مستقبل زراعة القمح

على المياه الجوفية بالقصيم

(دراسة جغرافية)

د. عبد المجيد رجب فودة *

مقدمة

أدت الحاجة المتنامية لزيادة الانتاج عامة ، والتى ظهرت بشكل أكثر وضوحاً فى الفترات الحالية ، إلى ظهور دراسات كثيرة ومتنوعة ، فى مجالات شتى . وكان من بين الدراسات ، ماركز أو إهتم بدراسة وتحليل العوامل والمتغيرات ، التى تساهم فى حل كثير من المشاكل الإقتصادية ، أو تلك التى تساهم فى إتخاذ القرارات الانتاجية والتخطيطية عامة .

وكان من أهم العلوم التى ساهمت فى هذا المجال ، الزراعة والهيدرولوجيا والمناخ والاقتصاد ، وغيرها . كما كان محور اهتمامها ، وركيزتها الأساسية ، تحليل العلاقات المتبادلة والمتداخلة بين الانسان وبيئته المحيطة ، وأثرها على أشكال وأنماط انتاجه الاقتصادى المتنوعه . وقد أصبح لتلك العلوم الكثير لتقديمه فى مجال تقييم وحل المشاكل ، التى تواجه الانسان فى هذا الشأن ، أو حتى مساعدته فى التأقلم معها .

---

* قسم الجغرافيا – كلية أداب سوهاج

كما كان بين الموضوعات التى كانت مجالاً مشتركاً للدراسة ، بين هذة العلوم ، تلك التى تختص بالزراعة والمشاكل التى تواجهها ، سواء بسبب ظروف ومتغيرات طبيعية أو إقتصادية . على أنه تجدر الاشارة إلى أن المشاكل التى ترتبط بعناصر ومتغيرات البيئة الطبيعية ، كانت أكثرها وضوحاً ، ومن ثم كانت مجالاً مشتركاً لتلك العلوم عامة . وقد دخلت الجغرافيا فى مجال تلك التحليلات أيضا ، إذ ساهمت من خلال دراساتها ، عن متطلبات المحاصيل الزراعية ، من المياة والحرارة والتربة . فى توفير الكثير من المعلومات والنتائج ، التى استخدمت مع تحليلات ونتائج العلوم الأخرى ، فى تحليل وتقييم المشاكل الانتاجية الزراعية ، على إختلاف أنماطها من مكان لآخر على سطح الأرض .

ومن ثم تعد الدراسة الحالية ، محاولة للتمشى مع الاتجاه الجغرافى الحديث ، إذ أنها تعتبر محاولة لكشف العلاقة بين التوسع الزراعة عامة وزيادة مساحة القمح خاصة فى منطقة القصيم ، وبين موارد المياة الجوفية بها . وذلك بالاستعانة بمجموعة التقنيات والأساليب البحثية التى تستخدم فى العلوم الأخرى . وخاصة تلك التى تشترك معا فى دراسة ، العلاقة بين مظاهر نشاط الانسان وعناصر البيئة الطبيعية .

ومن ثم يمكن القول بأن الدراسة الحالية تمثل جانباً جغرافياً تطبيقياً لتلك العلوم من ناحية . ومن ناحية ثانية فهى تعتبر محاولة لتنمية العلاقة وزيادة التعاون بينها وبين الجغرافياً ، خاصة وأن الجغرافياً أصبحت أكثر علمية وواقعية ، وتميزت بخاصة التحليلية . الأمر الذى جعلها أكثر قدرة فى المساعدة على توفير البيانات والتحليلات ، التى تفيد فى توجيه الانسان نحو الاستغلال الجيد لموارد بيئة الطبيعة عامة والزراعية خاصة .

الهدف من الدراسة :-

لما كانت الدراسة الحالية تحاول فهم وتحليل العلاقات وشرح التفاعلات المكانية ، للمتغيرات البيئية فى منطقة الدراسة ، وتقييم دورها فى التأثير على زراعة القمح بها ، والتى تعتمد على استخراج المياة من تكويناتها الجوفية الحاملة لها . ولما كانت المياة الجوفية عبارة عن مورد ناضب غير متجدد ، فان عملية الاستغلال المرشد والمنظم لها ، يؤدى إلى

تعظيم الفائدة منها ومن الزراعة على السواء ، ويطيلا من عمر استغلالها . وتمثل كل تلك الأمور تحديات ومشاكل ستواجه الزراعة عامة والقمح خاصة ، مستقبلاً بالمنطقة .

ومن ثم فان دراسة تلك المشاكل ووضع الاطار العام لها ، وتقييم دورها مستقبلاً بالمنطقة ، تستلزم تحديد مساحة القمح ومتطلباته من المياة وعناصر البيئة الأخرى . ويعنى ذلك أن الدراسة الحالية بالرغم من صغرها ، ستضيف إلى التحليل العلمى المنظم للزراعة عامة والقمح خاصة بالمنطقة ، ومن وجهة نظر جغرافية . ولا شك أنه سيتوفر عنها معلومات وتحليلات ، تفيد فى مجال الزراعة بالمنطقة عامة ، وفى تقدير كميات المياة اللازمة لزراعة القمح وغيره من المحاصيل بها .

ولا شك أن تلك التحليلات يمكن أن تستخدم مع نتائج العلوم الأخرى ، المهتمة بدراسة وتحليل الظروف الطبيعية والاقتصادية بالمنطقة ، فى مساعدة المختصين فى مجال الزراعة ، نحو توجيه الطرق والعمليات الزراعية بشكل مناسب . كما يمكن الاستعانة بها فى ترشيد وتوجيه خطط التنمية بها ، وفى التغلب على مشكلة مياة الرى التى تواجه الزراعة عامة ، والقمح خاصة . والعمل على تحقيق المزايا الاقتصادية من الزراعة والمياة بتلك المنطقة.

أسلوب ومنهج الدراسة :-

حيث أن منطقة الدراسة تتمتع بعدة مميزات ، مثل وفرة الطاقة والضوء وعدم وجود آفات زراعية وسهولة التحكم فى الرى ، وغيرها من المميزات الطبيعية للمناطق شبة الجافة. كما شهدت بجانب ذلك خطط التنمية الزراعية ، التى تقوم على استخدام الوسائل والتقنيات الزراعية المتطورة ، فى المساعدة على التوسع الزراعى . وقد أدت العوامل السابقة إلى ظهور شبكة أو منظومة من العلاقات والتفاعلات الاقتصادية والاجتماعية ، أثرت على تغيير الزراع لقراراتهم الزراعية .

وكان من نتيجة ذلك أن ظهرت تغيرات واضحة فى النمط الزراعى ، إذ توسعت بعض المحاصيل وإنكمشت مساحة البعض الآخر ، وكان التوسع الرئيسى أساساً فى مساحة

القمح . كما كان من نتائج التوسع الزراعى زيادة السحب من المياة الجوفية ، وتناقص مستواها مع استمرار التوسع الزراعى . ومن ثم استلزم الأمر تحليل العلاقات بين القمح والمياة الجوفية ، باعتباره المستهلك الرئيسى لها ، وبيان أثر تلك العلاقات على مساحة القمح مستقبلا بالمنطقة .

وسوف تتم التحليلات من خلال الاستعانة بالأساليب القياسية ، خاصة الكمية والاحصائية ، وغيرها من الفروض والنظريات ، التى تستخدم فى العلوم الأخرى . باعتبار أن الدراسة الحالية تمثل تطبيقاً لنتائج تلك العلوم هذا من ناحية ، ومن ناحية ثانية فان تلك الأساليب والنظريات الحديثة ، تضمن سلامة التوصيل إلى أحكام قيمة ، وتعطى نتائج مرضية ، تضفى المزيد من الواقعية على التحليلات الجغرافية .

وقد استخدمت الدراسة الحالية فى ذلك ، المنهج التحليلى متعدد المداخل ، الذى يعتمد على الوصف عند دراسة ظروف زراعة القمح بالمنطقة ، ومحورة المشاكل التى تواجه زراعته . وعلى التحليل القائم على الطرق والوسائل الاحصائية والكمية ، وكذلك على تطبيق الآراء والنظريات العلمية . وذلك عند تقييم المتغيرات المتنوعة لمشكلة المياة الجوفية ، وإستجلاء تأثيراتها الكامنة مستقبلاً على زراعة ذلك المحصول .

بقيت الاشارة إلى أنه لكى يتم كل يتم كل ما سبقت الاشارة اليه ، فان الأمر يستلزم تجميع البيانات والدراسات التى تمت عن الزراعة عامة والقمح خاصة بالمنطقة ، وكذلك عن مصادر وموارد المياة الجوفية فيها ، وترتيبها بما يساعد على تطبيق الأساليب الكمية والعلمية ، لوصف وتحليل التفاعلات والارتباطات القائمة بين الزراعة والمياة بالمنطقة. وتحديد طبيعة مشكلة المياة وفحص مدخلاتها ، بغية التغلب عليها أو التأقلم معها وتحقيق الاستقرار الزراعى بالمنطقة .

ا- موضوع الدراسة :-

تمثل منطقة القصيم ومستقبل زراعة القمح بها ، موضوع الدراسة الحالية . وتقع تلك المنطقة فى القطاع الشرقى الأوسط من هضبة نجد (شكل رقم ١) ، وتبلغ مساحتها

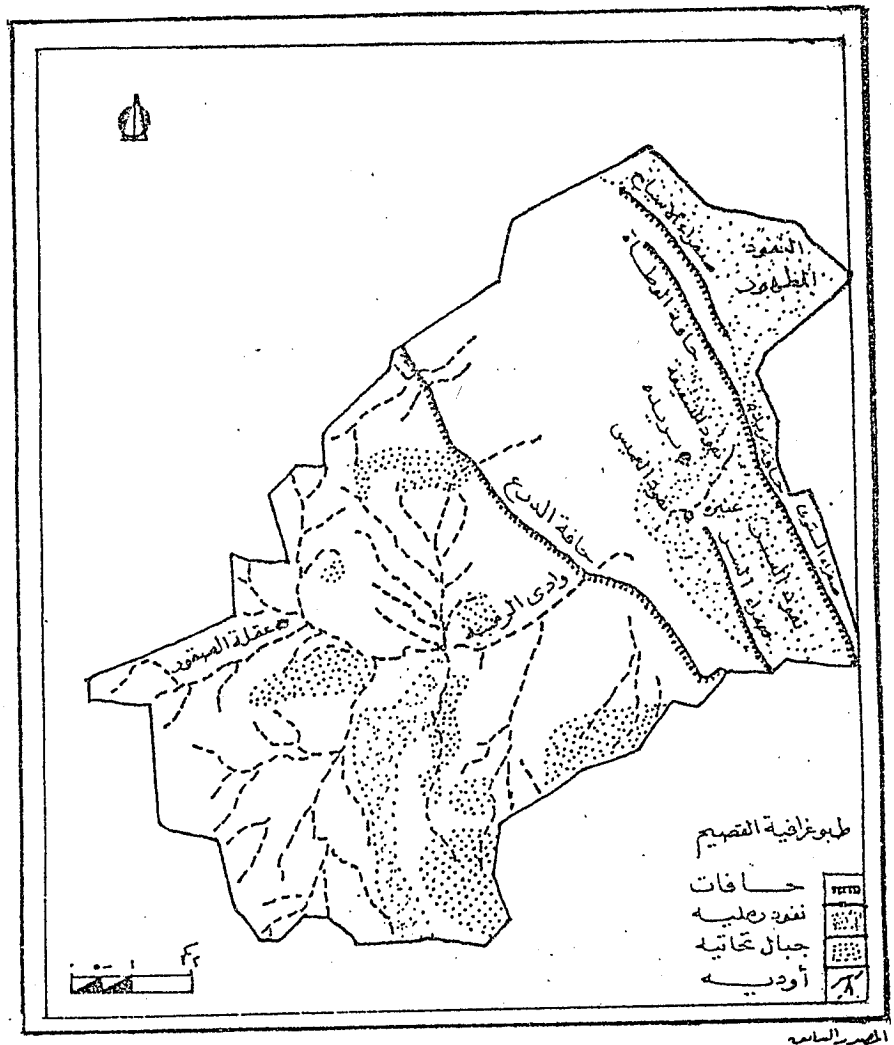
الكلية نحو ٥٣,٩٢٠كم٢، أى ما نسبته ٢,٣٪ من مساحة المملكة العربية السعودية . وتمتد تلك المساحة بين خطى طول ٤١، ٤٥ درجة شرقاً وبين خطى عرض ٢٤ ٢٣° و٢٧° شمالاً .

المصدر : وزارة الشئون البلدية والقروية بالمملكة العربية السعودية : الخرائط الشاملة لمنطقة القصيم جزء رقم (٢)

شكل رقم (١)

وتحدها من الشمال منطقة حائل ، ومن الجنوب والشرق منطقة الرياض ، ومن الغرب تحدها منطقة المدينة المنورة (١) .

وتعد تلك المنطقة من أجود المناطق الزراعية بالمملكة ، ومن أهمها قديماً وحديثاً . إذ قامت بها الزراعة منذ القدم فى المناطق المنبسطة أمام واجهات الحانات الصخرية ، المنتشرة فى جزئها الشرقى (شكل رقم ٢) .



شكل رقم (٢)

والتى تنحدر على واجهاتها الأودية المؤقتة ، مثل منطقة الأسياح ، التى تمتد موازية لحافة الأسياح ، وحضيض (سهل) الوطاة ، الذى يمتد أمام حافة الوطاة . كما قامت الزراعة خلال تلك الفترة أيضاً فى السهول المستوية ، التى تنتهى إليها أدوية قصيرة ، مثل سهل المستوى . أو فى قيعان الأودية ، مثل وادى الرمه وفروعه . أو فى منخفضات ما بين الكثبان والعروق الرملية . وفى كل تلك المناطق تنتشر التربات الرملية الطينية ، التى ترتفع بها نسبة الطين والرمال ، والمواد العضوية ، والتى أضفت عليها جودة وخصوبة ، زادت من صلاحيتها للزراعة (٢) .

وكان الرى قديماً يعتمد على الآبار السطحية ، أو على أماكن تجمع مياة الأمطار القليلة ، فى شكل بحيرات ومستنقعات مؤقتة . هذا وكان الزراع يعملون بطرق مختلفة ، تتوافق مع مهاراتهم المحدودة وإمكانياتهم الاقتصادية الضعيفة . ومن ثم كانت وسائلهم الزراعية وأنواع محاصيلهم ، تشير إلى الركود الاقتصادى ، وقلة الانتاجية ، والاهتمام بالاكتفاء الذاتى المحلى .

أى أنه يمكن القول بأن الزراعة خلال الفترات الماضية ، كانت تعد إستجابة لظروف السطح والتربة وموارد المياة ، والظروف الاقتصادية والاجتماعية التى سادت بالمنطقة . لكن تلك المنطقة شهدت فى الفترات الأخيرة جهوداً مرموقة لتنمية الزراعة ، من خلال خطط التنمية ، وإدخال التقنيات والوسائل الزراعية الحديثة . من أسمدة كيماوية ، وبذور جيدة وآلات متطورة ، وتوفير مياة الرى من مصادرها الجوفية . وقد أدى كل ذلك إلى إرساء قواعد التوسع الزراعى ، ودخول الكثير من السكان مجال الزراعة واستصلاح الأرض . وقد صحب ذلك التوسع تغير فى أهداف الزراع . وانعكس على تحولهم إلى بعض المحاصيل وانصرافهم عن البعض الآخر . ومن ثم تغير التركيب المحصول بالشكل الذى يوضحه الجدول رقم (١) ومنه يتضح :

١- أنه فى خلال الفترة الممتدة ١٩٧٩/٧٨ وحتى ٨٨/ ١٩٨٩ ، اختفت بعض المحاصيل، مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة . كما ظهرت بعض المحاصيل الجديدة

بمساحات محدودة . كالباميا والكوسة والباذنجان . " فى حين زادت مساحة بعض المحاصيل الأخرى ، مثل القمح والشعير والخضراوات والبطيخ والشمام والقرع العسلى ، والأعلاف والبرسيم .

جدول رقم (١)

مساحة المحاصيل فى عام ٧٨ / ١٩٧٩، وعام ٨٨/ ١٩٨٩ بالهكتار *

الموسم الشتوى			الموسم الصيفى		
المحصول	٧٩/٧٨	٨٩/ ٨٨	المحصول	٧٩/٧٨	٨٩/٨٨
القمح	١١٨٤٠,٨	٢٤٤١٧٩,٨	ذرة رفيعة	٢٤٥٧	–
ذرة شامية	١٧,٣	—	طماطم	٩٤٠,١	١٠٦٢,٣
شعير	٢٥٩٢,٤	٥٠٨٧	شمام	٣٠٠,١	١٥٣٥
طماطم	١٩,٣	٥٦,٣	بطيخ	١٩٥٤,١	٦٥٨١,١
بطاطس	١٣٧,٩	٢٣٤,٤	باذنجان	١٢٥,١	٢٤٨,٧
كوسة	–	٢,٥	كوسة	٤١٣,٣	١٠٥٩,٧
باميا	–	١٨,٢	قرع عسلى	٣٤٧,٤	٣٨١,٨
جزر	١٣,–	١٤٧	برسيم	٥٤٧٢,٤	١٣١١٥
بصل	٣٦٦٣,٩	٢٨٤,٧	خضروات اخرى	٢٩,٤	٢٠٥٤,٨
خضروات اخرى	١٨٦,٩	١٣٦٢,٧	اعلاف أخرى	٢٥٠٨,٢	٤٢٧٩,٨
اعلاف أخرى	٢١٨٢,٩	١١٨٢,٣			
جملة	٢٠٦٥٤,٤	٢٥٢٥٥٤,٣	جملة	١٤٥٤٧,١	٣٠٣١٨,٢

*المصدر الاحصاءات الزراعية للسنوات المذكورة .

٢– أن الزيادة الواضحة والكبيرة ، كانت لمحصول القمح ، الذى زادت مساحته من ١١٨٤٠,٨ هكتار عام ١٩٧٩/٧٨ م ، الى ٢٤٤١٧٩,٨ هكتار عام ٨٨ / ١٩٨٩ م . كما ارتفعت نسبته من مساحة الموسم الشتوى ، من ٦٨,٥٪ عام ٨٧/

١٩٧٩م ، إلى ٩٦,٧٪ عام ٨٨/ ١٩٨٩م . أى أكثر من اثنتا عشرة مرة من مساحة الموسم الصيفى كله ، وأكثر من ثمانى مرات فى عام ٨٨/ ١٩٨٩ م .

٣- تبدو أهمية تلك الزيادة الهائلة فى مساحة القمح أمراً هاماً ، وتغيراً ملحوظاً ، جعلته يصبح موضوعاً للدراسة الحالية ، وهدفاً لها تجدر دراسته وتحليله . باعتباره مظهراً من مظاهر التأثير المتنوع ، للتفاعل بين العوامل الطبيعية والبشرية بالمنطقة . خاصة وأن القمح كان موضوعاً لكثير من الدراسات ، التى تمت بالمنطقة ، والتى سيأتى ذكرها فيما بعد . ومن ثم ستساعد الاستعانة بنتائجها ، على تحليل العوامل الطبيعية والبشرية، التى أدت الى التوسع فى زراعته . وأيضاً فى تحليل علاقته بالمياة الجوفية ، وفحص مدخلاتها ومتغيراتها ، واستجلاء ، أثرها على إستمرار زراعته مستقبلاً بالمنطقة .

والتى سيتم تناولها بعد تحديد مدى ملاءمة عناصر البيئة الطبيعية لزراعة القمح .

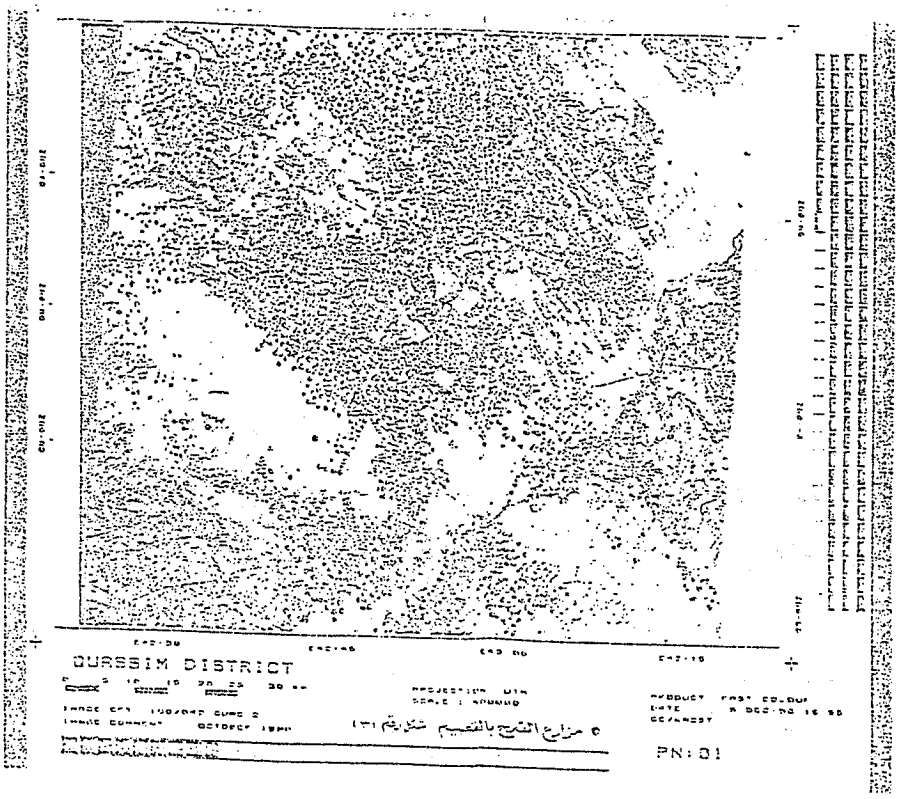
أ- ملاءمة البيئة الطبيعية لزراعة القمح بالمنطقة :

إذا كانت ظروف التنمية وغيرها من المستجدات الحديثة ، التى طرأت على المنطقة فى الفترة الأخيرة . والتى كان من شأنها تغيير النمط المحصولى وميله نحو القمح بالشكل السابق إيضاحه . فان كل ذلك لم يكن ليحدث ، ويقدر له النجاح لولا ملاءمة ظروف البيئة الطبيعية ، ووفرة المياة من مصادرها الجوفية (٤) . الأمر الذى يجعل من الضرورى الاشارة إلى كل منها ، وتقييم دوره فى التوسع الزراعى عامة والقمح خاصة . وذلك قبل تناول مشكلة تناقص إمدادات المياة الجوفية ، وتحليل أثرها على مستقبل زراعته بالمنطقة .

أ- المظاهر الطوبوغرافية والتربة :

وقد سبق بيانها عند تناول عوامل قيام الزراعة فى الماضى بالمنطقة . ومن استعراضها السابق ، يمكن القول بأن المظاهر الطوبوغرافية ، ساعدت على قيام الزراعة منذ القدم ، وعلى التوسع الزراعى فى الوقت الحاضر . أما التربات ، فقد تبين أنها مناسبة للزراعة ، ما عدا التربات الرملية ، التى شهدت التوسع الزراعى الحديث . فعليها قامت المزارع الحديثة،

ولكن بعد تحسين خواصها ، باضافة المـواد العضويـة والكيماويـة ، لتقليـل شـدة نفاذيتهـا . ويوضح الشكل رقم (٣) مزارع القمح ، التى انتشـرت فـوق الكثبـان والعـروق الرمليـة ، بوسط وشرق المنطقة .



شكل رقم ٣

ب- الظروف المناخية :

الحرارة :

يوضح الجدول رقم (٢) المتوسط الشهرى لدرجات الحرارة بالمنطقة ، وللربط بين تلك الدرجات الحرارية ومتطلبات القمح منها . يجب أولاً بيان درجات الحرارة المناسبة لزراعته ، فالقمح الذى يزرع بالمنطقة نوع من الأقماح الربيعية . التى تم تهجينها لتناسب الظروف المناخية بالمنطقة ، لذا فهو يزرع فى يناير ويستمر فى فبراير ومارس ، حتى يحصد فى أبريل . أى أنه يحتاج إلى درجات حرارة منخفضة فى بداية مراحل نموه الأولى ، ولكن لا تقل عن ٣° م . ويحتاج فى فترات نموه الوسطى لدرجة حرارة مرتفعة نسبياً ، تتراوح بين ١٣-٢٥° م كحرارة مثلى ، وقد تزداد إلى ٣٢° م ، ولكنها لاتؤثر على عمليات النمو . أما فى فترات نموه المتأخرة والحصاد ، يحتاج لدرجات حرارة مرتفعة ، تبلغ المثلى منها ٢٨° م ، ولاتضره اذا ارتفعت الحرارة ، الى ٣٧,٧ م .

ومن العرض السابق يمكن القول بأن القمح الربيعى يحتاج إلى حرارة منخفضة فى مراحل نموه الأولى ، وحرارة معتدلة نوعاً للنمو الخضرى ، وحرارة مرتفعة لاكمال النضج والحصاد . وتتأثر عمليات النمو والأنتاجية ، إذا تعرض القمح لدرجات حرارة دون ٣ م، أو تزيد ٣٧,٧ م . (٥)

وبالربط بين تلك المتطلبات الحرارية ومتوسطات الحرارة الشهرية بالمنطقة ، التى يوضحها الجدول التالى :

جدول رقم (٢) : يوضح العلاقة بين الحرارة بالمنطقة ومتطلبات القمح منها (م°)

الشهر	المتوسط الشهرى للحرارة	الحرارة الدنيا	الحرارة العظمى	متطلبات القمح	مرحلة النمو
يناير	١٢,٩-١٣,٦	١,٢-٢,٣	٢٦,٦-٢٧,٧	٣-٦	الأولى
فبراير	١٥,٣-١٦,١	٢,٣-٤,٨	٢٨,٤-٣٠,٣	١٣-٢٥	الوسطى
مارس	١٩,٦-١٩,٨	٤,٢-٦,٧	٣٣,٤-٣٤,٢		
إبريل	٢٤,٣-٢٤,٦	١٠,٧-١١,٤	٣٨,٣-٣٩,٢	٢٨-٣٧,٧	الأخيرة

ومن الجدول السابق يتضح أن درجات الحرارة الشهرية والدنيا والعظمى ، تتمشى مع متطلبات القمح من درجات الحرارة . فمتوسطات الحرارة الشهرية ، تبدو متقاربة من إحتياجات القمح فى مراحل النمو الأولى والوسطى . وكذلك تتقارب درجات الحرارة العظمى مع المتطلبات الحرارية للقمح فى المراحل الوسطى والأخيرة . وإن كانت ترتفع قليلاً عن الحرارة المثلى ، ولكن الفارق ليس كبيراً ، ويتغلب عليه الزراع بالريات السريعة المتقاربة لمنع الارتفاع الحرارى ، من إحداث زيادة فى التبخر من المحصول ، ومن ثم يقل تأثيرها على ظهور أضرار به .

أما درجات الحرارة الدنيا ، فهى وإن كانت أقل من الحد الأدنى لنمو وإنبات القمح ، فانها لا تحدث إلا فى ساعات متأخرة من الليل . أى لا تنخفض دون العتبة الحرارية لذلك المحصول **Threshould Temprature** الا لفترات محدودة ، لا تلبث أن ترتفع بعدها مع سطوع الشمس . ويعنى ذلك أن الحرارة الدنيا لا تحول دون الزراعة الشتوية عامة والقمح خاصة . لأنها طارئة ولا تحدث إلا لفترات محدودة ، كما أن القمح من طبيعته تحمل درجات الحرارة الدنيا القصوى ، حتى لو استمرت فترات طويلة (٦) .

الضوء :

واذا كانت درجات الحرارة تلائم نمو القمح وتساعد على نجاح زراعته بالمنطقة ، فانه يقوى من دورها زيادة ساعات الاشعاع الشمسى ، مما يساعد على زيادة على تكوين سنابل كبيرة الحجم ، ذات عدد كبير من الحبوب كبيرة الحجم ، إذا أن القمح من نباتات النهار الطويل . فبجانب زيادة عدد السنابل وما بها من حبوب ، يساعد الضوء الوفير كذلك ، على الاسراع فى النمو وسرعة تكوين أصول السنابل (٧) . ويبين ذلك الجدول رقم ٣ الذى يوضح زيادة ساعات اشراق الشمس فى فترة زراعة القمح .

جدول رقم (٣)

الشهر	يناير	فبراير	مارس	ابريل
القصيم(٨)	٦,٧	٧,٤	٨,٠٠	٨,٣

ومن استعراض درجات الحرارة وساعات الضوء ، يلاحظ أنها أكثر من كافية ، لقيام الزراعة الناجحة للقمح . ليس فى الموسم الشتوى فقط ، بل على مدار السنة .

الأمطـــار :

يوضح الجدول رقم (٤) كميات الأمطار التى تسقط بالمنطقة ، فى كل من شهور موسم تساقطها .

ومنه يتضح أن الأمطار تسقط فى الفترة ، الممتدة من أكتوبر حتى مايو ، وتنعدم فى بقية شهور السنة . أى أنها تسقط من أواخر الخريف وحتى نهاية الربيع . وهى الفترة التى تتأثر خلالها المنطقة بالجبهة المتذبذبة ، التى تنشأ فوق البحر المتوسط ، وتخرج منها بعض الأعاصير والانخفاضات الجوية ، إلى الشام ومنطقة الدراسة ، القريبة منه . ولكن يلاحظ أن وصول تلك الأعاصير عشوائى وغير منتظم ، تبعاً لقوة تأثير تلك الجبهة ، أو حسب بعدها أو قربها من ساحل المتوسط الشرقى .

وقد أدت تلك الميكانيكية الجوية ، إلى اختلاف مواعيد وكمية سقوط الأمطار ، من شهر لآخر فى السنة الواحدة ، وعلى مستوى الشهر الواحد من عام لآخر . ومن ثم فالسمة العامة للأمطار بالمنطقة ليست القلة فقط ، حيث تبلغ فى عنيزة نحو ١٢٠,٣مم ، وفى عقلة الصقور ٨٤,٩مم . بل والاختلاف فى الكمية من شهر لآخر ، ففى عنيزة تصل أعلى كمية أمطار إلى ١٣,١مم فى شهر أكتوبر . ثم تبدأ فى الانخفاض التدريجى فى نوفمبر وديسمبر ، وتعود للتزايد بعد ذلك لتصل إلى ١٦,٧ مم فى يناير . ثم تتناقص بعد ذلك ، ولكن تتزايد مع نهاية الربيع . ولا تختلف الأمطار فى عنيزة عن ذلك كثيراً ، إذا تزداد بدءاً ، من نوفمبر (١٨,٩ مم) ، ثم تتناقص فى بقية الشهور ، لترتفع مرة أخرى فى أواخر الربيع .

ويدل الوصف السابق على أن الأمطار بمنطقة الدراسة ، بسبب عشوائيتها وعدم انتظامها وقلتها ، لا تلعب دوراً هاماً فى الزراعة فى الوقت الراهن .ومن ثم أصبح الرى

ضرورة أساسية لنجاح الزراعة ، والتغلب على مشكلة الجفاف ، الناجم عن ارتفاع درجات الحرارة ، وقلة الامطار .

جدول رقم (٤)

كمية الامطار بالقصيم (مم)

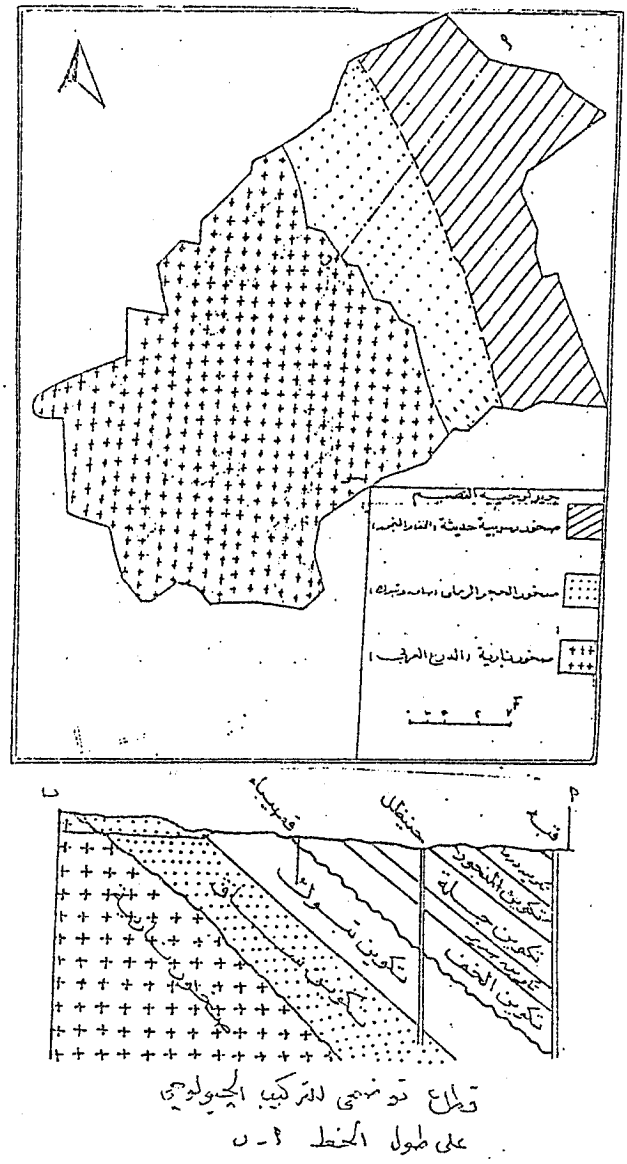
	عنيزة (٢٨-١٩٩١ م)	عقلة الصقور ٧٥-١٩٨٩م
يناير	١٦,٧	٩,٤
فبراير	٧,٥	٢,٤
مارس	٢١,٢	١٢,١
ابريل	٣١,٦	٢٢,١
مايو	١٥,١	١٥,١
يونيو	–	–
يوليو	–	–
اغسطس	–	–
سبتمبر	–	–
اكتوبر	١٣,١	١,٣
نوفمبر	٦,٣	١٨,٩
ديسمبر	٥,٨	٣,٦
المجموع	١٢٠,٣	٨٤,٩

المصدر : بيانات محطات الارصاد الجوية بالمدن المذكورة

جـ - موارد المياة الجوفية :

تتضح أهميته تلك الموارد ، من كونها أساس التوسع الزراعى الحديث بالمنطقة . وذلك بسبب نقص الأمطار وعدم انتظامها ، بالشكل الذى سبقت الاشارة اليه . وقد

استغلت تلك الموارد بداية من الخمسينات ، ومازالت تمارس دورها فى العطاء ، الذى يستمد من عدة تكوينات جوفية حاملة لها . يوضحها الشكل رقم (٤) .



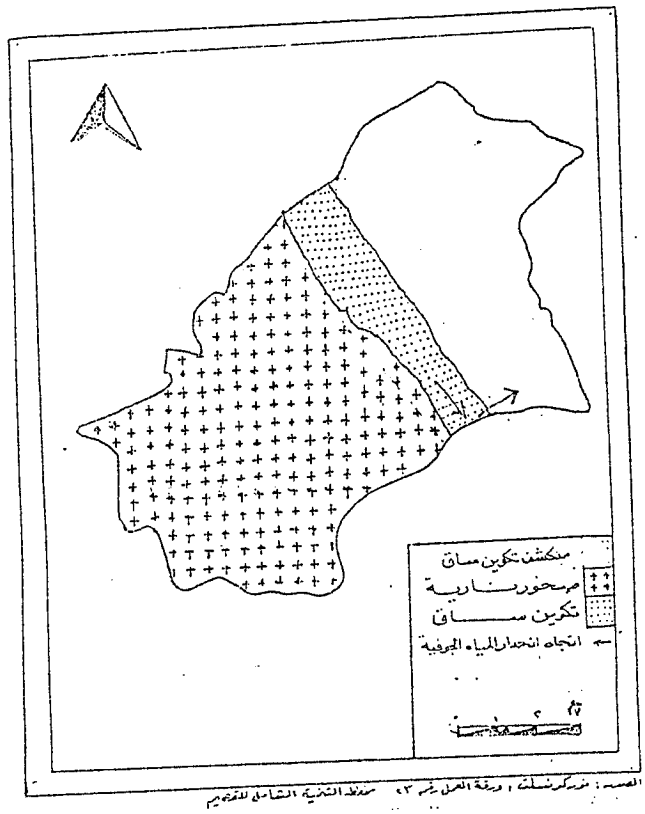
قطاع توضيحى للتركيب الجيولوجى
على طول الخط أ - ب

شكل رقم ٤

*** تكوين ساق :**

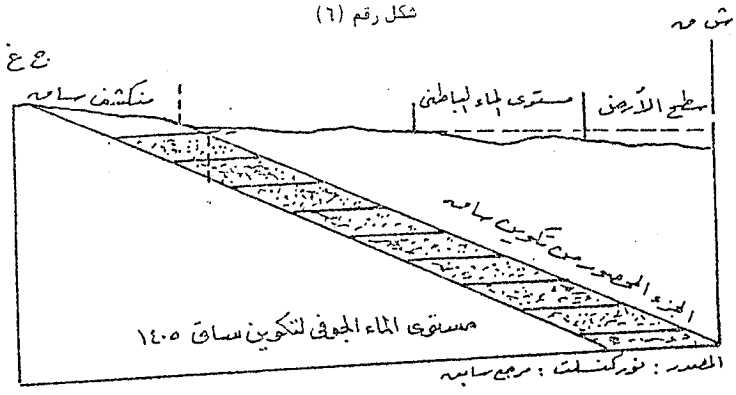
وهو عبارة عن حجر رملى ، يرجع إلى العصر الكامبرى ، يقع على امتداد الطرف الشمالى والشمالى الشرقى للدرع العربى (شكل رقم ٥) وهو يعد أكبر تكوين حامل للمياة الجوفية بالمنطقة . ويقع منسوب مياهه تحت سطح الأرض فى منطقة منكشفه ، أما فى الجزء المحصور ، فان المياة تتدفق على سطح الأرض ، خاصة فى المناطق التى تقع دون مستوى مياهه الجوفية (شكل رقم ٦) . وتقع مياهه على اعماق تتراوح من ٢٥-٣٠م فى منطقة المنكشف ، ٥٠ متر تحت سطح الأرض فى الجزء المحصور .

الشكل رقم ٥ ،



ولكن عمق آبار سحب المياة منه يختلف من مكـان لآخـر بالمنطقـة ، وذلـك حسـب طوبوغرافيـة سطح الأرض . ففى البدائع والخـبراء (شكل رقم ٧) بوسط المنطقـة ، يصـل عمق تلك الآبار إلى ١٠٠ متر ، تزداد فى بريدة ٥٠٠ متر ، وفى الأسياح ، ١٥٠٠متر.

شكل رقم (٦)



المصدر : نوركنست : مرجع سابق

المصدر السابق

شكل رقم (٧)

ومياه ذلك التكوين من النوع الجيد ، إذا تحتوى على نسبة أملاح تتراوح بين ٥٠٠-١٥٠٠ ملليجرام لكل لتر ، ولكن تزداد تلك المياة سوءاً لارتفاع ملوحتها، وذلك بالقرب من وادى الرمة ، حيث تتسرب مياة الرى الزائدة الملوحة ، إلى ذلك التكوين (٩) .

* **تكوين تبوك :**

ويرجع إلى العصرين الأردوفيشى والديفونى ، وهو يعلو تكوين ساق ويكاد يوازيه ، وذلك كما يوضح شكل رقم (٤) . ويصل سمك ذلك التكوين إلى ١٠٣٠ متر فى شمال المنطقة ، يقل إلى ٢٠٠ متر وسطها ، وفى جنوبها يقل عن ٢٠٠ متر . ومياهه من النوع متوسط الجودة ، لارتفاع نسبة الأملاح بها ، ما بين ٦٠٠-٣٥٠٠ مليجرام / لتر (١٠).

وهناك تكوينات أخرى أقل أهمية ، وهى تكوين خف والمنجور والجلة . فأما تكوين خف ، فيرجع إلى العصر البرمى ، وهو يغطى تكوين تبوك فى شمال المنطقة ، وتكوين ساق فى جنوبها . ويوضحه شكل رقم ٤ ، ومياهه من النوع الردئ ، حيث تتراوح نسبة الأملاح بها ، مابين ٢٠٠٠-٦٠٠٠ ملليجرام لكل لتر (١١) .

ويعتبر تكوينا المنجور والجلة أقل إمتداداً واتساعاً بالمنطقة ، إذ يشغلان حيزاً محدوداً من تكوينات المنطقة ، يوجد فى شمالها قرب عرق أو نفوذ المظهور . ويزيد من قلة أهميتها ارتفاع نسبة الأملاح بمياهها ، بسبب زيادة السحب منها (١٢) .

وهناك بعض التكوينات السطحية ،عبارة عن رواسب حديثة ، تختزن مياة الأمطار السنوية ، التى تسقط على المنطقة . ومن ثم فكمية مياهها قليلة لقلة تلك الأمطار ، كما تختلف جودة مياهها من مكان الآخر ، حسب طبيعة رواسبها . ويلاحظ على تلك التكوينات ، أن سحب المياة منها على أعماق تصل إلى ٢٠ متر ، أدى إلى جفاف معظمها، ولا تعود إلى الظهور إلا بعد سقوط الأمطار مرة أخرى (١٣) .

٢- مشكلة الدراسة :

تعنى التحليلات السابقة ، الخاصة بتقييم دور العوامل الطبيعية ، فى التأثير على زراعة القمح بالمنطقة ، أن جميعها تعد ملائمة لقيام الزراعة الناجحة بوجه عام . فيما عدا الأمطار ، التى تعد المؤشر البيئى الوحيد ، الذى كان له أكبر الأثر فى الاتجاه نحو موارد المياة الجوفية . فبسبب صغر كمياتها وذبذباتها ، وإقترانها بدرجات حرارة مرتفعة ، أدت إلى وجود عجز فى موازنة الرطوبة والمياة بالمنطقة .

ويعنى ذلك أن الرى يعد محدداً من الطراز الأول ، حيث أن المتطلبات المائية تعد أكثر العوامل والمتغيرات أهمية ، لتوسع الزراعة عامة والقمح خاصة . فى حين أن بقية العوامل من الظروف الطبيعية عامة والمناخية بصفة أخص ، تعد محالفة للرى فى هذا المجال .

وقد أدى ذلك الأمر إلى ظهور احساس عام بضرورة توفير مياه الرى من مصادرها الجوفية ، لتحقيق نوعاً من التحكم الجزئى فى ظروف البيئة الطبيعية ، وضمان الاستقرار الزراعى بالمنطقة . خاصة وأن الزراع أصبحوا أكثر معرفة بالتقنيات والأساليب الزراعية الحديثة ، وأكثر اقتناعاً بمزاياها ، فى تعظيم العائد من الزراعة ، وتحقيق الاستخدام الأمثل لموارد أراضيهم . وقد ظهر الكثير من الدراسات عن المياة الجوفية بالمنطقة ، وتناولت دورها فى التأثير على زراعة القمح خاصة والمحاصيل الأخرى عامة . من خلال تحليل العلاقات بينها جميعاً ، ولكن حسب وجهات مختلفة . فمن تلك الدراسات ماتناول أثر الظروف الطبيعية والبشرية ، بالتحليل والتقييم لدور كل منها . وإنعكاس ذلك على التركيب المحصولى بالمنطقة . ومنها ما تناول الموارد المائية عامة والجوفية خاصة ، وتحديد متطلبات مختلف المحاصيل منها ، وأثر ذلك على تناقص العمر الافتراضى لاستغلالها . فى حين أن البعض الثالث تناول اقتصاديات المياة الجوفية عامة .

وحيث أن الدراسة الحالية تحاول الفهم الجيد والعميق لمشكلة توفير مياه الرى ، من مصادرها الجوفية ، وأثرها على مستقبل زراعة القمح بالمنطقة . فان عليها محورة تلك

المشكلة ، ووضع الاطار الخارجى لها . بشكل يساعد على تحليل مدخلاتها ومتغيراتها ، ويؤدى الى التغلب عليها ، أو التأقلم معا .

وقبل القيام بالأمور السابقة ، يلزم الأمر استعراض أهم تلك الدراسات ، واستخلاص نتائجها وتحليلاتها الهامة . وبيان مدى امكانية تطبيقها على المنطقة .

١- دراسة قام بها الباحث بعنوان : أهم العوامل الاقتصادية المؤثرة فى زراعة القمح بالقصيم ، منشورة بمجلة كلية بنات عين شمس ، عام ١٩٩٣ م (١٤) . وفيها تناول الباحث العوامل الطبيعية المؤثرة على زراعة القمح بالمنطقة . ومن خلال تحليل دور كل منها، اتضح أيضاً تعد مناسبة لزراعة القمح ، فالمناخ والتربة وموارد المياة ، والسوق ورأس المال ، كلها متوافرة بالمنطقة ، ومشجعة على الزراعة بوجه عام والقمح بوجه خاص .

لكن إتضح أن مساحة القمح تتأثر بمنافسة المحاصيل الأخرى له ، والتى ترجع فى الأساس إلى أمور اقتصادية بحتة ، ترتبط بالعائد من كل منها . وفى سبيل بيان ذلك قام الباحث بدراسة ميدانية ، لتحديد مدخلات زارعة كل محصول بالمنطقة ، وتحديد العائد منه. واتضح من تحليل تلك البيانات ، أن القمح تميز دون غيره من المحاصيل ، بانخفاض تكاليف ومدخلات زراعته وإنتاجه ، فضلاً عن صغر ما يحتاجه من مياه ، وسهولة استخدام الآلات المتطورة فى زراعته ، وحصاده وتخزينه .

وكل ذلك أدى إلى إقبال الزراع عليه ، فقاموا بالتوسع فى مساحته ، للاستفادة بما يتمتع به من مزايا . فى حين زرعوا المحاصيل الأخرى ، لتحقيق الاكتفاء الذاتى لهم ولحيواناتهم . ولكن بسبب إرتفاع مدخلات إنتاج تلك المحاصيل ، وزيادة كمية المياة التى تحتاجها ، جاءت مساحاتها صغيرة ، ودون مساحة القمح بكثير .

٣- دراسة قام بها قسم الاقتصاد بكلية الادارة بعنيزة ، وعنوانها : تقييم استخدام المياة الجوفية غير المتجددة فى الزراعة بالمملكة العربية السعودية ، وقدمت تلك الدراسة إلى ندوة تحسين الآداء ، التى عقدت بنفس الكلية عام ١٩٩٣ (١٥) .

وقد تناولت تلك الدراسة تطور الاستثمارات السعودية فى مجال تنمية المياة ، فى الخطط الخمسية ، التى بدأت فى الفترة من عام ١٣٩٠ هـ ، وتنتهى عام ١٤١٥ هـ (١٩٨٠-١٩٩٦ م) . ثم قامت بعد ذلك بتحليل انتاجية وحدة المياة المستخدمة فى الأغراض الزراعية والصناعية والاستهلاكية ، وتوصلت إلى أن القطاع الزراعى وهو أقلها إنتاجية . وبعد تحليل كمى إحصائى لاستخدام المياة فى الزراعة عامة والقمح خاصة . رأت تلك الدراسة أنه لتعظيم العائد من وحدة المياة ، يجب أن توضع استراتيجية لتوجيه استخدام المياة فى زراعة القمح على وجه الخصوص ، مع زراعة المحاصيل الأخرى بغرض الاكتفاء المحلى منها . ولتحقيق ذلك يجب أن توضع سياسة سعرية للمياة المستخدمة فى الزراعة ، وحددت الأسعار بنحو ٤ ريالات للمتر المكعب منها عام ١٩٩٠ م . على أن تستمر فى الارتفاع والتزايد ، حتى تصل إلى ١٩,٩ ريالاً عام ٢٠٢٥ م . والا سوف تزداد معدلات السحب منها ، وتنضب فى وقت مبكر ، بشكل يؤدى إلى توقف خطط التنمية الاقتصادية عامة ، وعمليات التوسع الزراعى خاصة .

٣- دراسة كل من فادى زيدان قمند وآخرون بعنوان : المقننات المائية لمحصول القمح تحت ظروف مناخ القصيم . وتمت بمحطة الأبحاث الزراعية بعنيزة (١٦) .

وفى تلك الدراسة قام الباحثون ، بزراعة القمح فى عدة قطع من الأرض الزراعية بالمحطة ، وعاملوها بمستويات رى مختلفة . وبعد ملاحظة مراحل النمو وتطوره والانتاج من كل قطعة ، توصلوا إلى أن المقنن المائى للهكتار الواحد المنزرع بالقمح ، يبلغ ٨٠٠٠ متر مكعب .

٤- دراسة س . م اسماعيل . وهى بعنوان : (١٧) .

Devlopment of irrigation coffecients for wheat in Al Qassim region .

وحاولت تلك الدراسة التوصل إلى معاملات الاستهلاك المائى للقمح ، خلال مراحل نموه المختلفة ، ومقارنتها بمعاملات معادلات بنمان والاشعاع والفاو . وقد

استخدمت فى ذلك جهاز التنشومتر وجهاز النيترون لقياس رطوبة التربة ، فى قطع مختلفة من الأرض الزراعية . وكانت المعاملات الناتجة ، متمشية مع معادلة الفاو . والتى بلغت نحو ٣, – ٤, فى مرحلة الإنبات ، ٧,– ٨, فى مرحلة النمو الأولى ، ١,٠٥– ١,٢ فى مرحلة النمو الوسطى ، ٦٥,– ٧٥, فى نهاية المرسم الزراعى .

٥– دراسة بها الاستشارى العالمى العالمى نوركونسلت عام ١٤٠٣ هـ بعنوان : نظرية جديدة حول مصادر المياة الجوفية فى منطقة القصيم [١٨] ، وتوصلت تلك الدراسة الى :–

١– ان خزان ساق هو المصدر الرئيسى للمياة الجوفية بالقصيم ، إذ يساهم بنحو ٨٠٪ من كمية المياة المستخدمة فى المنطقة ، وأن العمق الاقتصادى لسحب المياة منه ، هو ٣٠٠ تحت سطح الأرض .

٢–أن ذلك الخزان بتقسم إلى قسمين ، أحدهما هو القسم المحصور ، وهو يقع تحت تكوينات تبوك والخف والجلة ، الأحدث منه . أما الثانى فهو غير المحصور ، ويمثله منكشف ذلك الخزان بواسط القصيم (شكل رقم ٤) .

٣– قدرت الدراسة السابقة أبعاد ذلك الخزان كالتالى :

التكوين	داخل القصيم	خارج القصيم
طول ٦٠ كم	٢٠٠	٤٥٠
مساحة الجزء المحصور كم٢	١٣٠	٢٠٠
مساحة الجزء غير المحصور كم٢	٢٥	٢٥

وعلى أساس ذلك قدرت كمية المخزون الحقيقى ، بنحو ٣٥× ١٠^{٩}م٣ ، أما المخزون الاحتياطى فيصل الى ١٦×١٠^{٩} م٣ .

٤– قدرت تلك الدراسة أنه بسبب اختلاف سعة التخزين بين القسمين السابقين ، فان انخفاض المياة فى الجزء غير المحصور ، سوف يكون بمعدل أقل مائة بالنسبة للجزء المحصور .

٥- قدرت تلك الدراسة أن معدلات السحب من ذلك الخزان تصل إلى ١٠٨٠×١٠٦م٣ في عام ١٤٠٣ هـ (١٩٨٣م) . وأن تلك المعدلات سوف تزداد مستقبلا إلى ١٧٢٠ × ١٠٦م٣ . مما يؤثر على عمر ذلك الخزان . إذ رأت أن عمر استغلال المياة في الجزء المحصور يصل إلى ٣٠ سنة ، ونحو ١٥٠ سنة في الجزء غير المحصور، مستقبلا .

٦- حذرت تلك الدراسة من التوسع في إستنزاف مياة ذلك التكوين ، إذ قدرت أن مساحة الأرض الزراعية سوف تتقلص بعد ٣٠ سنة ، لتتركز على الجزء غير المحصور. لأنه مع استمرار معدلات السحب المذكورة ، سوف يتقلص سطح مستوى الماء الجوفي في الجزء المحصور . ويتبع ذلك إنكماش في مساحة الأرض الزراعية ، في فترة الـ ٥٠ سنة . القادمة ، لتصبح في شكل شريط عرض حوالي ٢٠ كم ، وهي المسافة بين الشيحية وعيون الجواء (شكل رقم (٧) . أما بقية المنطقة الزراعية ، فهي سوف لا تزرع بسبب رداءة مياة ذلك التكوين ، بفعل تسرب الأملاح اليها . وسوف لا تتكمن تلك الأراض من الاستمرار في الزراعة ، مالم يتم التوصل إلى تقنية متقدمة ، تتمكن من استخراج الماء من عمق أكثر من ٣٠٠ متر . أو تنقية مياة ذلك التكوين، من التلوث بالأملاح ، التي تسربت اليه من التكوينات الأخرى الرديئة المياة .

٧- دراسة لمصطفى أحمد العقيلي وحسام تيسير تفاحة ، بعنوان : استخدام برامج الحاسب الالي لتمثيل المكمن المائي لتكوين الساق في منطقة القصيم (١٩) .

وفي تلك الدراسة قام الباحثان بتقدير معدلات انخفاض مستوى الماء الجوفي لخزان ساق . بالاعتماد على برامج الحاسب الآلي ، وبيانات الآبار الاستكشافية ، التي نفذت لهذا الغرض بالمنطقة . وتوصلت تلك الدراسة إلى :-

١- ان معدلات السحب من ذلك الخزان بلغت ١٠٥ ×١٠٦م٣ عام ١٩٧٠ م (١٣٨٨هـ) وتزايدت إلى أن بلغت ٢٣٢×١٠٦م في الفترة ٨٢-١٩٨٨ . وقدرت الدراسة استمرار التزايد إلى ٢٧٨ ×١٠٦م٣ في الفترة ٩٨-٢٠١٤ م .

٢- نتيجة لتزايد معدلات السحب ، سينخفض مستوى الماء الجوفى . من ٦٠٥ م فوق سطح البحر عام ١٩٦٦ إلى ٧٠٠ متر عام ١٩٨٢ م . وسيستمر ليصل إلى ٧١١ متر فى عام ١٩٩٨ م ، وإلى ٧١٧,٧٨ متر عام ٢٠١٤ م .

٣- ويعنى ذلك أن مجموع الانخفاض سيصل إلى نحو ١٠٣,٧٨ م عام ٢٠٠١٤ م . وبافتراض أن ذلك الانخفاض تم بالنسبة لسطح الأرض ، وأن مستوى تضاريس المنطقة يصل إلى ٧٠٠ متر ، وأن مستوى الساق دونها بنحو ١٠٠ متر فى بداية الفترة . فانه باضافة ١٠٣,٧٨ م إلى ذلك العمق ، فان مستوى المياه الجوفية بذلك التكوين ، سيصل الى ٢٠٣,٧٨ متر ، وهو أقل من مستوى السحب الاقتصادى المفترض ، وهو ٣٠٠ متر . ولم تحدد تلك الدراسة فترة زمنية لعمر استغلال تلك المياة ، أو حتى تقديراً لها .

ويلاحظ من استعراض الدراسات السابقة مايلى :-

١- أن بعضها ركز على الجوانب الاقتصادية لزراعة القمح والمياة الجوفية . كما أن البعض الآخر اهتم بتقدير استهلاك القمح من المياة تحت ظروف القصيم . فى حين أن الجزء الثالث منها ، اهتم بدراسة خزانات المياة الجوفية ، سواء من حيث عمر استغلالها ، أو مستويات هبوط المياة فيها عند معدلات سحب مقدرة .

٢- يدل ذلك على أهمية القمح وتكوين ساق . فالقمح يعد المحصول الأول من حيث المساحة ، والعائد منه ، مقارناً ببقية المحاصيل الأخرى . فى حين يعد تكوين ساق الجوفى ، هو المصدر الرئيسى لمصادر المياة بالمنطقة ، إذ يوفر نحو ٨٠٪ من المياة المستهلكة فى الأغراض المختلفة . ولكن ذلك الخزان نتيجة لزيادة السحب منه ، بدأ منسوبة فى الانخفاض ، لدرجة أن البعض من المزارع بدأت تشهد تناقص فى مستوى الماء الجوفى . وقد تراوح ذلك المعدل نحو ٩-٢٠ متراً فى المذنب جنوب شرق المنطقة، وبين ٢-١٠ متراً فى الأسياح بشمالها الشرقى ، وبضعة أمتار فى مناطق البكيرية وعيون الجواء والخبرا (٢) ، (شكل رقم ٧) .

٣- أنه بسبب معدلات السحب المتزايدة من مياة تكوين ساق ، فان عمره سوف يتناقص بالمنطقة . وقد قدرت بعض الدراسات السابقة ، أن عمر المياه بالمنطقة ، يتراوح ما بين ٣٠ سنه فى الجزء المحصور من تكوين ساق ، ١٥٠ سنة فى الجزء غير المحصور .

٤- إزاء تلك الخطورة المتزايدة ، ركزت بعض تلك الدراسات ، على تحديد استهلاك القمح فى مراحل نموه المختلفة ، باعتباره المحصول الرئيسى بالمنطقة ، بغية توفير المياة . فى حين أن البعض الآخر شدد على ضرورة تسعير المياة المستخدمة فى لزراعة ، والاستمرار فى زيادة أسعارها . لتحد من عملية التوسع فى استنزافها ، وإطالة عمرها، والاستفادة الكاملة من امكانياتها مستقبلاً بالمنطقة .

٣- تحليل المشكلة :-

وتعنى الملاحظات السابقة ضرورة الأخذ بعين الاعتبار امدادات المياه اللازمة للزراعة بوجه عام . لعلاقتها الوثيقة بموارد المياة الجوفية وزراعة القمح بالمنطقة بوجه خاص. ويلزم ذلك الاستعانة بالمداخل الأساسية المطبقة فى هذا المجال . ولعل أهمها المدخل الذى يركز على فحص مدخلات المياة ، وعلاقتها برطوبة التربة ، ويتضح من تلك العلاقة مدى الحاجة الى المياة اللازمة للرى ، وتحديد كمايتها . وبجانب ذلك يوجد مدخل آخر يعتمد على تحديد كمية المياة التى يستهلكها كل محصول Water consumptive use ، والربط بينها وبين تقديرات الاحتياطى المائى بتكوين ساق . على اعتبار أنه يوفر نحو ٨٠٪ من مياه الرى بالمنطقة . وتبدو أهميته ، من ان مزارع القمح تعتمد على سحب المياة من ذلك التكوين .

أولا : مدخل موازنة الرطوبة والمياة :

تتأتى أهمية هذا المدخل ، من أنه كما سبق القول ، يعبر عن تبادل الرطوبة بين التربة والغلاف الجوى . وقد وجد هذا المدخل إهتماماً كبيراً فى المجالات الزراعية ، خاصة تلك التى تهدف إلى تقييم مشكلة المياة ، والحاجة منها للرى لتحقيق الزراعة الناجحة . لما

يقوم به من تحديد الأشكال التى توجد عليها الرطوبة من الزيادة والنقص ، وعلاقتها بالأمطار والتربة .

وينبنى مدخل موازنة الرطوبة والمياة على عنصرين ، هما الأمطار والتبخر ، وانعكاساتهما على رطوبة التربة . وذلك من خلال ميكانيكية محددة ، تشير إلى أنه عندما تزداد الأمطار على التبخر النتحى ، تمتلئ التربة بالمياة إلى حد التشبع فوق السعة الحقلية . وعندما تستمر تلك الزيادة تظهر الرطوبة على شكل فائض مائى ، يتسرب إلى طبقاتها التحتية ، أويجرى على سطحها . والعكس يحدث عندما تقل الأمطار عن معدلا التبخر النتحى ، إذ تتدهور رطوبة التربة ، وتشهد عجزاً مائياً (٢١) .

ولتطبيق مدخل موازنة الرطوبة والمياة بميكانيكيته السابقة فى منطقة الدراسة . يلزم الأمر استعراض كل من الأمطار والتبخر النتحى ، وربطهما برطوبة التربة . ثم بيان أثر ذلك على معدلات استخراج المياة من التكوينات الجوفية ، لقيام الزراعة .

*** الأمطـــار :**

سبقت دراسة الأمطار ، وتبين أن السمة العامة لها هى عشوائيتها وصغر كمياتها . ولبيان دور الامطار فى موازنة الرطوبة والمياة ، يلزم توضيح أهم خصائصها الأخرى ، كالتالى :-

ا- الذبذبة فى الكمية :

يعبر عنها بمدى الانحراف عن المتوسط ، أى مدى زيادة أو نقص كمياتها الشهرية أو اليومية ، عن متوسطاتها الشهرية أو اليومية . يوضح الجدول رقم ٥ معامل التباين (٢٢) ، للأمطار بالمنطقة فى خلال فترة زمنية تبلغ عشر سنوات فى بريدة (٨٢ / ١٩٩١) وفى عنيزة (٧٦-١٩٨٥) .

جدول رقم ٥

الشهر	عنيزة٪	بريدة٪
نوفمبر	١٥٣,٥	١٠٥,٣
ديسمبر	٤٣	٦٧,٢
يناير	٨٨,٤	٦٦,٢
فبراير	١٠٩,٧	٥٤,٧
مارس	١٢٦,٨	١١١,٤
أبريل	٨٨	٩٩,٩

ومنه يتضح شدة تباين كمية الأمطار خلال تلك الفترة ، ويعنى ذلك أن كمية الأمطار تختلف من شهر لآخر فى السنة الواحدة ، وفى الشهر الواحد من عام لآخر . ويشير ذلك التباين إلى أنه قد تسقط كميات كبيرة من الأمطار ، لدرجة تتشبع معها التربة بالمياة، ويحدث بها فائض مائى ، يتحرك سطحياً الى الأودية القريبة ، أو يظهر على هيئة سيول فى المناطق البعيدة عنها . والعكس يحدث عندما تنعدم الأمطار ، وتسقط بكمية صغيرة . أى أنه يصعب تحديد التأثير الخاص بالأمطار على رطوبة التربة .

٢- الذبذبة فى ميعاد السقوط .

ونظراً لعدم توافر بيانات ، يمكن من خلالها معرفة الأيام التى تسقط فيها الأمطار بالمنطقة . فأنه يمكن الاستعانة بمؤشر آخر ، وهو عدد الأيام الممطرة فى كل شهر ، فى فترة زمنية محددة بعدد معين من السنين .

ويوضحه الجدول (رقم ٦) الذى يوضح عدد الأيام الممطرة فى بريدة فى سنوات مختلفة .

ومنه يلاحظ إختلاف عدد الأيام التى تسقط بها الأمطار من شهر لآخر ، ومن عام لآخر . فقد لا تسقط الأمطار فى بعض الشهور لسنوات متتالية ، كما هو الحال بالنسبة لشهر نوفمبر . وقد تسقط فى بقية الشهور ، ولكن يختلف عدد الأيام التى تسقط فيها .

وتدل مناقشة الخصائص التى سبقت الاشارة اليها ، إلى أنه يصعب الاعتماد على الأمطار فى تقييم رطوبة التربة ، لعدم انتظامها فى الكمية أو فى الميعاد . ورغم ذلك سوف تقارن متوسطات كمياتها الشهرية ، بمعدلات التبخر النتحى ، لبيان حالة رطوبة التربة بالمنطقة .

جدول (٦)

عدد الايام الممطرة فى منطقة الدراسة

الشهر	١٩٨٣	١٩٨٤	١٩٨٧	١٩٨٨	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢
اكتوبر	–	–	٥	–	٦	١٩	١٨
نوفمبر	–	١٢	–	–	–	٣	١٨
ديسمبر	١	٤	٣	٢٦	–	٦	١٦
يناير	٢	٣	٣	٧	١٤	١٥	١٤
فبراير	١	١	٥	٢٦	٥	٢١	١٣
مارس	٣	٦	٦	١	١٧	٢٢	١٧
ابريل	٤	٤	٣	٢٤	٣	٢١	١٨
مايو	١١	–	٦	–	٧	–	٩

* من عمل الباحث اعتماداً على بيانات محطات الرصد بالمنطقة .

٢- التبخر النتحى الفعلى :

وتتضح أهميته فى موازنة الرطوبة والمياة عامة ، من خلال اعتماده على العوامل المناخية ، مثل الاشعاع الشمسى والرياح النسبية والرطوبة . بجانب بعض المتغيرات الأخرى، منها نوع التربة ، وعمق جذور النبات ، وعمليات فلاحة الأرض الزراعية .

ويعنى ذلك أنه يعبر عن الفقد الحقيقى للمياة من التربة والنبات ، لذا يصعب تقديره، سواء من خلال الصيغ الكمية ، لاعتماده على عوامل متعددة . سبقت الاشارة إليها . أو من خلال القياس المباشر ، بواسطة الأدوات والأجهزة الخاصة بذلك .وقد نتج عن ذلك عدم توافر بيانات عنه بالمنطقة ، لذا سوف يستبعد من موازنة الرطوبة والمياة ، ويستعاض عنه بالتبخر النتحى الكامن .

٣- التبخر النتحى الكامن :

وهو يعبر عن التبخر من التربة والنتح من النبات ، بشرط أن تكون التربة مغطاة بغطاء نباتى كامل ومتجانس ، ولا يعانى نقصاً فى إمدادات الرطوبة . ويقدر ذلك المعدل بواسطة طرق عملية وأخرى رياضية كمية . وبسبب تعقيد أدوات قياسه ، وصعوبة تشغيلها، فان الدراسة الحالية تعتمد فى تقديره على الطرق الرياضية الكمية .

ومن أشهر تلك الطرق طريقة تورنثويت ، التى توصل اليها من تجاربه التى أجراها، لتقدير التبخر النتحى الكامن فى بعض المناطق القاربة الرطبة . ويعتمد ثورنثويت فى ذلك ، على الحرارة وطول فترة الاشعاع الشمس . ويستبعد الرياح والرطوبة النسبية والاشعاع الشمسى . مما جعل تلك الطريقة تتعرض لكثير من النقد (٣٢) .

ومن ثم استبعدت تلك الطريقة ، واستعيض عنها بطريقة بنمان . التى توصل اليها من تجاربه ، لتقدير ذلك المعدل فى مناطق الغرب الأوسط الأمريكى ، وفى المملكة المتحدة. وتتميز طريقة بنمان باعتمادها على دمج مدخلى موازنة الطاقة والديناميكية الجوية ، اللذان وضعا لتقدير معدل التبخر النتحى الكامن .

وقد أثبتت طريقة بنمان صلاحيتها للتطبيق فى المناطق دون المدارية شبة الجافة ، بعد أن قام كثير من الباحثين بتجربتها فى كثير من مناطق العالم دون المدارية شبة الجافة . ومنهم بوديكو فى الاتحاد السوفيتى .

وقد كان من نتيجة تلك التجارب ، إدخال بعض التعديلات على متغيراتها ، أو حدوث تغير فى صيغتها الأساسية ، الأمر الذى أدى إلى تعددصيغها وأشكالها . وقد طبقت تلك المعادلة فى مناطق المملكة العربية السعودية ، وتم تعديل متغيراتها لتتلاءم مع ظروف كل منها . ولذلك ظهرت لها صيغة معدلة هى :

$$ET = C \{[W.R\ n+1-wf(u)]\ (ed-ea) .\}$$

حيث ed-ea عبارة عن الفارق بين الضغط الفعلى وضغط التشبع لبخار الماء ، الموجود فى الهواء عد درجة حرارة معينة . ويحسب من جداول خاصة به .

$f(u)$ = معامل تأثير سرعة الرياح ويحسب من جداول خاصة .

W = عامل ترجيحى يعتمد على تأثير الرياح والرطوبة النسبية فى التبخر النتحى الكامن .

C = معامل تقدير سرعة الرياح فى الليل والنهار .

Rn = كمية الاشعاع الشمس الصافى (٢٤) .

ويوضح الجدول رقم (٧) نتائج تطبيق تلك المعادلة على منطقة الدراسة :-

الجدول رقم (٧)

معدل التبخر النتحى الكامن سم	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع سم
خيزة	٦,٨	٧,٤	١٠,١	١٣,٣	١٦,٣	١٨,٨	١٩,٨	١٨,٥	١٢,٨	١١,١	٧,٦	٨,٣	١٥٠,٨
عفلة العلفور	٦,٧	٧,٦	١٠,٩	١٣,٥	٢٠,٢	٢٤,٧	٢٧,١	٢٦,٦	١٩,١	١٢,٧	٧,٥	٨,٥	١٨٤,١

٤- رطوبة التربة :

وتعرف بكمية المياة المخزونة بالتربة ، بين السعة الحقلية ونقطة الذبول . وتعرف السعة الحقلية على أنها الحد الأقصى من المياة ، التى تحتفظ بها التربة ، عندما تكون مشبعة بالمياة . بينما تحدد نقطة الذبول بالحد الأدنى من الرطوبة ، والذى يبدأ النبات بعد فى الذبول . وتعرف الكمية التى توجد بينهما بالرطوبة المتاحة للنبات . وتتأثر السعة الحقلية ونقطة الذبول وكمية المياة المتاحة ، بخصائص التربة ، ومن حيث العمق والسمك والنسيج وعمق جذور النبات . بالاضافة إلى درجات الحرارة والرطوبة الجوية والأمطار ، والتفاعل بين تلك المتغيرات جميعاً (٢٥). ونظراً لأن تلك المتغيرات تتحدد من خلال الطرق العلمية والعملية اعتماداً على أدوات خاصة ، ومن ثم لا تتوافر فيها بيانات أو تقديرات بمنطقة الدراسة .

وحيث أنه تم تقدير معدل التبخر النتحى الكامن ، وتم الحصول على بيانات الأمطار. فانه سوف يتم الاستعانة بهما فى تقدير موازنة الرطوبة والمياة ، مع استبعاد المتغيرات الخاصة بالتربة . والتى سوف يستعاض عنها بتحديد العجز أو الفائض فى رطوبتها، من خلال تتبع ميكانيكية العلاقة بين الأمطار والتبخر النتحى الكامن ، والتى سبقت الاشارة اليها .

ويوضح الجدول رقم (٨) موازنة الرطوبة والمياة ، كما قدرها الباحث :-

جدول رقم (٨)

موزانة الرطوبة والمياة بمنطقة الدراسة

فصل الشتاء الشحن التكامن سم	يناير	فبراير	مارس	أبريل	مايو	يونية	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	المجموع سم
عنيزة													
الأمطار سم	١,٧	,٨	٢,٠	٣,٢	١,٥	-	-	-	-	١,٣	,٦	,٩	١٢,٢
الشحن الفعلى التكامن سم	٦,٨	٧,٤	١٣,٣	١٣,٣	١٦,٣	٨,٨	١٨,٨	١٨,٥	١٢,٨	١١,١	٧,٦	٨,٣	١٥٠,٨
العجز الشهرى فى رطوبة التربة سم	٥,١-	٦,٦-	٨-	١٠,١-	١٤,٨-	١٨,٨-	١٩,٨-	١٨,٥-	١٢,٨-	٩,٨-	٧-	٧,٤-	١٣٨,٧-
العجز التراكمى فى رطوبة التربة سم	٥,١-	١١,٧-	١٩,٧-	٢٩,٨-	٤٤,٦-	٦٣,٤-	٨٣,٢-	١٠١,٧-	١١٤,٥-	١٢٤,٣-	١٣١,٣-	١٣٨,٧-	١٣٨,٧-
٢) عقلة الصقور													
الأمطار سم	,٩	,٢	١,٢	٢,٢	١,٥	-	-	-	-	١,٣	١,٩	١,٤	٩,٦
الشحن الفعلى التكامن سم	٦,٧	٧,٦	١٠,٩	١٢,٥	٢٠,٢	٢٤,٧	٢٧,١	٢٦,٦	١٩,١	١٢,٧	٧,٥	٨,٥	١٨٤,١
العجز الشهرى فى رطوبة التربة سم	٥,٨-	٧,٤-	٩,٧-	١٠,٣-	١٨,٧-	٢٤,٧-	٢٧,١-	٢٦,٦-	١٩,٦-	١١,٤-	٥,٦-	٧,١-	١٧٣,٥-
العجز التراكمى فى رطوبة التربة سم	٥,٨-	١٣,٢-	٢٢,٩-	٣٣,٢-	٥١,٩-	٧٦,٦-	١٠٣,٧-	١٣٠,٣-	١٤٩,٩-	١٦٠,٨-	١٦٦,٤-	١٧٣,٤-	١٧٣,٤-

من إعداد الباحث .

ومن الجدول السابق يمكن توضيح التالى :-

١- فى ظل الظروف الطبيعية بالمنطقة ، لا توجد فترة معينة من السنة تتشبع فيها التربة بالمياة ، أو حتى تكاد تصل إلى السعة الحقلية . ويرجع ذلك إلى الظروف المناخية ، خاصة الأمطار بجانب شدة مسامية التربة ، التى جعلت قدرتها على الامساك بالمياة ضد التسرب بالجاذبية إلى أعماقها التحتية ضعيفة .

٢- أن العجز التراكمى لرطوبة التربة،يشير إلى التدهور المستمر والعجز الدائم فى رطوبتها

٣- من الجدول يتضح كذلك أن الهكتار الواحد يحتاج إلى ١٣٨٧٠ م٣ من المياه فى عنيزة، ونحو ١٧٣٥٠ م٣ فى عقلة الصقور ، لكى يمكن زراعته على مدار السنة .

٤- يمكن تقدير كمية المياة اللازمة لزراعة المساحة الزراعية بالقصيم . حسب موازنة الرطوبة والمياة بها كالتالى :-

* بافتراض أن الموسم الشتوى يبدأ فى شهر نوفمبر ، ويستمر حتى شهرمارس وأبريل، وأن الموسم الصيفى يبدأ من فبراير ، ويستمر حتى شهر يوليو .

* أن خزان ساق الجوفى يساهم بنحو ٨٠٪ من كمية المياة المستخدمة فى الزراعة فى القصيم ، وأن النسبة الباقية تستخرج من بقية التكوينات .

* أن العجز فى رطوبة التربة يساوى كمية المياة اللازمة للرى ، فى الموسمين الصيفى والشتوى . على أساس أن تلك الكمية تبدو ضرورية لرفع رطوبة التربة ، إلى الحد الذى يساعد على نمو المحاصيل ونضجها .

وحسب الفروض السابقة ، يكون مجموع التغير التراكمى فى رطوبة التربة ، نحو ٣٤,١ سم فى عنيزة ، ٣٥,٦ سم فى عقلة الصقور . وبأخذ متوسطهما ،يصير مجموع العجز ٣٤,٨٥ سم . أى نحو٣٤٨٥م٣ من المياه للهكتار الواحد خلال الموسم الشتوى . وعلى أساس أن مساحة الموسم الشتوى هى ٢٤٢٥٥٤,٣ هتكار، تكون كمية المياة اللازمة لزراعتها نحو ٨٤٥×١٠ ٦م٣ .

أما فى الموسم الصيفى ، فأن التغير فى رطوبة التربة خلاله ، يصل إلى ٧٨,١سم فى عنيزة ، ونحو ٩٧,٩سم فى عقلة الصقور . وحيث أن متوسطهما نحو ٨٨سم ، وهو يعادل ٨٨٠٠م٣ من المياه اللازمة لزراعة الهكتار الواحد ، أى ستكون كمية المياه اللازمة ٢٦٧ × ١٠ ٦م٣ .

ويكون مجموع كمية المياة اللازم استخراجها ، حسب موازنة الرطوبة والمياة بالمنطقة مساويا ١١١٢×١٠ ٦م٣ ، وهى تصل إلى نحو ٤,١ مرات تقدير الحاسب الآلى (٢٧٨×١٠ ٦م٣) ، وتقل إلى نحو ٨, من تقدير نوركوتسلت عام ١٤٠٣هـ ، وهو ١٧٢٠×١٠م٣ .

ولكن ذلك الرقم يدل على أنه رغم التوسع الزراعي وزيادة المساحة المنزرعة بالمنطقة في عام عام ١٩٨٩ م ، عنها في أية فترة ماضية . فان معدل استخراج المياه من حزان ساق الجوفي ، حسب موازنة الرطوبة والمياة لا يزال دون المعدل المسوح به .

وذلك يعني ضرورة استخدام المدخل الثاني ومقارنته بالمدخل الأول ، لكي تقييم مشكلة استخراج المياه الجوفية بالمنطقة .

ثانيا : مدخل الاستهلاك المائي للمحاصيل .

وهو يعتمد على تقدير حاجة كل محصول من المياة اللازمة للري . وقد تم التوصل إلى تقدير تلك الحاجات من خلال التجارب الزراعية ، التي طبقت على المحاصيل المختلفة . وتبدو أهمية ذلك المدخل من أنه يقدر الاستهلاك المائي لكل محصول ، بشكل يساعد الزراع على التأقلم مع مشكلة المياة ، خاصة إذا كانت مورداً غير متجدد ، كما هو الحال بمنطقة الدراسة (٢٦) .

ولتقدير حاجه المحاصيل من المياة ، يجب تقدير معدل التبخر النتحي الكامن ، باعتباره وظيفة أو محصلة للمياة الموجودة في التربة والنبات ، وعلاقتها بالعناصر المناخية .

ومن ثم فأنه لتطبيق ذلك المدخل على منطقة الدراسة ، يجب تحديد التالي :-

١- الفترات الزمنية لزراعة ونمو ونضج كل محصول .

٢- تحديد معامل الاستهلاك المائي لكل محصول في كل مرحلة من المراحل النمو.

٣- لسهولة تحديد المعاملات السابقة ، يجب تجميع المحاصيل المتشابهة ، في كل مرحلة من النمو في مجموعة واحدة .

ويمكن توضيح الأمور السابقة في كل من الموسمين الشتوي والصيفي بالشكل التالي : (٢٧)

* **الموسم الشتوى :**

١- القمح والشعير : موعد الزراعة ١ يناير . معامل الاستهلاك : فى يناير ٠,٦٤ ، فبراير ١,٠٤ ، مارس ١,١٥ ، أبريل ٠,٨ .

٢- الطماطم الشتوية تزرع فى ١٥نوفمبر ، معامل الاستهلاك : فى نوفمبر ٠,٧٦ ، ديسمبر ٠,٩٢ ، يناير ١,٠٥ ، أبريل ٠,٩١ .

٣- البطاطس : تزرع فى ١ يناير ، معامل الاستهلاك : يناير ٠,٨٤ ، فبراير ١,٠٤ ، مارس ١,١٥ ، أبريل ٠,٩٥ .

٤- الجزر والبصل : يزرعان فى ١ نوفمبر ، معامل الاستهلاك : نوفمبر ١,٠ ، ديسمبر ٠,٩٢ ، يناير ١,٠٣ ، فبراير ٠,٨٦ .

٥- الخضروات الشتوية : تزرع فى ١ ديسمبر ، معامل الاستهلاك : ديسمبر ٠,٧٨ ، يناير ٠,٩٧ ، فبراير ٠,٩٨ ، مارس ٠,٨٥ .

٦- الذرة الشامية والأعلاف الشتوية ، تزرع فى ١ نوفمبر ، معامل الاستهلاك : نوفمبر ٧٧ , ، ديسمبر ١,٠٢ ، يناير ١,١ ، يناير ١,١ ، فبراير ٠,٨٥ .

* **الموسم الصيفى :**

١- الذرة الرفيعة والبرسيم والأعلاف الصيفية ، وتزرع فى ١ أبريل ، معامل الاستهلاك : أبريل ٠,٧٧ ، مايو ١,٠٢ ، يونيو ١,١ ، يوليو ٠,٧٨ .

٢- الطماطم الصيفية تزرع فى ١٥ أبريل ، معامل الاستهلاك المائى فى فبراير ٠,٧٦ ، مارس ١,٣ ، أبريل ١,١٩ ، مايو ١,٠٥ .

٣- البطيخ والشمام والقرع العسلى والكوسا والباذنجان والخضروات الصيفية : وتزرع فى ١٥ فبراير ، ومعامل الاستهلاك : فبراير ٠,٦٤ ، مارس ٠,٨١ ، أبريل-١, ، مايو ٠,٠٩ .

وبضرب معاملات الاستهلاك المائى لكل محصول ، فى معدل التبخر النتحى الكامل لشهور نموه ، يمكن تقدير حاجة الهكتار ، المزروع بكل منها من المياة . وبعد ذلك يضرب الناتج فى مساحة كل محصول ، ومن ثم يمكن الحصول على كمية المياة ، التى تستهلكها المساحة المخصصة لكل محصول خلال موسم زراعته .

ويوضح الجدول رقم ٩ والجدول رقم ١٠ تقدير كمية التى يستهلكها كل محصول فى الموسمين الشتوى والصيفى عام ١٩٨٩/٨٨ م .

جدول رقم (٩)

الاستهلاك المائى فى الموسم الشتوى

المحصول	المساحة (هكتار)	كمية المياة المستهلكة ($م^3$)	٪ من استخراج السنة
القمح	٢٤٤١٧٩,٨	٨٧٦٠٩٩٠٠	٨١,٨
الشعير	٥٠٨٦	١٧٤٤٦٥١٠	١,٧
البطاطس	٢٣٤,٤	٨٨٢٧٠٣,٥	,٠٩
الطماطم	٥٦,٧	١٣٠١٤٩,٢	,٠١
الكوسا	٢,٥	٦٥٤١	,٠٠٠٦
الباميا والخضروات			
الشتوية	١٣٨٠,٩	٣٩٩١٧٦٨	,٤
البصل والجزر	٤٣١,٧	١٢٣٤٨٣٥	,١٢
الأعلاف الشتوية	١١٨٢,٣	٣٣٢٠٨٤٤	,٣٢
الجملة	٢٥٢٥٥٤,٣	٨٦٤٦٢٣٢٠٠	

من حساب الباحث

جدول رقم (١٠)

الاستهلاك المائى فى الموسم الصيفى

المحصول	المساحة (هكتار)	كمية الاستهلاك المائى م٣.	٪ من استخراج السنة
الطماطم الصيفية	١٠٦٢,٣	٥٢٠١٩٧٧	,٥١
البطيخ والشمام والقرع العسلى والكوسا	١١٦١٢,٤	٤٣٥٤٤١٨٠	٤,٢٥
الباذنجان	٢٤٨,٧	٩٣٢٥٧٥,٣	٠,١
البرسيم والاعلاف الصيفية	١٧٣٩٤,٨	١٠٩٥٧١٦٠٠	١٠,٧
الجملة	٣٠٣١٨,٢	١٥٩٢٥٠٣٠٠	

من حساب الباحث

من الجدولين السابقين ، يمكن القول بأن كمية المياة التى تستهلكها المحاصيل المنزرعة بالمنطقة ، تصل الى ٨٨٠٠×١٠ ٦م٣ ، وحيث أن تكوين ساق يساهم بنحو ٨٠٪ من تلك الكمية . فان كمية المياة اللازمة استخراجها ، طبقا لهذا المدخل ، تصل الى ٧٠٠٠×١٠ ٦م٣ . وبمقارنة ذلك المعدل ، مع معدل نوركوسلت والحاسب الآلى ، وهما ١٧٢٠×١٠ ٦م٣ ، ٢٧٨× ١٠ ٦م٣ على التوالى . يمكن القول بأن معدل السحب حسب ستهلاك المحاصيل يفوق المعدل الأول بنحو ٤ مرات ، والمعدل الثانى بنحو ٢٥ مرة.

من التحليلات السابقة تبين أن كمية المياة المستخرجة من التكوينات الجوفية ، والتى استخدمت لمواجهة متطلبات الاستهلاك المائى للمحاصيل المنزرعة فى عام ١٩٨٩/٨٨ ، بلغت ٨٨٠٠× ١٠ ٦ متر مكعب . وبافتراض أن محصول القمح يستهلك نحو ٨٠٪ من

تلك الكمية ، كما يوضحه الجدول رقم (٩) . فان كمية مايستهلكة القمح تصل نحو ١٠×٧٠٠٠ م٣. خلال نفس السنة .

ويتضح أيضا أن ذلك المعدل يفوق تقدير نوركونسلت (١٠×١٧٢٠ م٣) وتقدير الحاسب الآلى (١٠×٢٧٨ م٣) السابق الاشارة اليها .

وحيث أن تكوين ساق يساهم بنحو ٨٠٪ من كمية المياه المستخرجة من التكوينات الجوفية المختلفة بالمنطقة . وذلك حسب دراسة نوركونسلت السابق الاشارة إليها . فانه بمقارنة كمية المياة التى يستهلكها القمح سنويا ، وهى ١٠×٧٠٠٠ م٣ ، مع كمية المخزون من المياة بذلك التكوين ، والتى تبلغ نحو ١٠×٣٥ م٣ . فان ذلك يعنى أن تكوين ساق سوف تقل فترة استغلال الاحتياطى المتاح من المياة الجوفية به . والتى ستتسرب اليه من أجزاء ذلك التكوين ، التى تقع خارج منطقة الدراسة ، إلى نحو ١٠ سنوات بدلاً من ٩٠ عاماً . والتى افترضتها دراسة نوركونسلت ، حيث ان تلك كمية الاحتياطى المتاح تقدر بنحو ١٠×١٦٠ م٣ .

هذا من ناحية ومن ناحية أخرى فان دراسة نوركونسلت لتكوين ساق ، تشير إلى فترة السحب من الجزء المحصور تصل إلى ٣٠ سنة ، وفى الجزء غيرالمحصور تصل غلى ١٥٠ سنة ، وذلك على أساس معدل السحب الذى افترضته تلك الدراسة ، وهو ١٠×١٧٢٠ م٣ (٣١) .

وحيث أن معدل السحب لزراعة القمح ، حسب مدخل الاستهلاك المائى المحصول، والذى يفترض أنه يشكل ٨٠٪ من جملة المياة المستخرجة بالمنطقة . فان استمرار ذلك المعدل سيؤدى إلى قصر استغلال مياة الجزء المحصور من ذلك التكوين ، من ٣٠ سنة الى ٧.٥ سنة، ونفس الشيء للجزء غير المحصور منه ، الذى ستنخفض فترة استغلاله من ١٥٠ سنه الى ٣٠ سنة فقط .

ويشير التحليل السابق إلى خطورة الاستمرار فى زراعة المساحة الحالية من القمح ، وهى ٢٤٤١٧٩.٨ هكتار ، باعتباره المستهلك الرئيسى للمياة الجوفية . المستخرجة من

التكوينات الجوفية الحاملة للمياة عامة ، وتكوين ساق خاصة . إذ أن ذلك سوف يؤدى إلى تدهور فى المياة الجوفية ونضوبها ، كمورد غير متجدد . ومن ثم تصبح التنمية الزراعية عامة، وزراعة القمح معرضة لخطر الجفاف وعدم الاستقرار ، بل والتدهور الكلى ، فى غضون سنوات قليلة .

وقد حاولت الدراسة الحالية تحديد مساحة القمح ، معتمدة على نتائج التجارب الزراعية الحقلية ، التى تمت فى كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود ، بالقصيم . والتى أجريت من أجل التوصل إلى الحدود الاقتصادية لاستغلال المياة الجوفية فى زراعة القمح بالمنطقة (٣٢) . لكن وقفت أمامها عوائق ترتبط بمستويات الانتاجية ، من ذلك المحصول.

فمثلا كانت الانتاجية للهكتار من القمح فى عام ١٩٨٩/٨٨م نحو ٤,١٩ طن ، باستخدام معدل رى ، قدرته الدراسة الحالية بنحو ٤٠٠٠ متر مكعب . شاملاً نسبة ١٥-١٧٪ من فقد المياة أثناء الرى (٣٣) ، وباستخدام نحو ٢٣٥ كيلوجرام من الآزوت ، ناتجة عن اضافة ١٠ أجولة من سماد النترات بتركيز ٣٣,٥ ٪ . فى حين توصلت الدراسات الحقلية لكلية الزراعة بالقصيم ،إلى أن متوسط انتاجية الهكتار من القمح بلغت نحو ٤,٧ طن ، باستخدام ٣٦٨ كيلوجرام من الآزوت ، ونحو ١٠٧٤٠ متر مكعب من المياة . ومقارنة العائدالاقتصادى للمياة فى الحالتين ، يكون مجزياً فى الحالة الأولى ، لأن المياة المستخدمة فى الحالة الثانية ، تزيد مرتين ونصف قدر الحالة الأولى .

ورغم ذلك فانه من الضرورى إتباع سياسة ، تهدف إلى تخفيض مساحة القمح ، حتى يصل معدل استخراج المياة من التكوينات الجوفية عامة وساق خاصة ، إلى حد قريب من المعدل الذى قدرته دراسة نوركونسلت ، وهو ١٠×١٧٢٠ ٦م٣ . على أن يكون ذلك مصحوباً باستخدام الوسائل المختلفة لزيادة الانتاج منه رأسياً ، بالاضافة إلى إتباع سياسية محكمة فى إستخراج المياة ، تمنع من الاسراف فى الرى ، و تطيل من عمر المياه الجوفية . والتى تعد مورداً نادراً وغير متجدد ، يشكل أساس التوسع الزراعى بالمنطقة .

نتائج وتوصيات :

لوحظ من التحليلات السابقة ما يلى :-

١- أن الظروف الجغرافية بمنطقة الدراسة ، سواء الطبيعية أو البشرية ، تعد ملائمة للزراعة عامة ، والقمح خاصة . فقد إتضح من دراسة الظروف الطبيعية ، أن المنطقة تتمتع بظروف مناخية مناسبة ، خاصة من حيث الطاقة الشمسية ، والحرارة . فيما عدا الأمطار ، التى تبدو قليلة ومتذبذبة ، من حيث الكمية أو ميعاد السقوط . كما تتبخر منها كميات كبيرة مرة أخرى ، ومن ثم لا تصل التربة إلى حد التشبع بالرطوبة والمياة.

هذا من ناحية ومن ناحية أخرى ، فالظروف البشرية كان لها دورها فى نجاح الزراعة ، فقد شهدت المنطقة خطط التنمية المختلفة . والتى قامت على أساس توفير التقنيات الزراعية الحديثة ، من بذور وأسمدة والآت وغيرها. والتى مكنت ليس فقط من استصلاح الأرض واحيائها ، بل ومكنت من الوصول إلى التكوينات الجوفية العميقة . واستخراج المياه منها ، بكميات كافية للتوسع الزراعى ، فى مختلف المحاصيل .

٢- أن تكوين ساق هو المصدر الرئيسى للمياه الجوفية بالمنطقة ، إذ يساهم بنحو ٨٠٪ من كمية المياة المستخرجة للأغراض الزراعية والاستهلاكية والصناعية .

٣- أن الزراعة تستأثر بنحو ٨٠٪ من المياة المستخرجة بالمنطقة . وكان التوسع الزراعى أساساً فى مجال زراعة القمح ، ونتيجة لذلك زادت معدلات استخراج المياة من تلك التكوينات . وحيث أن مياة تلك التكوينات غير متجددة ، الأمر الذى أدى الى ظهور إحساس عام بضرورة الحفاظ عليها وترشيد استخراجها ، لاطالة فترة استغلالها ، لتحقيق الاستقرار الزراعى ونجاح التنمية الزراعية بالمنطقة .

٤- ونتيجة لذلك ظهرت عدة دراسات ، لتقدير كمية المياة الجوفية الاحتياطية بالمنطقة ، ومحاولة التوصل إلى معدلات استخراج مناسبة ومعقولة بغية الحفاظ عليها ، وتحقيق أقصى عائد من استغلالها فى المجال الزراعى . وكان من بين تلك الدراسات ،

دراسة نوركونسلت عام ١٤٠٣هـ (١٩٨٣م) ، والتى قدرت معدلات استخراج المياة بنحو ١٧٢٠× ١٠ ٦م٣ . وأشارت إلى ضرورة الحافظ على ذلك المعدل وعدم تجاوزه ، حتى يطول عمر استغلال المياة الجوفية إلى ٣٠ سنة فى الجزء المحصور من تكوين ساق، ١٥٠ سنة فى الجزء غير الحصور منه . وكذلك ظهرت دراسة عام ١٩٨٦ م أجريت باستخدام الحاسب الآلى فى كلية الزراعة ، جامعة الملك سعود بالقصيم ، والتى افترضت معدل سحب مناسب ، وهو ٢٧٨×١٠ ٦م٦ . وقد قامت الدراسة الحالية بتقدير معدلات الاستخراج من المياة ، والاستهلاك المحصولى من المياة . وقد بلغ معدل السحب المدخل الأول نحو ١١٢٠×١٠ ٦م٣ ، وهى يفوق معدل كلية الزراعة بنحو ٤ مرات ، ويصل إلى نحو ٨, من معدل نوركونسلت . فى حين بلغت كمية السحب حسب المدخل الثانى ، نحو ٨٨٠٠× ١٠ ٦م٣ ، وهى تفوق معدل كلية الزراعة بنحو ٣٢ مرة ، ومعدل نوركونسلت بنحو ٥ مرا .

ليس هذا فقط بل انه بافتراض أن القمح هو المستهلك الرئيسى للمياة : الجوفية المستخرجه بالمنطقة ، وأن نصيبه منها يصل إلى ٨٠٪ ، أى نحو ٧٠٠٠×١٠ ٦م٣ حسب مدخل الاستهلاك المحصولى من المياة . فان ذلك المعدل يفوق معدل الزراعة بنحو ٢٥ مرة ، ومعدل نوركونسلت بنحو ٤ مرات .

ويشير ذلك إلى خطورة التوسع فى الزراعة عامة بالمنطقة والقمح خاصة . وتزداد المشكلة خطورة وتفاقماً ، لو استخدمت معايير محطة الأبحاث الزراعية بعنيزة ، فى تقدير كمية المياة المستخرجة للزراعة . والتى بلغت ٨٠٠٠ متر مكعب للهكتار من القمح . ونفس الشئ لو استخدمت معايير دراسة كلية الزراعة ، التى قدرت معدل استهلاك الهكتار من مياه الرى ، بنحو ١٠٧٤٠ متر مكعب .

ويبدو أن تقديرات الدراسة الحالية ، وكذلك تقديرات كلية الزراعة ، سواء المستخدم فيها الحاسب الآلى ، أو التجارب الحقلية ، بالاضافة الى تقديرات محطة الابحاث الزراعية بعنيزة . عبارة عن تقديرات قياسية ، تم التوصل اليها باستخدام أسس علمية

وأدوات وأجهزة خاصة . كما أنها تمت فى ظروف خاصة . تختلف كلية عن الحقول الزراعية ، حيث الزراع الذين يعتمدون فى الرى ، على الخبرات الشخصية ، والمشاهدات المعتمدة على الرؤية الوقتية للمحاصيل . أى أنهم لا يتبعون الأسس الدقيقة فى الرى . ويعنى ذلك أنهم يسرفون فى استخدام المياة واستخراجها ، ولا يتبعون طرقاً مرشدة وعلمية .

ويعنى ما سبق أن المياة المستخرجة من التكوينات الجوفية ، أكبر بكثير من الكميات المفترضة بواسطة الدراسات المختلفة ، بما فيها الدراسة الحالية .

كما يشير إلى تعرض موارد المياة الجوفية للاستنزاف المبكر ، الأمر الذى يعرضها للتدهور ، ويقلل من فترات استغلالها . وكلها تمثل تحديات أمام الزراعة بالمنطقة عامة والقمح خاصة ، باعتباره المستهلك الرئيسى لمياه الرى .

وقد ظهرت بوادر ذلك من ملاحظة هبوط مستوى الماء الجوفى فى تكوين ساق ، بمعدل إختلف فى الجزء المحصور من ٢-١٠ متر فى شمال شرق المنطقة ، ومن ٩-٢٠ متر فى جنوبها الشرقى ، الى ٣-٤ أمتار فى وسط المنطقة ، فوق الجزء غير المحصور . وذلك كما اتضح من الدراسة الميدانية ، التى أجراها الباحث ، والتى سبقت الاشارة اليها .

ويمكن الخلوص من العرض السابق الى أن زراعة القمح بالمنطقة ، ستواجه مشكلة تناقص المياة الجوفية . الأمر الذى يجعل من الضرورى اجراء المزيد من البحث والدراسة ، للمياة الجوفية بالمنطقة ، وللزراعة عامة والقمح خاصة . وذلك من جانب العلوم المهتمة بالزراعة والمياة الجوفية ، مثل الهيدرولوجيا والزراعة والتربة والاقتصاد والجغرافيا ، ويجب أن تركز الدراسة فى تلك العلوم على الاتجاهات التالية :-

١- تحديد حاجة المحاصيل المختلفة من مياه الرى ، وإعداد جداول خاصة بذلك . تمكن من التنسيق بين المحاصيل المختلفة ، من حيث الزراعة ومواعيد الرى . بما يضمن التوصل إلى إستقرار معدلات استخراج المياة الجوفية ، واطالة فترة استغلالها .

٢- تحديد رطوبة الأنواع المختلفة من التربة بالمنطقة ، وسعتها التشبعية ومستويات رطوبتها، فى ظل الظروف المناخية أثناء المواسم الزراعية .وتحديد قيم ومعاملات الفقد منها ، سواء بالتسرب والرشح السفلى ، أو بالتبخر إلى الهواء . والعمل على تحسين خواصها ، بما يضمن إرتفاع خصوبتها من ناحية ، وزيادة قدرتها على الامساك بالمياة ضد التسرب بالجاذبية ، والاحتفاظ بها فى متناول النبات .

٣- تحديد كمية المياة المخزونة بالتكوينات الجوفية المختلفة ، وكميات الاستخراج السنوى منها ، وتحديد المعدلات المثلى للسحب منها ، بما يمكن من إطالة فترة إستغلالها إلى أطول فترة ممكنة .

٤- تطوير أنظمة الرى ، واستخدام تقنيات تمكن من إستخراج المياة بصورة اقتصادية ، من أعماق تزيد عن عمق ٣٠٠ متر ، وهو الحد الاقتصادى لاستخراج المياة من المنطقة. فضلاً عن التوسع فى استخدام الرى بالرش ، والتوصل إلى جداول رى مناسبة . تعمم على الزراع ، وتساعد على تقليل عدد مرات الرى ، مع توفير كمية المياة المناسبة للمحصول فى مراحل نموه المختلفة .

وسوف تساعد نتائج تلك الدراسات والأبحاث ، على توفير المعلومات والبيانات الخاصة بالاستهلاك السنوى من المياة الجوفية . والتى يمكن أن تساعد المخططين على عمل تقدير طويل الأجل ، لامكانيات الزراعة والرى بالمنطقة . بشكل يؤدى إلى تحقيق الاستغلال المنظم والاقتصادى للأرض الزراعية والمياة الجوفية ، والتقنيات والوسائل الزراعية المتطورة . من ناحية . ومن ناحية ثانية تؤدى إلى التغلب على مشاكل مياة الرى ، وتقليل مخاطرها المستقبلية ، وتساعد على إرساء قواعد التنمية وتحقيق الاستقرار الزراعى بالمنطقة .

الملاحق :

ملحق رقم (١)

المتوسط الشهرى للحرارة بالقصيم (°م)

الشهر	بريدة ٨٢-١٩٩٢م	عنيزة ٧٦-١٩٩١م	عقلة الصقور ٧٥-١٩٨٩
يناير	١٢,٩	١٣,١	١٣,٦
فبراير	١٥,٣	١٥,٣	١٦,١
مارس	١٩,٨	١٩,٦	١٩,٨
ابريل	٢٤,٣	٢٤,٦	٢٤,٦
مايو	٣٠,٢	٣٠,٢	٣٠,٨
يونيو	٣٢,١	٣٢,٤	٣١,٧
يوليو	٣٣,٣	٣٣,٤	٣٣,٣
اغسطس	٣٣,٥	٣٣,٨	٣٣,٦
سبتمبر	٣٠,٩	٣٠,٩	٣٠,٥
اكتوبر	٢٦,٤	٢٦,٣	٢٥,٩
نوفمبر	٢٠,١	١٩,٨	١٩,٧
ديسمبر	١٥,٨	١٥,٩	١٦,٢
المتوسط	٢٤,٥	٢٤,٤	٢٤,٢

* محطات الرصد الجوى ببريده ، عقلة الصقور للسنوات المذكورة

ملحق (٢)

المتوسط لدرجات الحرارة العظمى (٥م)

المحطة / الشهر	بريدة ٨٢-١٩٩٢م	عنيزة ٧٦-١٩٩١م	عقلة الصقور ٧٥-١٩٨٩
يناير	٢٦,٦	٢٧,١	٢٧,٧
فبراير	٢٨,٤	٢٩,٨	٣٠,٣
مارس	٣٣,٥	٣٣,٤	٣٤,٢
ابريل	٣٩,٢	٣٨,٣	٣٨,٧
مايو	٤٠,٣	٣٩,٧	٤١,٢
يونيو	٤٢,٦	٤٢,١	٤٢,٣
يوليو	٤٤,٥	٤٤,٤	٤٤,٨
اغسطس	٤٣,٦	٤٤,٩	٤٤,٤
سبتمبر	٤١,٥	٤٢,٩	٤٢,٨
اكتوبر	٣٧,٥	٣٨,٨	٣٨,٤
نوفمبر	٣٤,٤	٣٣,٣	٣٥,١
ديسمبر	٢٨,٨	٢٨,٥	٢٨,٢
المتوسط	٣٧,٥	٣٦,٨	٣٧,٤

*المصدر السابق

ملحق رقم (٣)

المتوسط الشهرى للحرارة الصغرى (٥م) بالقصيم

المحطة / الشهر	بريدة ٨٢-١٩٩٢م	عنيزة ٧٦-١٩٩١م	عقلة الصقور ٧٥-١٩٨٩
يناير	٢,٣	١,٠٠	١,٢
فبراير	٤,٨	٢,٣	٢,٨
مارس	٦,٧	٥,١	٤,٢
ابريل	١٢,١	١١,٤	١٠,٧
مايو	١٧,-	١٦,٤	١٤,٤
يونيو	١٨,٥	١٧,٧	١٨,١
يوليو	١٨,٤	١٧,٥	١٨,٢
اغسطس	٢٠,١	١٩,٩	١٧,٩
سبتمبر	١٩,١	١٧,٤	١٦,٥
اكتوبر	١٥,٤	١٤,٢	١٢,١
نوفمبر	٧,٢	٦,٩	٦,٧
ديسمبر	٢,١	١,٩	٢,٢
المتوسط	١١,٩	١٠,٩	١٠,٣

* المصدر السابق

المراجع :

١- وزارة الشئون البلدية والقروية : مخطط التنمية الشامل للقصيم ، تقرير رقم ٢ ، الرياض عام ١٤٠٣ هـ الشكل رقم (١) .

٢- محمد عبد الله الفاضل : العوامل الجغرافية والتوسع الزراعى بالقصيم ، ماجستير ، جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية - الرياض ١٩٨٢ .الجزء الطبيعى .

٣- وزارة الزراعة والمياة بالمملكة العربية السعودية : كتاب الاحصاء الزراعى السنوى ، للسنوات المذكورة .

٤- سبق للباحث دراسة أثر الظروف الجغرافية ، تحت عنوان : أثر العوامل الجغرافية فى التركيب المحصولى للاستخدام الزراعى بالقصيم .. الكتاب العلمى لندوة أقسام الجغرافيا بالمملكة العربية العسودية . جامعة أم القرى ، مكة المكرمة - ١٤١٢ هـ ١٩٩٢ م . ومن ثم فلاداعى لتكرارها .

٥- مصطفى على مرسى : محاصيل الحبوب ، الأنجلو المصرية - القاهرة ، ١٩٧٩م . ص٧٦-٧٧ .

٦- محمد محمود محمدين : أصول الجغرافيا الزراعية ، الطبعة الأولى الرياض ١٩٨٦ ، ص١٣٠ .

٧- مصطفى على مرسى : المرجع السابق ص ٧٨ .

٨- الجدول رقم (٢) والخاص بعلاقة القمح بالعناصر المناخية ، مصدره محطات الأرصاد الجوية بعنيزة وعقلة الصقور وبريدة ، للفترة ٧٦-١٩٨٩ ، وكذلك جداول الملحق .

٩- مصطفى نورى عثمان : الماء ومسيرة التنمية فى المملكة العربية السعودية ، مطبوعات تهامة - جدة ، ١٤٠٤ هـ ١٩٨٣ م ، ص ٦٥ .

١٠- المرجع السابق ص ٧٣-٧٤ .

١١- المرجع السابق ص ١٠٠ .

١٢- المرجع السابق ص ٧٧-٧٨ .

١٣- محمد عبد الله الفاضل : المرجع السابق ص ١١٢ .

١٤- عبد المجيد رجب فودة : أهم العوامل الاقتصادية المؤثرة فى زراعة القمح بالقصيم ، مجلة كلية بنات عين شمس ، العدد الرابع ١٩٩٢ م .

١٥- قسم الاقتصاد الزراعى بكلية الادارة والاقتصاد بعنيزة : تقييم استخدام المياة الجوفية غير المتجددة فى المملكة العربية السعودية ، ندوة تحسين الأداء ، التى عقدت بنفس الكلية - عام ١٩٩٣م .

١٦- فادى زيدان قمند وآخرون : المقننات المائية لمحصول القمح تحت ظروف مناخ القصيم . محطة الأبحاث الزراعية بعنيزة ، تقرير رقم ١٠ للفترة من ٨٥-١٩٨٧م .

17- Ismail, S.M., Development of irrigation coffecients for wheat in Al qassim region . Bull , Arabian gulf , vol 11, Part No .1, april , 1993.

١٨- نوركونسلت ش.م : نظرية جديدة حول مصادر المياة الجوفية فى منطقة القصيم ، ورقة عمل رقم ٢٣ ، ضمن مخطط التنمية الشامل لمنطقة القصيم ، مشروع رقم ٢٠٩ ، اصدار وزارة الشئون البلدية والقروية بالمملكة العربية السعودية ، الرياض ١٤٠٣ هـ ١٩٨٣ م .

١٩- مصطفى أحمد العقيلى وحسام تيسير تفاحة : استخدام برامج الحاسب الآلى لتمثيل المكمن المائى لتكوين ساق فى منطقة القصيم ، الندوة العلمية للمياة ومصادرها ، كلية الزراعة جامعة الملك سعود بالقصيم ، رجب ١٤٠٦هـ أبريل ١٩٨٦ م .

٢٠- من دراسة ميدانية قام بها طلاب السنة الربعة قسم الجغرافية ، بكلية العلوم العربية والاجتماعية ، فرع جامعة الامام محمد بن سعود الاسلامية بالقصيم ، فى الفصل

الدراسة الميدانية المقررة على طلاب الفرقة المذكورة . وكان موضوعها : مزارع القمح بالقصيم ، دراسة فى الجغرافيا الاقتصادية .

21- Mather , J., R., climatology : fundementals and applications, Mc-grow Hill , 1974, PP .88 .

٢٢- على حسن موسى : الرصد والتنبوء الجو - دمشق ١٩٨٦، ص ٢٢١- ٢٢٢.

٢٣- نعمان شحادة : المناخ العملى .منشورات الجامعة الأردنية ، ١٩٨٣م ، ص١١٨-١١٩ .

٢٤- عبد الرحمن الزيد وآخرون : الاحتياجات المائية للمحاصيل الزراعية فى المملكة العربية السعودية ، وزارة الزراعة والمياة ، الرياض ١٤٠٨ هـ ١٩٨٨ م ص ٢٠ .

٢٥- نعمان شحادة : المرجع السابق : ص ١٢٣-١٢٦ .

26- Critch field H.J., General climatalogy , Fourth Edition , Prentic hall , 1983 , PP . 174 .

٢٧- الجدولين من حساب الباحث .

٢٨- بالاضافة إلى ملاحظة الباحث من انخفاض منسوب المياة الجوفية ، لتكوين ساق . فانه وجد أن السكان قاموا بالتغلب على تلك المشكلة . بحفر الأبار التى تصل إلى ذلك التكوين . ثم تبطينها بالخرسانة المسلحة . وبعد ذلك وضعوا عوامات من الكاوتشوك ، ركبت فوقها ماكينات رفع المياة . والتى تم توصيلها بخرطوم قوى ، وبالتيار الكهربائى أيضاً . وذلك حتى تتمكن الماكينات من الهبوط مع إنخفاض منسوب مياة ذلك التكوين نتيجة لزيادة السحب منه .

٢٩- يقدر البعض أن معاملات الفقد من المياة أثناء عملية الرى بالرش ، تتراوح بين ١٥-١٧٪ ، للمزيد : راجع بدرجاسم علاوى ورحمن حسن عزوز : الرى الزراعى ، جامعة الموصول ، ١٩٨٤ م . ص ١٩١ .

٣٠- نوركونسلت : المرجع السابق .

٣١- تاج الدين شهاب الدين ، سمير اسماعيل : تجربة الرى والتسميد بمزرعة كلية الزراعة جامعة الملك سعود بالقصيم - بحث مقدم إلى ندوة علوم المياة ، والتى عقدت بالكلية فى ٨-١٠ شعبان ١٤١٢ هـ (١٩٩٢ م) .

٣٢- بدر جاسم علاوى ورحمن حسن عزوز ، المرجع السابق .