تأثير الرى بمياه المجارى على خواص التربة

للدكتور محمد صابر

تهدف السياسة الزراعية فى جمهورية مصر العربية فى الوقت الحالى إلى الاستفادة الكاملة من جميع أنواع المخلفات العضوية لاستعمالها فى تعويض النقص الكبير فى نسبة المادة العضوية ، حيث إنها لا تتعدى ٢٪ فى أجود الأراضى المزروعة . ويقع معظم التوسع الأفقى الجديد فى الأراضى فى مناطق رملية لاتزيد فيها نسبة المادة العضوية عن ١٪ ، وربما كانت أقل بكثير ، مما يدعونا إلى تنظيم وتوفير كميات السماد العضوى اللازمة لبناء المادة العضوية فى هذه الأراضى .

ونظراً للتوسع الكبير الملحوظ الذى يتم فى بناء شبكات ومحطات المجارى وأحواض الترسيب فى مختلف بقاع الجمهورية ، ولما كانت مياه المجارى إحدى المخلفات الغنية فى مادتها العضوية ، والتى يشكل التخلص منها مشكلة صحية ، لذا يجب التعرف على مدى تأثير الرى بهذه المياه على الخواص الحيوية والكيميائية والطبيعية للأراضى ، وماهية ونوعية المشاكل التى تجابه تعميم تطبيقها بصفة عامة .

ومياه المجارى هى المياه المستعملة فى المصانع والمنازل ومخلفات المدن ، مختلطة بفضلات الإنسان ، وتحتوى على مواد عضوية ومعدنية صالحة لتغذية الميكروبات ، ولو أن بعض بقايا المصانع قد يحوى أحيانا مركبات كيميائية قاتلة للميكروبات ، فى حين أن نوعية المركبات الأخرى متمثلة فى السليولوز والنشا والدهون والبروتينات واليوريا وأملاح الأمونيوم وغيرها تصلح تماماً كغذاء للميكروبات .

وتعتبر مخلفات الإنسان بلا شك أهم مكون لمياه المجارى ، ولا يخفى علينا ما لهذه المخلفات من قيمة سمادية عالية ، فإن ما يعرف باسم Night soil فى الصين

● الدكتور محمد صابر : باحث بمعمل الاراضى بالمركز القومى للبحوث بالدقى .

ما هو إلا مخلفات الإنسان التى كانت تعتبر أعظم سماد استعمله الآسيويون لآلاف مضت من السنين ، ولكن يعاب عليهم طريقة جمع هذه المخلفات وإضافتها للتربة حيث إنها كانت تتم بطريقة غير صحية بالمرة . وعلى الرغم من أن التاريخ يؤكد لنا أن هذه المخلفات قد استعملت فى آسيا لأحقاب طويلة من الزمن فى تسميد التربة ، فإنها لم تستغل حتى الآن فى مناطق كثيرة من العالم بطريقة اقتصادية .

ولقد لقى موضوع استعمال مياه المجارى اهتماماً بالغاً فى الآونة الأخيرة بين العاملين فى مجال ميكروبيولوجيا التربة كمصدر جديد للمادة العضوية بخصب التربة ، وبين المهتمين بالتخلص من مياه المجارى كطريقة آمنة يمكن بها التخلص من مياه المجارى والحد من الأضرار الصحية التى قد تنجم عن التخلص منها بطرق أخرى . ويهدف التخلص من مياه المجارى إلى تحقيق أمـــور ثلاثة ، هى : إزالة المواد العضوية الموجودة بها حتى لا تتعفن وتنبعث منها الروائح الكريهة ، والتخلص من الميكروبات المرضية الموجودة بها للتأكد من عدم وصولها إلى أى مصدر من مصادر المياه أو الطعام حتى لا تتسبب فى نشر الأوبئة ، بجانب استعمال البقايا كسماد عضوى له قيمة سمادية عالية كما أثبتت التجارب .

وهناك العديد من الطرق التى يجرى بها التخلص من مياه المجارى مثل الطريقة الكيميائية والطريقة الحيوية وإلقاء المياه فى مجارى الأنهار والبحار وغيرها .

وتتلخص الطريقة الكيميائية فى إضافة بعض المركبات كأملاح الحديد والشبة إلى المياه فى أحواض واسعة حيث تترسب المواد العضوية العالقة بها ، ثم يجرى تصفية السائل الرائق إما فى التربة أو فى أحد مجارى الأنهار ، ويخمر الراسب لتحويله إلى سماد عضوى .

وأما الطريقة الحيوية ففيها تقوم الميكروبات بالدور الأساسى ، وهى الطريقة المتبعة فى مزرعة الجبل الأصفر بالقاهرة ، حيث تتجمع مياه المجارى من مدينة القاهرة فى أحواض الترسيب الأولية ، بعد أن تمر على شبكة من السلك تحجز الزلط وقطع الصفيح والزجاج وما شابه ذلك ، ثم تنقل المياه بعد ذلك ببطء شديد إلى أحواض الترسيب الواسعة حيث تترسب المواد العضوية العالقة بها فى القاع ، وفى هذه المرحلة تلعب الميكروبات دوراً هاماً فى أكسدة وتحويل المركبات

المعقدة الموجودة فى الأحواض إلى عناصر غذائية يمكن للنبات التغذى عليها ، ثم يجرى استعمال السائل الرائق فى رى المزرعة ، وتجمع المواد العضوية المترسبة فى القاع حيث يتم تخميرها وتحويلها إلى سماد البودريت .

وبالرغم من أن مياه المجارى الخام ذات قيمة سمادية أكبر من مياه المجارى المرسبة (محمد صابر ١٩٦٦) ، إلا أنه يجب فصل وترسيب المواد العضوية المعلقة بها قبل استعمالها فى الرى وتخميرها لتحضير سماد البودريت ذى القيمة السمادية العالية . ومن الناحية الصحية فإن جميع الميكروبات المرضية الموجودة فى مياه المجارى والتى تترسب مع المواد العضوية تهلك أثناء ارتفاع درجة حرارة الكومات التى يعد منها سماد المجارى خلال مراحل التخمر ، وبالتالى فإن هذا السماد لا يحوى أية ميكروبات مرضية ، ويمكن استعماله فى الأغراض التسميدية .

ولقد ناقش Lunt (١٩٥٣) أهمية تطبيق الحمأة المجففة فى الزراعة بإسهاب ، وعقب على ذلك بقوله : بأن الحمأة المنشطة والمهضومة مفيدة لتحسين خواص التربة وعند استعمالها بطريقة سليمة فإنها تزيد من المحصول . وأكد Townend (١٩٥٥) أن مياه المجارى تحتوى على العديد من العناصر التى تجعل منها سمادا عضويا من الدرجة الأولى ومادة محسنة التربة ولاستصلاح الأراضى ، ولكنه أوصى بضرورة التخلص من المواد الضارة الموجودة بها قبل إضافتها للتربة ، وطالما أنها لن تستعمل فى الحالة السائلة فإنه يجب تجفيفها وطحنها حتى يسهل نقلها وتوزيعها فى التربة .

وعندما نزمع التخلص من مياه المجارى باستعمالها فى رى التربة الزراعية فإن ثمة عاملين هامين يجب أن يؤخذا فى الاعتبار ، وهما تأثير مياه المجارى على الخواص الحيوية والكيميائية والطبيعية للتربة من ناحية ، والأضرار الصحية التى يمكن أن تنجم من جراء استعمال هذه المياه فى الرى مثل انتشار الأوبئة والأمراض المعدية من ناحية أخرى (محمد صابر ١٩٦٦) .

تأثير مياه المجارى على ميكروبات التربة :

لقد نبه استعمال مخلفات المجارى كمصدر لمياه الرى فى مختلف بقاع العالم الأذهان إلى دراسة أثر هذه المياه على أعداد ميكروبات التربة وطبيعتها النوعية ، وذلك بغية معرفة مدى تأثر الدور الحيوى الذى تقوم به الميكروبات فى خصوبة التربة

وإنتاجيتها من جراء هذه المعاملة . ففى إحـــدى الدراسات المعملية وجد Balicka and SoBiezczanski (١٩٥٦) أن الأعداد الكلية للبكتريا زادت فى التربة زيادة ملحوظة بعد الرى بمياه المجارى ، ثم أخذت فى الانخفاض التدريجى بعد ذلك مع مرور الوقت ، وكانت سرعة الانخفاض فى الأراضى المزروعة أكبر منها فى الأراضى البور .

ولقد أكد Reploh and Gangel (١٩٥٨) هذه النتائج إذ وجدا أن الأعداد الكلية للبكتريا والفطريات تزداد فى التربة بعد الرى بمياه المجارى ، وأضافا بأن البكتريا الموجبة لصبغة جرام تسود فى التربة إذا ما أوقف ريها بمياه المجارى لفترة طويلة ، بينما البكتريا السالبة لصبغة جرام تزداد بوضوح فى التربة بعد الرى بمياه المجارى .

وفى ألمانيا قام Hirt (١٩٦١) بدراسة النشاط الميكروبى فى أراض عديدة تروى بغزارة بمياه المجارى فى مزرعة بجارى برلين ، وأكد أنه لا توجد أية علاقة مباشرة بين فساد التربة التى تروى بمياه المجارى وقلة إنتاجيتها وبين النشاط الميكروبى بها ، حيث إن أعداد البكتريا والأكتينوميسيتات والفطريات تزداد فى التربة عند توفر الرطوبة مع كميات وافرة من المادة العضوية السهلة الأكسدة ، وبينما يؤدى ذلك إلى جعل التربة غير صالحة لنمو بعض المحاصيل فإنه يجعل الوسط ملائما للنشاط الميكروبى . ولقد واصل Hirt دراساته على هذه المشكلة حين قام بوصف أفراد المحتوى الميكروبى وتابع تغيراته فى التربة بعد الرى بمياه المجارى ووجد أن المعاملة تثبط نمو الفطريين Penicillium nigrican, Mortierella nana وبعض أفراد الأكتينوميسيتات (ماعدا Streptomyces aureus) ، والبكتريا المكونة للجراثيم . ومن ناحية أخرى فإن مياه المجارى تشجع نمو الفطريين Penicillium lilacinum و Penicillium steckii والبكتريا السالبة لصبغة جرام والبكتريا المضببة المتحركة ، بينما لم يتأثر جنس Mycobacterium بالمعاملة . ولقد عقب Hirt على هذه النتائج بأن محتوى مياه المجارى من الكربون العضوى ينشط البكتريا فى حين أن كبريتيد الأيدروجين الذائب بها يثبط بعض الفطريات والأكتينوميسيتات .

وبدراسة تأثير إضافة مياه المجارى بحالتها الطازجة أو بعد تعقيمها بالحرارة أو بالكيماويات على ميكروبات التربة ، وجد Glathe and Makawi (١٩٦٣) أن جميع صور المياه الطازجة والمعقمة تزيد من الأعداد الكلية للميكروبات فى التربة خاصة بكتريا الأزوتوباكتر Azotobacter والميكروبات المحللة للسليلوز . وبصفة عامة فإنهما لم يجدا أى فرق من حيث التأثير على ميكروبات التربة بين معاملتى مياه المجارى المعقمة بالحرارة (بالأتوكلاف) وتلك المعقمة بالكيماويات (أكسيد الأثيلين) .

ولقد تبين من الدراسات المعملية والحقلية التى أجريت فى جمهورية مصر العربية على استعمال مياه المجارى فى الرى ، أن المعاملة تزيد من الأعداد الكلية للبكتريا والأكتينوميسيتات والفطريات ، بجانب زيادة أعداد مجموعات البكتريا المتخصصة فى التربة كالأزوتوباكتر Azotobacter والكلوستريديا المثبتة لنتروجين الهواء الجوى N-fixing clostridia والميكروبات المحللة للسليلوز وبكتريا التأزت والبكتريا المعوية Coliforms فى الأراضى الرملية والطينية التى عوملت بمياه المجارى الخام أو المرسبة أو بسماد الحمأة المجففة ، وإن كانت الزيادة فى الأعداد غير واضحة بالنسبة للأكتينوميسيتات والفطريات فى معاملتى مياه المجارى ، وربما كان للتأثير المثبط لغاز كبريتيد الأيدروجين الذائب بها سبب فى ذلك . وفى أراضى مزرعة الجبل الأصفر بالقاهرة التى تعرضت للرى بمياه المجارى المرسبة لفترات امتدت إلى ٤٤ سنة ، ظهر أن أعداد الميكروبات أخذت فى الازدياد التدريجى مع مرور الوقت حتى بلغت أقصاها فى عينات التربة التى رويت بمياه المجارى لمدة ٥ سنوات، وكانت الفروق طفيفة بين هذه العينات وتلك التى تعرضت لفترات أطول من الرى حتى ٤٤ سنة (محمد صابر ١٩٦٦)

وقد قابل Ushkarenko (١٩٦٦) بين القيمة السمادية لمياه المجارى الخام وتلك المعاملة بعناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم ، وبين مياه الرى العادية وتلك المعاملة بعناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم. ولقد تأكد بما لا يدع مجالا للشك أن مياه المجارى المعاملة بعناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم أعطت أكبر زيادة فى أعداد ميكروبات التربة ونشاطها الحيوى .

وعند التخلص من مياه المجارى برشها على سطح التربة، فإن المحتوى الميكروبى للعينات التى قام بفحصها Jones, Nichols and Kester (١٩٦٩) بلغ ستة أضعاف

المحتوى الميكروبى فى عينات المقابلة Control حيث تراوح ما بين ٥ إلى ١٠٠ × ١٠^٦ ميكروب فى الجرام من التربة . وبدراسة أجناس هذه الميكروبات وجدوا أن جنس Bacillus كان الأكثر شيوعا بين البكتريا، بينما كانت أجناس Penicillum, Mucor, Trichoderma, Hormodendrum, Fusarium, Aspergillus هى الأكثر شيوعا بين الفطريات .

ولقد درس Marenkin, Mineko and Pokrovskii (١٩٦٩) تأثير الرى بمياه المجارى على أراضى طمية ورملية من dermo-podzolic من حيث نشاطها الأنزيمى ، ووجدوا أن المعاملة تزيد من نشاط أنزيمات السكريز واليورياز والفوسفاتيز ، بجانب زيادتها لسرعة انطلاق ثانى أكسيد الكربون من التربة وتنشيط سعتها التأزتية Nitrifying capacity.

تأثير مياه المجارى على الخواص الكيميائية للتربة :

للمادة العضوية فوائد جمة فى تحسين الخواص الحيوية والكيميائية والطبيعية للتربة ، وبالتالى فإن تعميم استخدام الأسمدة الصناعية التى تمد النبات باحتياجاته من عنصر أو أكثر من عناصر غذائه يعتبر من التطبيقات غير السليمة فى تخطيط السياسة السمادية للأراضى الزراعية ، حيث إنه يجب العمل على الحفاظ على نسبة عالية من الدبال بالتربة تكفى لتحسين خواصها مما ينعكس على خصوبتها وإنتاجيتها، وطالما أن مخلفات المجارى تعتبر من أغنى المخلفات فى مادتها العضوية، فلقد تناولتها العديد من البحوث فى الآونة الأخيرة لدراسة مدى تأثر الخواص الكيميائية للتربة عند ريها بها .

وقد وجد Warrington (١٩٥٢) و Lunt (١٩٥٣ب) أن الرى بمياه المجارى يزيد الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم فى الأراضى بدرجة كبيرة وعقب Van Kleeck (١٩٥٣، ١٩٥٤) بأن سماد الحمأة المجففة يمد التربة بالدبال العضوى لدرجة ظهر أثرها على المحاصيل المزروعة بها ، وأضاف بأن الحمأة المجففة أو مياه المجارى المجففة تخلق فى التربة ظروفا ممتازة من الناحية الزراعية وأن تأثيرهما يعادل تأثير السماد غير الكامل . ونصح Van Kleeck عند استعمال مياه المجارى فى الرى أن تتم تحت رقابة دقيقة حتى يضمن الحفاظ على مستوى عال من الدبال فى التربة ، وأن تقييم

هذا السماد لا يجب أن يتم بمقابلة تركيبه الكيماوى بالاسمدة الصناعية فقط ، بل بتأثيره على نمو النبات وكمية محصوله .

ولقد قام Clark and Gaddy (١٩٥٥) بتحليل ١٨ نوعاً من الحمأة ، ثم درسا قدرتها التأزتية بقياس نسبة النتروجين الذى يتحول إلى نترات فى التربة المعاملة بها على درجة حرارة ٣٠° مئوية ، وقابلا نتائجها فى تربة عولمت بكبريتات الأمونيوم ، وكانت فاعلية الحمأة التأزتية مرتبة تنازلياً كالآتى : الحمأة المنشطة ، الحمأة المنشطة المهضومة ، ثم الحمأة المهضومة صناعياً .

وعند دراسة مدى تأثير نتروجين التربة الصالح لاستفادة النبات بإضافة الحمأة المجففة ومدى تأثر عملية التأزت الحيوية بهذه المعاملة ، أكد Fuller and Jourdian (١٩٥٥) أن استعمال الحمأة كسماد لم يقلل من كمية النتروجين النتراتى فى التربة ، بل على العكس من ذلك شجع عملية التأزت مما نتج عنها زيادة محتوى التربة من العنصر .

ووجد Gantimurov (١٩٥٥) عند دراسته لأراض تعرضت للرى بمياه المجارى لمدة ٣٠ عاما أن كمية النتروجين الذائب قد زادت بوضوح فى الطبقة السطحية من التربة ، وأن الرى بمياه المجارى لفترات طويلة له تأثير بسيط على تجمع الأملاح وتفاذية التربة .

وفى الولايات المتحدة الأمريكية قام Greenberg and McGauhey (١٩٥٥) برش ماء الشرب ومياه المجارى المرسبة والمخلفات النهائية من محطات المجارى على سطح أراض رملية طميية بولايه كاليفورنيا لدراسة أثر هذه المعاملات على الخواص الكيميائية للتربة ، وجمعت العينات على خمسة أعماق مختلفة حتى ١٣ قدم (٣٩٠ سم) ، ووجد أن الكالسيوم والمغنسيوم والصوديوم والكلور تغير محتواها قليلا ، ونقص البوتاسيوم بمعدل ٥٠٪ ، وزادت كمية الكربوهيدرات والبيكربونات بحوالى ٣٠٪ ، بينما تضاءلت النترات والنتروجين عدة مئات ، وفى نفس الوقت انخفض الاحتياج الحيوى للأكسيجين Biological Oxygen Demand من ١٠٠ إلى ١٣ جزءا فى المليون .

وفى عام ١٩٥٦ نشر Zabek نتائج بحوثه التى أجراها فى ليسستر لمدة خمس سنوات لدراسة أثر الرى بمياه المجارى ومياه الآبار على التربة . وتشير نتائجه إلى أن المادة العضوية زادت بمعدل ٤٢ ، ٤٣٪ فى الطبقة السطحية من التربة التى رويت بمياه

المجارى ومياه الآبار على التوالى ، وفى نفس الوقت زاد نتروجين نفس الطبقة بمعدل ٤٥ ، ٩٪ بنفس الترتيب .

وفى محاولة لقياس كمية العناصر السمادية التى تضاف للتربة من جراء ريها بمياه المجارى ، روى L'Vovich and Vodami (١٩٦١) أراضى رملية بمياه المجارى بمعدل ٤٠٠٠ متر مكعب للهكتار ، ووجدا أن المعاملة أضافت للتربة من ٢٠٠ — ٣٠٠ كيلو جرام أزوت و ٦٠ — ٨٠ كيلو جرام فوسفات و ١٢٠ — ١٥٠ كيلو جرام بوتاسيوم . وأضافا بأن كمية النتروجين التى اكتسبتها التربة تعادل تلك الموجودة فى ٤٠ — ٦٠ مترا مكعبا من السماد .

ودرس Sessing (١٩٦١) تأثير الرى بمياه المجارى على الخواص الكيميائية للتربة ، ووجد أن حوالى ٦٠٪ من الفوسفور المضاف مع المياه يثبت فى التربة ، وأن هناك أيضا فقدا فى النتروجين لا يمكن حسابه . وتشير نتائجه إلى أن استرجاع عناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم كانت فى الطبقة السطحية من التربة (٣٠ سم) .

وبالنسبة لإمكانيات زيادة خصوبة التربة باستخدام مخلفات المجارى ، عقب Kutera فى (١٩٦٣) أن هذه المخلفات تمد الأرض بكميات وافرة من المادة العضوية وأن استعمالها لم ينجم عنه تجمع الأملاح الذائبة نظرا لشدة صلاحية عناصر الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم الموجودة بالمخلفات لتغذية النبات .

وفى دراسة لمعرفة أثر مخلفات المجارى على الخواص الكيميائية للتربة تحت الظروف المعملية والحقلية بمزرعة بجارى الجبل الأصفر بالقاهرة ، تبين أن إضافة مياه المجارى الخام والمرسبة وسماد الحمأة المجففة إلى الأراضى الرملية والطينية يؤدى إلى زيادة محتواها من الأزوت الكلى والأمونيومى والنتراتى والكربون العضوى والدبال ، . تحت الظروف الحقلية فإن هذه المكونات زادت فى أراضى مزرعة الجبل الأصفر التى رويت بمياه المجارى المرسبة لمدة ٤٤ عاما إلى ١٩٢٧٨٪ ، ٨٦٧٪ ، ٢٧٠٧٪ ، ٢٨٤٧٠٪ ، ٣٢٩٢١٪ على التوالى بمقابلتها بالتربة الرمليه التى لم تتعرض للرى بمياه المجارى . ويؤدى الرى بمياه المجارى إلى خفض رقم pH التربة ، وإن كان التغير طفيفاً تحت الظروف المعملية ، إلا أنه انخفض من ٨ إلى ٦ بعد ٤٤ عاما من الرى بمياه المجارى تحت الظروف الحقلية . وبالنسبة لتجمع الأملاح الكليه الذائبه فى التربة ، فلقد أشارت النتائج إلى أنها تزيد فى التربة ، تحت كل من الظروف المعملية والحقلية ، ولكنها لم تصل إلى المستوى الضار

بالمحاصيل فى مزرعة الجبل الأصفر كنتيجة لسرعة نفاذية التربة ، نظرا لطبيعتها الرملية ، مما يسهل من عمليه غسل الأملاح منها (محمد صابر ١٩٦٦) .

وأكد Schrader (١٩٦٧) النتائج السابقة وأشار بأن استعمال مياه المجارى فى رى التربة لا يؤدى إلى زياده محتواها من الأملاح الكلية الذائبة لدرجة تضر النبات النامى بها .

وعند دراسة أثير الرى بمياه المجارى على المدى الطويل على الخواص الكيميائية للتربة ، وجد Asmus and Vetterlein (١٩٦٩) أن الرى بالرش باستعمال مياه المجارى بمعدل ٢٠٠٠ — ٤٠٠٠ مليمتر سنويا لمدة ستين عاما أدى إلى الإضرار برقم pH التربة، وزاد من كميات الكربون والآزوت والفوسفور والمغنسيوم والبورون والنحاس والمنجنيز القابلة لاستفادة النبات ، بينما قلل من كمية البوتاسيوم الميسرة، وزاد فى نفس الوقت من كمية المغنسيوم والصوديوم المتبادل على معقد الطين .

ولدراسة عملية الأزت فى التربة المعاملة بالحمأة المهضومة ، أضاف Premi and Cornfield (١٩٦٩) الحمأة ، بمعدلات تعادل من ٥١ — ٤٠٨ رطل نيتروجين أمونيومى ، إلى تربة رسوبية طمية رملية من الطبقة المزروعة ، وتابعا عملية الأزت بها لمدة ٨ أسابيع على درجة ٣٠° مئوية ووجدا أن عملية الأزت كانت سريعة فى المعاملات الأقل من ١٠٢ رطل نيتروجين أمونيومى ، بينما تأخرت لفترة فى التركيزات الأكبر . ولقد أدت المعدلات الصغيرة إلى تنشيط عملية معدنة Mineralization نيتروجين التربة العضوى ، على عكس المعدلات العالية التى أدت إلى تحول النيتروجين الذائب إلى الصورة العضوية Immobilization فى المراحل الأولى من فترة التحضين ، وكان الفقد يعادل ١٣ ٪ من الأمونيا فى المعدلات العالية ، بينما تراوح بين ٤ و ٦ ٪ فى المعدلات المنخفضة .

ودرس Shemyakina (١٩٦٩) أثر الرى بمياه المجارى على خواص التربة من نوع derno-podzolic ووجد أن سرعة التأزت وتجمع حامض النتريك قد زاد فى التربة فى طبقة الحرث ، وأن الرى لمدة ٤ سنوات لم يؤثر على محتوى التربة من الصور المتحركة للفوسفور والبوتاسيوم أو القواعد المتبادلة ، إلا أنه قلل من الحموضة المتبادلة .

تأثير مياه المجارى على الخواص الطبيعية للتربة :

اتفق الرأى بين مختلف الباحثين الذين تناولوا دراسة تأثير إضافة مخلفات المجارى إلى التربة ، على أن سماد المجارى يعتبر من أحسن المحسنات Soil conditioners التى تحسن الخواص الطبيعية للتربة ، فلقد درس Lunt (١٩٥٢ ب) التطبيقات الزراعية لمياه المجارى والحمأه المجففة ، وأكد أنها تحسن بدرجة كبيرة درجة التحبب والاتساع والسعة المائية والسعة التبادلية ، وفى نفس الوقت تقلل من درجة كثافة التربة . وتابع دراساته بفحص أثر السماد المهضوم على الخواص الطبيعية للتربة وأضاف أنه يزيد من السعة المائية ومن المسامية غير الشعرية ، ومن السعة التبادلية والتحبب فى التربة (Lunt ١٩٥٣ ، ١٩٥١) .

وذكر Van Kleeck (١٩٥٣) أن مخلفات المجارى ، مثلها مثل أى مادة دبالية أخرى ، تزيد من السعة المائية للتربة ومن درجة فرولتها (Friability) ، بجانب أنها تنشط الديدان الأرضية التى تزيد من تهوية التربة .

وفى دراسة أجراها Sessing (١٩٦١) عن أثر الرى بمياه المجارى على الخواص الطبيعية للتربة ، ذكر أن هذه المعاملة تسبب تغيرات جوهرية فى خواص التربة على عمق ٣٠ — ١٠٥ سم حيث نقصت المسام غير الشعرية ومساحة المسام الكلية ، بينما زادت المسام الشعرية والسعة المائية ودرجة التحبب ونسبة الحبيبات الثابتة فى الماء .

وذكر Husemann and Pannier (١٩٦٢) أن استعمال مياه المجارى والرى يزيد من السعة المائية والسعة الكانيونية للتربة .

وأشار محمد صابر (١٩٦٦) إلى أن إضافة مياه المجارى للتربة لفترات طويلة تحت الظروف الحقلية تحسن من الخواص الطبيعية لها ، فلقد زادت السعة التبادلية فى التربة من ٢,٥ إلى ١٤ ملليمكافىء / ١٠٠ جرام تربة ، وزادت السعة المائية من ٢٤ إلى ٩٩٪ فى التربة بعد ريها بمياه المجارى لمدة ٤٤ سنة فى مزرعة الحبل الأصفر بالقاهرة . وأضاف بأن التغير فى الخواص الطبيعية للأراضى الرمليه والطينية المعاملة بمخلفات المجارى تحت الظروف المماثلة ولمدة ستة أشهر كان طفيفا ، وإن كان أكثر وضوحا فى التربة الرملية عنها فى التربة الطينية .

التأثيرات الضارة لمياه المجارى على التربة :

مما لاشك فيه أن مخلفات المجارى تحتوى على العديد من المواد العضوية وغير العضوية ، بعضها مفيد ومحسن لخواص التربة وإمدادها بعناصر غذاء النبات ، بينما البعض الآخر ضار وقد يؤدى إلى إعياء التربة Soil sickness .

ففى أواخر القرن الماضى درس Haselhoff (١٨٩٢ ، ١٨٩٥) التأثيرات الضارة التى تنجم من استعمال مياه المجارى فى الرى ، ووجد أن زيادة أكسيد النحاس فى التربة لدرجة أكبر من ٥ — ١٠ جزء فى المليون تكون سامة ، وأن أملاح الكالسيوم والمغنسيوم والبوتاسيوم والصديوم لها نفس التأثير السام الناتج من زيادة تركيز أكسيد النحاس فى التربة ، بينما كان الكوبالت ساما فى تركيز ٢ جزء فى المليون . وأضاف Haselhoff أن النباتات تتباين فى درجة تسممها من أكسيد الزنك ، وقدر Otto (١٨٩٣) التركيز السام لأكسيد الزنك ووجد أن ٧ أجزاء فى المليون منه كافية لظهور أعراض التسمم على النبات .

ومن حيث تأثير مياه المجارى على رقم pH التربة ومدى ارتباط هذه التغيرات بتوازن عناصر غذاء النبات فى التربة ، ذكر Bear and Prince (١٩٤٧) أن جميع أنواع الحمأة ماعدا المهضومه تخفض من رقم pH التربة ، وأشارا إلى أهمية هذا التغير فى الإخلال بتوازن عناصر غذاء النبات ومدى تيسرها فى التربة ، ونصحا بضروره فحص التربة بصفة دورية لعلاج أى عطب يلاحظ فى درجة الـ pH بها .

وعند دراسة رى المحاصيل بمياه المجارى وجد Henry وآخرون (١٩٥٤) أن إضافة ٤٠ بوصة أو أكثر من مياه المجارى إلى الحشائش ينتج عنها زيادة طفيفة فى تركيز كلوريد الصوديوم وبدرجه أقل فى الكالسيوم والمغنسيوم .

وذكر Le Riche (١٩٦٨) أن تطبيق مياه المجارى وري التربة يسبب تلوثها بالعديد من العناصر المعدنية ويزيد من درجة تركيزها فى التربة ، وأضاف أن مياه المجارى أدت إلى زيادة الزنك والنيكل والنحاس وغيرها ، وكانت الأراضى المعاملة بالمياه تحتوى على كميات أكبر من هذه المعادن لفترة ست سنوات بعد

إيقاف ريها بمياه المجارى .

وفى دراسة حديثة عن تجمع الأملاح بالتربة من جراء إضافة مياه المجارى إليها ، عقب Walter (١٩٦٩) بأن المعاملة أدت إلى تجمع كمية كبيرة من الأملاح خاصة البورون والكلور والصديوم والكبريتات ، ولكنها سرعان ما أزيلت بمياه الأمطار . وإن كان غسيل الأملاح مرتبطا بإزالة الطين من الطبقة السطحية إلى تحت السطحية ، وبالتالى تقليل السعة الإدمصاصية للتربة . ونصح Walter بأن إضافة الجير حسب ما تشير به نتائج تحليلات التربة ، مع إمدادها ببعض عناصر غذاء النبات خلال فصل الشتاء ، يعتبر طريقة سليمة للحفاظ على بناء التربة وإزالة حالة تدهورها .

وبعد التعرف على طبيعة ونوعية الأضرار التى تنجم من جراء استعمال مياه المجارى فى الرى ، اتجهت البحوث إلى التعرف على الطرق المختلفة التى يمكن بواسطتها حل هذه المشاكل وإزالة الآثار الضارة من التربة .

فلقد نشر فى الهند فى عام ١٩٥٠ (Anon ١٩٥٠) أن استعمال مياه المجارى فى الرى يقلل من نسبة المسام وبالتالى يخزل حالة النهوية فى التربة . ولقد عللت هذه الظاهرة بأن إضافة مياه المجارى للتربة تسبب إنتاج غاز الميثان وكبريتيد الايدروجين ، وتبين أنه من الأفضل إضافة مركبات الكالسيوم إلى التربة المسمدة بمياه المجارى حيث تزيد من صلاحية الفوسفور لاستفادة النبات ومن فاعلية عملية النأزت فى التربة .

وعند استعمال مياه المجارى الناتجة من أحواض الأكسدة فى رى القطن وجد Warrington (١٩٥٢) أن الأملاح الكلية الذائبة والكلوريدات زادت فى التربة بنسبة ٣٣ ، ٥٣٪ على التوالى ، وعقب بأن هذه الزيادة تبدو كأكبر ضرر يمكن أن ينتج من جراء استعمال مياه المجارى فى الزراعة ، ونصح بالحرص الشديد فى إضافة المياه للتربة ، وأكد ضرورة تقدير الكلوريدات فى عينات دورية من المناطق التى تروى بمياه المجارى .

ونصح Lunt (١٩٥٣ ب) بإضافة الجير للأراضى الحامضية المزروعة بالبنجر

والسبانخ التي تروى بمياه المجارى حتى يمكن تجنب التأثير السام للبورون والنحاس والزنك . وأشار Steel and Berg (١٩٥٤) بأن الرى بمياه المجارى فى التجارب المعملية لم يكن مفيدا أو ضارا للتربة طالما أن الكلوريدات التى تتجمع بها يتم غسلها وإزالتها بسرعة من التربة .

وذكر Lunt (١٩٥٩) أن سماد الحمأه المهضومة يحتوى على كميات كبيرة من الزنك والنحاس والبورون ، وبالتالى فإنه غالبا ما يكون سامالنباتات فى الأراضى الحامضية، ونصح لعلاج هذه الحالة بالعمل على رفع pH التربة لأكثر من ٦ .

ونبه Sessing (١٩٦١) الأذهان إلى أن إضافة الكالسيوم، المغنسيوم والصوديوم خلال الرى بمياه المجارى يكون كشفا ، وأضاف أن الرى بصفة مستمرة يسبب سياده الصديوم وإحلاله محل الكالسيوم والمغنسيوم على معقد الطين .

القيمة السمادية لمياه المجارى :

إن استعمال مخلفات المجارى كسماد عضوى له جذور عميقة فى التاريخ ، خاصة فى القارة الآسيوية ، حيث أمكن الحفاظ على درجة خصوبة التربة لأحقاب طويلة من الزمان عن طريق استعمال مخلفات الإنسان وغيرها من المواد العضوية فى تسميد التربة .

ولقد قدر Sierp (١٩٣٦) كمية الأزوت والفوسفور والبوتاسيوم فى مخلفات المجارى ووجدها ٨٠ ، ٢٠ ، ٦٠ جراما على التوالى لكل متر مكعب من السماد . وعند حساب الكمية الكلية الناتجة من ١٠٠ شخص فى السنة على أساس الوزن الجاف وجد أنها تعادل ٣٦,٥ كيلو جرام للفرد تحتوى على ٢,٥٠ كيلو جرام أزوت و ٠,٧٨ كيلو جرام فوسفور و ٢,١٩ كيلو جرام بوتاسيوم .

وقدر Stephenson and Bollen (١٩٤٥) القيمة السمادية لمياه المجارى الناتجة من البرك، والمهضومة والمجمعة بالشمس، ووجد أن لها تأثيرا كيميائيا يقارب السماد البلدى الجيد. وأوضحا أن الحمأه لها تأثير منشط واضح لنمو عباد الشمس ، وأن أغلب هذا التأثير يرجع إلى محتواها العالى من الأزوت النتراتى .

ومن ناحية أخرى ذكر Wylie (١٩٤٩) أن مياه المجارى الخام لها قيمة زراعية محدودة كمصدر للأزوت القابل لاستفادة النبات ، حيث إن النتروجين يوجد بها على صورة مركبات عضوية معقدة و صورة لا يمكن امتصاصها بواسطة المحاصيل مباشرة ، بل يجب أن تتحول أولا إلى مركبات أبسط ، ثم إلى صورة ذائبة يمكن للنبات امتصاصها .

ولقد حلل Warallyay (١٩٥٠) مخلفات المجارى فى المجر ووجد أنها تحتوى على ٧٥ ٪ رطوبة ، ٦,٤ ٪ مادة عضوية ، ١٦٤و٠ ٪ نتروجين كلى ، ٠٫٠٥٤ ٪ بوتاسيوم ، ٠٫٠٤٥ ٪ فوسفور (P_2O_5) . ووجد Lunt (١٩٠٣) أن الحمأة المجففة تحتوى على ١ ـ ٣ ٪ نيتروجين كلى ، وحوالى ١ ٪ حامض فوسفوريك ، وأقل من ٠٫٥ ٪ بوتاسيوم (K_2O) .

ولقد أظهرت بحوث Grubinger (١٩٥٣) أن الرى بالرش باستعمال ٣٠٠٠ مليمتر/ هكتار من مياه المجارى المنقاة سنويا يمد التربة بمعدل ١٢٠ ـ ٢٤٠ كيلو جرام نيتروجين ، ٣٠ ـ ٦٠ كيلوجرام فوسفور ، ٥٢ ـ ١٠٤ كيلو جرام بوتاسيوم . وحلل Wierzlicki (١٩٥٥) مياه المجارى ووجدها تحتوى على ٨٠ كيلو جرام نيتروجين و ٢٠ كيلو جرام فوسفور و ٦٠ كيلو جرام بوتاسيوم لكل ١٠٠ متر مكعب على أساس أوزان الجاف .

وناقش Olds (١٩٦٠) القيمة السمادية لمخلفات المجارى ، وأكد أنها تتوقف لدرجة كبيرة على طريقة إعدادها ولقد عقب على دراساته بأن مخلفات المجارى تشكل قيمة اقتصادية كبيرة فى تعويض النقص الكبير فى الأزوت والفوسفور والمواد الدبالية الذى تعانى منه أراضى المزارع والحدائق .

وذكر Teuscher and Adler (١٩٦٠) أن مدينة كبيرة فى حجم مدينة ميلووكى التى يبلغ تعدادها ١٠ ملايين نسمة ، تفقد سنويا فى مياه المجارى ما يعادل ٨٥ مليون رطل من الأزوت ، و ٢٦ مليون رطل من الفوسفور (P_2O_5) ، و ٢١ مليون رطل من البوتاسيوم (K_2O) . وأضافا أن هذه الأرقام محسوبة على أساس مخلفات الإنسان الموجودة فى مياه المجارى فقط ولا تشمل الإضافات الأخرى

الكبيرة من المادة العضوية الموجودة فى مياه المجارى من مخلفات المطاعم والمطابخ والمصانع الغذائية وغيرها وهذه الكميات كبيرة جدا على الرغم من أنها تمثل الفقد فى مدينة واحدة. ومما لا شك فيه أنه إذا كان من الممكن حماية هذه المواد العضوية ذات القيمة السمادية العالية، ليس من نيويورك فقط بل من جميع المدن الكبرى، فإن ذلك يؤدى إلى زيادة ضخمة فى الإنتاج الزراعى.

ووجد Harting (١٩٦١) أن مياه المجارى المنقاة ميكانيكيا تحتوى على كميات عالية من الأزوت تعادل تلك الموجودة فى المياه غير المنقاة، بينما المياه المنقاة بيولوجيا تحتوى على كمية أزوت أقل، وأضاف أن الأسمدة الأزوتية يمكن أن تعوض النقص فى المياه الأخيرة.

وتشير نتائج التحليلات الكيماوية التى أجريت على مياه المجارى الخام والمرسبة وسماد البودريت فى مزرعة الحبل الأصفر بالقاهرة إلى القيمة السمادية العالية لهذه المخلفات (محمد صابر ١٩٦٦)، حيث إنها تحتوى على التوالى على ٤٠٠ ، ٢٨٠٠ ، ٢٩١٨٩ جزء فى المليون أزوت كلى، منها ٢٤ ، ٢٤ ، ٣٣٤ جزء فى المليون أزوت أمونيومى، و ٢ ، ٢ ، ٣٣٦ أزوت نتراتى، و٣٣٣ ، ٢١٢ ، ٣٠١٦٠٠ جزء فى المليون كربون عضوى. وبينما لا توجد أية مواد دبالية فى المياه فإن نسبة الدبال فى السماد المجفف بلغت ١٠٪.

ولقد قابل Valdmaa (١٩٦٩) القيمة السمادية للسماد البلدى بسماد المجارى فى عدة تجارب حقلية. ووجد أن مخلفات المجارى أعطت زيادة بمتوسط ١٠٪ فى محصول عشرين نباتا تختلف بمقابلتها بالسماد البلدى عند إضافتها بمعدل ٦ أطنان مادة جافة للهكتار.

المشاكل الصحية المرتبطة بالرى بمياه المجارى:

إن قدرة البكتريا المعوية Coliforms وخاصة بكتريا E. coli المعزولة من المواد البرازية على الحياة فى التربة نالت الكثير من الاهتمام فى السنوات القليلة الماضية، لما لهذه النقطة من أهمية تطبيقية فى تقدير مدى الأضرار الصحية التى قد تنجم من استعمال مياه المجارى فى الرى حيث يمثل هذا الميكروب مجموعة البكتريا المعوية المدروسة من حيث قدرتها على البقاء فى التربة.

(١) وجود بكتريا E. coli فى التربة: قام Johnson and Levine (١٩١٧) بفحص أحدى عشرة عينه من أراضى مزروعة وثلاث عشرة أخرى من أراض غير مزروعة لوجود E. coli بها، ولقد وجدا البكتريا المعوية فى جميع عينات التربة المزروعة، بينما لم تظهر إلا فى ست عينات فقط من الأراضى غير المزروعة.

وباستعمال طريقة العد لتقدير بكتريا coli-aerogenase فى ٣١٧ عينة تربة، تمكن Chen and Rottger (١٩٢٠) من عزل ٤٦٧ ميكروب، منها ٤٪ من نوع E. coli. كما فحص Frank and Skinner (١٩٤١) ٣٥٦ عينة أرض مزروعة وغير مزروعة لم تسمد لمدة عشر سنوات، ولم يجدا أية بكتريا معوية فى الأراضى غير المزروعة، بينما وجدا ٢١٪ من E. coli، ٤٣٪ من intermediates، ٤٥٪ من Aerobacter فى عينات التربة المزروعة.

وفى دراسة أجراها Medreck and Litsky (١٩٦٠) عن مدى انتشار البكتريا المعوية فى الأراضى التى يسبق ريها بمياه المجارى، تبين أن ٧٣,٤٪ من العينات تحتوى على بكتريا معوية، ١,٤٪ أعطت نتائج إيجابية بالنسبة إلى E. coli، ٢,٢٪ بالنسبة إلى Enterococci.

(٢) قدرة E. coli على البقاء فى التربة: لوث Reives (١٩١٠) التربة بميكروب E. coli مستعملا سلالة معزولة من البراز، وتابع قدرتها على الحياة فى التربة، وسجل أن هذا الميكروب له المقدرة على الحياة فى التربة لفترة امتدت إلى سبعة أشهر.

ووجد Skinner and Murray (١٩٢٦) أن أعداد البكتريا المعوية فى التربة المسمدة بالسماد البلدى من ٦ × ١٠^٦ ميكروب / جرام إلى الصفر بعد فترة ١٢٢ يوما.

وفى خلال مراحل تجفيف الحمأة، درس Fuller and Litsky (١٩٥٠) مدى قدرة E. coli على البقاء، وذكرا أن الميكروب يختفى بالتدريج من السماد، وبالتالى فإنه بات من المؤكد أن باقى الميكروبات المعوية الممرضة الأخرى الموجودة فى السماد ستهلك بنفس الطريقة.

وذكر Mallmann and Litsky (١٩٥١) أن مجموعة coli-aerogenes يمكنها أن تبقى حية على سطح الخضروات لفترة طويلة فى حين أنها تحيا فى التربة لفترة ١١ أسبوعا . ووجد Freytage (١٩٥٠) أن بكتريا E. coli بقيت حية فى التربة لمدة ١٤ يوما فى أراضى الحشائش التى تروى بمياه المجارى ، ونصح بأنه يجب منع الحيوانات من التغذى على مثل هذه الحشائش كى نتجنب إصابتها بالأمراض .

وزرع Köser (١٩٥٥) ٢٠ مزرعة من بكتريا E. coli معزولة من البراز فى أنابيب اختبار بها تربة معقمة رطبة حضنت على درجة ١٨ — ٢٠°م لمدة أربعة شهور مع الحفاظ على نسبة الرطوبة بها ، وفى نهاية المدة وجد أن الميكروب مازال حيا فى التربة .

ولقد أظهرت الدراسات المعملية التى أجراها Glathe, Knoll and Makawi (١٩٦٣) للتعرف على مدى قدرة البكتريا المعوية الموجودة فى مخلفات المجارى على الحياة فى الأراضى الصفراء ، أن الميكروب اختفى من التربة بعد ٣ شهور عند إضافته إليها بتركيز منخفض (١٠٠ بكتريا/ملليلتر) ، بينما استمر لفترة ٤ شهور فى التركيز العالى (١٠٠٠ بكتريا/ملليلتر) .

ودرس Aleksanderyan (١٩٦٤) مدى قدرة الميكروبات المرضية على الحياة فى بعض أنواع الأسمدة ، حيث لقح السماد peat والسماد الطازج fresh mud ببعض الميكروبات المرضية . وأظهرت نتائجه أن البكتريا الممرضة السالبة لصبغة جرام عاشت فى التربة فترات أطول من غيرها ، ونصح Aleksanderyan بضرورة تجفيف السماد عند درجة حرارة ٣٠ — ٣٧°م قبل استعماله مع إضافة المواد العضوية إليه حيث إنها تسرع من إهلاك الميكروبات المرضية .

وعند زراعة سلالة من بكتريا E. coli البرازية فى عينات رويت بمياه المجارى المرسبة لفترات ٢,٥ ، ٥ ، ١٠ ، ٣٠ ، ٤٤ سنة من مزرعة الجبل الأصفر بالقاهرة ، وجد محمد صابر (١٩٦٦) أن الميكروب يختفى تماما من جميع العينات بعد ٦٠ يوما من التحضين على درجة ٣٠°م .

ومما لا شك فيه أن الرى بمياه المجارى يزيد من الأعداد الكلية للميكروبات

فى التربة (Balika and SoBiezczanski ١٩٥٦ ، Reploh and Gangel ١٩٥٨ ، محمد صابر ١٩٦٦ ، Jones, Nichols and Kester ١٩٦٩) وعلى الرغم من أن الكثير من هذه الميكروبات مفيد ، فإنه ما زال من الممكن أن تتسبب بعض هذه الميكروبات المعرضة فى نقل العدوى ونشر الأوبئة عند تلويثها للنباتات المزروعة فى الأراضى التى تروى بمياه المجارى خاصة المحاصيل الورقية التى تؤكل طازجة .

ولقد ذكر Stephenson and Bollen (١٩٤٥) أنه على الرغم من أننا قد نتوقع خلو مخلفات المجارى من الممرضات المعروفة ، فإنه مازال على الزارع أن يتجنب استعمال هذا السماد فى المحاصيل التى تؤكل طازجة كنوع من الحرص .

وناقش Dulk (١٩٥١) المشاكل الصحية المرتبطة باستعمال مياه المجارى زراعياً ، وعقب بأن هذا السماد مفيد دائما خاصة فى حالة بساتين الشجيرات ، وفى إعداد التربة للشتل ، ولكنه نصح بعدم استعمالها فى زراعات الطماطم حيث إنها تسبب إصابة بذورها بالفطر Verticillium .

وبناء على ما قدمه Lunt (١٩٥٣ ب) ، فإن الحمأة الخام التى لم تتعرض للحرارة لا يجب استعمالها فى تحسين الخواص الطبيعية والكيمائية والحيوية للتربة وذلك للحفاظ على الصحة العامة ، وأضاف Lunt أنه على الرغم من احتواء الحمأة المجففة على نسبة صغيرة من الرطوبة (١٠٪ أو أقل) فإنها خالية من البكتريا المرضية والديدان المتطفلة .

ولقد أشار محمد صابر (١٩٦٦) إلى أن جميع أراضى مزرعة الجبل الأصفر التى تعرضت للرى بمياه المجارى لفترات مختلفة أعطت نتائج إيجابية لبكتريا E. coli البرازية ، التى تعتبر دليلا على وجود الميكروبات المعوية الممرضة . ولقد عقب على ذلك بعدم السماح بزراعة أية محاصيل ورقية أو محاصيل تؤكل طازجة حتى لا يتسبب ذلك فى انتشار الأمراض الوبائية .

الاستعمال السليم لمياه المجارى فى الرى :

إن الاستعمال السليم لمياه المجارى فى الرى يتطلب توفر الخبرة والمهارة ، كما نادى بذلك العديد من الباحثين فى السنوات القليلة الماضية . فلقد عقب Wilcox (١٩٤٨) بأن المخلفات من مياه المجارى المنزلية عادة ماتكون آمنة لاستعمالات الرى ، فى حين أن المياه التى تحتوى على مخلفات تجارية وصناعية يجب أن تفحص بحرص شديد، حيث إن العديد من مكوناتها قد تكون سامة للنباتات.

وذكر Wylie فى (١٩٤٩) أنه عند استعمال مياه المجارى الخام كسماد ، فإنه يجب أن نترك فرصة لعملية الأكسدة كى تتم فى التربة قبل الزراعة ، وأضاف أنه لا توجد أية صعوبات عملية لاستعمال مياه المجارى فى الأغراض التسميدية ، ولكنه يجب حرث الطبقة السطحية من التربة بعد إضافتها مباشرة حتى نتأكد من أن عملية الأكسدة تتم بسرعة مرضية . ويؤكد Wylie أن أكبر معوق لاستخدام مياه المجارى كسماد هو محتواها العالى من المياه حيث إن كل ٢ طن من المادة الجافة تكون معلقة فى حوالى ٢٠ طنا من الماء .

ووجد فى الهند أنه طالما أن التربة مسامية والصرف بها جيد ، فإن معظم المحاصيل تعطى استجابات عالية للرى بمياه المجارى خاصة العشبيات ، وأن أكسدة واستعمال مياه المجارى تتوقف على تهوية التربة والـ pH المتعادل مع غياب المواد السامة للنشاط الميكروبى فى كل من التربة والمياه (Anon ، ١٩٥٠) .

ولقد نصح Warallyay (١٩٥٠) بضرورة تخفيف مياه المجارى بثلاثة أحجامها من الماء قبل استعمالها فى الرى ، كما يحدث تحت الظروف المجرية ، وأضاف أن أى مياه تحتوى على أكثر من ٥٠ ملليجرام /اللتر من الأزوت يجب أن تخفف قبل استعمالها زراعياً فى الرى .

ولقد حصل Lunt (١٩٥٣) على أحسن النتائج حينما كوم الحمأة لمدة ستة شهور فى الفضاء قبل إضافتها للتربة . ونصح Buck (١٩٥٦) بضرورة إضافة من ٤٠ — ٨٠ طنا من مياه المجارى إلى الأراضى المزروعة كل ٣ — ٤ سنوات مع إمدادها بسماد بوتاسى .

وأكد Schmauder and Dietze (١٩٦٠) أن الرى بمياه المجارى المحتوية على ٢٥٨ — ٣٧٧ مليجرام/اللتر مادة عضوية ، ٤١ — ٤٤ مليجرام / اللتر أزوت ، ٨ — ١٣ مليجرام/اللتر فوسفور ، ١٩ — ٣٣ مليجرام/ اللتر بوتاسيوم بمعدل ٢٠ — ٣٠ مليلتر على فترات ضيقة زادت من المحاصيل خاصة الحشائش فى أراضى رملية بمناطق قليلة الأمطار .

وفى عام ١٩٦٠ وجد Zabek أن محتوى مياه المجارى المضافة للحقل من الأزوت الكلى بلغ ٣٤ — ٥٤ مليجرام/اللتر صيفاً ، ووصل إلى ٨٠ مليجرام/اللتر شتاء ، وأن المياه المنقاة والمرسبة يفقد منها النتروجين تحت الظروف المعملية بمعدل يومى مقداره ٢،٠٦ مليجرام/اللتر عند درجة حرارة ١٤،٥°م ، و ٢،٢٦ مليجرام/اللتر عند درجة حرارة ٢١،٥°م .

وناقش Harting (١٩٦١) تأثير الرى بمياه المجارى الخام والمنقاة ميكانيكيا والمنقاة بيولوجيا على العديد من المحاصيل الحقلية ، ووجد أن الرى بمياه المجارى كان أكثر فاعلية بعد سقوط الأمطار الصيفية ، ولم ينصح باستعمال مياه المجارى غير المنقاة فى الرى .

المراجع

(1) Aleksanderyan, S.S. (1964) Izvest. Akad. Nauk Armyanssk. S.S.S.R. Biol. Nauki, 16 : 27.
(2) Anonymous (1950) Ind. Fmg., 11 : 408.
(3) Asmus, F., and E. Vetterlein. (1969) Albrecht-Thaer-Arch., 13 : 631.
(4) Balicka, N., and J. SoBiezczanski. (1956) Acta microbiol. polon, 5 : 207.
(5) Bear, F.E., and A.L. Prince. (1947) New Jersey Agric. Expt. Sta. Bull. 733.
(6) Buck, K. (1956) Mitt. dtsch. landw. Ges., 7 : 1094.
(7) Chen, C.C., and L.P. Rottger. (1920) Jour. Bact., 5 : 263.
(8) Clark, K.G., and V.L. Gaddy. (1955) Fnl Chemic., 118 : 41
(9) Dulk, P.R. (1951) Mededel. Direct. Tuinbouw, 14 (2) : 71.
(10) Frank, N., and Skinner, C.F. (1941) Jour. Bact., 42 : 143.

(11) Fuller, J.E., and W. Litsky. (1950) Sewage Industr. Wastes, 22 : 853.
(12) Fuller, J.E., and G.W. Jourdian. (1955) Sewage Industr. Wastes, 27 : 161.
(13) Gantimurov, I.I. (1955) Trudy novosibirsk. S-Kh. Inst., 9 : 73.
(14) Glathe, H., K.H. Knoll, and A.A.M. Makawi. (1963) Z. Pflanzenernähr Düng Bodenkunde, 100 : 142.
(15) Glathe, H., and A.A.M. Makawi. (1963) Z. Pflanzenernähr Düng Bodenkunde, 101 : 109.
(16) Greenberg, A.E., and P.H. McGauhey. (1955) Soil Sci., 79 : 33.
(17) Grubinger, H. (1953) Bodenkulture Oesterreich-Zentralorgan Landwirtsch u. Ernährung Sforsch, 7 : 279.
(18) Harting, H. (1961) Wasserwirtsch. Wassertech, 11 : 213.
(19) Haselhoff, E. (1892) Landw. Jahrb., 21 : 263.
(20) Haselhoff, E. (1895) Landw. Jahrb., 24 : 959.
(21) Henry, C.D., R.E. Moldenhauer, and L.E. Englebert. (1954) Sewage Industr. Wastes, 26 : 123.
(22) Hirt, W. (1961a) Zbl. Bakt. II Abt, 114 · 367.
(23) Hirt, W. (1961b) Zbl. Bakt. II Abt, 114 : 490.
(24) Husemann, C., and O. Pannier. (1962) Z. Kulturtech., 3 : 193.
(25) Johnson, B.R., and M. Levine. (1917) J. Bact., 2 : 379.
(26) Jones, R., S. Nichols, and A.S. Kester (1969) Bact. Proc., 15.
(27) Köser, A. (1955) Wasser und Nahrung, 2 : 49.
(28) Kutera, J. (1963) Zesz. Probl. Postep. Nauk, 40B : 239.
(29) Le Riche, H.H. (1968) Jour. Agric. Sci., 71 : 205.
(30) Lunt, H.A. (1953a) Water and Sewage Works, 100 : 295.
(31) Lunt, H.A. (1953b) Conn. Agric. Expt. Sta. Spec. Bull. 12.
(32) Lunt, H.A. (1959) Conn. Agric. Expt. Sta. Bull. 622.
(33) L'Vovich, A.I., and O.S. Vodami. (1961) Vestnik Sel'skokhoz. Nauki, 10 : 53.
(34) Mallmann, H.W., and W. Litsky. (1951) Amer. Jour. Public Health, 41 : 38.
(35) Marenkin, F.S., A.K. Mineko, and V.I. Pokrovskii. (1969) Pochrovedenie No. 1 : 82.
(36) Medreck, T.F., and W. Litsky. (1960) Appl. Microbiol., 8 : 60.
(37) Olds, J. (1960) Compost Sci., 3 : 26.
(38) Otto, R. (1893) Z.F. Pflanzenkrankheiten, 3 : 322.
(39) Premi, P.R., and A.H. Cornfield. (1969) Soil Biol. Biochem., 1 : 1.
(40) Reives, C. (1910) Zbl. Bakteriol. Abt. II, 26 : 161.

(41) Reploh, H., and G. Gangel. (1958) Arch. F. Hyg. Bakteriol., 142 : 594.
(42) Saber, M.S.M. (1966) M.Sc. Thesis. Cairo University.
(43) Schmauder, G., and J. Dietze. (1960) Dtsch. Landw., II : 455.
(44) Schrader, T. (1967) Weinberg Keller K., 12 : 531.
(45) Sessing, J.R. (1961) Diss. Abstr., 22 : 690.
(46) Shemyakina, O.N. (1969) Agrokhimiya No. 8 · 89.
(47) Sierp, F. (1939) Handbuch Lebensmittelchemie, 8 : Teil 1.
(48) Skinner, C.E., and T.J. Murray. (1926) Jour. Infect. Dis., 38 : 37.
(49) Steel, E.W., and E.J.M. Berg. (1954) Sewage Industr. Wastes, 120 : 946.
(50) Stephenson, R.E., and W.B. Bollen. (1945) Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 10 : 168.
(51) Townend, C.B. (1955) Roy. Saint. Inst. Jour., 75 : 75.
(52) Ushkarenko, V.A. (1966) Khimiya sel Khoz., 4 (9) : 646.
(53) Valdmaa, K. (1969) Grund förbättring. 22 : 28.
(54) Van Kleeck, L.W. (1953) Conn. Health Bull., 67.
(55) Van Kleeck, L.W. (1954) Amer. Jour. Public Health, 44 : 349.
(56) Walter, B. (1969) Sonderh. Landw. Forsch., 22 II : 121.
(57) Warallyay, G. (1950) Agrokemia, 2 : 142.
(58) Warrington, S.L. (1952) Sewage Industr. Wastes, 24 : 1243.
(59) Wierzlicki, J. (1955) Gosp. plan., 10 : 23.
(60) Wilcox, L.V. (1948) Sewage Works Jour., 20 (1) : 24.
(61) Zabek, S. (1956) Rocnz. Glebozn, 5 : 203.
(62) Zabek, S. (1960) Zesz. Nauk. Wyz. Szkol. Rol. Wroclaw Meliar, 6 : 73.

* * *