أهمية علوم الأرصاد الجوية الزراعية وتطبيقاتها

د. محمد عبدالرحمن على داود

Mo_dawod@hotmail.com

الهيئة العامة للأرصاد الجوية

المقدمة

ترتبط الأعمال الزراعية ارتباطاً وثيقاً بالخصائص الطقسية والمناخية، ولا يخفى على أحد أثر كل من الحرارة والإشعاع الشمسى، والرطوبة، والرياح، وحدوث الصقيع، والندى، والبرد، على نمو النبات أثناء مراحل النمو المختلفة. ومن ثم ظهر علم جديد هو المتيورلوجيا الزراعية (الأرصاد الجوية الزراعية)، وعلم المناخ الزراعى، ويتناول الأخير دراسة أثر العوامل المناخية، التى لها دور بارز فى مراحل نمو النبات، وتلك التى تحدث خلال فترات إعداد الأرض للزراعة، ومواعيد الإزهار، ونضج الثمار، وخصائص الدورة الزراعية، وجمع المحاصيل، وطرق الرى، ومواعيدها، وطرق الصرف.

يعرف علم المتيورلوجيا الزراعية بالعلم الذى يتعلق بالربط بين العوامل الجوية من الإشعاع الشمسى، والرطوبة، والرياح فى الطبقة الحدية من الغلاف الجوى (من سطح الأرض إلى ١٠ متر فقط حيث يتم رصد الرياح السطحية) والمحاصيل الزراعية.

ويستخدم علم المتيورولوجى الزراعية لإيجاد المعادلات الفيزيائية اللازمة للربط بين العوامل الجوية ونمو النبات أثناء مراحل النمو المختلفة من الاحتياجات المائية للنباتات وطبيعة التربة والأمراض والحشرات الملازمة للنباتات وذلك لإعطاء التوقع الانتاجى للمحاصيل قبل الحصاد.

يستخدم الإحصاء والحاسب الآلى وبيانات الأرصاد التاريخية المحلية لكل محطة والبيانات الزراعية لكل محصول لعمل الأبحاث التطبيقية المحلية وتعتبر الهيئة العامة للأرصاد الجوية الرائدة فى هذا المجال نظراً لعضويتها فى المنظمة العالمية للأرصاد الجوية WMO وعضو فعال فى لجنة CAgM حيث بدأت الهيئة بإنشاء المحطات الجوية الزراعية (سنة ١٩٥٥ تم إنشاء محطتى الجيزة والخارجة، وفى سنة ١٩٥٧ تم إنشاء محطة مديرية التحرير، وفى سنة ١٩٦٧ تم إنشاء محطتى أسيوط الزراعية وبهتيم، وفى عام ١٩٨٦ تم إنشاء محطة العريش الزراعية، وفى عام ١٩٩٠ تم إنشاء محطة رفح الزراعية، وفى عام ١٩٩١ تم إنشاء محطة ملوى الزراعية، وفى عام ١٩٩٥ ثم إنشاء محطة بئر العبر الزراعية وفى عام ٢٠٠٩ سخا الزراعية وجارى استكمال محطة وادى النطرون الزراعية) كما أمدت الهيئة هذه المحطات بالمحطات الأوتوماتيكية لقياس بعض العناصر الجديدة وعلى ذلك يظهر الثروة المعلوماتية المتوفرة لدى قاعدة بيانات الهيئة العامة للأرصاد الجوية لخدمة هذا العلم.

وقام علماء الهيئة العامة للأرصاد الجوية بالعديد من الأبحاث التطبيقية لتحديد بعض الثوابت المحلية المستخدمة فى علم الجوزراعيات لتصبح مرجعا للباحثين وتم نشرها بالمجلة العلمية التى تصدرها الهيئة والتى بدأت من ١٩٧٠ وانتهت فى ١٩٨٣. ثم عادت

مرة أخرى من سنة ٢٠٠٢ بعد عمل ورشة العمل السنوية التى تقام بالهيئة فى مارس من كل عام. وجميع الاصدارات متاحة على صفحة رابطة الاخصائيين www.emsa_eg.com.

وقد أوصت لجنة CAgM المنبثقة من المنظمة العالمية للأرصاد الجوية باجتماعها فى فبراير ٢٠٠٩ بنيودلهى ـ الهند بضرورة تدريس هذا العلم بالجامعات.

ينقسم علم المتيورلوجيا الزراعية (الجوزراعيات) إلى مجموعة من المواضيع العلمية الآتية وهى المناخ الزراعى ـ التربة ـ المياه ـ البخر ـ وسيتم إيضاح كل هذه الأساسيات بقدر المستطاع.

١ ـ المناخ الزراعى

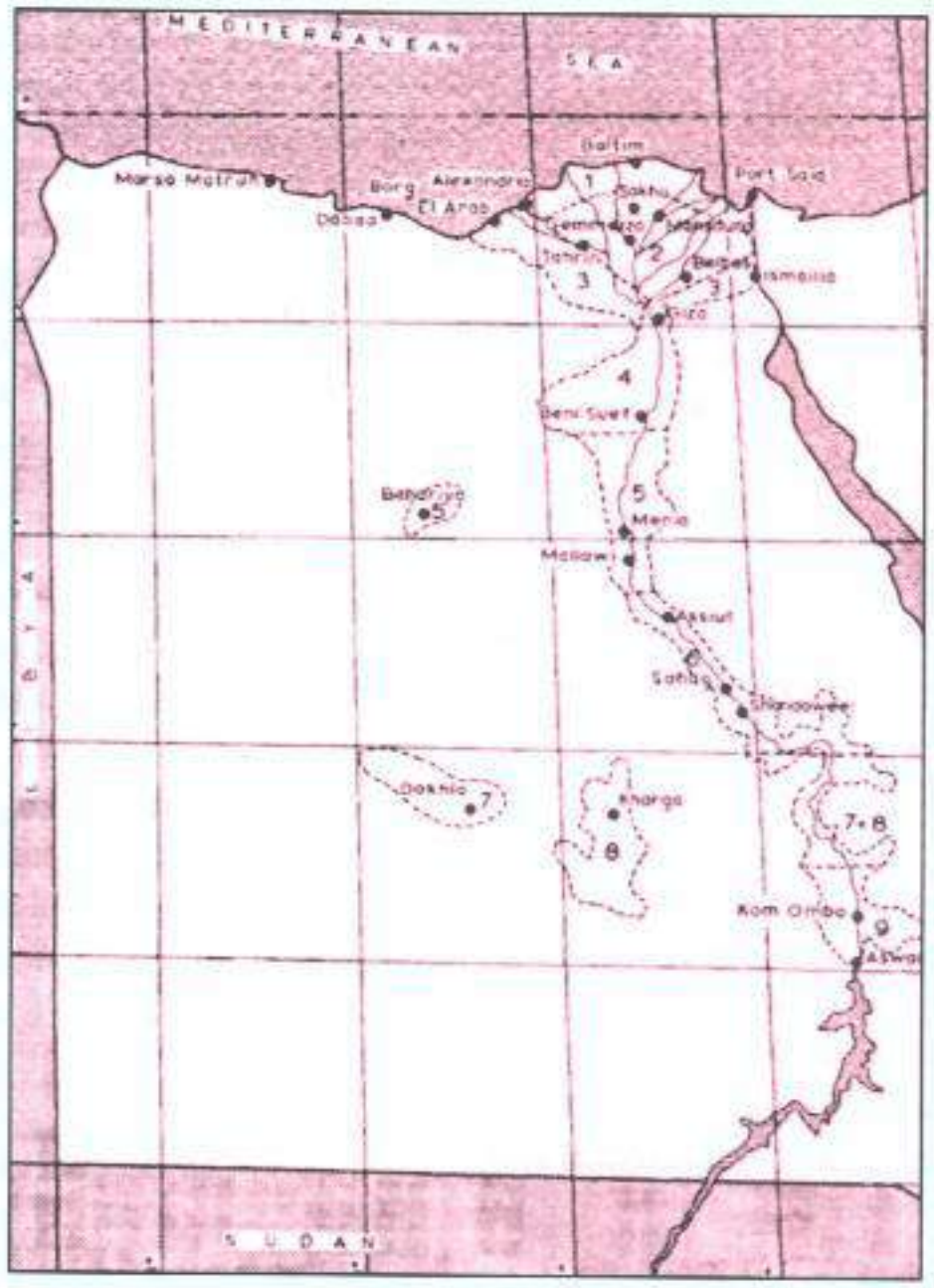
بناء على دراسات المناخ الزراعى تم تحديد أو تقسيم المناطق المناخية تبعاً لشروط الأرصاد الجوية الزراعية الموحدة.

يعتبر مناخ مصر مناخ قاحل شبه إستوائى وعملياً تعتبر مصر بلد غير ممطرة وتعتمد فى الزراعة والصناعة والشرب على مياه النيل. ومناخ مصر متميز كثيرا فى شروط الأرصاد الجوية الزراعية الموحدة مستند على تحليل عناصر الأرصاد الجوية مثل درجة الحرارة والضغط الجوى وبخار الماء وسرعة الرياح لتتكون مناطق لها صفة واحدة من العناصر المناخية وعلى ذلك تقسم مصر كالآتى:

منطقة الدلتا (تُقسَم إلى منطقة ساحلية، منطقة مركزية ومنطقة حدود صحراء)

مصر الوسطى والعليا تُقسَم على خط العرض والطول

وهذا ما أوضحته الدراسة التى تمت (١٩٧٥) Aboukhaled et. al حيث قسمت مصر إلى ٩ مناطق زراعية تتفق فى عوامل المناخ (انظر الخريطة شكل «١»).



1.	Coastal area	5.	Area latitude 29° - 27.5° N
2.	Central Delta area	6.	Area latitude 27.5° - 26° N
3.	Desert Border area	7.	Dakhla area 26° - 25° N
4.	Giza area	8.	Kharga area 26° - 25° N
		9.	Aswan area 25° - 24° N

شكل «١» ٩ مناطق مناخية زراعية دراسة Aboukhaled et. al. (1975)

٢ ـ التربة

وتعتبر التربة المزروعة فى مصر حوالى ٨.٢ مليون فدان تتكون من ٥.٥ مليون فدان تربة طينية قديمة بينما البقية (٢.٧ مليون فدان) أرض مستصلحة حديثا. هذه الأرض المستصلحة حديثاً أساساً من الطبيعة الرملية والكلسية. تعتبر التربة الطينية (الغرينية) الزراعية فى مصر حوالى ٣٪ من مجموع مساحة الأرض الكلية لمصر وان غالبية التربة الطينية شُكّلت من تراكم الطمى من الفيضانات السابقة. أثناء فصول الفيضان المختلفة فى العصر الجيولوجى الأخير.

أصناف التربة

حسب معدل انتاجها

● صنف ١:

تربة منتجة عالية. حيث إنتاج المحصول فى هذه التربة أعلى بكثير من المعدل العام وإن كلفة الممارسات الزراعية فى هذه التربة منخفضة نسبياً. هى تتميز بالتصريف الطبيعى حيث يتم الصرف فى النيل

النهرى وماء الرى متوفرة والتربة مخصبة ولها معدل معتدل فى نفاذية الماء وهذه التربة هى تربة طينية مستوية.

● صنف ٢:

تربة منتجة جيدة. إن انتاج المحصول فى هذه التربة أعلى من المعدل العام لانتاج هذا المحصول فى البلاد. إن كلفة الممارسات الزراعية فى هذه التربة طبيعية. هى تتميز بوفرة ماء الرى، غير مملحة خلال فترة الزراعة ماعدا فى المناطق المتفرقة الصغيرة حيث يوجد ملوحة متوسطة تظهر فى طبقات السطح الثانوية. هذه التربة طينية.

● صنف ٣:

تعطى هذه التربة المعدل العام من إنتاج هذا المحصول فى البلاد. إن كلفه الممارسات الزراعية فى هذه التربة نسبياً ضمن المعدل. هى مميزة بالتصريف السيىء فى أغلب هذه التربة والإستواء السيىء للبعض منها والذى يؤدى إلى ظهور مستوى الماء فى الأعماق أقل من ١٥٠ سنتيمتر من سطح التربة. هى تتميز أيضا بظهور الملوحة المتوسطة أو العالية فى مواسم الزراعة على سطح التربة أو فى البعض من طبقاتها، قوام التربة رملية أو كلسية خشنة خصوصاً تلك التى بجانب حدود الوادى والدلتا.

● صنف ٤:

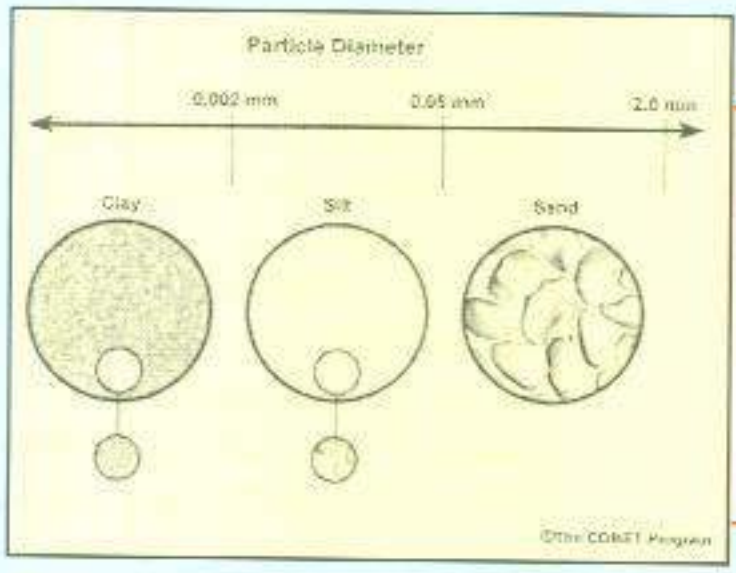
هذه الترب تعطى إنتاج سيىء أقل بكثير من المعدل العام من انتاج المحصول. إن الأسباب لإنتاجها السيىء تماما مثل فى صنف ٣.

ومن هذا التصنيف نجد بأن القوام (طبيعة التربة) ومستوى الماء والملوحة من العوامل الرئيسية التى تسيطر على معدل إنتاج التربة.

٣ـ المياه

● مصادر المياه

إن النيل المصدر الرئيسى للماء فى مصر حيث أن حصة مصر بموجب اتفاقية ماء النيل بين مصر والسودان



● شكل (٢) قوام التربة وأنواعها. ●

فى ١٩٥٩ أعطت حوالى ٥٥.٥ بليون متر مكعب.. هذه الكمية تقريبا أكثر من ٩٠٪ من مصادر مياه البلاد المتطورة.. وهناك مصادر مختلفة للمياه هى: ـ

١ ـ الأمطار: يقل المطر فى مصر فيما عدا الأجزاء الشمالية القريبة من البحر الأبيض المتوسط خصوصاً فى سيناء والساحل الشمالى الغربى حيث يستخدم ماء المطر محلياً فى هذه المناطق لرى بعض المراعى للحيوان أو زراعة محاصيل للاستهلاك المحلى وعلى ذلك يجب دراسة الأمطار وطبيعتها والمواسم الخاصة بالزراعة وأيضا دراسة التنبؤات الفصلية للأمطار وفترات الجفاف بالموسم الزراعى وغيره من الدراسات الهامة فى هذا المجال.

٢ ـ المياه الجوفية: تمثل المياه الجوفية العميقة فى سيناء والصحراء الغربية مصدرا آخر للمياه فى مصر لكن غير قابلة للتجديد بالإضافة إلى كلفة استخراجها العالية. لذا، مازال استخدامها محدودا جداً والتوسع المستقبلى من استعماله لن يتجاوز كسر صغير من سهم مصر من ماء النيل.

٣ ـ من الناحية الأخرى، هناك مصادر غير تقليدية أخرى، مثل ماء التصريف الزراعى، مياه المجارى المعالجة والمياه الجوفية من طبقة النيل الجوفية (floodplain وحافات النيل). الكمية المتوقعة لماء التصريف التى ستستعمل ثانية إما مباشرة أو بعد الإغماء بالماء العذب حوالى ٤.٥ مليار متر مكعب (عبدالعظيم، ١٩٩٩). يتوقع الوصول بهذا الرقم حوالى ٨.٥ مليار متر مكعب مستقبلاً وبمعنى آخر: ماء التصريف الزراعى، ماء مياه المجارى المعالج والمياه الجوفية من طبقة النيل الجوفية (floodplain وحافات النيل، سيكون حوالى ٣٠٪) مصادر المياه التى سوف تستعمل فى الزراعة. ولابد من توضيح أثر هذه المصادر غير التقليدية على الزراعة حيث مستويات ملوحة هذه المياه عالى ولذلك هذه المياه غير التقليدية تساهم فى مشكلة الملوحة فى الأرض الزراعية ونظراً لاستعمال الرى الخاطىء وغياب إدارة الماء الصحيحة على الزراعة لذلك فإن ترشيد استهلاك مياه الرى صار من أهم الأولويات الإستراتيجية التى ترعاها الدولة.

٤ـ البخرنتح

وتستهلك المحاصيل الزراعية المياه بالبخرنتح فى الجو الذى يحتوى على الطاقة اللازمة لذلك. حيث البخر نتح يعمل على تلطيف درجة حرارة النبات، ويدعو الماء للصعود بالعناصر الغذائية حيث يتفاعل ١٪ منه مع ثانى أكسيد الكربون بالجو بمساعدة طاقة ضوء الشمس ليكوّن الكربوهيدرات الذى هو المكون الأوّلى لجسم النبات

وإنتاجه. والتربة هى خزان مياه محدود السعة حيث يمد النبات بحاجته من الماء على قدر الطاقة المتوفرة بالجو وعلى ذلك يوضح أهمية علوم الأرصاد الجوية وارتباطها بالزراعة.. الجو به الطاقة اللازمة لعملية النتح من النبات والبخر من التربة، ومعلوم أنه يلزم كمية طاقة مقدارها ٢,٤٥ ميجا جول لتبخير ١ لتر من الماء. لذلك يمكن تحديد كمية الطاقة الجوية على وحدة المساحة كل يوم باستخدام بيانات الأرصاد الجوية من خلال معادلات فيزيائية لتقدير هذا البخرنتح القياسى.

● ولقياس البخر نتح بالمحطة الجوية الزراعية

ولتحديد أثر الجو لابد تحييد أثر المحصول باختيار محصول قياسى ليس له مراحل نمو وهو سطح حشائش طوله حوالى ١٢ سم، والبخرنتح منه يسمى البخرنتح القياسى وهو: البخرنتح من سطح حشائش جيد النمو وطوله من ٨ : ١٥ سم ويغطى التربة جيدا، ولا يعانى نقصا فى الماء أو السماد،، ولا يعانى من أثر الحشرات والأمراض.

ويقاس البخرنتح القياسى بطرق عديدة منها جهاز الليزى - متر (Lysimeter) كما بالشكل (٣)، حيث تضاف كمية معينة من الماء كل يوم إلى أن يحدث أقل صرف، ثم تطرح كمية الصرف من الكمية المضافة لتنتج كمية الماء المنتوح فى ذلك اليوم. ويكون بجوار الجهاز محطة أرصاد جوية زراعية لمقارنة هذه القياسات بطرق تقدير بمعادلات فيزيائية تعتمد على عناصر الجو. كما يستخدم هذا الجهاز لقياس البخرنتح من أى محصول، والصورة بشكل (٣).

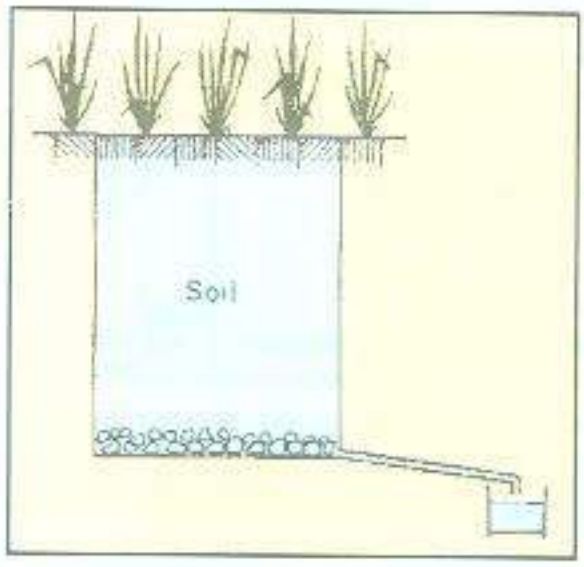
المقنن المائى للنبات (البخرنتح)

يعرف المقنن المائى بأنه أقل كمية مياه يلزم إضافتها للنبات، ليعوض الفقد بالبخر نتح فى الجو باختلاف مراحل نموه، ويفى باحتياجات الغسيل من الأملاح المتوقع تراكمها بسبب البخر نتح فى الجو، ويفى بتعويض قلة كفاءة طريقة الرى عن ١٠٠٪، وذلك بعد فترة زمنية مناسبة لسعة حفظ التربة للمياه، لتعطى أعلى إنتاج.

احتياجات المحصول من الماء تتحدد أولا بكمية الطاقة المستمدة من الجو وثانيا بطبيعة النبات ومراحل نموه وثالثاً بقوام التربة حيث هى خزان الماء لحفظ مياه الرى. لذلك فإن المقنن المائى يعنى تحديد احتياجات المحصول ثم تنظيم هذه الاحتياجات بتحديد كمية مياه الرية الواحدة ثم فترة الرى المناسبة.

من الواضح ان العوامل المؤثرة على المقنن المائى كثيرة ومتداخلة تجعل حساباته معقدة، خصوصا ان طاقة الجو اللازمة للنتح تحددها طاقة الإشعاع الشمسى ودرجة حرارة الهواء ورطوبته النسبية وسرعة الرياح وكلها متغيرات فى الزمان والمكان. لذلك فإن الاهتمام صار حول استعمال معادلات فيزيائية رياضية تعالج جميع متغيرات الميزان المائى بالتربة حلاً للمشكلة (معادلات بنما منوتيس - تبادل الطاقة فى الطبقة السطحية - وغيره).

كل نبات له طبيعة فسيولوجية تجعله ينتح بنسبة مختلفة عن الآخر من البخر نتح القياسى بالإضافة إلى ان المساحة الناتجة تزداد من بداية الزراعة حتى انتهاء مرحلة تطور المحصول، لاحظ شكل (٥). فمحاصيل الخضر بعد اكتمال نموها الخضرى تنتح بنسبة حوالى ١,١ من البخرنتح القياسى، وأشجار الحمضيات تنتح بنسبة ٠,٧ لأن السطح العلوى لأوراقها مغطى بطبقة شمعية ويحدث النتح من السطح السفلى الذى لا يواجه الشمس مباشرة. وأثر الطبيعة الفسيولوجية للنبات ومراحل نموه يجمع فيما يسمى بعامل المحصول (Kc) (Crop Coefficient). كما ان



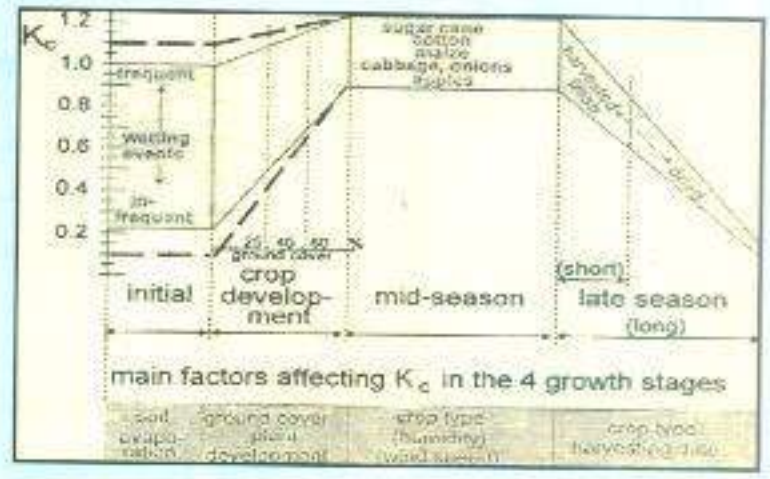
شكل (٣) توضيحى لجهاز قياس البخرنتح.

هناك مؤثر خارجى يؤثر على قيمة عامل المحصول (Kc) فى مرحلته الأولى وهو طريقة الرى، فإذا كانت المساحة كلها تبلل كما فى حالة الرى بالرش فإن قيمة عامل المحصول تبدأ كبيرة، لاحظ شكل (٤). وإذا كانت التربة تبلل جزئياً كما فى حالة الرى بالتنقيط حيث يبلل حوالى ثلث المساحة المنزرعة، فإن قيمة العامل تبدأ صغيرة.

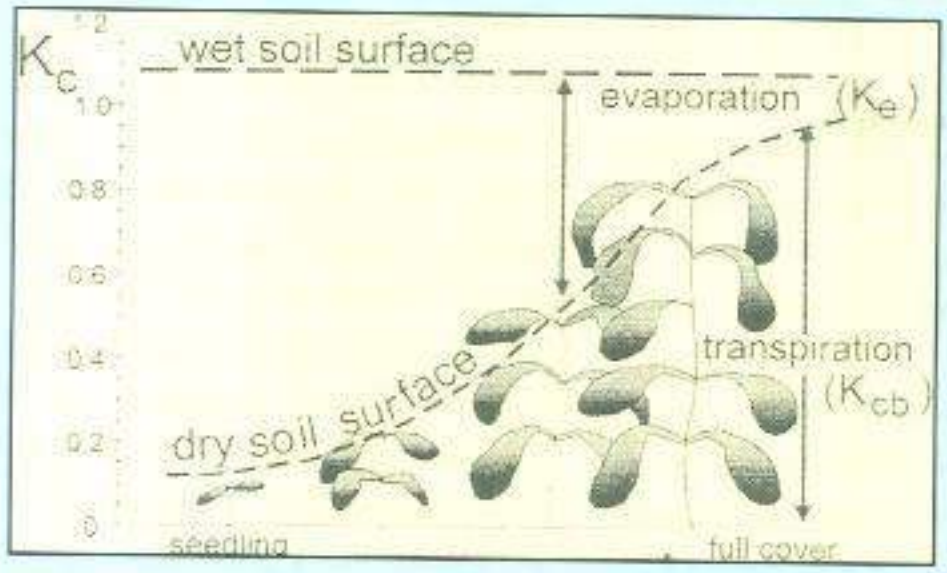
فإذا علم عامل المحصول كل فترة ثلث شهر أو سدس شهر (خمسة أيام) أمكن تحديد البخرنتح من النبات (ETc) Crop Evapotranspira-tion كل فترة وذلك بضرب معدل النتح القياسى (ETo) لتلك الفترة فى عامل المحصول (Kc) لنفس الفترة. شكل (٥) يبين أثر طريقة الرى على عامل المحصول. إذا كان الرى بالتنقيط والتربة بين الخطوط جافة فإن الخط المنحنى المقطع يمثل عامل المحصول بمرور مراحل النمو، وإذا كان الرى بالرش المتكرر عبر الخط المستقيم المقطع عن عامل المحصول. أى ان التنقيط المقنن يوفر ٥٠٪ من الرش المتكرر.

حساب المعامل للمحاصيل الموسمية

تنقسم فترة النمو إلى أربعة مراحل رئيسية، شكل (٥):



شكل (٤): يوضح معامل المحصول (Kc) ومراحل النمو للمحصول



شكل (٥): معامل المحصول مع طرق الرى

١ ـ المرحلة الابتدائية: حتى نسبة خضرة ١٠٪، والعامل خلالها يسمى (Kc1)

٢ ـ مرحلة التطور: إلى حوالى ٩٠٪، والعامل خلالها يسمى (Kc2) وهو متغير مع تغير النمو.

٣ ـ المرحلة المتوسطة: إلى تمام النضج أو بداية الاصفرار، والعامل خلالها يسمى (Kc3).

٤ ـ المرحلة المتاخرة: إلى الحصاد أو نهايته، والعامل فى نهايتها يسمى (Kc4).

من تجارب سابقة، تم قياس مدة هذه المراحل بالنسبة لمجموع فترة موسم المحصول، وكذلك حساب قيمة عامل المحصول خلال هذه المراحل. وسجلت هذه النسب فى جداول ونشرت بمنشورات عديدة منها (FAO 56) وهو منشور موجود على النت، وإذا وجدت بيانات محلية كان لها الأولوية فى الاعتبار.

شكل (٥) يبين أثر تكرار الرى على عامل المحصول فى مرحلتى البداية والتطور، ونوعية المحصول فى المرحلتين المتوسطة والمتاخرة، كما يبين العوامل السائدة المؤثرة عليه خلال كل مرحلة فى أسفل الشكل.

ففى المرحلة الابتدائية يسود التبخر من التربة، وفى مرحلة التطور يتزايد النتح ويقل التبخر تدريجيا، وفى المرحلة الوسطى يسود النتح من النبات وبالتالى تتدخل نوعية المحصول أكثر.

وخلال المرحلة الابتدائية يلاحظ ان العامل يكبر للتكرار الأكثر للرى، وقد يكون أكبر من ١.٠ إذا كانت طريقة الرى تؤدى إلى تبليل المساحة المنزرعة بالكامل كما فى حالة الرى اليومى بالرش، أما فى حالة الرى بالتنقيط فإنه يقل إلى ٠.٣ لأن ثلث المساحة المنزرعة على الأكثر يكون مبتلاً. وفى المرحلة المتأخرة لا يقل العامل كثيرا (٠.٧) للمحاصيل ذات الحصاد الطازج مثل الطماطم والخيار، ويقل كثيرا (٠.٢) للمحاصيل ذات الحصاد الجاف مثل القمح والذرة.

احتياجات الرى للمحاصيل

احتياجات الرى أو جدولة الرى للمحاصيل تعنى تحديد:

١ ـ كمية مياه الرية الواحدة Irrigation Quantity (IQ) باختلاف: قوام التربة، وعمر النبات.

٢ ـ فترة الرى Irrigation Interval (II) باختلاف: عمر النبات، وطاقة الجو، وقوام التربة.

الاحتياجات المائية السابق حسابها هى البخرنتح من المحصول فى الجو، وهى كمية تنطلق بالجو ولا تعود أبدا. واحتياجات الرى تزيد عن احتياجات المحصول بكميات تعود للتربة ثانية، وهى كمية لغسيل التربة من الأملاح المتوقع تراكمها بالتربة بسبب البخرنتح فى الجو، وكمية أخرى ضرورة نقص كفاءة رى اى نظام عن ١٠٠٪، حيث يستحيل ضمان تجانس توزيع مياه الرى فى منطقة الجذور الفعالة بشكل كامل.

ولما كان سبب تركز الملوحة بالتربة هو الجو من خلال قدرته التبخيرية، لذلك كانت احتياجات غسيل الوقاية تمثل نسبة من البخرنتح من المحصول تسمى نسبة احتياج الغسيل Leaching Requirements (L). وتوجد بمنشور (FAO 24) علاقة لتقدير هذه النسبة وهى تعتمد على ملوحة مياه الرى ومدى تحمل كل محصول، وللخروج من كثرة الحسابات، حيث تختلف ملوحة مياه الرى من مكان إلى آخر، فقد دلت الحسابات ان القيمة العظمى لنسبة الغسيل تساوى ١٥٪ لجميع مستويات ملوحة المياه وجميع المحاصيل، وسوف نلتزم بهذه النسبة لجميع الحالات. أما كمية تعويض نقص كفاءة الرى عن ١٠٠٪ فإنها تزداد مع كمية مياه الرية الواحدة للتربة مباشرة كما سيأتى.

دراسات الجوية الزراعية لتحديد كمية مياه الرية الواحدة

والسؤال الآن كيف نمد المحصول بهذه الاحتياجات؟ والجواب ان التربة هى المنظم الأساسى لعملية إمداد المحصول باحتياجاته، لأنها تمثل خزان ماء محدود السعة. فإذا ما أضيفت كمية مياه الرية إلى التربة فإن

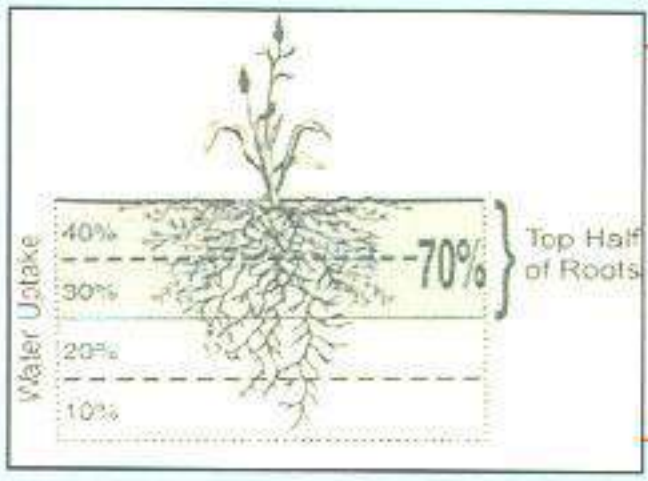
الجزء اللازم للغسيل ولتعويض نقص كفاءة الرى ينصرف تحت مستوى الجذور ويبقى ما تستطيع التربة حفظه ليمد النبات باحتياجاته اليومية حسب القدرة التبخيرية لطاقة الجو من يوم لآخر حتى تنتهى فترة الرى.

وكمية مياه الرية الواحدة تتوقف على: (١) حجم تربة الجذور الفعالة. (٢) سعة حفظ التربة للمياه. (٣) نوعية النبات، حيث ان هناك نسبة انخفاض معينة من سعة حفظ التربة للمياه مسموحة لكل محصول بحيث لا تؤثر على إنتاجه.

حجم تربة الجذور الفعالة:

الطول الفعال لجذر أى محصول يمثل ٠,٧٥ من أكبر طول، لأن ٠,٩٠ من المجموع الجذرى موجود فى ٠,٧٥ من العمق الرأسى فى التربة. واستفادة الجذر من ماء التربة يكون بنفس النسبة، أى أن النبات يمتص ٠,٩٠ من الماء من الـ ٠,٧٥ العليا من عميق الجذر. لاحظ الشكل (٦).

إن حجم تربة الجذور يتوقف على: العمق الفعال للجذور (De) والمساحة المروية (S). وعمق الجذور يبدأ صغيرا فى بداية الزراعة ثم يكبر إلى أن يتوقف مع نهاية فترة التطور. والمساحة المروية تتوقف على طريقة الرى، فالرى بالرش يعنى ان المساحة المنزرعة كلها ستروى، والرى بالتنقيط يعنى انه ليس هناك حاجة لتبليل أكثر من ثلث المساحة المنزرعة.



شكل «٦»
٠,٩٠ من المجموع الجذرى موجود فى ٠,٧٥ من العمق الرأسى فى التربة.

مثال ذلك العمق الأعظم لجذور الطماطم فى التربة الضحلة (غير العميقة) ٠,٧ م (FAO 24)، فيكون العمق الفعال الأعظم للطماطم يساوى حوالى ٠,٥٥ م فى تربة منطقة العين الضحلة. وإذا اعتبرنا المساحة المنزرعة ١٠٠٠ م٢، فيكون حجم تربة الجذور الفعالة (V) هى: V=1000/ 3XDe، والعمق الفعال للجذور سيبدأ من ٠,١ م فى بداية الزراعة وينتهى إلى ٠,٥٥ م فى نهاية مرحلة التطور. وبهذا تم التحديد الكمى لحجم تربة الجذور الذى سيضاف له ماء الرى، وبقى أن نعرف النسبة من هذا الحجم التى سيمكن للتربة أن تحتفظ به ماء.

سعة حفظ التربة للماء:

تقاس سعة حفظ التربة للماء بنسبة الماء المتاح بالتربة، وهى الفرق بين النسبة الحجمية لرطوبة التربة عند حالة السعة الحقلية والنسبة الحجمية لرطوبة التربة عند حالة نقطة الذبول الدائم. وهذا بدوره يتوقف على قوام التربة والذى يتغير من مكان لآخر.

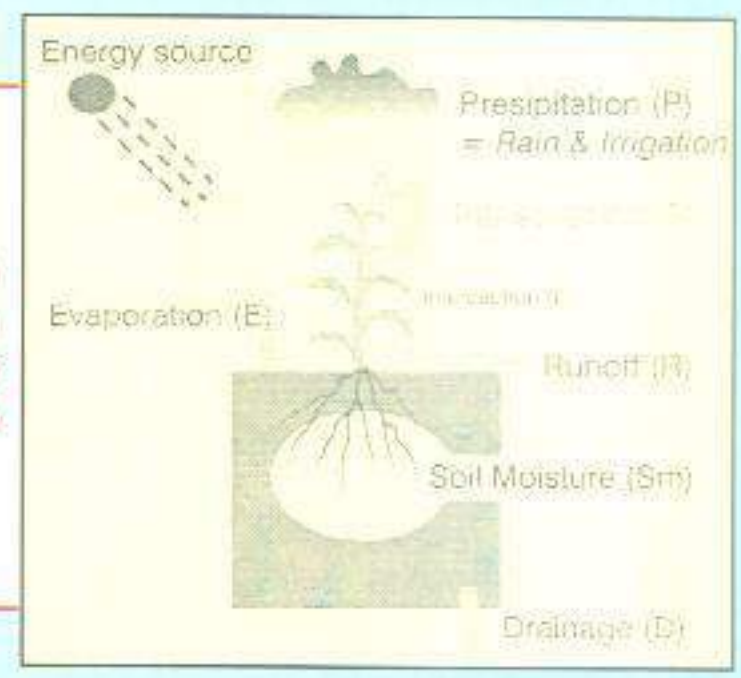
١ ـ قوام التربة (Soil Texture):

قوام التربة يصنف حسب قطر حبيبات التربة، فكلما صغر كانت التربة أنعم وكلما كبر كانت التربة أخشن..

٢ ـ نسبة الماء المتاح (AW) Available water

أثناء وبعد الرى مباشرة تتشبع التربة بالماء وتكون رديئة التهوية، وبعد مدة من الوقت ينصرف الماء الحر ويبقى الماء الشعرى، وتكون النسبة الحجمية لرطوبة التربة حينئذ فى حالة السعة الحقلية (FC) Field capacity. وفى هذه الحالة تكون التربة جيدة التهوية. يستهلك النبات من هذه الرطوبة، نتحاً بالجو يوماً بعد يوم، حتى يقل الماء إلى الحد الذى لا يكفى نموه ويبدأ فى الذبول الدائم، وتسمى النسبة الحجمية لرطوبة التربة حينئذ بنقطة الذبول welting point(wp). ونسبة رطوبة التربة فى كل الحالات تختلف باختلاف قوام التربة، والشكل الآتى يبين الحالات الثلاثة للتربة.

والفرق بين النسبة الحجمية لرطوبة التربة عند حالة السعة الحقلية والنسبة عند حالة نقطة الذبول يسمى نسبة الماء المتاح للنبات Available water



شكل «٧»
النبات مثل مضخة مياه تعمل بالطاقة الشمسية قدرتها هى قدرة طاقة الجو، وتضخ المياه من خزان سعته هى سعة تربة الجذور

(Hansen et al,1979) (AW).

٣ ـ نسبة الماء الميسر للنبات:

Readily Available water (RW)

نسبة الماء الميسر للنبات هى جزء من نسبة الماء المتاح وهى نسبة ميسرة للنبات بدون مشقة تؤثر على نموه وبالتالى إنتاجه، وهذه النسبة تختلف من نبات لآخر، وللطماطم كمثال = ٠.٤ من نسبة الماء المتاح ((FAO24.

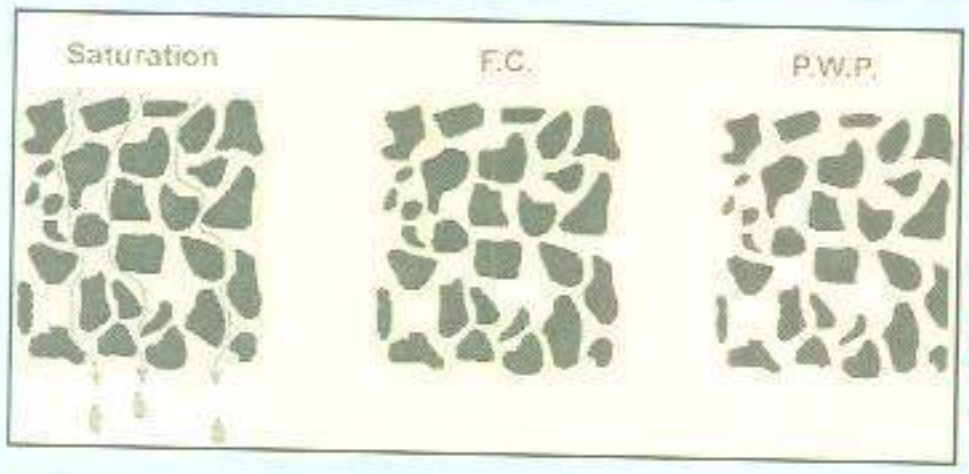
ويتضح ان التربة الرملية الناعمة يمكن أن تحتفظ بـ ١٤٠ لتر/ م٣ (١٤٠ مم/م)، والمتوسطة ١١٠ لتر/ م٣، والخشنة ٨٠ لتر/ م٣. و ٠.٤ من هذه النسب يكون ميسراً للطماطم بدون مشقة تؤثر على نموها وإنتاجها.

٤ ـ كمية مياه الرية الواحدة

(Q) Irrigation Quantity

الآن يمكن حساب كمية الماء الميسر للنبات. وكمية المياه التى ينبغى إضافتها كل رية تساوى كمية الماء الميسر إذا ضمنا وصولها لتربة الجذور فقط، وهذا فى العادة لا يحدث بسبب عدم تجانس صب الماء للتربة والذى يقلل من كفاءة الرى عن ١٠٠٪. لذلك فإن كمية مياه الرية الواحدة تساوى كمية الماء الميسر مقسوماً على كفاءة الرى ((IE، وهو للرى بالتنقيط = ٠.٩٠.

$$Q=1000/3*De*RW/IE$$



شكل «٨» يبين التربة فى الحالات: التشبع، والسعة الحقلية، ونقطة الذبول الدائم

Q = كمية مياه الرية الواحدة.

De = العمق الفعال للجذور.

RW = نسبة الماء الميسر للنبات.

IE = كفاءة الرى.

حيث يلاحظ زيادة كمية مياه الرية من بداية الزراعة ثم تثبت بعد اكتمال مرحلة التطور. ولا علاقة بين كمية مياه الرية الواحدة والجو فهى واحدة صيفاً وشتاء، والذى يتغير مع الجو هو فترة الرى كما سياتى.

ملحوظة مهمة: كمية مياه الرية الأولى تحسب وحدها بحيث نضمن امتلاء خزان التربة فى بداية الزراعة لكى تكون كميات الرى اللاحقة صحيحة.

خلاصة: ويعتبر الدقة العالية فى تقنين مياه الرى بالطريقة التى تراعى أثر جميع العوامل الثلاثة (طاقة الجو ـ طبيعة النبات ـ قوام التربة) تؤدى لتوفير المياه، وزيادة الإنتاج، ووقاية التربة من التملح، والحفاظ على خصوبتها، ووقايتها من الأمراض المحبة للرطوبة المرتفعة، كما يوفر الطاقة والعمالة.

ومن الثلاثة العوامل السابقة نجد ان طاقة الجو هو المتغير الأكبر فى هذه العوامل نظراً لثبات قوام التربة وطبيعة النبات وبذلك يوضح دراسات المتيورلوجيا الزراعية أو علم الجوزراعيات وأهميته فى الإدارة الحقلية للرى للمحاصيل والإرشاد الزراعى وحماية النبات من الموجات الحارة والظروف المناخية الشاذة التى تساعد على انتشار الأمراض فى النبات.

أهم المراجع

1_ Aboukhaled, A, A, A,M, Arar, B. G. Balba, L. T.Bishay, P. E. kadry, Rjtema and A. Taher 1975. Research on crop water use, salt Affected soils and Drainage in the Arab Republic of Egypt _ a review with recommendations. FAO, Near East Regional Office, Cairo, Egypt.

2 _ Abdel Azim, R, A, Agricultural Drainage water in Egupt: Evaluation of current practices and a vision for Future Development, ph. D, thesis, cairo University, 1999.

3 _ Attia, B., 1996, A Framework for the Development of Egypt,s National water polic, Ministry of water Resources and Irrigation, Cairo, Egypt.

4 _ Gaafar, K. Y. 1994, (water Requirements for some Egyptian crops), M. sc. cairo university, Faculty of science, Astronomy and Meteorology Department.

الباحث كمال جعفر

5_ Gaafar, K. Y. 1995, (Improving the penman Model, of Estimating potential Evapotranspiration, for Arid Zones), j. FAC. Sci, U. A. E Univ., Vol. 8, 12, (1995), pp. 130 - 150.

الباحث/ كمال جعفر