متر مكعب/سنة(20٪) من جملة الموارد السطحية .

1-4-4 المياه الجوفية :

بالرغم من المخزون الجوفي المائي الكبير للوطن العربي (7734 مليار متر مكعب)، إلا ان السحب غير المرشد وغيرالمتوازن من الخزنات الجوفية قد ادى الى استنزاف جزء كبير منها مما أدى الى بعض التغيرات في كميات ونوعية المياه ، من نقص في الكمية، وتملح في النوعية وهبوط في المناسيب. وبتحليل هذه الكمية من الموارد المائية الجوفية، نجد ان المتجدد منها يبلغ حوالي 42 مليار متر مكعب والمتاح للاستعمال يقدر بحوالي 35 مليار متر مكعب وأن نصيب الإقليم الأوسط يبلغ 83٪ من المخزون الجوفي الاجمالي والمغرب العربي 12٪ ثم الجزيرة العربية 5٪ ويأتي المشرق العربي في المؤخرة بنسبة تقل عن 1٪ .

أما الموارد الجوفية المتجددة فتتواجد بنسبة 42٪ منها في إقليم المغرب العربي يليه الاقليم الاوسط ثم المشرق العربي واخيراً شبه الجزيرة العربية مما يعكس الواقع الايكولوجي والجغرافي لهذه الاقاليم ومعدلات الهطولات المطرية فيها . اما من حيث استخدامات المياه الجوفية فيأتي اقليم الجزيرة العربية في المرتبة الاولي ، يليه اقليم المشرق العربي ثم المغرب العربي ثم الاقليم الاوسط.

وتتفاوت نسبة استخدامات المياه الجوفية في المجال الزراعي من اقليم الى آخر ومن قطر الى آخر فمثلاً تستخدم سوريا 61٪ من جملة ما تستخدمه في الري من المياه الجوفية بينما يستخدم الاردن 41٪ من جملة ما يستخدمه في الري من موارد المياه الجوفية المتاحة .

1-4-5 الموارد المائية غير التقليدية:

ويمكن تقسيمها الى ثلاثة أقسام : تحلية مياه البحر ، مياه الصرف الزراعي ومياه الصرف الصحي ، وتقدر المياه المالحة المحلاة بحوالي 2.0 مليار متر مكعب حيث تتصدر كل من السعودية والكويت قائمة المستفيدين من هذا الاستثمار.

اما مياه الصرف الصحي فتحتاج الى نوع خاص وتقنية عالية من المعالجة ، تفادياً للأضرار البيئية والصحية التي تنجم عن استخدام هذه المياه دون تنقيتها . ولقد لوحظ ان كميات مياه الصرف قد زادت في الوطن العربي في هذا العقد ، فمثلاً ارتفعت كمية هذه المياه من 30 مليون متر مكعب في عام 1990 بالاردن الى 40 مليون متر مكعب في عام 1994 وربما تصل إلي 67 مليون متر مكعب بحلول عام 2000.

إن استخدام مياه الصرف الزراعي يمكن ان يتم إما على مستوى الشبكة الحقلية او على مستوى شبكة الصرف الرئيسية – أي المصارف العامة ، الا ان عيب هذه المصارف أنها تكون عرضة للتلوث بمياه الصرف الصحي أو الصرف الصناعي خاصة في تلك المناطق التي تنقصها شبكات الصرف الصحي والصناعي ، وعليه فإن استخدام مياه الصرف الزراعي لا بد ان يكون مسبوقاً بمعرفة العناصر الموجودة بها ، وما يترتب على استعمالاتها من أضرار تلحق بالبيئة الزراعية والانسان والتربة .

1-4-6 استخدامات المياه في الوطن العربي:

اما من حيث استخدامات المياه في الوطن العربي ، فإننا نجد الزراعة تحتل النصيب الأكبر حيث تستخدم 143 مليار متر مكعب (91٪) ، بينما تستخدم 5٪ (8 مليار متر مكعب) و 4٪ (6 مليار متر مكعب) في الاغراض المنزلية والصناعية على الترتيب، وفي إحدى دراسات المنظمة العربية للتنمية الزراعية اتضح ان الاستخدامات المائية للأغراض الزراعية في كل من سوريا ، العراق ، عمان ، السودان، الصومال ، موريتانيا تزيد عن 90٪ من اجمالي المستخدم ، وان اقطار مصر ، السعودية، اليمن ، ليبيا، تونس تستخدم ما بين 80-90٪ من جملة استخداماتها في الزراعة، أما باقي الاقطار والتي تضم البحرين ، قطر، الكويت فتستخدم أقل من 60٪ من جملة استخداماتها في الزراعة ، وتختلف نسبة استخدامات المياه في الاغراض الزراعية وفقاً للاقاليم المختلفة بالوطن العربي، فبينما تمثل استخدامات المياه المتاحة للزراعة أكثر من 95٪ في المشرق العربي ، فإنها تبلغ 90٪ ، 84٪ و82٪ في كل من الاقليم الاوسط، شبه الجزيرة العربية والمغرب العربي على التوالي (جدول -3) . أما نصيب الفرد في الاستخدامات الزراعية فتبلغ 632 مترمكعب/السنة، مع الاختلاف في التوزيع بين الاقطار على النحو التالي:

يبلغ نصيب الفرد من المياه المستخدمة للزراعة في العراق حوالي 2400م3/سنة، أما في سوريا والامارات العربية والسودان ومصر وليبيا وعمان فإنها تتراوح بين 500-1000م3/سنة وفي بقية الاقطار والتي تضم البحرين، السعودية، الكويت، قطر، لبنان، الصومال، اليمن، المغرب، تونس ، الجزائر ، الاردن وموريتانيا فإنها تقل عن 500م3 في السنة .

ولما كان نصيب الفرد من المياه للأغراض الزراعية يقدر بحوالي 632م3سنة هو الحد الأدنى ، فان المحافظة على هذا المستوى في عام 2030 يقتضي تخصيص الزراعة بحوالي 474 مليار متر مكعب في السنة ذلك لان عدد السكان في الوطن العربي سيصل الى حوالي 750 مليون نسمة في عام 2030 بدلاً من 227 مليون نسمة في عام 1990، وهي كمية تعادل حوالي 197٪ من الموارد المائية المتجددة .

جدول رقم (3) الاستخدامات المائية موزعة على القطاعات المختلفة ونسبة الاستخدام عام 1990

القطر	الإستخدامات (مليار متر مكعب في السنة)	جملة الاستخدام الى جملة الاستخدام الكلي		
		زراعة ٪	صناعة ٪	شرب ٪
الاردن	0.8	75	2.8	22.0
سوريا	9.9	94	1.7	4.7
العراق	41.3	97	0.7	2.4
لبنان	1.0	70	5.0	2.5
فلسطين	0.2	غ.م	غ.م	غ.م
المشرق العربي	53.2	95	1.0	3.6
السعودية	17.3	86	2.0	11.5
الامارات	1.0	78	4.9	17.4
البحرين	0.2	59	4.6	36.4
الكويت	00.	34	8.4	57.8
قطر	0.2	48	6.5	45.2
عمان	2.1	93	1.1	5.7
اليمن	2.1	86	1.8	12.3
الجزيرة العربية	22.2	84	2.5	13.3
السودان	16.3	97	0.4	2.4
الصومال	3.0	غ.م	غ.م	غ.م
جيبوتي	غ.م	غ.م	غ.م	غ.م
مصر	56.4	88	8.2	3.7
الاقليم الاوسط	75.6	90		
الجزائر	3.6	75	3.9	21.0
المغرب	5.5	78	2.4	19.3
ليبيا	4.9	90	1.6	8.7
تونس	2.4	88	6.9	4.9
موريتانيا	0.4	غ.م	غ.م	غ.م
المغرب العربي	16.8	83	31	14.2
المجموع	157.7	91	3.8	5.3

غ.م - غير متاحة

المصدر: دراسة حول ترشيد استخدام المياه في الزراعة العربية والمشروعات المقترحة 1995.

الباب الثاني
دراسات المناخ الزراعي

الباب الثاني
دراسات المناخ الزراعي

1-2 خلفية :

تأتي هذه الدراسة بعد عدة دراسات في مجال المناخ الزراعي وكذلك في مجال ترشيد استخدام مياه الري ، وتنصب هذه الدراسة في الربط بين الرصد الجوي الزراعي وادارة مياه الري وتجئ كاستجابة لاستشعار المنظمات الاقليمية كالمنظمة العربية للتنمية الزراعية والمنظمات العالمية كمنظمة الارصاد العالمية WMO ومنظمة الاغذية والزراعة العالمية FAO وكذلك كثير من الدول العربية بأهمية رفع كفاءة الري والاستفادة من المياه الشحيحة الاستفادة القصوى. من أهم العوامل في ترشيد استخدام المياه ورفع كفاءة الري استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري.

قامت المنظمة العربية للتنمية الزراعية خلال الفترة (1976-1980) بدراسة شاملة وواسعة ومفصلة عن المناخ الزراعي في الوطن العربي وحققت الدراسة نجاحاً كبيراً في انشاء بنك للمعلومات المناخية وكذلك اصدار المصور البيئي للوطن العربي كما سيأتي لاحقاً . كذلك قامت منظمة الارصاد العالمية WMO ومنظمة الاغذية والزراعة العالمية بتنفيذ دورات تدريبية عن استخدام المعلومات المناخية في تخطيط المشاريع الاروائية وكذلك في ادارة مياه الري بالمشاريع القائمة . ولقد وجدت هذه الدورات ترحيباً كبيراً من الدول التي اقيمت بها وانتهجت المنظمتان طريقة حلقات النقاش المتنقلة بمعنى ان يتنقل الخبير من دولة لاخرى ويقضي في كل دولة اسبوعين يتم خلالها تدريب من 10-20 مهنياً في تلك الدولة .

من الاشياء الإيجابية إتفاق المنظمة العربية للتنمية الزراعية ومنظمة الارصاد العالمية على التعاون في مجال استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري وتنفيذ بعض المشروعات الهامة في هذا المجال. في هذا الاطار قام خبير منظمة الارصاد العالمية عام 1994 وبالتعاون مع المنظمة العربية للتنمية الزراعية بوضع برنامج للتعاون بين المنظمتين . يشمل ذلك البرنامج مسح ميداني لتقويم استخدام الرصد الجوي

الزراعي وكذلك إنشاء بنك إقليمي لمعلومات الرصد الجوي الزراعي وتنفيذ برنامج تدريبي مكثف عن استخدام الرصد الجوي الزراعي في الانتاج الزراعي.

بناءاً على ذلك الاتفاق وضعت المنظمة البرنامج الذي أشير إليه سابقاً في خطة عمل المنظمة لعام 1997 وركزت المنظمة على استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري وتأتي هذه الدراسة لتضع مشروعاً لينفذ بالتعاون بين المنظمتين وهو شبيه بما أقترحه خبير WMO عام 1994ولكن بعد اجراء بعض التعديلات عليه (الجدير بالذكر ان خبير منظمة WMO هو رئيس الفريق لهذه الدراسة) ولكن تم تعديله بعض الشئ :

تبنى هذه الدراسة على ماجاء في الدراسات القطرية والتي تكونت عناصرها الفنية من الآتي:

- حصر محطات الرصد الجوي الزراعي.
- تقويم استخدام معلومات الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري.
- تحديد المؤسسات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي .
- تحديد المعوقات التي تعترض استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري .
- تقديم مقترحات لتطوير الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري.

وكذلك الاستفادة من الدراسات السابقة للمنظمة كدراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي ودراسة السياسات العامة لاستخدام موارد المياه في الزراعة العربية (مايو 1994) ودراسة ترشيد استخدام المياه في الزراعة العربية والمشروعات المقترحة للتطوير (نوفمبر 1995) ودراسة انتاجية الاراضي المروية في الوطن العربي والمشروعات المقترحة لتحسينها (نوفمبر 1995). كما أن هنالك بعض المشروعات التي اعدت في هذه الدراسات تتكامل مع المشروع المقترح في الدراسة الحالية وكمثال لذلك مشروع تحسين ادارة مياه الري والذي يهدف الى تحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسية والمعادلة الموحدة لتقدير البخرنتح ومعامل المحصول .

الجدير بالذكر ان من أهم العوامل المناخية المستخدمة في ادارة مياه الري هو البخرنتح والذي يعتمد على حرارة الهواء والرطوبة في الجو وسرعة الرياح والإشعاع الشمسي أو سطوع الشمس وكذلك معامل المحصول . هنا يأتي تكامل المشروعين .

كل تلك الدراسات ركزت على شح الموارد المائية في الوطن العربي ووضحت أهمية تحسين ادارة مياه الري وزيادة كفاءة استخداماتها وتأتي هذه الدراسة في هذا الاطار بهدف ترشيد استخدام مياه الري ورفع كفاءة الاستخدام وذلك باستخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري.

2-2 طريقة اعداد الدراسة:

في الفترة مابين 1976 و 1980 قامت المنظمة العربية للتنمية الزراعية بتنفيذ دراسات في المناخ الزراعي شملت كل الدول العربية ونفذت الدراسة على عدة مراحل ، شملت المرحلة الأولى أحد عشر قطراً : المغرب ، الجزائر، تونس، ليبيا، مصر، العراق، الاردن، سوريا، لبنان، فلسطين، السودان. نفذت هذه المرحلة عام 1976. وشملت المرحلة الثانية بقية الدول العربية: السعودية، الكويت، البحرين، قطر، الامارات العربية ، سلطنة عمان، اليمن، موريتانيا، الصومال وجيبوتي ونفذت هذه المرحلة عام 1977. وكانت المرحلة الثالثة عام 1978 لدمج المرحلتين مع بعضهما البعض .

وكانت أبعاد الدراسة وفوائدها المستقبلية كما يلي:

- التعريف بالظواهر الجوية وفعاليات المناخ الزراعي التي يتوقف عليها الانتاج الزراعي.
- التعرف على العوارض المناخية وما ينتج عنها من مضاعفات تؤثر على الانتاج الزراعي.
- تحديد المشابهات المناخية الزراعية المشتركة في الأقطار العربية .
- تحديد المعوقات الجوية والارضية التي تتحكم في الانتاج الزراعي.
- التصدي لمشكلة الجفاف وتعريف المناطق الجافة وشبه الجافة والبوادي والصحاري في الوطن العربي.
- تحديد درجات القارية وشدتها المتواترة في المناطق البيئية سابقة الذكر.
- الحفاظ على الطبيعة الانتاجية ووقف التعدي على الاشجار في البساتين والغابات والاراضي الزراعية ذات الانتاجية العالية .
- تحديد نوعية المحاصيل الاقتصادية المناسبة لكل منطقة .

- نقل النباتات الاقتصادية من منطقة الى اخرى وفقاً للتشابه البيئي بين تلك المناطق.
- مقاومة التصحر ومحاولة منعه من غزو المناطق ذات الانتاجية العالية .
- تحديد درجات القحولة وتركيزاتها داخل كل منطقة.
- تحديد نطاقات الأحزمة الخضراء والمساعدة في توضيحها جغرافياً .
- تحديد المتغيرات المطرية وتذبذباتها من فصل لآخر ومن سنة لأخرى .
- تحديد الاحتياجات المائية على ضوء الموارد المائية المتاحة للاستخدام وفقاً لعناصر المناخ المختلفة .
- تحديد هوية النباتات المزروعة ومتطلباتها من الوسط المحيط .
- تحديد المشكلات الخاصة والدراسات الهامة للمناخ التفصيلي (الميكرکليما) في الوضعيات المتأرجحة والظروف الطارئة لكل منطقة .
- النفوذ إلى الفعاليات البيولوجية وحيدانها وتحديد معوقات التلوث البيئي.
- تقويم الارصاد الزراعية وتنظيم محطاتها وفعالياتها في المناطق الزراعية على اساس التوزيع البيئي الزراعي في الوطن العربي .

قام بتنفيذ الدراسة في المرحلتين فريق زائر يتكون من ثلاثة خبراء، وقضى الفريق الزائر فترة اسبوع في المتوسط في كل قطر ماعدا موريتانيا ولبنان وفلسطين حيث لم يتمكن الفريق من زيارة تلك الاقطار نسبة للظروف الأمنية في ذلك الوقت .

خلال الاسبوع الذي قضاه الفريق الزائر في كل قطر، تمكن الفريق من عقد اجتماعات مكثفة مع كل المؤسسات التي لها علاقة بجمع المعلومات المناخية وكذلك المؤسسات التي تستخدمها بدءاً بمديريات الرصد الجوي وإدارات الري والارشاد الزراعي والغابات والاراضي والمراعي والبحوث الزراعية وكليات الزراعة، تم من تلك الاجتماعات مناقشة توفر المعلومات المناخية والجهات المسؤولة عن جمعها وطرائق الاستفادة منها وفي نفس الوقت قام الفريق بجمع المراجع الموجودة في مجال المناخ الزراعي واستخداماته وكذلك جمع المعلومات المناخية من جميع الجهات التي تقوم برصد العوامل المناخية وأثبتت هذه الطريقة فاعليتها وجدواها إذ أن كمية ونوعية المعلومات التي جمعها الفريق اثناء وجوده في كل قطر لم يكن من الممكن تحقيقها عن طريق المراسلة إذ ان إصرار الفريق على جمع المعلومات حتى ولو كانت في صورة غير جاهزة للتوزيع

وسعي الفريق الحثيث على جمع المعلومات من جميع الجهات أتى أكله وذلك بالحصول على قدر وافر من المعلومات. هذا بالاضافة الى ان وجود الفريق وقت جمع المعلومات مكنه من مراجعة المعلومات وعرض أي معلومات غير مكتملة او مشكوك فيها على الجهات التي أصدرتها والتأكد من صحتها قبل مغادرة الفريق الزائر . هذه الطريقة اثبتت جدواها كما ان زيارة الفريق كانت فرصة لمحاولة التنسيق بين الجهات المتعددة التي تقوم برصد وجمع المعلومات المناخية.

بعد الزيارات التي قام بها الفريق للاقطار المختلفة وجمع المعلومات المطلوبة تم تحليل المعلومات واعداد النتائج للمرحلة الاولى في دمشق 1976 وتحليل المعلومات واعداد النتائج للمرحلة الثانية بالخرطوم في 1977 ودمج المرحلتين واعداد النتائج للوطن العربي كوحدة واحدة في الاسكندرية في 1978 بناءاً على تلك الدراسة وإكمالاً لها قامت المنظمة العربية للتنمية الزراعية في 1980 باصدار مصور البيئة الزراعية للوطن العربي .

3-2 نتائج دراسة المرحلة الاولى :

تم إصدار نتائج دراسة المرحلة الاولى والتي شملت الدول المتأثرة بمناخ البحر الأبيض المتوسط (المتوسطية) بالاضافة للسودان في كتب وكتيبات ومصورات (أطالس) تفاصيلها كالآتي:

- كتاب عام يغطي نتائج الدراسة في كل الاقطار في المرحلة الاولى .
- كتيب وصفي لكل قطر على حدة ((11 كتيب).
- كتيب إحصائي للمعلومات المناخية لكل قطر على حده (11 كتيب).
- المصور (الأطلس) المناخي للمرحلة الاولى وآخر للمرحلة الثانية وآخر للمرحلتين.

يحتوي الكتاب العام والذي يقع في حوالي 900 صفحة على وصف تفصيلي لوضعية محطات الرصد الجوي و أنواعها وعددها وكذلك المعلومات المناخيةالمتوفرة في كل قطر، ثم استعراض لعناصر المناخ الرئيسية (اشعاع شمسي، اشعاع أرضي وجوي وموازنة إشعاعية ، قياساتها وتقديرها ، الضغط الجوي ، الرياح ، الأمطار موسميتها

وتغيراتها، الحرارات العظمى والصغرى، البخرنتح الكامن) ، كذلك يحتوي الكتاب العام على شرح للتصانيف المناخية التي استخدمت في الدراسة (تصنيف أمبرجية للأقطار المتوسطية والذي يعتمد على الامطار والحرارة والتباين الحراري)

$$\text{معامل أمبرجية} = \frac{2000 \text{ م}}{(\text{ح} + \text{ح}_{\text{ص}})(\text{ح} - \text{ح}_{\text{ص}})}$$

حيث (م) هي الامطار السنوية ، (ح) = الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة و (حَ) = الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة . وتم التوصل إلى سبعة اقاليم مناخية. جاف جداً ، جاف ، شبه جاف، شبه رطب، رطب، فوق رطب، أعالي الجبال، أضيف الى ذلك سلم التدريج المناخي الحيوي والذي يعتمد على درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة ويتكون السلم من عتبات حرارية : جليدي - بارد جداً - بارد - لطيف - معتدل - حار - كما اجرى عدد من العلماء وضع علاقات مختلفة بين عناصر المناخ على النحو التالي :

4-2 العلاقة بين عناصر المناخ المختلفة :

يعتبر الجفاف والرطوبة العنصرين اللذين يشغلان الوطن العربي ، ولهما الأثر المباشر في تحديد نوعية المزروعات الممكنة والاصناف وغيرها ، مما يتفق مع الاوضاع المبعثرة داخل المناطق الخاصة بالأقاليم المناخية الزراعية .

ويعتقد معظم علماء المناخ ان الجفاف هو أهم العوامل المؤثرة في الإنتاج الزراعي. ويقع الجفاف عندما يكون التبخر اكثر من الامطار الهاطلة ، وان كان تحديده لا بد وان يرتكز إلى عدة عوامل ، وان ابسط العلاقات المتداولة في هذا الخصوص تعتمد في تحديد الجفاف على النسبة بين معدل الهطول السنوي والحرارة المتوسطة . وقد اعتمد هذه العلاقة عدد كبير من العلماء أمثال دمارتون ، اندرية ومايز وغيرهم.

وكانت هذه العلاقة هي نقطة الانطلاق للعالم البيئي لويس امرجيه ، حيث وجد ان الجفاف وان كان ظاهرة فيزيائية بحتة ، الا انه يؤثر على الحياة النباتية والزراعية لدرجة كبيرة ، فقد يأتي عليها ويزيد من قحولة تلك المناطق . ومن خلال عمله المتواصل حول هذا الموضوع في المغرب العربي (تونس والمغرب) وجد أن ظواهر مناخية مشتركة تؤثر

على مجموعة الحياة النباتية الطبيعية والمزروعة في حوض البحر الأبيض المتوسط . وانتهى به الأمر الى ايجاد علاقة مشتركة تربط البلاد الواقعة عليه والتي تتأثر به من وجهة النظر البيئية المناخية ، وتحدد موقفها بالنسبة لباقي البلاد المجاورة أو المحيطة .

يتصف مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط بان الفترة التي تهطل فيها الامطار هي الفترة الاكثر برودة خلال العام ، بمعنى ان الامطار تهطل في الفصول الباردة والباردة نسبياً ، وان الفترة التي تنقطع فيها الأمطار أو تنعدم ، أو تشح ، هي الفترة من السنة الأكثر حرارة وجفافاً . ويمثل الصيف الفترة الحارة . ويمتاز هذا المناخ ايضا بان الفترة الضوئية فيه يومية وفصلية ، تتركز شدة الاشعاع وكثافته في الصيف .

وقد وجد امبرجيه انه لابد من تطبيق العلاقة التالية لمعرفة ما اذا كان البلد المدروس يخضع لهذا المناخ أم لا :

$$\frac{\text{معدل الامطار الهاطلة في الصيف}}{\text{متوسط درجة الحرارة العظمي لأحرّ شهر في الصيف}} = < 7$$

إذ يمكن بعد ذلك تطبيق باقي المراحل الخاصة بمعادلة حوض البحر الابيض المتوسط .

وفي دراسة اجراها العالم داجيه عام 1976، وجد انه بالامكان تطبيق العلاقة السابقة بشكل اكثر قساوة، فاستعاض الرقم (7) بالرقم (5) ، لتصبح العلاقة كالاتي:

$$\frac{\text{معدل الامطار الهاطلة في الصيف}}{\text{متوسط درجة الحرارة العظمى لأحرّ شهر في الصيف}} = < 5$$

لقد وجد امبرجيه بان العلاقة الخاصة التي تعتمد علي عاملين في تحديد المناخ لا تمثل واقعية الجفاف بصورة دقيقة في بلاد البحر الابيض المتوسط وما يشابهها ، لذلك اضاف المعنى الحيوي ليفسر فعالية الوسط الفيزيائي على النباتات الموجودة ، وما يوفره لها من مناخ ملائم ، واعتمد على ذلك في تبسيط الامور باستعمال عناصر قليلة ذات معينات كثيرة . فاستبدل معدل درجة الحرارة المتوسطة بمتوسط درجة الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة ومتوسط درجة الحرارة الصغري لأبرد شهر في النسة حيث استخرج منهما معدل درجة الحرارة المتوسطة.

واضاف إلي ذلك التباين الحراري ، الذي يمثل الفرق بين متوسط درجة الحرارة العظمى لأحر شهر في السنة ، ودرجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة.

وبناءً على ما سبق ، فقد توصل امبرجيه الى معادلته الخاصة بمعامل الجفاف المطري الحراري على النحو التالي :

$$ك_1 = \frac{100\ م}{(ح - ح) \quad \frac{ح + ح}{2}}$$

حيث أن :

$ك_1$ = معامل الجفاف المطري الحراري

م = معدل الامطار الهاطلة في السنة

ح = معدل درجة الحرارة العظمى لأحرّ شهر في السنة (مئوية)

حَ = معدل درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة (مئوية)

وقد وجد في مرحلة متقدمة امكانية استخدام درجة الحرارة المطلقة على اساس الصفر المطلق (273) مما يعطي المعادلة مرونة في استبعاد الارقام السالبة وتطبيقها على كافة المحطات والمراكز التي تخضع لشروط البحر الابيض المتوسط ، وجعل معامل التصحيح 1000 بدلاً من 100، وعليه صارت المعادلة :

$$ك_2 = \frac{1000\ م}{(ح - ح) \quad \frac{ح + ح}{2}}$$

وبعد ان اعتمد على المناطق المحددة بهذه القيم و قراءاتها النباتية ، معتمداً على النباتات الدالة على هذه المناطق من الغطاء النباتي الطبيعي ، أمكنه وضع حدود الأقاليم البيئية المناخية ، لمناخ حوض البحر الأبيض المتوسط الحيوي والتي هي:

1- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط الصحراوي (أو الجاف جداً).

2- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط الجاف .

3- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط شبه الجاف.

4- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط شبه الرطب.

5- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط الرطب.

6- مناخ حوض البحر الابيض المتوسط فوق الرطب.

7- مناخ حوض البحر الأبيض المتوسط في أعالي الجبال .

وبما ان الامطار الهاطلة تمثل العامل الرئيسي المهم في هذه المعادلة، لذلك فقد اعتمد أمبرجيه نظام التوزيع الفصلي للأمطار ووضعياته المختلفة خلال السنوات المرصودة وفي البلاد التي تنطبق عليها شروط حوض البحر الابيض المتوسط.

وقد أمكنه تمييز ثلاث وضعيات ذات تمايزات في الدلالة النباتية الطبيعية ، اوضحت له درجات الشدة والتركيز داخل كل اقليم وهي : (علوي - متوسط - سفلي)

وتطبيقاً لهذه النظرية في امكانية الاستفادة في تحديد الاقاليم على الواقع ، وجد امبرجيه أن معامل الجفاف المطري الحراري الذي حدده لا بد وان يشفع بمخطط التدرج البيئي المناخي « كليما غرام » ، والذي يكون فيه معامل أمبرجيه (ك2) على المحور الصادي ومتوسط درجة الحرارة الصغرى لأبرد شهر في السنة (حَ) على المحور السيني، و (حَ) تمثل العتبة الحياتية للنباتات الموجودة في الاقاليم المدروسة ، حيث يتوقف النبات عن النمو في المجالات المتطرفة من ناحية البرودة والحرارة ، وضمن مواصفات كل اقليم.

وأنتهى به المطاف إلى وضع سلم تصنيفي لهذه العتبة الحياتية على النحو التالي:

- 3 > حَ > - 10	بارد جداً	وبتواتر فيها الصقيع بانتظام
0.0 > حَ > - 3	بارد	يتردد فيها الصقيع كثيراً
3 > حَ > 0.0	لطيف	يحدث فليها الصقيع من وقت لآخر
7 > حَ > 3	معتدل	يحدث فيها الصقيع بصورة متقطعة
حَ > 7	حار	نادراً ما يحدث فيها الصقيع

وبذلك أمكنه تحديد (105) وضعيات لفصيلة حوض البحر الابيض المتوسط فيما يختص بالاقاليم التي تحددها ، والمناطق التي تشملها ، كما موضح في الجدول رقم(4) .

جدول رقم (4)

العائلة المناخية لحوض البحر الأبيض المتوسط

الفصيلة	النوع	الصنف
جاف جداً	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
جاف	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
شبه جاف	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
شبه رطب	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
رطب	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
فوق الرطب	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
أعالي الجبال	أعلى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	متوسط	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً
	أدنى	حار – معتدل – لطيف – بارد – بارد جداً

المصدر: المناخ الزراعي في الوطن العربي ، المنظمة العربية للتنمية الزراعية 1978.

وفي الأعوام 1958-1969 قام الخبير « هويرو» بدراسات مكثفة في منطقة جنوبي حوض البحر الابيض المتوسط حول المناخ الحيوي على اساس الغطاء النباتي والمراعي، معتمداً على معامل أمبرجيه « الجفاف» ، وقام بالنفود الى مدي بعيد في الاقاليم المحددة، خاصة الصحراوية منها ، وقام بتقسيمها الى ثلاثة اقسام :

- صحراوي متوسطي علوي
- صحراوي متوسطي سفلي
- صحراوي حقيقي

واستخدم « هويرو » الحدود التالية في تقسيماته :

تقسيمات « هويرو» استناداً إلى الفصيلة المناخية لحوض البحر الابيض المتوسط (أمبرجيه)

صحراوي حقيقي	:. < م < 20	ك2 < 2
صحراوي سفلي	20 < م < 50	2 < ك2 < 5
صحراوي علوي	50 < م < 100	5 < ك2 < 10
جاف سفلي	100 < م < 200	10 < ك2 < 23
جاف علوي	200 < م < 300	23 < ك2 < 35
شبه جاف سفلي	300 < م < 400	35 < ك2 < 45
شبه جاف علوي	400 < م < 600	45 < ك2 < 70
شبه رطب	600 < م < 800	70 < ك2 < 120
رطب	800 < م < 1200	120 < ك2 < 180

حيث م = معدل الامطار الهاطلة في السنة

ك2 = معامل الجفاف المطري الحراري

بالنسبة للسودان تم اختيار تصنيف سليانينوف الروسي مع تعديل السلم التصنيفي. كما موضح أدناه :

معامل الجفاف الرطوبي الحراري – سليانينوف:

اعتمد سليانينوف في تحديد الجفاف علي أساس الرطوبة والحرارة بالنسبة للأمطار الهاطلة وللحرارة المتجمعة كما موضح بالمعادلة التالية .

$$\text{س} = \frac{\text{م}}{0.1 \text{ مج}}$$

حيث معامل جفاف سليانتوف = $\frac{\text{مجموع الأمطار السنوية الهاطلة(م م)}}{\text{الحرارة المتجمعة} \div 10}$

حيث :

س = معامل جفاف سلبانتوف.

م = مجموع الامطار السنوية الهاطلة .

مج = الحرارة المتجمعة.

أما بالنسبة لسلم سليانينوف في تصنيف المناطق المناخية :

فائق الرطوبة	= فوق رطب	حيث س > 2
رطب	= رطب	2 > س >1
ناقص الرطوبة	= شبه رطب	1> س > 0.7
معرض للجفاف	= شبه جاف	0.7 > س > 0.5
نصف الصحراء	= جاف	0.5 > س > 0.3
الصحراء	= فوق جاف	س <0.3

وتم تعديل هذا السلم التصنيفي بواسطة أهدلي وآدم دراسة المنظمة (1978) على النحو التالي ، وذلك توافقاً مع ظروف السودان :

س > 2	فوق رطب
2 > س > 1.3	رطب
1.3 > س > 0.7	شبه رطب
0.7 > س > 0.5	شبه جاف
0.5 > س > 0.3	جاف
س < 0.3	فوق جاف

معامل الجفاف « تيرك » عالم بيئة فرنسي :

يمثل هذا المعامل العلاقة بين مجموع الامطار الهاطلة والبخرنتح السنوى.

$$ت = \frac{\text{الامطار}}{\text{البخرنتح الأعظمي}}$$

حيث :

ت = معامل فعالية الترسيب

ولقد وضع « تيرك » ، بناءً على دراسته ، الحدود التصنيفية الآتية :

ت > 1	فوق رطب
1 > ت > 0.7	رطب
0.7 > ت > 0.4	شبه رطب
0.4 > ت > 0.25	شبه جاف
0.25 > ت > 0.1	جاف
ت < 0.1	فوق جاف

الباب الرابع من الكتاب العام لدراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي (1978) استعرض الاقاليم المناخية التي تم التوصل إليها بالنسبة للاقطار المتوسطية والسودان، وتم تجميع المحطات التي تقع في اقليم واحد لتوضيح المشابهات المناخية ، مثلاً نجد ان العرائش في المغرب وسكيكدة في الجزائر والمينا البيضا في سوريا تقع في نفس الاقليم المناخي وهو شبه رطب متوسط دافئ، وأن كركوك في العراق ومراكش في المغرب تقعان في نفس الاقليم المناخي وهو جاف شديد معتدل وهكذا. كذلك تم التوصل للاقاليم

المناخية الزراعية (غابات - بساتين - الزراعات الواسعة - الزراعات الممكنة - الزراعات الهامشية - السهوب - البوادي - الاعشاب الصحراوية) . تم ذلك باستخدام الأقاليم المناخية بالاضافة للغطاء النباتي والنشاط الزراعي في كل إقليم.

5-2 الاقاليم المناخية الزراعية :

تفيد الأقاليم المناخية الزراعية في معرفة النطاقات المناخية الزراعية والنمطية التي يمكن الاستناد إليها في توزيع المزروعات من محاصيل وخضر وفاكهة، إضافة للانتاج الحيواني الذي يستند على هذه الفعاليات الخاصة والتي يتمتع بها كل إقليم ضمن المواصفات العامة المحددة له .

تعتمد هذه المعطيات على مستوى الطاقة الكامنة والقابليات والامكانيت التي يتمتع بها كل اقليم من النواحي الفيزيقية والحيوية والزراعية والتي تشكل مفهوم الوسط الزراعي ليتفاعل معه النبات المزروع فيعطي انتاجه المجزي . تعرف دراسة هذه الاقاليم وتصانيفها وتدرجها بهوية المناطق الزراعية وتطويرها انطلاقاً من المفاهيم البيئية التي تحدد ذلك . ولقد اعتمدت أساليب تحديد هذه الاقاليم على معايرة الوسط من حيث التركيب المناخي وعناصره الإساسية ، وخصوصاً الإشعاع والحرارة والأمطار وإدخالها في منظومات فيزيائية حيوية وبشكل علاقات تحدد هذه المواقع .

وقد استعملت العلاقة الجفافية الموسمية وغيرها المعطيات الخاصة بالطاقة الانتاجية ومدلولاتها ، انطلاقاً من المفهوم البيئي المناخي . وقد أدت هذه المعايرات إلى مقارنتها بعلاقات الجفاف الاشعاعي، والجفاف الرطوبي الحراري ، والجفاف المناخي الحيوي ، الدليل الرطوبي الحراري ، القاحلية الفصلية والقحولة الشهرية ، الموازنات الاشعاعية والمائية .. الخ ، مما أعطت نتائج إيجابية مقبولة ، ليس على المستوي الأكاديمي فقط ، بل وتتعداه الى المستوى التطبيقي بشكل عام والذي يحتاج الى معايرات اكثر تفصيلاً .

لقد روعي في تقسيم هذه الاقاليم التزامن الحراري الخاص بالاقاليم مما يعطيه الصفة الثانية للتخصص بعد تخصصه بالصفة الاولى على المستوى البيئي. ومن هذا التفاعل يمكن تحديد صلاحية الاقليم ومدى استجابته للاحتياجات البيئية الخاصة بالنبات أو الحيوان الاقتصادي.

أولاً : إقليم الاشجار ويتبعها :

إقليم الغابات والأحراج:

وهو يمثل المناخ الزراعي الحيوي الملائم لنمو الغابات ومراعيها بصورة طبيعية ويعبر عن المستوى الأمثل لنجاحها ويغطي المناطق الجبليةالعالية في الجبال والتي تنطبق عليها شروط تصنيف هذا الاقليم – ويتألف من ثلاثة أقسام :

* **إقليم الغابات الطبيعي** : ويغطي المناطق زائدة الرطوبة وأعالي الجبال والمناطق الجبلية العالية التي تتوفر فيها الشروط البيئية الملائمة لنمو وازدهار الغابات بشكل طبيعي.

* **إقليم الغابات الزراعي** : ويمثل المناطق القابلة للتشجير والتحريج لتعيد وضع الغابة الطبيعية وسيادة الأوج النباتي الغابي (Climax) فيها.

* **إقليم الغابات الانتقالي** : ويمثل المناطق الغابية الانتقالية مع الظروف الأشد قساوة . هذا وتوجد في إقليم الغابات الانتقالي البساتين من أشجار مثمرة وخضار ونباتات زينة ، كما وتنمو فيها أشجار الفاكهة ونادراً ما يحتاج إقليم الغابات في السنوات شديدة الجفاف الى ري تكميلي ، ويتوفر ذلك حسب الضرورة .

ويغطي اقليم الغابات مساحات ضئيلة جداً في الوطن العربي ويتوفر في المغرب، الجزائر ، السودان ، لبنان ، سوريا ، تونس ، اليمن ، السعودية والعراق.

إقليم البساتين : يمثل هذا الاقليم المناخ الحيوي الزراعي الملائم لنمو البساتين ونجاحها بشكل اقتصادي مربح ، وذلك من حدائق الفاكهة والخضار ونباتات الزينة . وتجود فيه اشجار الغابات بعطائها تحت الشروط الاشد قساوة من الاقليم السابق ، ضمن الامكانات المتاحة .

ويضم هذا الاقليم الاقسام الثلاثة التالية :

* اقليم البساتين الكثيف
* اقليم البساتين الوسيط
* اقليم البساتين الانتقالي

وينتشر في مواقع كثيرة ، ويغطي مساحات كثيفة في المناطق الساحلية والمرتفعات والجبال في المغرب والجزائر وتونس ومرتفعات الجبل الاخضر في ليبيا وفلسطين ومرتفعات الاردن والعراق وسوريا ولبنان وجبل مرة في السودان ومرتفعات الصومال واليمن وعمان والسعودية .

ثانياً: اقاليم الزراعات العامة :

*** إقليم الزراعات الواسعة:**

يمثل هذا الاقليم الوسط الحيوي الملائم لنجاح المحاصيل والحبوب النقدية والاقتصادية والطبيعية ويعبر عن مستوي الزراعات الدائمة المكثفة ويضم هذا الاقليم الاقسام :

* إقليم الزراعات الواسعة المؤكدة
* إقليم الزراعات الواسعة الممكنة
* إقليم الزراعات الواسعة الانتقالي وهو الاقليم الذي يعتمد عليه الانتاج الزراعي العربي

ويتوفر إقليم الزراعات الواسعة بمساحات معينة في مناطق الوطن العربي المختلفة بكل من: المغرب، الجزائر، فلسطين، ليبيا(السواحل)، تونس، لبنان ، السعودية ، السودان ، اليمن ، الصومال ، الاردن ، عمان، موريتانيا (على الحدود) ، العراق ، سوريا.

*** إقليم الزراعات الممكنة :**

يمثل هذا الاقليم الوسط البيئي للزراعات المطرية ، ويتوقف نجاحها على توفر العامل البيئي والذي يتحكم بالانتاج ، وتأتي فيه الاقسام التالية :

* زراعات ممكنة مأمون (كثيف)
* زراعات ممكنة مأمول (مؤمل)
* زراعات ممكنة إنتقالي

وتجود فيه المحاصيل العلفية والحبوب والاشجار المثمرة التي تتحمل ظروف وقساوة هذا الاقليم .

وينتشر هذا الاقليم في كافة بلدان الوطن العربي باستثناء: جيبوتي ، الكويت، البحرين ، قطر والامارات العربية المتحدة ، وهو الاقليم الذي يمثل المساحات الجافة والمهددة بالجفاف والزحف الصحراوي في الوطن العربي.

*** إقليم الزراعات الهامشية :**

يمثل هذا الاقليم النهاية الحدية لامكانيات الزراعة الجافة والتي تتحمل الظروف الاشد قساوة مثل الشعير والاشجار المثمرة التي تناسب هذه الظروف ، ولا تجوز الزراعات البعلية بعد هذا الاقليم ويمثل الحزام الحدي ونطاق ضمان حماية الاراضي الزراعية والاراضي الرعوية .

وتجود في هذا الاقليم الاشجار والمزروعات الاخرى متى ما توفر الري ، واحياناً يحتاج الى الري التكميلي.

*** اقاليم المراعي الجافة :**

وتضم السهوب والبوادي والبوادي الهامشية :

هذه الاقاليم تمثل المراعي الطبيعية الجافة التي تتوفر فيها الاعشاب الرعوية الموسمية خلال الفترة الممطرة من السنة والتي يمكن الاعتماد عليها في الانتاج الحيواني.

وأول مراتب هذه الاقاليم هو اقليم السهوب الذي يمتاز بغزارة رعوية جيدة خلال هذه الفترة ، تليه البوادي ، وهي التي تغطى المساحات الواسعة في الوطن العربي وخاصة في سوريا والاردن والسعودية والعراق وموريتانيا وجيبوتي والصومال ويغيب هذا الاقليم من لبنان ، وأخيراً البوادي الهامشية.

تجود في هذا الاقليم الزراعات المروية في حال توفر المصدر المائي.

أ) إقليم السهوب:

يمثل هذا الاقليم الوسط الملائم لنمو المراعي الطبيعية التي تعتمد عليها الحيوانات في الرعي ، ولا يوجد مجال للزراعات الجافة (البعلية) التي تعتمد علي الامطار في هذا الاقليم .

وتتوقف حمولة المنطقة الرعوية ، ومدى استيعابها للحيوانات ، على طبيعة المراعي ، وعلى غزارة الاعشاب وانواعها وفترة نموها .

تتألف نباتات هذه المراعي من الاعشاب الرعوية الحولية والمعمرة . وتعتمد بدرجة اساسية على الامطار خلال الفترة الباردة الى المعتدلة من السنة ، حيث يكون نموها في أوجه ، وبالتالي يتوفر الكلأ للحيوانات الاقتصادية وخصوصاً الأغنام.

وتشكل هذه المناطق ثروة هائلة في الوطن العربي يعتمد عليها في الانتاج الحيواني، وان كانت مهددة بالظروف الجوية ، وبالوضعية المناخية وتوفر الشروط البيئية الاخرى اللازمة لاستمرار النمو.

وقد تهددها رغبات بعض المغامرين الذين يعمدون الى كسر هذه المراعي البكر ، وتحويلها الى اراضي زراعية لانتاج المحاصيل الاقتصادية . ونظراً لعدم توفر الظروف البيئية الملائمة للانتاج الزراعي الاقتصادي الجاف ، تتعرض هذه المزروعات الى التلف والهلاك ، بينما تتعرض الاراضي الى الانجراف الهوائي (بالرياح التي تهب على المنطقة) والانجراف المائي (بالامطار الاعصارية)، مما يزيل معالم المرعى ويفقد الأمل في المحافظة عليه ، ويزيد من القحولة والتصحر.

واذا توفر المصدر المائي لهذه المناطق ، أمكن للزراعات المروية ان تنجح فتشكل ما يشبه الواحات والجزر الخضراء.

ويشمل هذا الاقليم العائلة المناخية للبحر الابيض المتوسط

ب) إقليم البوادي :

يعتبر هذا الاقليم الوسط الملائم للمراعي الأقل جودة وكثافة وتنويعاً من مراعي السهوب السابقة ، وهو استمرار للمناطق الرعوية التي تعتمد عليها الحيوانات الطليقة في رعيها ، وقد تعيش عليها الحيوانات لفترة طويلة خلال موسم النمو.

وتتوقف هذه المراعي خلال الصيف ، ما عدا في المناطق التي تحوي رطوبة أرضية، او سياحات مائية ، مما يوفر لها ظروفاً بيئية مناخية خاصة ، تسمح للنباتات شبه المائية والمائية بالنمو فيها ، كما هو الحال في منطقة الاهوار بالعراق وغيرها.

واذا ما تعرضت هذه المناطق الى نزوات المغامرين ، تعرضت الى ذات المشكلة في اقليم السهوب المذكور آنفاً ، مما يزيد في تصحر المنطقة ، وتحويلها الى مصدر للتلوث والكثبان الرملية المتحركة .

ويمكن أن تنجح الزراعة في هذا الإقليم إذا ما توفرت لها سبل الري الاصطناعية المناسبة فتشكل ما يشبه الواحات والجزر الخضراء.

ج) إقليم البوادي الهامشية :

يتعرض هذا الاقليم ألى ضآلة النباتات الرعوية الموجودة بالإقليمين السابقين ونـدرتها، وتتوفر فيه الأعشاب الأكثر قساوة وتحملاً للظروف البيئية السائدة فيه.

لذلك فإن قيمتها الغذائية منخفضة نوعاً ما عن إقليمي البوادي والسهوب السالفي الذكر.

تتعرض هذه المنطقة الى الانجرافين : الهوائي والمائي المذكورين سابقاً ، كما وتعتبر مصدراً للتلوث ، وتؤثر على المناطق المجاورة ، وتتحرك فيها الكثبان الرملية، لتغزو المناطق المجاورة ، ويمكن ان تنجح الزراعة هنا اذا ما توفرت مصادر الري اللازمة.

د) إقليم الأعشاب الصحراوية :

يعتبر هذا الاقليم أكثر الاقاليم ضراوة علي الحياة النباتية من الاقاليم السابقة، وعلى هذا الأساس فان الغطاء النباتي المميز لهذا الاقليم مجدب وفقير جداً ، ولا توجد فيه سوى الاعشاب الصحراوية . وقد تكون هذه الاعشاب ذاتها مفقودة في بعض الاماكن لعدم توفر الظروف الملائمة لها، والمظهر العام لهذا الاقليم هو خلوه من مظاهر الحياة ، إلا في مناطق التجمعات العشبية المبعثرة التي قد تقتات عليها الإبل.

وتنجح الزراعة في هذا الإقليم إذا ما توفرت وسائل الري اللازمة للمزروعات، وكذا الظروف الجوية الاخرى ، بالاضافة الى نوع التربة .

وتتحرك الكثبان الرملية بشكل شديد في مواقع معينة من هذا الاقليم تبعاً لدرجات تعرضها للرياح ، كما تتأثر بعملية الانجراف المائي. وتوجد مظاهر الزراعة والواحات في أماكن محددة ، حيث تتوفر الرطوبة في مجاري الوديان ومناطق التبقعات المائية .

ويمكن تلخيص هذه الاقاليم في الجدول رقم (5)

جدول رقم (5)

الاقاليم المناخية الزراعية والمتوسطات المناخية في كل اقليم

الاقليم	معدل الهطول السنوي (ملم)	الرطوبة النسبية (٪)	التبخر السنوي (متر)	البخرنتح الأعظمي (متر)	الاحتياج المائي (1000م3/هـ)			السطوع الشمسي (٪)	التباين الحراري السنوي (مئوية)	معدل سرعة الرياح السنوية (م/ث)	المجموع الحراري فوق (10)م (1000مئوية)
					المحاصيل الشتوية	المحاصيل الصيفية	الاشجار المثمرة				
الغابات	1800-1000	80-60	1.5-1.2	1.3-0.9	3.5-2.0	7.5-5.0	8.0-5.0	59	30-20	3.5-2.5	4.5-2.0
البساتين	1000-800	80-60	1.8-1.0	1.4-1.0	4.5-4.0	8.0-7.5	12.0	65	30-20	3-2	5.5-4.5
الزراعات الواسعة	700-400	80-45	1.5-1.2	1.6-1.1	4.5-4.0	9.5-8.5	14.0-12.0	66-62	30-20	4-3	6.0-5.0
الزراعات المكثفة	400-250	70-40	2.0-1.5	1.6-1.2	6.0-4.5	11.5-9.5	17-14	68	34-30	4-2.8	6.5-5.5
الزراعات الهامشية	225-150	80-40	2.5-2.0	1.7-1.3	6.5-6.0	12.5-11.5	17.5-17	62-60	39-32	3.8-2.2	7.0-6.5
السهوب	150-115	70-40	3.0-2.5	1.8	7.0-6.5	13.0-12.5	18.5-18	-	36-32	2.8-2	7.5-7.0
البوادي	125-75	70-45	4.0-3.0	2.1-1.7	7.0-6.5	13.0-12.5	-	-	32-25	2.5-2	8.0-7.5
البوادي الهامشية	75-25	40	5.0-4.0	2.2-2.0	7.0-6.5	13.5-13.0	17-15	-	36-32	3.5-3	8.5-8.0
الاعشاب الصحراوية	25-0	40-25	6.0-4.0	2.4-2.2	7.5	14	18	83	35-25	3-2	9.0-8.5

وبناءً على ذلك وضعت المشابهات المناخية في الوطن العربي كما يلي :

6-2 المشابهات المناخية :

الإقليم المعتدل :

* زراعات نصف جافة متوسط :
  - وهران والأصنام (الجزائر)
  - فاس ومكناس (المغرب)
  - رام الله والقدس (فلسطين)
  - أدلب (سوريا)

الإقليم الدافئ :

* زراعات نصف جاف علوي :
  - صفاقس (تونس)
  - زوارة (ليبيا)
  - كتم (السودان)
* سهوب شبه صحراوي علوي :
  - بسكرة (الجزائر)
  - اجدابيا (ليبيا)
  - العريش (مصر)
* صحراوي قاحل متوسط :
  - جالو (ليبيا)
  - حرض (اليمن)
  - الهفوف (السعودية)

الإقليم الحار :

* زراعات نصف جافة سفلي
  - أغادير (المغرب)
  - درنه (ليبيا)

الإقليم الحار زائد متوسط :

* زراعات نصف جافة سفلي

- كهيدي (موريتانيا)

- كوستي (السودان)

- برديرا (الصومال)

* زراعات نصف جافة متوسط :

- مبوت (موريتانيا)

- الرنك وسنجة وغزالة جاوزت (السودان)

* اشباه بوادي شبه صحراوي سفلي:

- نواذيبو (موريتانيا)

- جده (السعودية)

- بريمي (سلطنة عمان)

- المكلا (اليمن)

* صحراوي متوسط :

- جيبوتي (جيبوتي)

- دردیب (السودان)

أُلحِقَ بالكتاب العام عدة ملاحق منها ملحق المعلومات المناخية الذي إشتمل على أحداثيات محطات الرصد في المرحلة الاولى (خط العرض - خط الطول والارتفاع) وبلغ عدد تلك المحطات 170 محطة في 11 قطر ، كذلك اشتمل الملحق على متوسطات العناصر المناخية الشهرية والسنوية لكل تلك المحطات والعناصر المناخية المشمولة هي: الإشعاع الشمسي، سرعة الرياح ، الأمطار ، الحرارة العظمى، الحرارة الصغرى، العظمى المطلقة ، الصغرى المطلقة ، الرطوبة النسبية ، البخر من حوض التبخر والبخر

من انبوبة بيشي ، عدد أيام الهطول ، دليل البيئة المناخية ، هذا بالاضافة إلى ملحق خاص بالمعلومات الجغرافية والرصدية من مواعيد الرصد إلى العناصر التي يتم رصدها وفي ختام الكتاب نجد المتطلبات المناخية لمحاصيل القمح ، والشعير والعدس، والارز ، والذرة، والفول السوداني، والبطاطس، والقطن ، والحمضيات والفواكه الاخرى والخضار والاعلاف والذرة الشامي.

لقد تطورت دراسة الأطوار الفينولوجية من المراقبة والمشاهدة والقياسات اليدوية أو الحقلية أو الكلاسيكية إلى إدخال الحاسابات الإلكترونية . وتوجد الآن في بعض محطات الارصاد الزراعية نماذج لمحطة أوتوماتيكية تعطي كل ثلاث دقائق المعلومات المتوفرة عن الطقس ورطوبة التربة والمياه والحرارات والإشعاع وكافة العناصر الاخرى أو المتيسرة ليتمكن من متابعته بالحسابات الالكترونية ومعرفة مدى الحيدان .

وإن الاسترسال في الارصاد الفينولوجية الكلاسيكية وبقاءها على الروتين لا تعطي قوة الدفع والحركة اللازمة لها لتصل الى المستوى الفعال من العطاءات التي ينتظر منها الشئ الكثير في الدلالات النباتية المتوفرة أو الظاهرة في النبات . ولا يقف الموضوع عند هذا الحد وإنما يحتاج الى زيادة من التفصيلات والمعطيات الخاصة بالوسط وبشروط النبات نفسها وعلى سبيل المثال نقدم نماذج من هذه الشروط :

القطن :

يحتاج في أول نموه لجو دافئ (لذا تضره الرياح والبرودة) وكثرة الضباب والنبات صغير يعرضه للأمراض الفطرية . والجو الحار ضروري للقطن خصوصاً وقت التزهير. أما وقت تفتح اللوز فيضره ، وإعتدال الرياح يفيد.

يحتاج لدرجة 20° مئوية خلال نموه ودرجة (20° - 30°) مئوية خلال الإزهار وتتساقط الأزهار على 22° مئوية ويحتاج لدرجة 26° مئوية خلال تفتح اللوزات ودرجة (25° - 26°) مئوية عند التفتح .

الجو الملبد بالغيوم يؤخر النمو . يتأثر القطن كثيراً بتقلبات الجو ، حيث ان موجات الحر الشديدة والمصحوبة بالرطوبة في الخريف تؤثر عليه . البرد في الربيع ايضاً يؤثر عليه حيث تتضرر البادرات . الصقيع الخريفي يؤثر على القطن المتأخر ، وهو من نباتات النهار القصير.

الحمص :

من نباتات النهار الطويل يناسبه الجو الجاف المعتدل الحرارة ، لا يتحمل البرودة ولا الرطوبة – الحرارة الملائمة للإنبات 15° – 18° درجة مئوية وللعقد البكتيرية 25° درجة مئوية . تؤثر شدة السطوع على نموه .

الفول السوداني (الفستق السوداني) :

يحتاج لجو حار ، وإضاءة مع سطوع كافٍ . وينمو جيداً بوجود الحرارة المرتفعة، ويحتاج إلى دفء لمدة 20 يوماً بحيث تكون درجة الحرارة 22° – 25° درجة مئوية. نضج الحبوب يحتاج لجو معتدل . الرطوبة العالية تسبب الاصابة بمرض الأفلاتوكسين .

القمح :

يوافقه الجو المعتدل في بدء نموه . درجة الحرارة المثلى للإنبات هي 25° درجة مئوية ، والصغرى 3° – 4.5° مئوية ، والعظمى 30° – 32° درجة مئوية .

النمو الخضري يحتاج لحرارة معتدلة ، قبل الإزهار لحرارة منخفضة وقبل النضج حرارة مرتفعة .

مجموع الحرارات اليومية اللازمة هي 2330 وحدة حرارية Degree Days بواقع:

150 وحدة في الخريف

500 وحدة في الشتاء

850 وحدة في الربيع

800 وحدة في الإزهار والنضج

لا يتم الإزهار إذا كانت درجة الحرارة أقل من 16° مئوية ، حيث يحتاج الى 20 درجة مئوية ، يتأثر بالصقيع والرياح خلال الإزهار، من نباتات النهار الطويل.

الشعير:

ينمو في الأجواء الحارة والباردة . درجة الحرارة الملائمة من 28° – 30° درجة

مئوية ، الصغرى 3° - 4° مئوية والمثلى 20° مئوية. يتحمل الحرارة المتجمعة 1858 وحدة حرارية . ينمو بنجاح في المناطق الجافة والهامشية ، من نباتات النهار الطويل.

الذرة الرفيعة (الذرة البيضاء) :

ويفيدها الدفء وتتضرر من كثرة الرطوبة الجوية . الدرجة الملائمة للنمو هي 26 درجة مئوية . الدرجة الدنيا للإنبات هي 4° - 7° مئوية . وإذا انخفضت درجة الحرارة عن 15° درجة مئوية فإن النمو يبطئ جداً . تتحمل درجات الحرارة من 10° - 40° مئوية . تتحمل الرياح الساخنة . يؤثر عليها الصقيع الخريفي وهي من نباتات النهار القصير.

الفول (الفول المصري):

وتضره الرياح والأمطار وقت الإزهار ، ويلائمه الجو المعتدل الحرارة . المدى الحراري بين الليل والنهار في الشتاء هو 6° درجات مئوية ، وفي الربيع 7 درجات مئوية (30° درجة مئوية نهاراً و 22° درجة مئوية ليلاً) في الشتاء و (26 درجة مئوية نهاراً و 20 درجة مئوية ليلاً) في الربيع .

الأرز :

يحتاج في أطوار نموه الأولى الى دفء وحرارة لا تقل في الصيف عن 25 درجة مئوية ورياح خفيفة ورطوبة نسبية معتدلة . البرودة و انخفاض درجة الحرارة تؤخر نموه ، مما يؤدي لتأخير النضج ، وبسبب هذا التأخير يتعرض المحصول للأمطار وقت الحصاد والدراس ، مما يؤدي للضرر الكبير في الحبوب الناتجة .

الرياح الشديدة بعد تكوين السنابل تتسبب في رقاد النباتات ، وبعد النضج تؤدي لتساقط الحبوب على الأرض . عند الحصاد يحتاج الأرز الى جو معتدل الحرارة والرطوبة النسبية لكي لا تفرط سنابله ، ويتأثر بانخفاض الحرارة وقت الحصاد.

الحرارة المثلى للإنبات هي 30° - 35° درجة مئوية ، الدنيا 10° - 13° درجة مئوية للإنبات ، 15° - 20 درجة مئوية للنمو و 20° - 25° درجة مئوية للنضج .

الذرة الشامية (الذرة الصفراء) :

ويناسبها دفء الجو ليلاً ونهاراً مع وفرة ساعات الإضاءة وهي شديدة التأثر بالظواهر الجوية . تؤثر عليها الرياح الحارة الجافة وقت الإزهار مما يؤدي لذبول اعضاء التأنيث والمياسم فتصبح غير صالحة للإلقاح ولا تتكون حبوب اللقاح .

الطقس البارد الرطب يعيق تناثر حبوب اللقاح وقد يمنعه ، بينما نجد ان الجو الجاف يسهل تناثر حبوب اللقاح إلا أنه قد يؤدي لعدم تلاؤم الكيزان .

إن شدة الحرارة وكثرة البرودة وزيادة الرطوبة تؤدي لقلة المحصول والحبوب الناتجة . الرياح الشديدة بعد السقاية تسقط الكيزان على الأرض فتتلفها.

يجب ألا يقل متوسط حرارة الصيف عن 22° درجة مئوية ، الدرجة المثلى 31° – 32° درجة مئوية ، بينما لا تنمو النباتات في درجة حرارة أقل من 4° درجة مئوية أو مرتفعة عن 45° درجة مئوية .

الوحدات الحرارية المتجمعة (Degree Days) هي 2280

الدرجة الملائمة للنمو الخضري هي 10° درجة مئوية وتزهر في 20° درجة مئوية وحتى درجة 40° مئوية . أثناء النمو يحتاج المحصول لحرارة مرتفعة ، في حين يحتاج لحرارة معتدلة وقت الإزهار .

يؤثر على الذرة الشامية الصقيع الربيعي المتأخر. يتأثر المجموع الخضري بدرجة – 1.1° مئوية ويتلف بدرجة – 4° درجة مئوية . من نباتات النهار القصير.

الموز :

يعتبر الموز من النباتات التي لا تتحمل الصقيع ، ويتأثر بالإنخفاض الحراري أو بالسقوط الحراري المفاجئ.

يوافق الموز الجو الدافئ والحار وتناسبه درجات الحرارة والرطوبة المرتفعة .

ويتأثر الموز بالرياح حيث تؤدي الى تمزيق أوراقه وتعطيل عملياته الفسيولوجية ، لذا يحاط حقل الموز بالاشجار أو النباتات المعمرة .

ويناسب الموز الأجواء الساحلية التي تفيد في حفظه ويتأثر بالتباين الحراري .

وحيث ان المناطق الساحلية تتعرض للبرد الناتج من الغيم ، فإن ذلك يؤثر على أوراق الموز ويؤدي إلى الإضرار به .

ويؤثر الصقيع الربيعي والخريفي على الموز ، مما يؤدي الى ضياع المحصول ، وفي حالات تدني الحرارة بصورة كبيرة ، يموت النبات الأم .

الكتاب العام للمرحلة الثانية يشمل تقريباً نفس المحتويات ولكن بالنسبة لأقطار المرحلة الثانية وهي أقطار شبه الجزيرة العربية وموريتانيا والصومال وجيبوتي.

كذلك صدر الأطلس المناخي للمرحلة الأولى و الأطلس المناخي للمرحلة الثانية والأطلس المناخي العام للوطن العربي. تحتوى تلك المصورات (الاطالس) على خطوط التساوي للعناصر المناخية الرئسية : الاشعاع الشمسي، سطوع الشمس، الحرارات العظمى والصغرى ، الهطول ، سرعة الرياح، البخرنتح ... الخ.

في عام 1978 أصدرت المنظمة كتاب المرحلة الثالثة وهو عبارة عن دمج المرحلة الاولى مع الثانية وتوضيح المشابهات المناخية في الوطن العربي، وفي عام 1980 أصدرت المنظمة خلاصة الدراسة باصدار مصور البيئة الزراعية في الوطن العربي والذي اشتمل على 15 أطلس وكتاب كدليل لمصورات البيئة الزراعية 5 أطالس للبيئة الزراعية الطبيعية و 5 للبيئة الزراعية الاجمالية، و 5 للبيئة الزراعية الممكنة ولعل الخلاصة النهائية لتلك الدراسة تتمركز في مصور البيئة الزراعية الممكنة التي يمكن من خلالها رؤية المشابهات البيئية بوضوح بين أرجاء الوطن العربي. ولقد هدفت الدراسة من الوصول لهذا المصور للاستفادة منه في نقل نتائج البحوث من منطقة معينة الى أي منطقة تقع في بيئة زراعية مشابهة وكذلك نقل العينات من منطقة اثبتت نجاحاً فيها الى أي منطقة اخرى تقع في نفس البيئة الزراعية وكذلك تبادل التقنيات بين المناطق المتشابهة ، هذا بالاضافة الى ان الدراسة جمعت كمية هائلة من المعلومات المناخية ومتوسطات العناصر المناخية لأكثر من 200 محطة رصد في الوطن العربي.

ومن أهم النتائج التصنيف البيئي المناخي الحيوي الزراعي والأقاليم المناخية ، كما موضح بالجدول رقم (6) :

لقد بذلت في هذه الدراسة جهودٌ كبيرة في جمع المعلومات وتحليلها واصدار الكتب والكتيبات والمصورات يمكن الاستفادة منها بالصورة المطلوبة.

جدول رقم (6)

التصنيف البيئي المناخي الحيوي الزراعي والاقاليم المناخية

التصنيف البيئي المناخي	التصنيف المناخي الحيوي الزراعي	الأقاليم المناخية الزراعية
فوق رطب	(فوق رطب)	إقليم الغابات الكثيف
رطب	رطب رطب إنتقالي	إقليم الغابات الزراعي « الإنتقالي»
شبه رطب	شبه رطب إنتقالي شبه رطب متوسط شبه رطب خفيف	إقليم الأنجم والعيص السوداني « إقليم الشجيرات والسهوب السوداني»
شبه جاف	شبه جاف خفيف شبه جاف متوسط شبه جاف شديد	إقليم الزراعات الواسعة
جاف	جاف خفيف جاف متوسط جاف شديد	إقليم الزراعات الممكنة والهامشية
شبه صحراوي	فوق جاف خفيف فوق جاف متوسط فوق جاف شديد	إقليم البوادي
صحراوي حقيقي	فوق جاف شديد جداً	إقليم الأعشاب الصحراوية

2-7 توصيات دراسة المناخ الزراعي :

لعله من المفيد جداً قبل الشروع في أي دراسة النظر للتوصيات التي صدرت عن دراسات سابقة في نفس المجال ، ورؤية ما تم تنفيذه منها وما لم يتم تنفيذه ولذلك نستعرض هنا التوصيات التي صدرت عن دراسة المناخ الزراعي وأهمها ما يلي:

- تأهيل المهندسين الزراعيين وتدريبهم في مجال المناخ الزراعي والبيئة الزراعية وذلك عن طريق الدورات التدريبية .
- إدخال مقرر البيئة الزراعية والمناخ الزراعي في المعاهد العليا وكليات الزراعة والعلوم النباتية وفي الدراسات العليا.
- تحديث الاجهزة الخاصة بالرصد الجوي الزراعي وتوحيد انواع الاجهزة .
- إعادة النظر في شبكات الرصد الجوي الزراعي لتغطي المناطق الزراعية الهامة.
- إقامة معهد إقليمي للأنواء الزراعية (الارصاد الزراعي).
- إنشاء جهاز مركزي لبنك المعلومات المناخية الزراعية .
- التعاون مع الهيئات والمنظمات العربية والعالمية العاملة في المجال الزراعي لتطوير العمل في مجال البيئة الزراعية (اللجنة الدائمة للارصاد الجوية في الجامعة العربية – منظمة الارصاد العالمية).
- إقامة ندوة علمية حول نتائج هذه الدراسة .
- إعادة تقويم هذه الدراسة كل عشر سنوات مع تحديث بنك المعلومات.

الباب الثالث

الدراسات القطرية 1997

الباب الثالث
الدراسات القطرية 1997

كما ذكر في المقدمة فإن المنظمة العربية للتنمية الزراعية قد طلبت من الدول الاعضاء تنفيذ دراسات قطرية تمثل المكون الأول لمشروع تعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري ، ولقد وضحت الورقة الخاصة بالاطار العام والشروط المرجعية لمهمة اعداد الدراسات القطرية العناصر الفنية لتلك الدراسات وهي:

- حصر محطات الرصد الجوي الزراعي.
- تقويم استخدام معلومات الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري .
- تحديد المؤسسات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي.
- تحديد المعوقات الرئيسية التي تعترض إستخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري.
- تقديم مقترحات لتطوير الرصد الزراعي في ادارة الري (برامج تدريبية ، برامج ارشادية ...الخ).

استجابت 13 دولة لطلب المنظمة العربية للتنمية الزراعية وهي: موريتانيا، المغرب، الجزائر ، ليبيا ، مصر ، فلسطين ، الاردن ، سوريا ، العراق ، الكويت ، اليمن، السودان، سلطنة عمان.

تفاوتت الدراسات القطرية في شموليتها وتغطيتها للعناصر الفنية الخمسة التي وردت في الاطار العام والشروط المرجعية المذكورة اعلاه ، بعض التقارير غطت كل العناصر الفنية بصورة جيدة وبعضها أغفل بعض العناصر الفنية تماماً.

3-1 حصر محطات الرصد الزراعي :

بالنظر إلى العناصر الفنية للدراسة يلاحظ أن العنصر الاول وهو حصر محطات الرصد الجوي الزراعي لم تتم تغطيته بصورة وافية ، باستثناء سوريا ومصر ولحدٍ ما الاردن والمغرب والسودان .

يوضح الجدول رقم (7) ان حوالي 41 محطة فقط ، من مجموع 158 محطة بالجزائر ، تقوم برصد معظم العناصر المناخية . وتوضح الدراسة القطرية أن أغلب هذه المحطات بها آلات لقياس الأمطار فقط . في السودان تغطي محطات الرصد الجوي كل القطر ، موزعة توزيعاً جغرافياً يتناسب ومساحة القطر ، إلا أن بعض المحطات التي تقع في مناطق الحرب تم إغلاقها تماماً ، وكذلك تلك المحطات التي يصعب الوصول إليها كما موضح بالجدول رقم (8).

الجدول رقم (9) يوضح ان توزيع محطات الرصد بالاردن مقسم الى خمس مناطق رئيسية هي منطقة وادي الاردن ، منطقة الاغوار ، منطقة المرتفعات الشمالية ، منطقة البادية ومنطقة المرتفعات الجنوبية ، وتتكون شبكة محطات الرصد الجوي التابعة لدائرة الارصاد الجوية من 35 محطة رصد جوي تخدم الأغراض الزراعية وغير الزراعية ، وتنتشر في جميع انحاء المملكة الاردنية الهاشمية . تجدر الاشارة الى أن هناك أربع محطات تقع تحت سطح البحر (تتراوح ما بين 170 إلى 350 متراً تحت سطح البحر).

في مصر تقوم محطات الرصد الجوي بقياس عدد من مكونات المناخ، تشمل سرعة واتجاه الرياح ، درجات الحرارة (العظمى والصغرى والمتوسطة) ، الامطار والضغط الجوي ، وتضيف إلى تلك المكونات قياس درجة حرارة التربة والتبخر، وهناك عدد قليل من المحطات تقوم بقراءة السطوع الشمسي (جدول 10).

أما محطات الرصد الجوي في سوريا ، فإنها تنقسم الى قسمين : قسم به المحطات التي تم إنشاؤها قبل عام 1993 ، وتلك التي انشئت بعد 1993. يلاحظ أن كل المحطات التي أنشئت بعد عام 1993 أضيفت إليها الأجهزة التي تقوم بقياس الاشعاع الشمسي ، بينما تنعدم هذه الاجهزة في المحطات التي تم انشاؤها قبل هذا العام. وتتميز محطات الرصد الجوي بسوريا عن غيرها في أنها تقوم أيضاً بقراءة شدة الهطول ورطوبة التربة والظواهر الجوية كما موضح في الجدول رقم (11).

3-2 تقويم استخدام معلومات الرصد الجوي في ادارة الري:

كذلك العنصر الثاني وهو تقويم استخدام معلومات الرصد الجوي الزراعي في إدارة الري ، إذ لم يتم التقويم بصورة واضحة بل خلاصة الدراسات ان الإستخدام

جدول رقم(7)

محطات الرصد الجوي في المغرب

اسم المحطة	تاريخ التشغيل	خط العرض	الارتفاع متر	خط الطول	نوع المحطة	اسم المحطة	تاريخ التشغيل	خط العرض	الارتفاع متر	خط الطول	نوع المحطة
اكادير المنزه	-	30 '23	22 ، 60	9 '24	3	مراكش	1962	31 '37	465 ، 7	5 '02	3
اكادير المسيرة	-	30 '19	74 ، 14	9 '29	3	مكناس	1920	33 '35	549 ، 4	5 '32	3
الحسيمة	1962	35 '11	12 ، 36	6 '50	3	مدلت	1950	32 '41	1515	4 '44	3
اريلال	-	-	-	-	3	المحمدية	1989	33 '43	5	7 '24	3
بني ملال	1969	32 '22	472 ، 4	6 '24	3	الناضور	1967	34 '09	15 ، 96	2 '55	3
بوعرفة	1980	31 '31	1142	1 '55	3	النواصر	1969	43 '22	206 ، 7	7 '33	3
الدار البيضاء انفا	1964	33 '34	61 ، 50	7 '40	3	ورزازات	1931	30 '56	1140	6 '54	3
الدار البيضاء المطار	1959	33 '37	7 ، 50	7 '37	3	وجدة	1942	34 '47	469 ، 5	1 '56	3
مولاي بوف	-	-	-	-	3	الرباط - سلا	1942	34 '03	76 ، 28	6 '46	3
الداخلة	1991	23 '34	12	15 '54	3	آسفي	1961	32 '17	44 ، 71	9 '14	3
الجديدة	1979	22 '14	27 ، 70	6 '31	3	سيدي افني	1954	29 '22	65 ، 9	10 '11	3
الراشدية	1977	31 '56	1042	4 '24	3	سيدي سليمان	-	24 '14	52 ، 20	6 '02	3
الصويرة	1972	31 '31	7 ، 84	9 '47	3	السمارة	1979	29 '01	300	10 '02	3
فاس سايس	1895	33 '55	476 ، 7	4 '58	3	طانطان	-	25 '36	233 ، 6	10 '05	3
كلميم	1961	29 '00	30 ، 7	1 '04	3	طنجة	1975	35 '43	15 ، 40	5 '54	3
افران	1980	33 '30	1665	5 '10	3	طنجة المطار	1945	35 '47	16 ، 05	5 '48	3
قصبة تادلة	1956	32 '32	516 ، 2	6 '17	3	تازة	-	34 '13	509 ، 2	4 '00	3
القنيطرة	1983	34 '19	12 ، 66	6 '37	3	تاروداانت	1939	30 '30	264	8 '49	3
خريبكة	1975	33 '53	500	6 '54	3	طان طان	1992	35 '35	10	5 '20	3
العيون	1982	27 '10	62	12 '12	3	تزنيت	1914	29 '41	261 ، 4	9 '44	3
الرائش	1976	35 '11	48 ، 90	6 '08	3						

نوع المحطة 3 : ويعنى ان المحطة ترصد معظم العناصر المناخية

جدول رقم (8) : محطات الرصد الجوي في السودان

الرقم المحطة	خط الطول	خط العرض	نوع المحطة	انشائها	تاريخ التوقف	حالة الاجهزة	اعادة التاهيل
1- الجنينة	22 27	13 29	زراعية	1937	-	جيدة	اجهزة زراعية
2- زالنجي	23 29	12 54	زراعية	1943	-	لاتوجد	
3- رشاد	31 03	11 52	سطحية زراعية	1980	-	جيدة	اجهزة زراعية
4- أبوجبيه	31 15	11 25	سطحية	1931	-	لاتوجد	اجهزة زراعية
5- الرنك	32 47	11 45	مائية	1937	-	جيدة	اجهزة زراعية
6- ملكال	31 39	09 33	سطحية مائية	1937	-	جيدة	اجهزة زراعية
7- بانتيو	29 48	09 14	سطحية مائية	1957	1983	لاتوجد	سطحية وزراعية
8- الدمازين	34 24	11 49	سطحية مائية	1962		جيدة	اجهزة زراعية
9- الناصر	33 04	08 37	سطحية مائية	1933	1983	جيدة	اجهزة زراعية
10- أبونعامة	34 08	14 44	سطحية مائية	1963	-	جيدة	اجهزة زراعية
11- سنار	33 37	13 33	سطحية مائية	1921	-	جيدة	اجهزة زراعية
12- كوستي	32 40	13 10	سطحية مائية	1937	-	جيدة	اجهزة زراعية
13- الدويم	32 20	14 00	سطحية مائية	1921	-	جيدة	اجهزة زراعية
14- مدني	33 29	14 24	سطحية مائية	1957	-	جيدة	اجهزة زراعية
15- شندي	33 26	16 42	سطحية مائية	1941	-	جيدة	اجهزة زراعية
16- كريمه	31 51	18 33	سطحية مائية	1936	-	جيدة	اجهزة زراعية
17- الحديبة	33 56	17 34	سطحية مائية	1968	-	جيدة	اجهزة زراعية
18- أبوحمد	35 19	19 32	سطحية مائية	1942	-	جيدة	اجهزة زراعية
19- كسلا	36 24	15 28	سطحية مائية	1921	-	جيدة	اجهزة زراعية
20- أروما	36 09	15 50	مائية زراعة	1925	91/6/12	لا توجد	اجهزة زراعية
21- طوكر	37 44	18 26	مائية زراعية	1973	93/9/1	لا توجد	اجهزة زراعية
22- حلفا الجديدة	36 35	15 19	سطحية زراعية	1970	-	جيدة	اجهزة زراعية
23- أربعات	36 58	19 50	زراعية	1973	1993	لا توجد	اجهزة زراعية
24- سلوم	36 06	19 22		1912	1953	لا توجد	اجهزة زراعية
25- تمالا	- -	- -		1947	-		اجهزة زراعية
26- سنكات	36 50	18 50		1919	-		اجهزة زراعية
27- شمبات	32 32	15 40	سطحية	1955	-	جيدة	اجهزة زراعية
28- نودي	31 51	18 33	سطحية		-	لاتوجد	اجهزة زراعية
29- دنقلا	30 29	19 10	سطحية	1948	-	جيدة	اجهزة زراعية
30- كجبار	- -	- -			-	-	اجهزة زراعية
31- حلفا - أرقين	31 29	21 46	سطحية	1936	-	جيدة	اجهزة زراعية
32- كتم	24 40	14 12	سطحية	1956	-	لا توجد	اجهزة زراعية
33- بارا	30 22	13 42	سطحية	1908	-	-	اجهزة زراعية
34- عبري	30 20	20 48	سطحية	1942	-	-	اجهزة زراعية
35- ام كداده	26 14	13 36	سطحية	1945	-	-	اجهزة زراعية
36- الفاشر	25 20	13 37	سطحية	1921	-	جيدة	اجهزة زراعية
37- الفاو	32 00	10 35	سطحية	1960	-	لاتوجد	اجهزة زراعية

جدول رقم (9) : محطات الرصد الجوي الاردن

الموقع	الارتفاع عن سطح البحر بالمتر	خط العرض ° '	خط العرض ° '	رقم المحطة * WMO No.
* منطقة وادي الاردن				
1- محطة مشتل الباقورة	170-	32 38	35 37	253
2- محطة وادي الريان	200-	32 24	35 35	256
3- محطة دير علا	224-	32 13	35 37	258
* منطقة الأغوار				
1- محطة غور الصافي	350-	31 02	35 28	296
* منطقة المرتفعات الشمالية				
1- محطة أربد	616	32 33	35 51	255
* منطقة البادية				
1- محطة الرمثا	590	32 30	35 59	—
2- محطة وادي الضليل	580	32 09	36 17	267
* منطقة المرتفعات الجنوبية				
1- محطة الربة	920	31 16	35 45	292
2- محطة الشوبك	1365	30 31	35 32	300

* تعطى منظمة الارصاد العالمية (WMO) رقماً معيناً لكل محطة في العالم

جدول رقم (10)

بيان بعناصر البيانات الواردة من كل محطة في مصر

م	المنطقة	المنطقة	نوع المحطة	جهة صدور البيانات	نوع البيانات	عناصر البيانات الواردة														
						WS	WD	Avg. Temp	Min. Temp	Max Temp	%	Soil Temp	Rain	Pressure	Dew Pnt.	Cloud	Solar Rad	ET
1	دمياط	كفر سعد	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
2	الدقهلية	أجا	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
3	كفرالشيخ	سيدي سالم	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
4	الشرقية	أبو كبير	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
5	البحيرة	الدلنجات	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
6	الغربية	قطور	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
7	المنوفية	المنوفية	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
8	القليوبية	شبين القناطر	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
9	الاسماعيلية	الاسماعيلية	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
10	الجيزة	البدرشين	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
11	الفيوم	أطسا	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
12	بني سويف	ناصر	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
13	المنيا	المنيا	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
14	اسيوط	منفلوط	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
15	سوهاج	سوهاج	يدوي	الإرشاد	يومي			X	X	X	X	X	X					X
16	القاهرة	القاهرة	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
17	القاهرة	القاهرة	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
18	الاسماعيلية	الاسماعيلية	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
19	العريش	العريش	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
20	مطروح	مطروح	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
21	اسوان	اسوان	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
22	الاقصر	الاقصر	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
23	الواحات	الواحات	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
24	الطور	الطور	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
25	المنيا	المنيا	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
26	طنطا	طنطا	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
27	المنصورة	المنصورة	يدوي	الهيئة	ساعية	X	X	X	X	X				X	X	X		
28	الاسكندرية	المعجلة	أتوماتيك	المعمل	ساعية	X	X	X	X	X	X	X	X				X	
29	عين شمس	مشتهر	أتوماتيك	المعمل	ساعية	X	X	X	X	X	X	X	X				X	
30	الدقي	الدقي	يدوي	المعمل	يومي			X	X	X	X	X					X	X
31	كلية الزراعة	مشتهر	يدوي	المعمل	يومي			X	X	X	X	X						X
32	الغربية	كفر الزيات	يدوي	المعمل	يومي			X	X	X	X						X	
33	القليوبية	شلقان	يدوي	المعمل	يومي			X	X	X	X							
34	ط/الاسكندرية الصحراوي	البستان	يدوي	المعمل IFAD	يومي	X	X	X	X	X	X							X
35	الاسكندرية	النوبارية	يدوي	المعمل	يومي	X	X	X	X	X	X							X

سرعة الرياح : WS إتجاه الرياح : WD

جدول رقم (11)

محطات الرصد الجوي التابعة للمديرية العامة للارصاد الجوية في سوريا

المحطة / المركز	خط الطول	خط العرض	الإرتفاع عن سطح البحر	الرقم الدولي السطحي	نوع المحطة	الهدف من افتتاح المحطة	درجة الثقة بالمحطة	تاريخ التأسيس	القياسات التي تنفذها: فترات الإنطلاق	أوقات الرصد	حرارة الهواء	الرطوبة الجوية	الرياح	الهطول	ضغط جوي	الاشعاع الشمسي	السطوع	التبخر	حرارة التربة	شدة الهطول	رطوبة التربة	المؤشرات
خراب (م)	36 28	33 30	620	884	مركز ارصاد زراعية	ارصاد زراعية	موثقة	1955	لا يوجد	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
السلمية (م)	37 13	36 20	425	200	=	=	=	1957	=	=	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
مسكة (م)	38 05	36 01	350	299	=	=	=	1975	=	=	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
الرقة (م)	39 00	35 57	251	39	=	=	=	1957	=	=	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
الصكة (م)	40 45	36 30	300	16	=	=	=	=	=	=	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
بيقا (م)	35 48	35 32	50	441	=	=	=	=	=	=	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
حماه (م)	36 45	35 08	316	30	=	=	=	1955	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
اللاذقية (م)	36 39	35 56	446	17	=	=	=	1957	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
دير الزور (م)	40 09	35 20	204	45	=	=	=	1952	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
تل شهاب (هـ)	35 59	32 42	299	944	=	=	=	1958	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
الزرع (هـ)	36 15	32 51	575	955	=	=	=	=	=	4	+	+	+	+	+	-		+	+	+	+	-
عين العرب (م) (هـ)	36 38	32 43	1510	970	=	=	=	1962	=	4	+	+	+	+	+	-		+	+	+	+	-
مرغليا	36 10	33 48	1400	585	محطة زراعية	=	=	1970	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
طرطوس	35 53	34 53	15	50	=	=	=	1957	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
جبلة	35 57	35 22	45	455	=	=	=	1976	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
حمص	36 43	34 45	487	55	=	=	=	1950	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
الكريم	36 20	35 26	205	535	=	=	=	1966	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
السلمية	32 02	35 00	480	29	=	=	=	1956	=	4	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-
إ- ايلو	36 28	33 30	620	-	=	دراسات هيدرولوجيا المياه السطحية	=	1993	=	4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
المختارية	36 74	34 75	487	-	=	=	=	1933	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
تيزين	36 75	35 13	316	-	=	=	=	1993	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
مريمين	37 22	36 18	392	-	=	=	=	1993	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
القاسم الشمالي	37 57	36 50	300	-	=	=	=	1993	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-
خان أرنبة	36 70	23 90	943	-	=	=	=	1993	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-
حد حيرس	33 52	35 32	16	-	=	=	=	1996	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-
الحمبية	35 56	34 43		-	=	=	=	1997	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-
معضة	37 12	34 08	1100	-	=	=	=	1995	=	4	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	-

ملاحظة: + توجد - لا توجد

ضعيف ، هذا إن وجد أساساً ، مع العلم بأن هنالك استخدامات واضحة في بعض البلدان ومنها السودان.

بدأ استخدام معلومات الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري في السودان منذ منتصف السبعينات وذلك في مشروع الجزيرة الذي تبلغ مساحته 800 ألف هكتار ، إذ يتم حساب الاحتياجات المائية للمساحات المزروعة من المحاصيل المختلفة حسب تواريخ الزراعة واستخدام معامل المحصول الذي حددته محطة بحوث الجزيرة ومعدل البخر نتح الأعظمي الذي يتم حسابه من العناصر المناخية الأربعة : سطوع الشمس ، حرارة الهواء، رطوبة الهواء وسرعة الرياح باستخدام معادلة بنمان المعروفة ، يتم حساب الاحتياجات المائية للتركيبة المحصولية وبالمساحات التي تحددها ادارة مشروع الجزيرة، يتم تحديد الاحتياجات المائية كل عشرة أيام ومقارنة الاحتياجات الكلية مع سعة القناة الرئيسية للتأكد من أن الاحتياجات المائية لا تزيد عن سعة القناة الرئيسية في أي فترة من المواسم . وكان خير تطبيق لهذه الطريقة في موسم 1975 عندما قررت الحكومة الاكتفاء الذاتي من القمح وطالبت مشروع الجزيرة باستزراع 240 ألف هكتار من القمح ولكن عندما تم حساب الاحتياجات المائية الكلية للقمح والقطن والخضروات اتضح ان الاحتياجات المائية في شهر نوفمبر تصل الى 38 مليون متر مكعب في اليوم وهي تزيد عن السعة القصوى للقناة الرئيسية بحوالي 6.5 مليون مترمكعب في اليوم وبناءاً على ذلك اقتنعت الحكومة بتقليص المساحة الى 160 ألف هكتار وكانت الاحتياجات الكلية حوالي 31.5 مليون متر مكعب في اليوم وهذه تساوي السعة القصوى للقناة الرئيسية .

في السنوات الأخيرة تم استخدام المقننات المائية للتوزيع العادل لمياه الري على طول القناة الرئيسية . يبلغ طول القناة الرئيسية للجزيرة حوالي 200 كيلو متر ومن المعلوم في كل المشاريع الاروائية أن المناطق الزراعية في بداية شبكة الري تأخذ أكثر من حاجتها من الماء بينما تتأثر المناطق في مؤخرة شبكة الري بنقص المياه التي تصل اليها مما يؤدي الى تعطيش المحاصيل وتدني الانتاجية وكان هذا هو الحال على طول القناة الرئيسية بمشروع الجزيرة حيث كانت أقسام المقدمة تأخذ أكثر مما تحتاج إليه وأقسام المؤخرة تشكو دائماً من شح المياه ولكن في السنوات الثلاث الاخيرة وبعد استخدام المقننات المائية لتحديد احتياجات كل قسم من المياه أصبح مهندسو الري

يسمحون فقط للأقسام العليا باحتياجاتها المائية وتمرير الباقي لأقسام المؤخرة مما أدى الي التوزيع العادل وتحسن الانتاجية في الاقسام الطرفية .

كذلك تم تطبيق استخدام المقننات المائية والتي تعتمد على العوامل المناخية على مستوى القناة الصغيرة التي تروي مساحات تتراوح ما بين 200-800 هكتار، إذ أصبح طلب الماء يحسب من المساحات المزروعة والتركيبة المحصولية وتواريخ الزراعة (معامل المحصول) والعوامل المناخية (البخر نتح الأعظمي).

أما في سوريا فقد أوضح التقرير استخدامات كثيرة للرصد الجوي الزراعي في مجالات عدة ولكن بالنسبة للاستخدام في ادارة الري فيقف دور المديرية العامة للارصاد الجوية في تجهيز المعلومات المناخية المطلوبة وخاصة البخر نتح الاعظمي المقدر بمعادلة بنمان إلى وزارة الزراعة والاصلاح الزراعي.

الجدير بالذكر ان سوريا تعتبر من الاقطار التي أولت اهتماماً كبيراً للرصد الجوي الزراعي وإنشاء محطات للرصد الجوي الزراعي مجهزة تماماً وتقوم بالرصد الفينولوجي للمحاصيل بجانب الرصد الجوي وهي من الدول القلائل التي ورد في تقريرها حصر واف لمحطات الرصد والعناصر المناخية التي ترصد فيها وكذلك المحاصيل التي يتم الرصد الفينولوجي لها.

وفي سلطنة عمان هنالك ثمان محطات بها العناصر المناخية المطلوبة لحساب البخرنتح المرجعي، ولقد ورد في التقرير القطري لسلطنة عمان قيم البخرنتح المرجعي لكل شهر من شهور السنة للمحطات الثمان ، وذلك بإستخدام معادلة بنمان – مونتيث . الجدير بالذكر أن سلطنة عمان ومصر هما الدولتان اللتان أوردتا في تقريريهما إستخدام معادلة بنمان – مونتيث ، والتي تعتبر أحدث المعادلات الحسابية لحساب البخرنتح المرجعي بإستخدام عناصر المناخ المختلفة .(جدول 12 و 13).

3-3 تحديد المؤسسات المسؤولة عن الرصد الجوى الزراعي:

في أكثر من نصف الاقطار التي وردت منها تقارير هنالك اكثر من جهة مسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي . أما في مصر وليبيا والعراق والسودان فإن هنالك جهة واحدة مسؤولة وهي المديرية العامة للارصاد الجوي وكذلك في الكويت فإن الجهة الوحيدة هي الطيران المدني.

جدول رقم (12)

معدلات البخرنتج الشهري (ETo) محسوبا بمعادلة بنمان – منتيث
في ثمانية مواقع مختلفة بسلطنة عمان

معدلات التبخر لكل من السيب، جماح ، وادي قريات ، والكامل لعام 1996 وبقية المواقع على اساس المتوسط لعوامل المناخ لمدة خمس سنوات أو أكثر

معدلات البخرنتح الشهرية بالمليمترات

الشهر	صحار	السيب	صور	صلالة	ثمريت	جماح	وادي قريات	الكامل
يناير	136	102	109	136	139	96	102	125
فبراير	140	101	123	132	162	120	123	122
مارس	198	136	174	169	253	180	202	141
أبريل	290	204	228	197	269	234	237	215
مايو	334	276	277	218	303	251	254	260
يونيو	294	261	230	179	313	243	249	244
يوليو	253	242	228	98	272	251	248	235
أغسطس	236	189	215	96	289	226	226	207
سبتمبر	214	171	208	143	252	213	192	196
أكتوبر	219	161	202	167	222	167	155	164
نوفمبر	164	117	128	136	157	117	111	130
ديسمبر	131	90	109	130	134	68	87	118
المجموع السنوي	2609	2050	2231	1801	2765	2166	2186	2157

المصدر: دائرة بحوث التربة والمياه – المديرية العامة للبحوث الزراعية – وزارة الزراعة والثروة السمكية – سلطنة عمان.

جدول رقم (13)

معامل الاستهلاك المائي محسوباً طبقاً لمعادلات بنمان – مونتيث (مم / يوم) لبعض المناطق المختلفة بجمهورية مصر العربية خلال شهور السنة

الشهر	العريش	مطروح	الفيوم	الداخلة	الخارجة	أسوان
يناير	1.9	2.6	1.9	2.9	3.3	4.3
فبراير	2.9	2.9	2.7	3.5	4.4	5.6
مارس	3.2	3.7	3.9	5.0	6.3	7.6
أبريل	3.8	4.6	5.3	6.6	8.4	9.3
مايو	4.7	5.1	6.5	8.1	10.1	10.4
يونيو	5.5	5.8	7.1	9.1	11.8	11.5
يوليو	5.5	5.8	7.2	8.5	10.4	10.9
أغسطس	5.2	5.5	6.7	8.3	9.4	10.5
سبتمبر	4.4	5.0	5.9	6.8	8.9	9.7
أكتوبر	3.2	3.9	4.3	5.5	7.6	8.1
نوفمبر	2.5	3.0	2.8	3.7	5.0	5.8
ديسمبر	2.2	2.7	2.0	2.6	3.5	4.4
إجمالي (مليمتر/السنة)	1345	1506	1719	2111	2707	2988

في سوريا هنالك جهتان وكذلك الجزائر، أما في الاردن والمغرب فإن الجهات المسؤولة سبعة وست على التوالي خمس ويبلغ عدد الجهات المسؤولة في موريتانيا 14 جهة.

هنالك إجماع من الأقطار التي تتولى فيها أكثر من جهة مسؤولية الرصد الجوي الزراعي على إنعدام التنسيق بين تلك الجهات.

ونورد فيما يلي تفصيلاً للجهات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي كما ورد في التقارير القطرية :

* ليبيا:

الجهة المسؤولة عن هذا القطاع هي الادارة العامة للمناخ والارصاد الزراعية والتي تتبع مصلحة الارصاد الجوية باللجنة الشعبية العامة للمواصلات والنقل.

* سوريا:

المؤسستان المسؤولتان عن الرصد الجوي هما : المديرية العامة للارصاد الجوية ومديرية الري واستعمالات المياه .

* الأردن:

المؤسسات الحكومية :

- دائرة الارصاد الجوية
- وزارة الزراعة (المركز الوطني للبحوث الزراعية ونقل التقانة)
- وزارة المياه والري.
- سلطة وادي الاردن
- سلطة المياه

المؤسسات الوطنية :

- الجامعة الأردنية (كلية الزراعة ومركز البحوث المائية والبيئية)
- جمعية حماية الطبيعة

* **المغرب:**

هناك ست مؤسسات تتولى مهام الرصد الجوي :

- إدارة الهندسة القروية (مصلحة التجارب والاختبارات وضبط المعايير)
- معهد الحسن الثاني للزراعة والبيطرة
- المعهد الوطني للبحث الزراعي
- المكاتب الجهوية للاستثمار الفلاحي
- المديريات الاقليمية للفلاحة
- مديرية الارصاد الجوية

* **اليمن :**

لا توجد جهة محددة مسؤولة عن الرصد الجوي، ولكن تقوم بعض المنظمات الدولية الموجودة هناك بالتنسيق مع الشؤون الزراعية للاشراف علي المعلومات المناخية .

* **السودان :**

الجهة المسؤولة الوحيدة هي الهيئة العامة للارصاد، والتي تتبع لوزارة الطيران.

* **مصر :**

وزارة الزراعة واستصلاح الاراضي بالتعاون مع الهيئة العامة للارصاد الجوية والمعمل المركزي للمناخ الزراعي.

* **فلسطين :**

تتبع محطات الارصاد لوزارة النقل والمواصلات

* **الجزائر :**

المؤسسات المنتجة للمعلومات:

- الوكالة الوطنية للموارد المائية

- الديوان الوطني للارصاد الجوية

* العراق :

إن الجهة المسؤولة عن محطات الأنواء الجوية هي الهيئة العامة للأنواء الجوية المرتبطة بوزارة النقل والمواصلات والتي تزود الجهات المختلفة بالمعلومات المناخية المختلفة .

* الكويت :

تتبع محطات الارصاد الى الادارة العامة للطيران المدني.

* موريتانيا :

إن تسيير الرصد الجوي في موريتانيا تشترك فيه هيئات كثيرة ، منها الحكومية، وشبه الحكومية والخاصة وجهوية وشبه جهوية ، وفيما يلي قائمة بتلك الهيئات والتي يبلغ عددها 14 جهة :

- اللجنة الوزارية المكلفة بما بعد انجاز السدود والقضايا العقارية .

- وزارة التنمية الريفية والبيئة .

- ادارة تنمية المصادر الزراعية والرعوية (مصلحة الرصد الجوي الزراعي والاحصاء).

- ادارة البيئة والاستصلاح الريفي (مصلحة الرصد المائي).

- الشركة الوطنية للتنمية الريفية .

- وزارة المياه والطاقة .

- ادارة المياه.

- الخلية الوطنية لمنظمة استثمار نهر السنغال.

- الشركة الوطنية للمياه والكهرباء.

- منظمة استثمار نهر السنغال.
- وكالة أمن الملاحة الجوية في افريقيا.
- مؤسسة مطارات موريتانيا.
- برنامج الرصد الزراعي والمائي لدول الساحل .
- مجموعة العمل المتعددة الاختصاصات.

* سلطنة عمان :

تتبع محطات الإرصاد الجوي إدارياً إلى :

- المديرية العامة للطيران المدني والإرصاد الجوي
- المديرية العامة للبحوث الزراعية
- وزارة موارد المياه

3-4 المعوقات الرئيسية التي تعترض استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري:

المعوقات التي وردت في معظم التقارير تتلخص في قلة عدد محطات الرصد الجوي مقارنة بالمساحات المطلوب تغطيتها وكذلك نقص الاجهزة والمعدات بالمحطات الموجودة وكذلك عدم توفر الكوادر المؤهلة في مجال الرصد الجوي الزراعي. أشارت بعض التقارير لضعف الارشاد الزراعي والمستوى التعليمي المتدني للمزارعين ، كما اشارت بعضها لعدم توفر المعلومات الأساسية مثل خواص التربة الفيزيائية ومعامل المحصول هذا بالاضافة لتعدد الجهات المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي وانعدام التنسيق بينها.

وبديهي إن قلة المحطات ونقص الأجهزة يقلل من فاعلية استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة الري ولكن يمكن عمل الكثير في هذا المجال بالمعلومات الموجودة من محطات الرصد الجوي الموجودة مع قلتها إذا توفر الكادر المؤهل ولذلك يبقى المعوق الرئيسي هو عدم توفر ذلك الكادر المؤهل مما يستدعي تكثيف التدريب والتأهيل .

وفيما يلي تفصيل لتلك المعوقات :

* ضعف معرفة المزارعين في كيفية إستعمال العناصر المناخية المتوفرة لبرمجة الري وحسابات الإستهلاك المائي للمحاصيل ، وهذا قد يكون عائداً إلى المستوى التعليمي المتدني لمعظم المزارعين .
* عدم توفر محطات ارصاد جوية زراعية كافية لتغطية المناطق الزراعية المختلفة.
* بُعد بعض المحطات الجوية الزراعية ، مما يجعل تجميع النتائج اليومية للطقس أمراً صعباً.
* عدم كفاءة جهاز الارشاد الزراعي في مجالات نقل المعلومات المتعلقة بادارة المياه ، وعدم توفر النشرات الزراعية الكافية والمناسبة الخاصة ببرمجة الري باستخدام الرصد الجوي ، إضافة الى ضعف عملية نقل التقانات العلمية من مؤسسات البحث العلمي المتطورة إلى المزارعين .
* عدم اعتماد السلطات على عملية الرصد الجوي في برمجة الري ، حيث تحدد حصص المياه للمزارعين دون الأخذ بعين الاعتبار عناصر الطقس السائدة في كل فترة ، فالسلطات توزع الماء تبعاً لتوفره بنسبة المساحة لكل مزرعة ، بغض النظر عن فترات النمو المختلفة للنباتات وأوقات الذروة في الاحتياجات المائية.
* عدم وجود دراسات كافية حول الاحتياجات المائية وجدولة الري لبعض محاصيل الزراعات المكشوفة والزراعات المحمية في بعض الاقطار.
* بالرغم من وجود دراسات عديدة حول الاحتياجات المائية للمحاصيل وتقدير معامل المحصول في بعض الاقطار، إلا أن هذه المعلومات غير متوفرة للجميع لعدم وجود قاعدة معلومات مشتركة (Data Base) تمكن الباحثين والمستفيدين من الحصول على هذه المعلومات بالشكل المطلوب.
* عدم توفر الكادر الفني المؤهل في محطات الرصد الجوي الزراعي .

* عدم توفر المعلومات والاجهزة اللازمة لمعرفة رطوبة التربة بشكل دوري إضافة لمعرفة خواص التربة الفيزيائية كالسعة الحقلية ونقطة الذبول الدائم لكل منطقة لاستعمال هذه المعلومات في تحديد كميات مياه الري اللازمة.

* قصور البحث العلمي وضعف البنيات التحتية لشبكات الرصد الجوي الزراعي .

* صعوبة تحديد المعادلة المناسبة للحساب المائي لكل منطقة بشكل دقيق .

* عدم وجود دعم وتشجيع للبحث في تطبيقات الرصد الجوي الزراعي.

3-4-1 المقترحات لتطوير الرصد الجوي الزراعي وإستخدامه في إدارة الري :

جاءت المقترحات في الدراسات القطرية مبنية على إزالة المعوقات التي ذكرت آنفاً، وركزت معظم التقارير على زيادة عدد محطات الرصد الجوي وإكمال النقص في الاجهزة والمعدات للمحطات الموجودة ، مع توفير سبل الاتصال بين المحطات والمركز ، كذلك ركزت جميع التقارير على أهميةالتدريب والتأهيل للتغلب على النقص في الكوادر المؤهلة في مجال الرصد الجوي الزراعي واستخدامه في ادارة الري ، كما جاءت بعض مقترحات للاهتمام بالارشاد الزراعي وتوعية المزارعين . اقترح عدد من الدول توحيد الجهة المسؤولة عن الرصد الجوي الزراعي وذكرت بعض التقارير اهمية البحوث لتحديد الخواص الفيزيائية للتربة ومعامل المحصول.

وفيما يلي تفصيل للمقترحات التي جاءت في التقارير القطرية :

* إيجاد محطات رصد جوي حديثة وأوتوماتيكية لتغطية كافة المناطق الجغرافية التي يوجد بها إنتاج زراعي ، على ان تكون هذه المحطات موصولة بشبكة إتصالات (سلكية أو لاسلكية) مع مركز رئيسي لحفظ المعلومات ، ومن ثم إدخال هذه المعلومات ضمن برامج حاسوب خاصة بحيث تكون متوفرة لجميع المستخدمين – باحثين أو مزارعين – وذلك عن طريق شبكة الاتصالات الدولية الانترنت (Internet) وتوفيرها للمزارعين عن طريق المرشدين الزراعيين.

* توسيع عملية الارشاد الزراعي وتوعية المزارعين عن طريق نشرات ارشادية دورية تحتوي على جداول تبين أنواع المحاصيل والاحتياجات المائية المطلوبة لكل محصول حسب المواقع الجغرافية ومراحل نمو المحصول.

* إقامة برامج تدريبية مكثفة للمرشدين الزراعيين حول طرق برمجة الري باستخدام معلومات الرصد الجوي ومن ثم توسيع قاعدة هذه البرامج التدريبية لتشمل أكبر عدد ممكن من المزارعين من خلال ورش العمل والأيام الحقلية والتطبيقات العملية الحقلية .

* إجراء الدراسات والأبحاث التي لها علاقة بالاحتياجات المائية للمحاصيل وتحديد الطرق والمعادلات المناسبة لتقديرها اعتماداً على معلومات الارصاد الجوية ومن ثم اجراء دراسات متقدمة وتطوير نماذج محاكية (Simulation Models) بحيث تكون التقديرات دقيقة وقريبة من الاحتياجات الحقيقية للمحاصيل ، وبالتالي ربط هذه الدراسات بعملية إدارة الري ، وفي النهاية نشر هذه الدراسات وبشكل مبسط لتكون مرجعاً لإدارات الري لإستخدام الرصد الجوي الزراعي.

الباب الرابع
مشروع تعزيز إستخدام
الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري

الباب الرابع
مشروع تعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري

1-4 خلفية:

يهدف العاملون في المشاريع الاروائية جميعاً إلى أن يجد كل محصول في المشروع حاجته من الماء بالكميات الكافية وفي الوقت المطلوب ، يهدف الى ذلك المهندس والاداري والمزارع ، وحجر الزاوية في ذلك هو " الاحتياجات المائية " للمحصول. وتعتمد الاحتياجات المائية على العوامل الجوية وخصائص التربة – خاصة الفيزيائية – وعمق وكثافة الجذور وشكل النبات الهندسي (ارتفاعه وتفرعه ومدى تغطيته للتربة).

أجريت العديد من البحوث في مراكز البحث العلمية المنتشرة في بقاع العالم المختلفة وفي الأقاليم المناخية المختلفة لتحديد الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسية وأثبتت تلك البحوث مدى صعوبة تحديد تلك الاحتياجات إذ ان العوامل التي تحدد تلك الاحتياجات كثيرة وتتفاعل مع بعضها البعض بطريقة معقدة جداً ، إذ تتفاعل فيها كما ذكرنا عوامل التربة والنبات والجو.

حاول الباحثون ان يفصلوا أثر العوامل الجوية من عوامل التربة والنبات . إختارالعلماء محصول مرجعي وعرفوه بالآتي :

{ نبات إرتفاعه ثابت ، يغطي الارض تماماً، مزوّد بحاجته من الماء باستمرار وحاجته من السماد بالكميات المطلوبة ، كما إنه يجب أن يكون معافى تماماً من الأمراض}.

التعريف اعلاه يعني ان عوامل التربة تصبح لا تأثير لها لأن النبات يأخذ حاجته من الماء بسهولة لأن عامل التربة يصبح هاماً عندما يكون هنالك نقص في رطوبة التربة ، كذلك أصبح عامل النبات ثابتاً نسبة لأن ارتفاعه ثابت ، ويغطي الأرض تماماً ولا تأثير لعمق الجذور وكثافتها نسبة لأن الماء متوفر وعمق وكثافة الجذور يلعبان دوراً هاماً عندما

يكون هنالك نقص في رطوبة التربة – بالتالي اصبحت الاحتياجات المائية للمحصول المرجعي تعتمد فقط على العوامل الجوية .

إختار العلماء وخاصة في أمريكا محصول البرسيم كمحصول مرجعي بينما اختار الباحثون في بريطانيا وأوربا العشب كنبات مرجعي .

سعى الباحثون في مراكز البحث المختلفة لربط الاحتياجات المائية للمحاصيل الرئيسية – والتي تتمثل أساساً في البخر نتح – بالبخرنتح من المحصول المرجعي.

البخرنتح من المحصول = معامل المحصول × البخرنتح المرجعي

البخرنتح المرجعي يعتمد أساساً على العوامل الحدية ، بينما معامل المحصول يجمع تأثير عوامل التربة وخاصة الرطوبة وعوامل النبات وخاصة ارتفاع النبات وعمق الجذور وكثافتها ومدى تغطية النبات لسطح التربة.

البخرنتح من المحصول يتم قياسه في مراكز البحوث الزراعية والبخر نتح المرجعي يتم تقديره من العوامل الجوية باستخدام معادلات رياضية . يتم التوصل لمعامل المحصول بمقارنة البخرنتح من المحصول بالبخرنتح المرجعي. بذلك تم التوصل "لمعامل المحصول " للمحاصيل الرئيسية وعليه أمكن تحديد البخرنتح من المحصول وبالتالي الاحتياجات المائية ".

أصبح المطلوب إذا أريد تحديد الاحتياجات المائية لمحصول معين في منطقة معينة أن يتم تحديد " معامل المحصول " خلال الموسم من الزراعة إلى الحصاد وفي نفس الوقت تحديد البخرنتح المرجعي للمنطقة المعينة.

أصدرت المنظمة العربيح للتنمية الزراعية دراسة " حول إنتاجية الأراضيلالمروية في الوطن العربي والمشروعات المقترحة لخحسينها " وذلك في نوفمبر 1995. أحد المشروعات المقترحة في تلك الدراسة خصص لاجراء بحوث لتحديد ٦ معامل المحصول " بالنسبة للمحاصيل الرئيسية في‹الاقطار العربية وذلك لإكمال نقص المعلومات عن ٣ معامل المحصول " ، ذلك النقص الذي اتضح من التقارير القطرية التي وردت من الأقطار العربية كتمهيد وأرضية لتلك الدراسة .

أما فيما يختص بالبخرنتح المرجعي فلقد صدرت معادلات عديدة لتقديره ، منها

معادلات بسيطة تعتمد على عامل مناخي واحد مثل الحرارة أو عاملين مثل الحرارة وسطوع الشمس، ولكن أكثر المعادلات استخداماً كانت معادلة " بنمان "Penman المعروفة والتي تعتمد على أربعة عوامل مناخية : حرارة الهواء ، رطوبة الهواء ، سرعة الرياح وسطوع الشمس ، وعلى قدر الدقة في قياس تلك العناصر ، بقدر ما يكون التقدير للبخرنتح دقيقاً ، ولذلك قد يكون من المفيد ذكر نبذة عن كل عنصر من هذه العناصر:

أ) سطوع الشمس :

وتعرف مدة سطوع الشمس بأنها هي عدد الساعات التي تكون فيها الشمس ساطعة، ويمكن قياسها بواسطة جهاز كامبل ستوك (Campel Stokes)، وهي عبارة عن كرة زجاجية، توضع بها ورقة ذات حساسية خاصة ، وتوضع هذه الورقة وفقاً لأشهر السنة ، وذلك حسب وضع أشعة الشمس في تلك المنطقة . توضع هذه الورقة بعد مغيب الشمس ، وعند الصباح الباكر ، وبمجرد ما تسطع الشمس، تبدأ الورقة في الإحتراق ، وإذا حجبت الشمس بالسحب، فإن عملية الاحتراق تقف تماماً إلى ان تزول السحب . تحسب مدة سطوع الشمس كنسبة مئوية من طول اليوم . أما اذا كانت هنالك حواجز طبيعية كجبل قريب من محطة الرصد، فان ذلك يكون مصدراً لعدم دقة النسبة المئوية لسطوع الشمس، ولقد وجد ان استعمال طول اليوم يعطي من 2-5٪ أكثر من الواقع، كما هو الحال في الاردن مثلاً .

ب) متوسط درجة حرارة الهواء:

وهذه من أكثر العناصر دقة في قياسها ، ولكن المشكلة ان أغلب البلدان لايتوفر لديها متوسط القراءات الساعية ومتوسطها للأربع وعشرين ساعة ، ولذلك استعيض عن ذلك باستعمال المتوسط للحرارة العظمى والحرارة الصغرى $\frac{(ح + حَ)}{2}$.

* العوامل المؤثرة في توزيعات درجة الحرارة تشمل خط العرض والبعد عن المحيطات والبحار والأنهار والارتفاع عن سطح البحر وسرعة واتجاه الرياح والغطاء النباتي ، ويتناقص متوسط درجة الحرارة تدريجياً كلما أبتعدنا من خط

الاستواء باتجاه القطبين ، وذلك لأن أشعةالشمس تكون أكثر عمودية على خط الاستواء، وتزداد زاوية ميل أشعة الشمس كلما اتجهنا نحو القطبين .

* درجة الحرارة داخل المحاصيل تختلف عن درجة حرارة الهواء، لذلك عند اجراء بحوث عن المحاصيل يجب قياس درجة الحرارة داخل المحصول المعين وتتاثر درجة حرارة الهواء داخل المحصول بعوامل كثيرة منها كثافة المحصول ، طرق الري ، طور النمو ونوع المحصول فمثلاً في بعض القراءات التي أخذت من محصول القمح في محطة أبحاث الجزيرة بالسودان، وجد ان درجة الحرارة داخل محصول القمح تكون أقل من درجة حرارة الهواء في الليل والصباح الباكر وفي العصر ، وتكون قريبة من درجة حرارة الهواء في منتصف النهار.

* المدى (التباين) الحراري السنوي هو الفرق بين متوسط درجة الحرارة اليومي لأحرّ شهر ومتوسط درجة الحرارة اليومي لأبرد شهر .

* الجدير بالذكر ان درجة حرارة الهواء تقل مع الارتفاع بمعدل 5 إلى 6 درجات لكل كيلو متر في المتوسط أي (0.5 - 0.6) درجة لكل 100 متر.

* يحدث في بعض الاحيان ان تزداد الحرارة مع الارتفاع ، وهذا ما يعرف بالإنقلاب الحراري (Temperature Inversion) ، ويحدث عادة في الليل عندما يكون سطح الارض أبرد من الهواء ، ويختفي هذا الانقلاب بعد شروق الشمس عندما يسخن سطح الارض ، وتتناقص درجة الحرارة مع الارتفاع. ويحدث الانقلاب في الطبقات القريبة من الأرض .

* تقاس درجات الحرارة الصغرى والعظمى ودرجة الحرارة الجافة مرتين أوثلاث مرات في اليوم ، عند الساعة الثامنة ، والساعة الثانية عشرة والساعة الثامنة عشر. وفي بعض المحطات الرئيسية يتم تسجيل درجة الحرارة طول الوقت باستخدام جهاز مسجل الحرارة (ثرموقراف) (Thermograph) ، ويعطي تغيرات الحرارة اليومية بإستمرار.

ج) الرطوبة النسبية (Relative Humidity) :

وهي تعبر عن نسبة بخار الماء في الهواء الى بخار الماء المطلوب ليشبع الهواء

في نفس درجة الحرارة .

$$\text{الرطوبة النسبية} = \frac{\text{ضغط بخار الماء} \times 100}{\text{ضغط بخار الماء المشبع}}$$

ويعرف ضغط بخار الماء (Vapour Pressure) بأنه الضغط الناتج عن بخار الماء الموجود في الهواء، والوحدات المستخدمة هي المليبار (mb) أو المليمتر زئبق (mm Hg) ، المليبار يساوي 0.75 مليمتر زئبق . كذلك تستخدم وحدة الكيلو باسكال KPa والكيلو باسكال يساوي 10 مليبار.

أما ضغط بخار الماء المشبع (Saturation Vapour Pressure) فإنه يعتمد فقط على درجة الحرارة ولا علاقة له بكمية بخار الماء الموجودة في الهواء.

تقاس الرطوبة النسبية باستخدام ثيرمومترين أحدهما جاف والآخر مبلل، فكلما كان الهواء جافاً ، كلما زادت كمية التبخر وبالتالي كمية الطاقة المطلوبة، وبالتالي كلما انخفضت درجة حرارة الثرمومتر المبلل. لذلك فان ضغط بخار الماء يعتمد على الفرق بين درجة الحرارة الجافة ودرجة الحرارة المبللة ، عندما يكون الجو مشبعاً تماماً فان التبخر يكون صفراً ، ولذلك فان درجة الحرارة المبللة تساوي درجة الحرارة الجافة .

ضغط بخار الماء

= (ضغط بخار الماء المشبع)- ثابت (الحرارة الجافة – الحرارة المبللة)
(عند درجة الحرارة المبللة)

يعتمد الثابت على سرعة الهواء ، عندما يكون الثرمومتر المبلل في كشك الارصاد العادي وفي الحالات العادية تكون قيمة الثابت 0.8 مليبار/ درجة مئوية.

وعليه فإن ضغط بخار الماء

= ضغط بخار الماء المشبع – 0.8(الحرارة الجافة – الحرارة المبللة)
(عند درجة الحرارة المبللة)

الرطوبة داخل المحاصيل تختلف عن الرطوبة في الجو ، فمثلاً الرطوبة النسبية لمحصول الفول السوداني في منتصف النهار تزيد حوالي 30٪ عن الرطوبة النسبية في الهواء ، كما ان ارتفاع المحصول له أثر واضح في الرطوبة النسبية، ففي محصول القمح مثلاً نجد ان الرطوبة النسبية على ارتفاع 25 سم من سطح التربة تزيد عن الرطوبة النسبية على ارتفاع 50 سم بحوالي 15٪ ، وتكون ثلاثة اضعاف الرطوبة النسبية على ارتفاع 100 سم داخل المحصول .

د) سرعة الرياح Wind Speed :

يعتبر هذا العنصر أكثر العناصر عرضة لعدم الدقة ، فسرعة الرياح مقاسة في البلدان المختلفة باجهزة مختلفة ، حتي داخل البلد الواحد ، وكذلك فان سرعة الرياح تزداد مع الارتفاع ، ويعتمد مدى ازدياد تلك السرعة على طبيعةالمنطقة التي يوجد بها الجهاز. كذلك يتأثر الجهاز بما يحيط به من مبان و أشجار ، فاذا كان محجوزاً بمبان أو اشجار كثيفة ، فانه يسجل سرعة اقل من السرعة الحقيقية ، كما انه يعطي قراءات أعلى اذا ما صادف وضعه مهباً للرياح ، لذلك فانه من الملاحظ ان هذا العنصراكثر العناصر تغيراً من مكان لآخر . ولا يمكن تفسير بعض تلك التغيرات إلا بعدم الدقة في قياسه ، أضف الى ذلك استعمال وحدات مختلفة في البلدان المختلفة : ميل/ ساعة ، متر/ثانية ، كيلو متر /الساعة ، عقدة = ميل بحري = 1.15 ميل في الساعة .

لقد بنيت معادلة بنمان على سرعة الرياح عند 2 متر ، وذلك لان المحاصيل الحقلية يكون طولها أقل أو أكثر من 2 متر بقليل . ولما كانت الارتفاعات قد تزيد احياناً عن 2 متر، فقد وضعت هذه المعادلة :

$$\frac{\text{سرعة الرياح على مترين}}{\text{سرعة الرياح على ارتفاع (ع) متر}} = \left[\frac{2}{ع}\right]^{ص}$$

وفي دراسات قام بها « آدم » في محطة ودمدني بالسودان، وجد ان (ص) تختلف من شهر لآخر ، ولكن في المتوسط تساوي 0.17، وهذا يتفق مع ما اتخذه « رايتما عالم العلاقات المائية الهولندي» في دراسته لمصر . ولتغيير سرعة الرياح من أي ارتفاع الى 2 متر، استعمل « آدم » الجدول التالي:

الارتفاع (م)	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	15.0
النسبة	1.35	1.15	1.06	1.00	0.93	0.88	0.85	0.83	0.71

فمثلاً اذا كانت سرعة الرياح في محطة ما على ارتفاع 4 أمتار يساوي 15 كيلو متر في الساعة ، فان سرعتها تكون 15 × 0.88 = 13.2 كلم/ساعة على ارتفاع 2 متر.

تقاس سرعة الرياح باستخدام جهاز عداد سرعة الرياح ، والذي يدور تبعاً لسرعة الرياح . وكلما كانت الرياح شديدة كلما زادت سرعة دورانه . ولمعرفة سرعة الرياح في اي فترة يقوم القارئ بقراءة العداد في وقت معين ، مثلاً الساعة الثامنة صباحاً وبعد ساعة يقوم بقراءة العداد مرة اخرى والفرق بين القراءتين يعطي سرعة الرياح في الزمن المحدد . من الاشياء التي يجب مراعاتها عند قياس سرعة الرياح الوحدات والارتفاع الذي وضع عليه الجهاز.

هـ) الأمطار:

إن تغيرات الأمطار خلال الشهر مهمة جداً لأنه إذا كانت كمية الهطول المطري في شهر ما 150 ملم مثلاً ، فان أثرها على الزراعة يكون مختلفاً تماماً اذا هطلت هذه الامطار في يومين او اذا توزعت على الشهر . وكلما كان عدد الايام الممطرة كبيراً، كلما كان أفضل ، وخاصة اذا توزعت الايام الممطرة وتخللتها فترات جافة قصيرة، لذلك وللتخطيط الدقيق ، وكذلك في حالة متابعة الموسم الزراعي، يجب معرفة الامطار اليومية أو على الاقل مجموع المطر كل عشرة أيام .

ففي السودان مثلاً قام المواطنون بتقسيم موسم الخريف (يوليو - أكتوبر) الى سبعة منازل ، طول كل منزل 13 يوماً تبدأ بالضراع (9-12 يوليو) ثم النترة (22 يوليو- 4 أغسطس) ، فالطرفة البكاية (5-17 أغسطس) ثم الجبهة (18-30 أغسطس) ، فالخيرسان (31 أغسطس - 12 سبتمبر) ، ثم الصرف (13-25 سبتمبر) والعوي (26 سبتمبر 8 أكتوبر) والسماك (9 أكتوبر-21 أكتوبر) وهو آخر عينة في أواسط السودان ، ويلاحظ ان هذه المنازل هي صفات للأسد.

في بعض الاستخدامات لمعلومات الامطار ، فان الامطار اليومية ليست كافية، ولكن يجب معرفة هطول الامطار خلال اليوم ، حيث انه اذا هطلت 50 ملم في اليوم في اربع ساعات، فان اثرها يختلف تماماً عما اذا هطلت في ساعة واحدة ، لذلك يجب معرفة كثافة الامطار ، اي كم عدد المليمترات التي هطلت في الساعة الواحدة . ان جهاز مقياس المطر العادي لا يعطي هذه المعلومة ، لذلك يستخدم مسجل المطر، والذي يقوم بتسجيل هطول المطر اولاً بأول ، ومنه يمكن معرفة وقت بدء ووقوف الهطول المطري، ومن ثم يمكن معرفة كثافةالامطار بالملم في الساعة، او أي جزء من الساعة . تؤثر كثافة الامطار على انجراف التربة ، وكمية الجريان السطحيSurface run off وبالتالي على فعالية الامطار، حيث تزيد فعالية الامطار كلما كانت كثافة الامطار قليلة ، مما يمكن التربة من امتصاص مياه الامطار ، وبالتالي يقل الجريان السطحي وفقدان مياه الامطار.

ليست كل الامطار الهاطلة على ارض معينة او محصول معين تدخل التربة ويستفيد منها المحصول ، إذ أن جزءاً منها يضيع في الجريان وجزء آخر يتبخر، لذلك فان الامطار الفاعلة (Effective rainfall) تكون نسبة من الامطار المقاسة بمقياس المطر . وتقدير الامطار الفاعلة بالامطار الكلية ، ولقد صدر من منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO) المعادلة التالية :

الامطار الفاعلة = 0.6 × الامطار الكلية – 10

عندما تكون الامطار الكلية اقل من 70 ملم

الأمطار الفاعلة = 0.8 × الأمطار الكلية – 24

عندما تكون الامطار الكلية أكثر من 70 ملم

كذلك توصلت مصلحة الزراعة بالولايات المتحدة الأمريكية (USDA) الى المعادلة التالية:

$$\text{الأمطار الفاعلة} = \frac{0.2-125}{125} \text{ الأمطار الكلية}$$

(عندما تكون الأمطار الكلية أقل من 250 ملم)

الأمطار الفاعلة = 125+0.1 الأمطار الكلية

(عندما تكون الأمطار الكلية أكثر من 250 ملم)

في دراسة أجريت بمحطة البحوث الزراعية بودمدني بالسودان للفترة من 1961-1990 ، تم حساب الامطار السنوية المتوقع حدوثها 4 سنوات من كل 5 سنوات، أي نسبة 80٪ ، كما موضح بالجدول رقم (14) :

جدول رقم (14) يوضح حساب الامطار السنوية المتوقع حدوثها 4 سنوات من كل 5 سنين للفترة 1961-1990 بودمدني (السودان)

السنة	الامطار (ملم)	السنة	الامطار (ملم)
1961	367	1976	268
1962	449	1977	251
1963	319	1978	346
1964	422	1969	237
1965	312	1980	316
1966	270	1981	314
1967	504	1982	222
1968	348	1983	216
1969	226	1984	197
1970	325	1985	439
1971	367	1986	244
1972	205	1987	270
1973	32	1988	340
1974	291	1989	254
1975	443	1990	115

أولاً : تضع الامطار السنوية في سلم تنازلي من اكبر قيمة

504
449
443
439
422
367

367 = ٪20 ملم

367
348
346
340
325
319

316
314
312
291
270
270

المتوسط $\frac{312 + 291}{2}$ = 302 = ملم

268
262
254
251
244
237

235 = ٪80 ملم

235
222
216
205
197
115

وجد ان الامطار المتوقعة 4 سنوات في كل 5 سنوات تساوي 235 ملم ، وهذه هي الامطار التي يبنى على اساسها التخطيط وليس المتوسط (302 ملم) ، الامطار المتوقعة سنة واحدة كل خمس سنين (احتمال 20٪) تساوي 376 ملم - يلاحظ من الجدول أن أعلى أمطار خلال الثلاثين عاماً كانت 504 ملم ، وأقلها 115، كما يلاحظ أن متوسط الأمطار خلال العشر سنوات من الفترة كانت كالآتي :-

الأولى : 1961 - 1970 = 258 ملم

الثانية : 1971 - 1980 = 271 ملم

الثالثة : 1981 - 1990 = 261 ملم

يلاحظ أن مستوي الأمطار في العشرين سنة الأخيرة كان أقل بكثير من الأمطار خلال العشر سنوات الأولى . ومتوسط الثلاثين سنة الاخيرة 1961-1990 يقل كثيراً عن متوسط الامطار خلال الفترة 1931-1960. يمكن استخدام هذه الطريقة المبسطة لأخذ فكرة عن معامل التغير(Coefficient of Variation) من سنة لأخرى.

$$\text{معامل التغير} = \frac{\text{الانحراف المعياري} \times 100}{\text{المتوسط}}$$

الانحراف المعياري = المتوسط - الامطار المتوقعة باحتمال 80٪

= 302 - 325 = 67 (من الجدول أعلاه)

$$\therefore \text{معامل التغير} = \frac{67 \times 100}{302} = 22\٪$$

معادلة « بنمان » :

تعتمد معادلة « بنمان » على الموازنة الاشعاعية كمصدر للطاقة وكذلك على فرق التشبع وسرعة الرياح . تتلخص معادلة « بنمان » الاصلية فيما يلي:

$$\text{التبخر من سطح مائي} = \left[\frac{م_1}{م_2 + م_1}\right]\left[\frac{ش_2 + 0.27 م_2}{م_2 + م_1}\right] \frac{(ض - ض_1)(0.5 + ع)}{100}$$

حيث :

$م_1$ = ميل منحنى ضغط بخار الماء المشبع عند متوسط درجة الحرارة

$م_2$ = معامل السيكرومتر = 0.66 ملليبار/درجة

$ش_2$ = الموازنة الإشعاعية (مليمتر ماء)

ض = ضغط بخار الماء المشبع (ملليبار)

$ض_1$ = ضغط بخار الماء في الهواء (ملليبار)

ع = سرعة الرياح على ارتفاع 2 متر (ميل/يوم)

ولحساب البخرنتح المرجعي، بدلاً من تقدير التبخر من سطح مائي ، استبدل بنمان (0.5+ ع / 100) المستخدم في السطح المائي ب (1 + ع / 100) ، وبذلك تصبح المعادلة كالآتي:

$$\text{البخرنتح (ملم/يوم} = \left[\frac{م_1}{م_2 + م_1}\right]\left[\frac{ش_2 + 0.27 م_2}{م_2 + م_1}\right] (ض - ض_1) \frac{(1.0+ \frac{ع}{100})}{100}$$

ض و$م_1$ يعتمدان على درجة حرارة السطح ، كما انه يوجد جدول يعطي قيم $\frac{م_1}{م_2 + م_1}$ في درجات الحرارة المختلفة .

معادلة « تيرك »

$$\text{البخر نتج الكامن} = \frac{(\text{الاشعاع الكلي} \times 50) \times \text{الحرارة المتوسطة}}{\text{الحرارة المتوسطة} + 15} \times \frac{(50 - \text{الرطوبة النسبية} + 1)}{70}$$

هذا اذا ما كانت الرطوبة النسبية اقل من 50٪ .

أما إذا كانت الرطوبة النسبية أكثر من 50٪، فإن المعادلة تصبح كالآتي:

$$\text{البخرنتح الكامن} = \frac{(\text{الاشعاع الكلي} + 50) \times \text{الحرارة المتوسطة}}{\text{الحرارة المتوسطة} + 15}$$

ومن الملاحظ ان معادلة « تيرك » اسهل من معادلة « بنمان » إلا أنها لا تستخدم سرعة الرياح

معادلة بنمان ومعادلة تيرك :

لقد وجد ان البخرنتح الكامن المقدر بمعادلة تيرك تساوي تماماً في بعض المناطق ذلك البخر نتح المقدر بمعادلة بنمان ، بينما يزيد البخر نتح الكامن « تيرك » في بعض المناطق عن البخرنتح الكامن « بنمان» ليقل عنه في مناطق اخرى . وذلك متوقع من تكوين المعادلتين ، فتيرك يعتمد الاشعاع الكلي. بينما « بنمان» يأخذ الموازنة الاشعاعية ، وهذا اصدق لأن الطاقة المستعملة في التبخر هي الموازنة وليس الاشعاع الكلي، فعندما تكون العلاقة طردية بين الاشعاع الكلي والموازنة الاشعاعية ، اي عندما يكون الاشعاع الارضي ضعيفاً ، كما هو الحال في المناطق ذات الرطوبة النسبية العالية وذات التغييم الكثير، فانه يمكن استبدال الموازنة الاشعاعية بالاشعاع الكلي، لذلك نجد ان المعادلتين تعطيان قيماً متقاربة في مثل هذه المناطق ، اضف الي ذلك ان عامل سرعة الرياح يقل تأثيره لأن فرق الإشعاع يكون ضعيفاً أيضاً في مثل هذه المناطق ، نجد ذلك غالباً في المناطق الرطبة وشبه الرطبة في فصل الشتاء ، ويشذ عن ذلك المناطق ذات سرعة الرياح العالية والتي تزيد عن 3 متر في الثانية . كذلك نجد ان تقدير « تيرك » للبخر نتح يزيد عن تقدير «بنمان» بأكثر من 10٪ في المناطق الجافة وذلك ناتج عن ان الاشعاع الفعال هنا يلعب دوراً كبيراً ، لأن درجة حرارة الهواء مرتفعة والرطوبة النسبية منخفضة، مما يقلل من قيمة الموازنة الاشعاعية ، إذ أن الأرض تفقد كثيراً من الاشعاع الكلي ولذلك فان معادلة «تيرك» تعطي تأثيراً أكبر للاشعاع الكلي مما هو واقع . اما المناطق التي تزيد فيها قيم «بنمان » عن « تيرك» عامة فهي المناطق متوسطة الرطوبة (50-60٪) ولكن سرعة الرياح تزيد عن 3 متر في الثانية .

وفي دراسة سابقة ، اتضح انه عند توقيع قيم البخرنتح على خريطة الوطن العربي أن قيم معادلة « تيرك» تعطي تجانساً اكثر في المنطقة ، وبعكسها فان معادلة « بنمان » تعطي قيماً يتضح تأثير اختلاف سرعة الرياح عليها ، مما يجعلها أقل تجانساً ، ولذلك فقد

تم رسم خطوط البخرنتح المتساوية للمنطقة على أساس معادلة « تيرك» ، كما ورد في دراسة المنظمة العربية للتنمية الزراعية للمناخ الزراعي عام 1978.

ولقد قامت منظمة الاغذية والزراعة العالمية بادخال تحسينات على المعادلة الأصلية ليتم استخدامها في المناطق الجافة والرطبة على السواء ولكن ظل عدد كبير من العلماء وفي جهات مختلفة من العالم يستخدمون معادلة " بنمان " الاصلية ومعادلة " بنمان" المعدلة ومعادلات اخرى مثل معادلة بلاني وكردل ، ثورنثويت ، تيرك، باباداكس ، جنسن وهيز، هارجريفس، مما خلق ربكة للباحثين في مختلف بقاع العالم وجعلتهم في حيرة من أمرهم : أي معادلة يستخدمون ؟

وفي عام 1990 جمعت منظمة الاغذية والزراعة العالمية 12 عالماً من خبراء البخرنتح في العالم (من أمريكا - بريطانيا - فرنسا - البرتغال - ايطاليا) ، كما موضح بالقائمة باللغة الإنجليزية :

Expert Consultation On Revision of FAO Methodologies For Crop Waer Requirements

Rome 28-31 May 1990

J.Monteith	England
H. Gunston	Wallingford, England
R. Allen	Utah, USA
M.E. Jensen	Fortcollins, USA
R. Feddes	Wageningen, Netherlands
P. Fleming	CSIRO, Australia
A.Perrier	France
L.Cavazza	Italy
L.Lauciani	Italy
L. Pereira	Porteugal
D. Rijks	WMO
W.Pruitt	Davis, California
J.Doorenbos	FAO
A.Aboukhaled	FAO
G. Popov	FAO
R.Gommes	FAO
M.Smith	FAO

بالاضافة الى خبراء المنظمة وطلبت منهم ان يصلوا الى اختيار معادلة واحدة لاستخدامها لتقدير البخرنتح المرجعي . توصل العلماء الى ان معادلة بنمان – مونتيث هي المعادلة الأفضل وأوصوا باستخدامها عالمياً، وهي تعتمد على نفس العوامل الاربعة كما في معادلة بنمان الاصلية ولكن عدّل مونتيث الثوابت في المعادلة كما يلي:

$$\text{البخرنتح} = \left[\frac{م_1}{م_2 + م_1}\right]\left[\frac{م + ش_2}{م + م_1}\right] \times \frac{900\ ع}{د + 275}\ (ص - ض_1)$$

حيث د متوسط درجة الحرارة

التعديل الذي ادخله مونتيث هو انه ادخل (م) لتحل محل ($م_2$) في معادلة بنمان الاصلية حيث م = $م_2$ (1 + 0.33 ع) كذلك عدّل معامل سرعة الرياح ليصبح

$$\frac{900 \times ع}{د + 275}$$

بدلاً عن 1+0.01 ع.

هذا التعديل أصلح من حال المعادلة لأنه وضع سرعة الرياح في المقام أيضاً وذلك لأنه وجد ان البخرنتح لا يساير الازدياد في سرعة الرياح ، ففي حدٍ معين يعجز النبات أن يفقد الماء بالسرعة التي تتطلبها سرعة الرياح ، لذلك عند وضع سرعة الرياح في المقام أيضاً فإن ذلك يكون اقرب للواقع

4–2 إستخدام المعلومات المناخية في التخطيط الزراعي :

تستخدم المعلومات المناخية في حالة تنمية منطقة معينة تنمية زراعية ، سواء أكان إنشاء مشاريع للزراعة المطرية او المروية . في حالة الزراعة المطرية تكون الامطار هي العامل الاساسي وخاصة في المناطق المدارية حيث أن درجة الحرارة لا تشكل عائقاً لنمو المحاصيل . اما في المناطق الباردة فإن درجة الحرارة تكون هي العامل الاساسي وهي التي تحدد بداية موسم النمو وطول فترة النمو للمحاصيل . لذلك تكتسب درجة الحرارة في المناطق الباردة أهمية كبيرة ، وتكون درجة الحرارة مهمة في المناطق المدارية في حالة المحاصيل الشتوية مثل القمح .

في حالة الزراعة البعلية ، يتم تحليل الامطار تحليلاً كاملاً ، بدءاً بالامطار السنوية ، ثم توزيع تلك الامطار من شهر لشهر ، واحتمال حدوث امطار بكميات معينة – اربع سنوات من كل خمس سنوات، ثم تحديد بداية ونهاية وطول الموسم الزراعي . يتم ذلك بمقارنة الامطار مع البخرنتح ، وبناء على طول الموسم يتم تحديد المحاصيل والعينات التي تلائم طول الموسم في تلك الفترة ، ثم بعد ذلك يتم حساب الاحتياجات المائية للمحصول في فترات نموه المختلفة للتأكد من ان الامطار كافية لتلبية تلك الاحتياجات.

4-2-1 تحديد طول الموسم الزراعي :

يتم رسم كميات الامطار الشهرية في منحنى ، وفي نفس ورقة الرسم البياني يتم رسم منحني للبخرنتح الشهري، وكذلك منحني آخر لنصف البخرنتح الشهري، أول تقاطع لمنحنى الامطار مع منحني نصف البخرنتح الشهري ، يبين بداية الموسم ، اذا ان البخرنتح في بداية الموسم يساوي نصف البخرنتح من عشب يغطي الارض تماماً ، كذلك فان التقاطع الثاني بين المنحنيين يوضح نهاية الموسم ، إذ أن البخرنتح من المحصول في نهاية الموسم يساوي ايضاً نصف البخرنتح من العشب. ولقد وجد (آدم 1996) انه يمكن بهذه الطريقة تحديد طول الموسم في عدد من المناطق بالسودان ، حيث وجد ان طول الموسم يزداد من الشمال الى الجنوب من 80 يوماً في ودمدني الى 120 يوماً في الدمازين ويصل الى 150 يوماً في جوبا.

الشكل رقم (1) يوضح طول الموسم في القضارف بالسودان ، والذي يبلغ 96 يوماً، يبدأ في منتصف يونيو وينتهى في الاسبوع الاخير من سبتمبر .

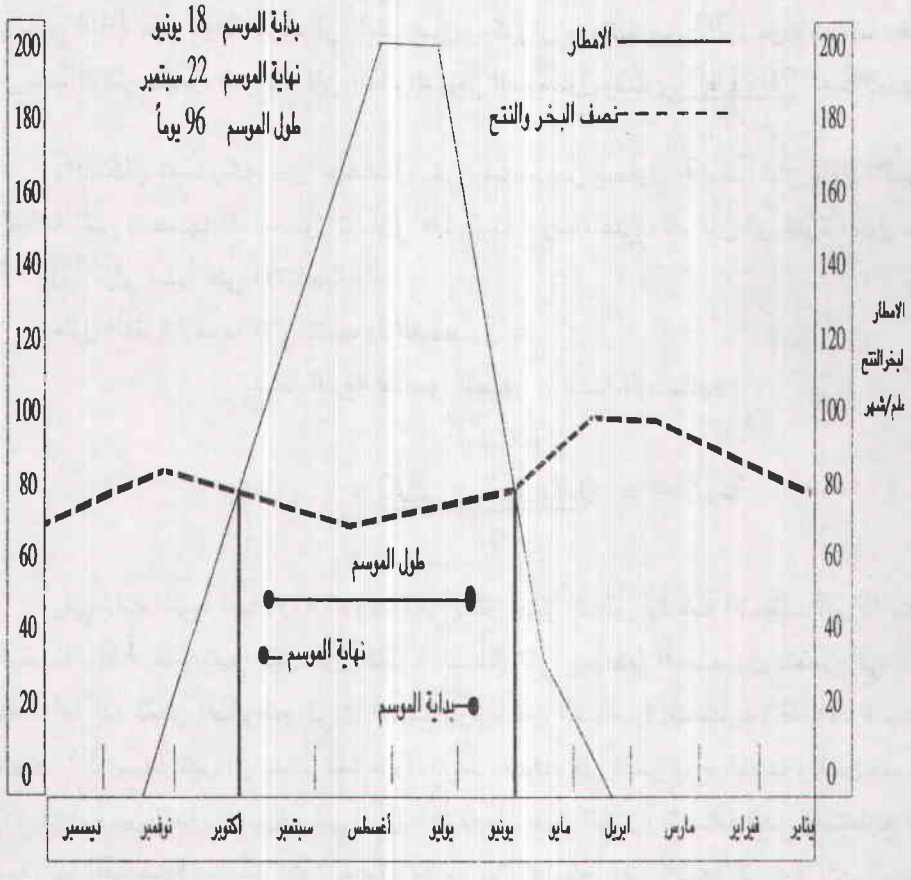
بعد تحديد طول الموسم واختيار العينة المناسبة ، يتم تحليل الامطار اليومية لمعرفة طول الفترات الجافة (Dry Spells) ، فاذا كان احتمال حدوث الفترات الجافة الطويلة كبيراً، فان المحصول في تلك المنطقة قد يتعرض لنقص في احتياجاته المائية ، مما يؤثر سلباً على انتاجيته . ويتم تحديد طول الفترة الجافة بمعرفة سعة التربة لخزن الماء، وكمية الماء المتوفرة للمحصول في التربة ، وتعتمد تلك السعة على الخواص الفيزيائية للتربة وعمق الجذور.

طول الفترة الجافة التي يتحملها المحصول = الماء المتوفر في التربة

البخرنتح للمحصول

شكل رقم (1)

يوضح طول الموسم وبدايته ونهايته في القضارف (السودان)



المصدر: حسين سليمان آدم، كتاب المناخ الزراعي ، دار الاصالة والنشر، جامعة الجزيرة1996

تكون الفترة الجافة التي يتحملها المحصول اطول عندما يزرع المحصول في تربة طينية وتكون جذوره عميقة ، ويكون مستوي البخرنتح قليلاً . فمثلاً اذا كانت سعة التربة الطينية حوالي 200ملم /متر، وكان عمق الجذور 0.7متر، فإن الماء المتوفر للمحصول يساوي 140 ملم . واذا عرف ان المحصول يمكن ان يستفيد من 70٪ من ذلك الماء قبل ان يبدأ التأثر بنقص المياه ، فإن الماء المتوفر للمحصول يساوي $\frac{70\times140}{100}$ = 98ملم.

واذا كان البخرنتح من المحصول في وقت معين يساوي 7 ملم، فان طول الفترة الجافة التي يتحملها المحصول تساوي 14 يوماً . وبناءً على ذلك فان أي فترة اطول من 14 يوماً تؤثر سلباً على الانتاجية .

طول الفترة الجافة التي يتحملها المحصول =

سعة التربة × عمق الجذور × نسبة الاستفادة

البخرنتح

$$= \frac{200 \times 0.7 \times 0.7}{7} = 14 \text{ يوماً}$$

وفي ذات التربة المذكورة أعلاه ، وفي نفس عمق الجذور ونسبة الاستفادة ، إذا كان البخرنتح 9.0 ملم/يوم، فإن طول الفترة الجافة التي يتحملها المحصول تنقص إلى 11 يوماً. أما إذا نقص البخرنتح الي 4.9 ملم/يوم ، فان المحصول يستطيع تحمل فترة جافة طولها 20 يوماً قبل أن يتأثر بنقص المياه . كذلك في نفس نوع التربة ونفس نسبة الاستفادة من الماء المتوفر في التربة ، ينقص طول الفترة الجافة التي يستطيع أن يتحملها المحصول عندما تكون جذوره قريبة من السطح. وفي التربة الرملية ذات السعة الاقل لا يتحمل المحصول فترات جفاف طويلة وذلك لأن مخزون التربة الرملية قليل ولا يمد المحصول باحتياجاته لفترة طويلة.

4-2-2 استخدام المعلومات المناخية في تقدير الانتاجية :

يعتبر الماء هو العامل الأساسي لتحديد الانتاجية في المناطق المدارية ، ولذلك فان كمية الامطار وتوزيعها ونوعية التربة ومستوي البخر نتح تحدد انتاجية المحصول . ولقد توصلت منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO) الى طريقة لتقدير الانتاجية وخاصة للمحاصيل الغذائية الهامة مثل الذرة الرفيعة والذرة الشامية (الذرة الصفراء) والدخن

وذلك عن طريق حساب الموازنة المائية للمحصول من بداية الزراعة وحتي الحصاد . يتم حساب الموازنة المائية كل عشرة ايام ، وذلك بمقارنة كمية الامطار في العشرة ايام مع كمية البخرنتح من المحصول في نفس الفترة . اذا زادت الامطار عن البخرنتج تضاف الزيادة لمخزون التربة ، واذا استمر النقص ، يستمر إكماله من المخزون الى ان يتم استغلال كل المخزون واي نقص بعد ذلك يعتبر ضاراً بالمحصول. يقسم ذلك النقص على احتياجات المحصول الكلية خلال الموسم ، والنسبة المئوية لذلك النقص تخصم من 100. فمثلاً اذا كان النقص بعد نفاذ مخزون التربة يساوي 20 ملم ، وكانت احتياجات المحصول الكلية 400 ملم ، فان نسبة النقص تساوي 5٪.

تخصم تلك النسبة من 100٪ ويصبح الناتج 95٪ ، واذا حدث نقص آخر يساوي 40 ملم مثلاً فإن نسبة النقص تساوي 10٪، تخصم تلك النسبة من 95 وتكون النتيجة 85٪ ، وهكذا الى نهاية الموسم . والنسبة النهائية تعطي فكرة عامة عن مدى النقص من المياه الذي تعرض له المحصول . وإذا لم يتعرض المحصول لأي نقص في المياه، فإن النسبة النهائية تكون 100٪ وبالتالي تكون الانتاجية المتوقعة ممتازة ، وكلما كانت النسبة النهائية قليلة ، فان الانتاجية المتوقعة تكون ضعيفة .

لقد وضعت منظمة الاغذية والزراعة العالمية (FAO) سلماً يربط بين الانتاجية المتوقعة والنسبة النهائية لنقص المياه . ولقد بني ذلك السلم على تجربة المنظمة في بعض الدول ، والجدير بالذكر أنه يتم تحديد السلم في كل منطقة على حدة بناءً على أبحاث تجرى في نفس المنطقة لعدد من السنين ، حيث يجب تحديد البخرنتح من العشب، وهذا يعتمد فقط على المعلومات المناخية ، ثم تحديد معامل المحصول والذي هو عبارة عن نسبة البخرنتح من المحصول للبخرنتح المرجعي (من العشب) ويتم تحديده في محطات البحوث الزراعية . ويكون هذا المعامل 0.5 عند الزراعة ، ويزداد تدريجياً مع نمو المحصول ليصل اعلاه في منتصف الموسم عندما يغطي المحصول الارض تماماً ، ثم يبدأ في النقصان عندما ينضج المحصول.

البخرنتح من المحصول = البخرنتح المرجعي × معامل المحصول

ثم يتم جمع البخر نتح من المحصول لكل الفترات من الزراعة وحتى الحصاد . في الجدول رقم (15) البخرنتح من العشب في الفترة 11-20 يوليو يساوي 50 ملم ،

جدول رقم (15)

متابعة الموازنة المائية لمحصول معين طول موسمه 100 يوماً

ويبدأ الموسم 11 يوليو وينتهى الموسم في 20 أكتوبر

	20-11 يوليو	31-21 يوليو	10-1 أغسطس	20-11 أغسطس	31-21 أغسطس	10-1 سبتمبر	20-11 سبتمبر	30-21 سبتمبر	10-1 أكتوبر	20-11 أكتوبر
الامطار ملم	30	40	30	31	24	75	125	10	18	56
البخر نتح من الحشائش ملم	50	50	45	40	45	50	55	60	60	60
معامل المحصول	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.6
البخر نتح من المحصول	25	30	36	40	54	55	55	54	48	36
الامطار-البخر والنتح من المحصول	5	10	6-	9-	30-	20	70	44	30	20
مخزون التربة من الماء المتوفر للمحصول	5	15	09	00	00	20	60	16	00	20
النقصان أو الزيادة	-	-	-	-	30-	-	30+	-	14-	-
نسبة النقصان أو معامل النقص	100	100	100	100	93	93	93	93	90	90

ومعامل المحصول 0.5 عليه يكون البخرنتح من المحصول مساوياً 25 ملم . وهكذا من فترة لاخرى . وباتباع هذه الطريقة في الجدول (13) نجد ان الاحتياجات المائية الكلية للمحصول تساوي 433 ملم.

بعد ذلك ، وبناءً على معلومات عن طبيعة التربة ، وعمق الجذور ، يتم تحديد مخزون التربة من الماء المتوفر للمحصول . في المثال اعلاه تم تحديد 60 ملم كقيمة الماء المتوفر للمحصول في التربة . ثم تبدأ عملية حساب الموازنة المائية كل عشرة ايام ، مثلاً من يوم 11-20 يوليو كانت الامطار 30 ملم ، والبخرنتح من المحصول 25 ملم ، وكان الفائض 5 ملم ، ذلك الفائض يخزن في التربة . من 21-31 يوليو ، كانت الامطار 40 ملم واحتياجات المحصول 30 ملم والفائض 10 مليمتر يضاف لمخزون التربة ليصبح 15 ملم. من 1- 10 أغسطس كانت الأمطار أقل من الاحتياجات (30 ملم

مقارنة الى 36)، النقص 6 ملم ، ويؤخذ هذا النقص من المخزون (15-6) ليصبح المخزون 9 ملم . من 11-20 اغسطس ايضا كانت الأمطار أقل من البخرنتح للمحصول ب 9 ملم ، وأيضاً يكمل المحصول النقص من مخزون التربة ، وبالتالي يصبح المخزون صفراً. من 21-30 أغسطس زادت احتياجات المحصول الى 54 ملم بينما كانت الامطار 24 ملم فقط ، في هذه الفترة ليس هنالك اي مخزون في التربة ، ولذلك يتعرض المحصول لنقص في المياه يساوي 30 ملم . ذلك النقص يساوي نسبة 7٪ تقريباً بالنسبة للاحتياجات الكلية (433 ملم) وان معامل النقص يساوي 100-7 = 93٪ .

تلي ذلك فترة ممطرة من 1-10 سبتمبر ، وزادت الامطار عن الاحتياجات المائية بحوالي 20 ملم . تلك الزيادة تخزن في التربة . ثم هطلت امطار غزيرة في الفترة 11-20 سبتمبر بلغت 125 ملم ، وزادت عن الاحتياجات المائية ب 70 ملم ، هذه الزيادة تذهب لمخزون التربة ، حيث تذهب 40 ملم من الزيادة لتكلمة مخزون التربة الى حده الاقصي 60 ملم (20 + 40) وتبقى 30 ملم فائضة ، ولا تؤثر على المحصول . ثم تأتى فترة جافة لا تزيد فيها الامطار عن 10 ملم ، وتقل عن البخرنتج من المحصول ب 44 ملم ، ذلك النقص يكمل من المخزون ، ويبقى في التربة فقط 16 ملم (60-44) . وفي الفترة 1-10 أكتوبر لا تفى الامطار باحتياجات المحصول البالغة 48ملم ، حيث يبلغ النقص 30 ملم ، وفي تلك الفترة يأخذ المحصول ما تبقى بالتربة وهو 16 ملم ، ويواجه نقصاً في احتياجاته المائية يبلغ 14 ملم (30- 16) ونسبة ذلك النقص للاحتياجات الكلية (433 ملم) تساوي 3٪ ، وبذلك يهبط معامل النقص من 93 الى 90٪.

في الفترة الأخيرة تزيد الأمطار عن احتياجات المحصول بحوالي 20 ملم ، وتذهب الزيادة لمخزون التربة ، ويظل معامل النقص كما هو 90٪ ، ويكون هو المعامل النهائي، باستخدام السلم الذي يربط بين معامل النقص والإنتاجية يمكن التوصل لتقدير الإنتاجية لذلك المحصول في ذاك الموسم .

هذه الطريقة أعطت نتائج أفضل بكثير من النتائج التي تم التوصل اليها بمقارنة الانتاجية مع الامطار السنوية ، والتي لم تكن مرضية كما كان متوقعاً ، لان توزيع الأمطار خلال الموسم هو الذي يلعب الدور الاساسي وليس الأمطار الكلية في الموسم .

4-2-3 إستخدام المعلومات المناخية في عمليات الري:

المعلومات المناخية وخاصة البخرنتح والأمطار تلعب دوراً أساسياً في الري في جميع مراحله ، من مرحلة التخطيط لسعة القنوات الى مرحلة التشغيل ، حيث تعتمد كميات مياه الري المطلوبة على احتياجات المحاصيل المائية ، والتي تعتمد أساساً على البخرنتح . في مرحلة التخطيط يبدأ مهندس الري بطلب المساحات المراد زراعتها، ثم يطلب المعلومات المناخية لحساب البخر نتح ومعرفة كميات الأمطار المتوفرة ، حيث يجب حساب الأمطار المتوقعة باحتمال 80٪ وكذلك حساب البخرنتح المتوقع باحتمال 20٪ ، أي أعلى بخرنتج مرة كل خمس سنوات، وذلك زيادة في التحوط ضد السنوات الجافة والتي يكون فيها عادة البخر نتح مرتفعاً جداً . كما يطلب المهندس ايضاً مواعيد الزراعة، ثم يستخدم متوسطات البخر نتح المرجعي ومعامل المحصول ليحسب متوسط الاحتياجات المائية للمحصول المعين من الزراعة إلى الحصاد كل عشرة ايام ، ثم يجمع الاحتياجات لكل المحاصيل ويخصم من ذلك كميات البخرنتح المتوقعة ، ويحصل من ثم على احتياجات الري المتوقعة كل عشرة أيام ويقارن ذلك مع سعة القنوات ، فاذا زادت الاحتياجات عن سعة القنوات في أي وقت من السنة ، طلب مراجعة المساحات المخططة للزراعة وتعديلها.

4-2-4 تشغيل القناة الفرعية وطلبات مياه الري:

تبنى طلبات الري على الاحتياجات المائية للمحاصيل في التركيبة المحصولية. فطلبات الري لأي قناة فرعية يتم حسابها بعد معرفة المساحات المزروعة من كل محصول ومواعيد الزراعة لكل محصول ، والبخرنتح المرجعي. فبمجرد معرفة مواعيد الزراعة ، يتم تحديد معامل المحصول لكل عشرة ايام من الزراعة الى الحصاد . ومن المعلومات المناخية (سطوع الشمس ، حرارة الهواء ، الرطوبة النسبية ، سرعة الرياح) يتم حساب البخرنتح ، ثم يتم حساب الاحتياجات المائية لكل محصول ، ومن ثم تجميع الاحتياجات الكلية لكل المحاصيل لكل عشرة أيام ، ثم تخصم كميات الأمطار لكل فترة ، والناتج يساوي الاحتياجات المائية والتي تمثل طلبات الري.

فمثلاً إذا كان هنالك 500 فدان مزروعة قطناً ، وكانت مواعيد الزراعة 15 يوليو، و300 فدان ذرة رفيعة مزروعة في 1 يوليو ، و200 فدان فول سوداني مزروعة في

1 يونيو، و400 فدان قمح تزرع في أول نوفمبر ، فان طلبات الري في الفترة 1-10 أكتوبر مثلاً يمكن حسابها كالآتي:

البخرنتح في الفترة 1-10 أكتوبر = 6.0 ملم/يوم.

معامل محصول القطن في الفترة 1-10 أكتوبر = 1.1

معامل محصول الفول السوداني في الفترة 1- 10 أكتوبر = 1.0

معامل محصول الذرة الرفيعة في الفترة 1- 10 أكتوبر = 0.8

البخرنتح من القطن في الفترة 1-10 أكتوبر =6.0 ×1.1 =6.6 ملم/اليوم

البخرنتح من الفول السوداني في الفترة 1-10 أكتوبر

= 6.0 ×1.0 = 6.0 ملم/اليوم

البخرنتح من الذرة الرفيعة في الفترة 1-10 أكتوبر

= 6.0 ×0.8 = 4.8 ملم/اليوم

تحول هذه الاحتياجات من ملم الى متر مكعب للفدان وذلك بضرب الاحتياجات بالملم في مساحة الفدان 4200متر2(1 ملم = 4.2 مترمكعب للفدان).

وعليه فإن :

احتياجات القطن = 6.6 × 4.2 × 500 = 13860 مترمكعب/اليوم

احتياجات الفول السوداني = 6.0 × 4.2 × 300 = 7560 مترمكعب/اليوم

احتياجات الذرة الرفيعة = 4.8 × 4.2 × 200 = 4032مترمكعب/اليوم

الاحتياجات الكلية خلال الفترة 1-10 أكتوبر = 25452مترمكعب/اليوم

إذن تقدر طلبات الري خلال تلك الفترة بحوالي 26000 متر مكعب/اليوم

أما اذا اردنا حساب طلبات المياه خلال الفترة من 11-20 ديسمبر مثلاً ، فانه في ذلك الوقت تكون الذرة الرفيعة والفول السوداني قد تم حصادهما ، ويبقى القطن والقمح فقط. ويكون القطن في نهاية موسمه، وبذلك ينخفض معامله ، اما القمح فيكون في ازدهار

نموه ، وبالتالي يكون معامله كبيراً، كذلك يكون البخرنتح المرجعي من العشب أقل من ذلك في اكتوبر.

مثلاً :

البخرنتح في الفترة 11-20 ديسمبر = 5.0 ملم/اليوم

معامل محصول القطن في الفترة 11-20 ديسمبر = 0.9

معامل محصول القمح في الفترة 11-20 ديسمبر = 1.2

البخرنتح من القطن = 0.9×5 = 4.5 ملم/اليوم

البخرنتح من القمح = 1.2×5 = 6.0 ملم/اليوم

الاحتياجات المائية للقطن = 4.5× 4.2×500 = 9450 مترمكعب/اليوم

الاحتياجات المائية للقمح 6.0×4.2×400 = 10080مترمكعب/اليوم

الاحتياجات الكلية = 19530 مترمكعب/اليوم

إذن تقدر طلبات الري للفترة 11-20 ديسمبر بحوالي = 20000 مترمكعب/اليوم

ويمكن مقارنة انخفاض الطلبات من 26000 متر مكعب في اكتوبر الى 2000 م^3 في ديسمبر

4-2-5 تحديد طول الفترة بين الرية والاخرى :

يستفاد من معلومات التبخر والنتح في تحديد طول الفترة بين كل رية واخرى ، ويدخل هنا عامل التربة أيضاً ، وكذلك عمق الجذور ونسبة الرطوبة في التربة التي يتم بعدها بدء ري المحصول

$$\text{طول الفترة بين الريتين} = \frac{\text{سعة التربة} \times \text{عمق الجذور} \times \text{النسبة}}{\text{البخرنتح من المحصول}} *$$

* النسبة تعنى نسبة المياه التي يمكن استغلالها بواسطة المحصول من المخزون في التربة قبل أن يتأثر المحصول بنقص المياه . بعض المحاصيل يمكن أن تستغل 70٪ من المخزون ، وأخرى تستغل فقط 50٪ ، وذلك يتوقف على الخواص الفيزيائية للتربة، كما ذكر سابقاً.

فإذا كانت سعة التربة تساوي 100ملم/متر، عمق الجذور 0.8 متر والنسبة الممكن استغلالها 0.7، يكون طول الفترة بين الرية والاخري :

$$\frac{\text{البخرنتح}}{\text{البخرنتج}} = \frac{0.7 \times 0.8 \times 100}{56}$$

وإذا كان البخرنتح من المحصول يساوي 4 ملم في اليوم ، فإن طول الفترة بين الريتين في المثال السابق يساوي 14 يوماً. أما إذا كان البخرنتح 8 ملم، فإن طول الفترة ينخفض إلى 7 أيام فقط . وذلك يوضح أنه في الفترات الحارة ، وعندما يكون المحصول في نمو مزدهر، فإن فترات الري تكون متقاربة ، بينما تتباعد هذه الفترات عندما يكون المحصول صغيراً ، أو في نهاية موسمه . كذلك يلاحظ أنه في حالة المحاصيل ذات الجذور العميقة ، تكون فترات الري متباعدة لأن المحصول يستغل مخزون التربة ، بصورة أكبر . وكذلك الحال في المحاصيل التي تتحمل العطش (الجفاف) فان فترات الري تكون متباعدة .

6-2-4 تقدير الفاقد في عمليات الري :

فاقد مياه الري من القنوات يتم تقديره ايضاً من معرفة التبخر من سطح مائي في المنطقة التي توجد بها تلك القنوات ، ويضرب التبخر في مساحة سطح القنوات ، وبذلك يمكن تقدير الفاقد من القنوات نتيجة للتبخر . يلاحظ انه في حالة الاراضي الطينية الثقيلة (كما هو الحال في مشروع الجزيرة بالسودان) فان فاقد التبخر هو الفاقد الأساسي لأن الفواقد الأخرى من هذه الاراضي ، مثل التسرب داخل التربة والجريان السطحي من جنبات القنوات قليل جداً وذلك لتماسك التربة الطينية.

المشروع المقدم في هذه الدراسة يهدف لتمكين الاقطار العربية من تقدير البخرنتح المرجعي والذي يتطلب رصد العوامل المناخية الاربعة في الاقاليم المناخية المختلفة في كل قطر وتدريب الكوادر في هذا المجال وبالتالي تمكن الاقطار العربية من تقدير البخرنتح من المحاصيل الرئيسية والاحتياجات المائية والتي تمثل العامل الرئيسي في ادارة مياه الري .

3-4 اهداف المشروع :

1-3-4 اهداف بعيدة المدى :

رفع الإنتاجية وترشيد استخدام مياه الري وبالتالي رفع كفاءة استخدام مياه الري وذلك عن طريق تحسين إدارة مياه الري باستخدام الاساليب العلمية .

2-3-4 اهداف مباشرة :

- تدريب الكوادر العاملة في الرصد الجوي الزراعي وفي المحاصيل الحقلية للقيام بجمع ومعالجة وتحليل المعلومات المناخية واستخدامها في إدارة مياه الري.
- رفع أداء خدمات الرصد الجوي الزراعي واستخدامها في إدارة مياه الري.
- تحديث بنك المعلومات المناخية في الوطن العربي والذي قامت بانشائه المنظمة العربية للتنمية الزراعية في 1976-1978.
- حصر وتقويم محطات الرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي بغرض تطويرها ودعمها لتقوم بدورها في توفير المعلومات المطلوبة والتي تستخدم في ادارة مياه الري.

4-4 مكونات المشروع :

يتكون المشروع من ثلاثة أجزاء:

1- مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي وتحديث بنك للمعلومات.

2- دورة تدريبية لمدة أسبوع في كل قطر عن استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري.

3- ورشة عمل قومية لمناقشة نتائج المسح والدورات التدريبية .

1-4-4 مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي في الوطن العربي وتحديث بنك المعلومات :

تصمم استمارات لحصر المحطات العاملة في الرصد الجوي الزراعي والعناصر المرصودة في تلك المحطات وكذلك حصر عدد اختصاصيي الرصد الزراعي وادارات

الري والجامعات وكذلك النشرات والتقارير التي تصدرها تلك المؤسسات وطبيعة العلاقة بين الاختصاصيين في تلك المؤسسات وكذلك التنسيق بين المؤسسات العاملة في هذا المجال. بالاضافة لاستمارة المسح (ملحق 1) هنالك استمارة لجمع المعدلات المناخية (ملحق 2) وذلك للفترة 1961-1990 ولأكبر عدد من المحطات وتشمل العناصر المطلوبة لحساب البخرنتح المرجعي (حرارةالهواء، الرطوبة النسبية ، سطوع الشمس ، الإشعاع الشمسي ، سرعة الرياح) . هذا بالإضافة للأمطار والبخر ، كذلك هنالك إستمارة (ملحق 3) للامطار السنوية في المحطات الرئيسية .

4-4-2 الدورات التدريبية :

تقام في كل قطر دورة تدريبية لمدة أسبوع يشارك فيها ممثلو المؤسسات المختلفة العاملة في مجال الرصد الجوي الزراعي وادارة مياه الري ، ويقوم بالتدريب خبير تختاره المنظمة .

4-4-3 ورشة العمل القومية :

تأتي هذه الورشة بعد المسح لوضع الرصد الجوي الزراعي وبعد الدورات التدريبية القطرية يشارك فيها القيادات العليا في مجال الرصد الجوي الزراعي وإدارة مياه الري.

4-5 منهجية التنفيذ:

4-5-1 مسح لوضع الرصد الجوي الزراعي وتحديث بنك المعلومات:

تقوم المنظمة العربية للتنمية الزراعية بتصميم استمارة للمسح واخرى لتحديث بنك المعلومات كما موضح في هذه الدراسة . ترسل تلك الاستمارات لكل قطر من الاقطار ولمديرية الأرصاد في تلك الاقطار على ان تكون جاهزة قبل بدء الدورة التدريبية في ذلك القطر. يقوم الخبير الذي ينفذ التدريب بجمع تلك الاستمارات واحضارها معه للمنظمة العربية بعد نهاية التدريب ويقوم بتحليلها وتحديد اوجه النقص في محطات الرصد أو في الاجهزة والمعدات او في الكوادر المؤهلة . كذلك يقوم الخبير بجمع المعدلات المناخية للفترة 1961-1990 لتحديث بنك المعلومات.

الملحق (4) يوضح الاجهزة المطلوبة لانشاء محطة رصد جوي زراعي مع اسعار المعدات عام 1997 وتكلفة المحطة الواحدة بالدولار الامريكي.

4-5-2 الدورات التدريبية :

تختار المنظمة العربية للتنمية الزراعية خبيراً من الاختصاصيين في مجال استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري ثم يقوم الخبير بجولة تدريبية يغطي الخبير عدداً من الدول في جولة واحدة وذلك لتقليل تكلفة السفر مثلاً يمكن تغطية دول المغرب العربي : (موريتانيا، المغرب، الجزائر ، تونس وليبيا) في جولة واحدة، ثم دول المشرق العربي (العراق، الاردن ، سوريا، لبنان وفلسطين) ثم دول الاقليم الاوسط (مصر ، السودان ، جيبوتي والصومال) ، وكذلك دول شبه الجزيرة العربية (السعودية ، اليمن ، عمان، الامارات ، قطر ، البحرين، الكويت) وتستغرق الجولة ما بين 4 الى 7 أسابيع ليغطي كل الاقطار في 21 أسبوعاً (خمسة شهور) ، فإذا أضفنا لذلك أسبوعين بين كل جولة والأخرى تصبح المدة المطلوبة لتنفيذ الدورات التدريبية وجمع وتحليل المعلومات حوالي سبعة شهور.

4-5-2-1 المادة التي يتم تغطيتها في الدورات التدريبية :

الحرارة العظمى والصغرى – متوسط درجة الحرارة –الأمطار وتوزيعها الموسمي – احتمالات الأمطار – الأمطار الفاعلة – تقديرات الاشعاع الشمسي من سطوع الشمس – وحدات الإشعاع الشمسي (ميقاجول متر $^{-2}$) – الرطوبة النسبية – ضغط بخار الماء – ضغط بخار الماء المشبع – وحدات ضغط بخار الماء (ملليبار – كيلوباسكال – مليمتر زئبق) – درجة الندى – سرعة الرياح وتغيرها مع الارتفاع – وحدات سرعة الرياح (متر ث$^{-1}$) كلم ساعة $^{-1}$ ، كلم يوم $^{-1}$) البخرنتح المرجعي – تقديرات البخرنتح المرجعي بمعادلة بنمان – مونتيث – معامل المحصول – السعة الحقلية – نقطة الذبول – الماء المتاح– الاحتياجات المائية للمحاصيل – تخطيط المشاريع الاروائية – تشغيل المشاريع الاروائية– طول الفترة بين الريات وعلاقتها بالبخرنتح من المحصول والماء المتاح وعمق الجذور . وفيما يلي برنامج الدورات التدريبية القطرية .

4-5-2-2 برنامج الدورات التدريبية القطرية:

السبت :

* أهمية الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري ، أنواع محطات الرصد الجوي، العناصر المناخية الأساسية ، سطوع الشمس ، الاشعاع الشمسي، تقدير الاشعاع الشمسي من سطوع الشمس، أجهزة قياس سطوع الشمس والأشعاع الشمسي، الوحدات.
* درجات الحرارة القصوى والصغرى ومتوسط درجة الحرارة ، ضغط بخار الماء ، الرطوبة النسبية ، حفظ بخار الماء المشبع ، فرق التشبع ، درجة الندى ، الرطوبة المطلقة، قياس الحرارة والرطوبة.
* تمارين عن تقدير الاشعاع الشمسي وحساب ضغط بخار الماء، والرطوبة النسبية .

الأحد :

* سرعة الرياح ، تغير سرعة الرياح مع الارتفاع ، الوحدات ، قياس سرعة الرياح ، البخر من أنبوبة بيشى ، البخر من الحوض.
* الامطار وتغيراتها الزمانية والمكانية ، الامطار الفاعلة ، احتمالات الامطار بنسبة 80٪.
* تمارين عن حساب سرعة الرياح والبخر والامطار.

الاثنين :

* تقدير البخر نتح من العوامل المناخية ، المعادلات المستخدمة، معادلة بنمان، معادلة بنمان مونتيث.
* تمارين على حساب البخرنتح بمعادلة بنمان.
* إستخدام الحاسوب وبرنامج CROPWAT لحساب البخرنتح المرجعي بمعادلة بنمان مونتيث.

الثلاثاء :

* الخصائص الفيزيائية للتربة، السعة الحقلية ، نقطة الذبول، الماء المتاح، معامل المحصول، تغير معامل المحصول مع الموسم، أثر مواعيد الزراعة، معامل المحصول للمحاصيل الرئيسية، البخرنتح من المحصول.
* تمارين عن خصائص التربة ومعامل المحصول والبخرنتح من المحصول.

الأربعاء :

* حساب المقننات المائية، استخدام المقننات المائية في التخطيط للمشاريع الإروائية، تحديد سعة القنوات والتركيبة المحصولية ، استخدام الحاسوب وبرنامج CROPWAT للتشغيل في المشاريع الإروائية ، تحديد كمية المياه المطلوبة ، تحديد طول الفترة بين الريات.

الخميس :

* جمع المعدلات المناخية للفترة 1961 - 1990، حصر النقص في محطات الرصد الجوي الزراعي، حصر النقص في أجهزة الرصد الجوي الزراعي، حصر النقص في الكوادر المؤهلة، كيفية التنسيق بين الجهات العاملة في مجال الرصد الجوي الزراعي وادارة مياه الري.
* تقويم الدورة ، الخلاصة والتوصيات.

4-5-2-3 عدد المتدربين:

يتم اختيار 10–20 متدرباً في كل قطر، يتم اختيارهم من المؤسسات العاملة في مجال استخدام معلومات الرصد الجوي في ادارة مياه الري ، مثلاً مديريات الارصاد، إدارات الري ، الارشاد الزراعي ، البحوث الزراعية ، الجامعات... وبذلك يبلغ عدد المستفيدين من تلك الدورات في الوطن العربي من 200–400 شخص.

4-5-2-4 جمع المعلومات أثناء الدورات التدريبية :

يقوم الخبير أثناء انعقاد الدورات التدريبية بجمع الاستمارات الخاصة بالمسح وكذلك الاستمارات الخاصة بتحديث بنك المعلومات المناخية ويقوم بمناقشة الاستمارتين مع المتدربين في كل قطر كما يقوم بمناقشة أسس التنسيق بين المؤسسات العاملة في هذا المجال ، ليساعد ذلك في تحديد أوجه النقص في المعلومات وفي المحطات وفي الاجهزة وكذلك التوصية بأسس معينة للتنسيق بين المؤسسات .

4-5-3 ورشة العمل القومية :

بعد تحليل استمارات المسح وتحديث بنك المعلومات التي يقوم بها الخبير، تنظم ورشة عمل قومية يشارك فيها 2–3 من كل قطر يتم اختيارهم من القياديين في مجال استخدام الرصد الجوي الزراعي في ادارة مياه الري ، احدهم من مديرية الارصاد أو الهيئة العامة للارصاد ، وآخر من ادارة الري وربما ثالث من وزارة الزراعة أو الفلاحة .

يقدم الخبير في هذه الورشة نتائج تحليل الاستمارات وتبيان أوجه النقص في المحطات وأجهزة الرصد والكوادر المؤهلة وكذلك نتائج تحديث بنك المعلومات وتقويم الدورات التدريبية ، مدة الورشة ثلاثة أيام .

4-6 الميزانية :

- خبير لمدة 12 شهر (360 يوم × 100) = 36000 دولار
- تذاكر سفر الخبير (20 × 500) = 10000 دولار
- بدل سفر للخبير (150 يوم × 120) = 18000 دولار

- تكاليف الدورات التدريبية (21 دورة ×4.000) = 84000 دولار

- تكاليف ورشة العمل القومية (42 مشارك × 1000) = 42000 دولار

- اخـــرى = 10000 دولار

الجملة = 200000 دولار

4-7 الدورات التدريبية القطرية والاقليمية :

لقد تم اختيار منهجية التنفيذ للدورات التدريبية أن تكون قطرية وليست اقليمية وذلك لأن الدورات القطرية لها فوائد أكثر مقارنة بالدورات الاقليمية ، فإنها تتيح فرصة التدريب لعدد أكبر ، إذ أنه يمكن أن يشارك في الدورات التدريبية من 10-20 متدرباً من كل قطر، بينما يكون العدد في الدورات الاقليمية 2-3 وعلى نطاق الوطن العربي تسمح الدورات القطرية بتدريب 200-400 شخصاً بينما في الدورات الاقلمية يكون العدد في حدود 40-60 شخصاً.

كذلك تتيح الدورات القطرية للخبير أثناء بقائه لمدة اسبوع في القطر المعني ان يتأكد من جمع استمارات المسح والمعدلات المناخية كاملة أثناء وجوده ، كما تتيح له الفرصة للتعرف عن قرب على النقص في المحطات وفي الاجهزة والمعدات وفي الكوادر المؤهلة. كما ان وجود الخبير في كل قطر يتيح له الفرصة للنظر في أمر التنسيق بين الجهات المنتجة للمعلومات المناخية والجهات المستخدمة لها .

كل تلك الفوائد تعطي الدورات القطرية أهمية كبرى ، وإذا ما قارنا التكلفة ، فإننا نجد ان الدورات القطرية لا تزيد عن الدورات الاقليمية (4 دورات في أقاليم الوطن العربي الاربعة) بكثير إذ أن مدة الخبير الطويلة في الدورات القطرية تقابلها تكلفة تذاكر السفر واقامة المتدربين الكبيرة في حالة الدورات الاقليمية .

التكلفة في حالة 4 دورات اقليمية ، مدة الدورة اسبوعان يشارك فيها 3 أشخاص من كل قطر:

- خبير لمدة 4 شهور (120يوم ×100) = 12000 دولار
- تذاكر سفر الخبير (4 × 500) = 2000 دولار
- بدل سفر الخبير (60 يوم × 120) = 7200 دولار
- تذاكر سفر المتدربين (3 أشخاص ×17 قطر ×500) = 25500 دولار
- بدل سفر المتدربين (3 أشخاص ×17×15يوم×50) = 38250 دولار
- تكاليف الدورات التدريبية (4 × 5000) = 20000 دولار
- تكاليف ورشة العمل القومية (2 شخص ×21 قطر×1000) = 42000 دولار
- اخرى = 10000 دولار

الجملة = 156950 دولار

يصبح الفرق في تكلفة الدورات القطرية والدورات الاقليمية حوالي 43 ألف دولار فقط. لذلك نرى ان تقام الدورات التدريبية القطرية حتى تعم الفائدة منها وتخدم جميع اهداف المشروع .

الملاحـــق

ملحق (1) إستمارة المسح

1- محطات الرصد الجوي الزراعي - احداثياتها ورصد العناصر المناخية

ضع علامة (+) إذا كان العنصر المناخي يتم رصده في المحطة

وعلامة (-) إذا كان العنصر المناخي لا يتم رصده في المحطة

أسم المحطة	خط عرض	خط طول	إرتفاع متر	حرارة الهواء	الرطوبة النسبية	الاشعاع الشمسي	سطوع الشمس	سرعة الرياح	الهطول	البخر (بيشي)	حرارة التربة

2- عدد اختصاصيي الرصد الجوي الزراعي في مديرية الارصاد الجوي.....

عدد اختصاصيي الرصد الجوي الزراعي في البحوث الزراعية .....

عدد اختصاصيي الرصد الجوي الزراعي في الجامعات .....

عدد اختصاصيي الرصد الجوي الزراعي في وزارة الزراعة .....

عدد اختصاصيي الرصد الجوي الزراعي في إدارة الري .....

3- طبيعة العلاقة بين الاختصاصيين في المؤسسات المختلفة

* شخصية ..... * مؤسسية .....

4- النشرات والتقارير في مجال الرصد الجوي الزراعي التي تصدر عن المؤسسات المختلفة

4-1.....

4-2.....

4-3.....

ملحق (2) إستمارة تحديث بنك المعلومات المناخية

المعدلات المناخية للفترة 1961-1990 للعناصر الرئيسية لاكبر عدد من محطات الرصد

المحطة..... خط العرض..... خط الطول..... الارتفاع.....متر

العنصرالمناخي	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر
الحرارة العظمي												
الحرارة الصغرى												
الرطوبة النسبية												
سطوع الشمس												
الاشعاع الشمسي												
سرعة الرياح (إرتفاع 2 متر)												
الهطول												
عدد أيام الهطول												
البخر (بيشي)												
البخر (حوض)												
حرارة التربة												

ملاحظات:

الاهتمام بالوحدات

- الحرارة : درجة مئوية
- الاشعاع الشمسي : ميقاجول متر$^{-2}$ يوم$^{-1}$
- سرعة الرياح : متر ث$^{-1}$ مع توضيح ارتفاع عداد الرياح
- البخر : ملم يوم $^{-1}$ أو ملم شهر$^{-1}$
- الهطول : ملم شهر$^{-1}$
- الرطوبة النسبية : يوضح طريقة استخراج المتوسط (متوسط 24 ساعة أم متوسط قراءات في ساعات معينة)

ملحق (3) الهطول من محطات رئيسية ولها سجل لفترة طويلة تزيد عن الثلاثين عاماً

يجب اختيار محطات تمثل الاقاليم المناخية المختلفة في القطر ولها

سجل لفترة طويلة حتى يتم تحليلها

المحطة.............. خط العرض............ خط الطول.............. الارتفاع...........متر

السنة	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	اغسطس	سبتمبر	اكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	السنوي
19....													
19....													
19....													

ملحق (4)

الاجهزة المطلوبة لمحطة رصد واحدة وأسعارها

نوع الجهاز	سعر الوحدة بالدولار الامريكي
كشك معدات الرصد الجوي	525
مسجل مطر	250
مقياس المطر	090
مقياس الحرارة العظمى والصغرى	060
مقياس الحرارة الجاف والمبلل	060
مسجل الحرارة والرطوبة	450
مقياس سرعة الرياح	200
مسجل سطوع الشمس	525
حوض البخر Class A	150
مقياس الاشعاع الشمسي	150
مقياس حرارة التربة	150
مقياس الحرارة الصغرى للعشب	050
مسجل حرارة التربة	300
الجملـــــــــة	2960

ملحق (5)

نتائج برنامج CROPWAT

1- ملف المناخ 1986

ملف المناخ: كيرن			أسم المحطة: كيرنول KURNOOL
الشهر	البخرنتح المرجعي (ETO) (ملم/يوم)	الأمطار (ملم/شهر)	الامطار الفاعلة (ملم/شهر)
يناير	3.8	0.0	0.0
فبراير	4.9	0.0	0.0
مارس	5.9	0.0	0.0
أبريل	6.6	0.0	0.0
مايو	7.6	0.0	23.8
يونيو	6.8	0.0	45.0
يوليو	5.7	0.0	63.8
أغسطس	5.5	0.0	80.0
سبتمبر	4.9	0.0	7.9
أكتوبر	4.3	0.0	84.1
نوفمبر	3.6	0.0	58.0
ديسمبر	3.4	0.0	0.0
الجملة (في السنة)	1912.8	0.0	362.5 ملم

2- ملف محصول الذرة المعدّل

معلومات المحصول : عينة ذرة عالية الانتاج — ملف المحصول : عينة عالية الانتاج

طور النمو	البدء	الإنماء	الوسط	المتأخر	الجملة
طول الفترة (يوم)	27	35	35	30	127
معامل المحصول	0.5	<-	1.2	06	
عمق الجذور (متر)	0.3	<-	1.0	1.0	
(جزء)	0.5	<-	0.5	0.8	
استجابة الانتاج (معامل)	0.6	0.6	1.2	0.8	1.5

3- الاحتياجات المائية للمحصول (الذرة)

البخرنتح من المحصول واحتياجات الري — أسم المحطة : كيرنول

المحصول : ذرة عالية الانتاج — تاريخ الزراعة: 13 سبتمبر

الشهر	العشرة أيام	الطور	معامل المحصول (Ko)	بخرنتح المحصول (ملم/يوم)	بخرنتح المحصول (ملم10يوم)	امطار فاعلة (ملم10يوم)	إحتياج الري (ملم/يوم)
سبتمبر	2	بدء	0.50	2.5	17.2	24.6	0.0
سبتمبر	3	بدء	0.50	2.4	23.5	32.2	0.0
أكتوبر	1	بدء	0.50	2.2	22.4	30.0	0.0
أكتوبر	2	إنماط	0.59	2.5	25.3	27.4	0.0
أكتوبر	3	إنماط	0.78	3.2	31.6	20.6	1.1
نوفمبر	1	إنماط	0.96	3.7	37.1	13.1	2.4
نوفمبر	2	إنماط/وسط	1.10	4.0	40.2	5.9	3.4
نوفمبر	3	وسط	1.15	4.1	40.8	4.1	3.7
ديسمبر	1	وسط	1.15	4.0	39.7	2.3	3.7
ديسمبر	2	وسط	1.15	3.9	38.6	0.5	3.8
ديسمبر	3	متأخر	1.06	3.7	37.2	0.4	3.7
يناير	1	متأخر	0.88	3.2	32.1	0.2	3.2
يناير	2	متأخر	0.69	2.6	26.4	0.0	2.6
الجملة					411.9	161.3	

المراجـــع

المراجع

1- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي: المجلد الأول 1976 دراسة المرحلة الأولى.

2- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي: المجلد الثاني 1977 دمج المرحلتين.

3- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي: المجلد الثالث 1978 دمج المرحلتين.

4- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي: مصور البيئة الزراعية في الوطن العربي ، 1980.

5- المنظمة العربية للتنمية الزراعية ، دراسة المناخ الزراعي في الوطن العربي: مصور البيئة الزراعية الطبيعية في الوطن العربي ، 1980.

6- المنظمة العربية للتنمية الزراعية : دراسة السياسات العامة لإستخدام موارد المياه في الزراعة العربية ، الخرطوم ، مايو 1994.

7- المنظمة العربية للتنمية الزراعية : دراسة ترشيد إستخدام المياه في الزراعة العربية والمشروعات المقترحة للتطوير ، الخرطوم، نوفمبر 1995.

8- المنظمة العربية للتنمية الزراعية : دراسة حول إنتاجية الأراضي المروية في الوطن العربي والمشروعات المقترحة لتحسينها. الخرطوم ، نوفمبر، 1995.

9- حسين سليمان آدم ، (دكتور) كتاب المناخ الزراعي ، دار الأصالة للنشر ، جامعة الجزيرة 1996.

10- التقارير القطرية حول تعزيز إستخدام الرصد الجوي الزراعي في إدارة مياه الري 1997.

فريق الدراسة

فريق الدراسة

أ) خبراء من خارج المنظمة :

- الأستاذ الدكتور حسين سليمان آدم — رئيساً
  عميد معهد إدارة المياه والري - جامعة الجزيرة
  جمهورية السودان

- الدكتور محمود فضل المولى أحمد — عضواً
  أستاذ مشارك - كلية الزراعة
  جامعة الخرطوم - جمهورية السودان

ب) خبراء من داخل المنظمة :

- الدكتور أمير بخيت سعيد — مستشاراً
  خبير بادارة الموارد المائية
  المنظمة العربية للتنمية الزراعية

الموجز الإنجليزي

SUMMARY

The Use of Agroclimatic Data For Irrigation Water Management

The Study consists of four parts. Part One covers a historical background about agroclimatic data use in Irrigation Water management. Part Two describes the important study carried out by AOAD during 1976-1978. Namely " The Agroclimatic Study of the Arab World ". It describes the way the study was carried out, the countries covered in each phase. It numerates the Books and Atlases produced in the Study and the use of these in determining the climatic , agroclimatic and agroecological zones. Then it shows the agroecorogical similarities between various parts of the Arab World and the use of these similarities for transfer of breeding material, research results etc.

The third part discusses the country studies of agricultural climatology for 1997 and the current status of Arab Meteorological stations.

The fourth part covers a project to strengthen the use of agroclimatic data for irrigation water management . This part has three compnents. The first compenent is a survey to see the state of agroclimatic data in Arab countries, the agrometeorological stations network, the availability of competent staff in the field of agroclimatology and irrigation water management. Also forms for updating the agroclimatic data bank will be sent to be filled by each country.

the Second component considers training. The training period is one week in each country. An expert goes round the Arab Countries and while conducting the training collects the completed forms of the survey mentioned above and also the forms for updating the agroclimatic data bank including the climatological normals for the period 1961-1990. The expert will then analyse the survey data to identify the gaps in the agrometeorological network, the difficiencies in instrumentation and in the training of staff. Accordingly he will suggest actions to be taken to bridge the gaps in the network and to provide adequate instrumentation and training .

The third component comprises a workshop to discuss the outcome of the first two parts: The survey and the training seminars together with the recommendations of the expert. The participants will be senior staff (planners and managers) . There will be 2-3 participants from each country. The duration will be 3 days.

The total budget for the project is 200000 dollars. The project can be executed in one year.