مجلة زراعة الرافدين
ISSN: 2224-9796 (Online)
ISSN: 1815 – 316 X (print)
المجلد (٤٠) العدد (١) ٢٠١٢

تأثير البزل تحت السطحي (الخندقي والدهليزي) في تحسين بعض الخواص الفيزيائية لتربة طينية ثقيلة في سهل الغاب - سوريا

محمد علي ترت - قسم التربة واستصلاح الأراضي
كلية الزراعة - جامعة حلب، سوريا.

الخلاصة

بتطبيق تقنية البزل تحت السطحي (الخندقي والدهليزي) على تربة طينية ثقيلة في سهل الغاب بسوريا، والتي تتعرض لظاهرة التغدق الموسمي، أوضحت النتائج تحسن كل من الكثافة الظاهرية، المسامية والايصالية المائية المشبعة وكانت القيم على التوالي ١.٢٠ ميكاغرام / م^3، ٥ % و ٠.٤٢ م / يوم. في حين انخفض مستوى الماء الأرضي فيها دون مستوى السعة الحقلية وذلك بعد ٤ أشهر من التنفيذ مقارنة مع تربة المقارنة و للأعماق: ٠- ٢٥ و ٢٥- ٤٥ و ٤٥- ٦٥ سم.

المقدمة

أوضح كل من سفر وكامل (١٩٩٠) بأن وجود آفاق في التربة غير مسامية أو مضغوطة يؤدي إلى تجمع للمياه تمنع بزل الماء الزائد خلال القطاع الأرضي، وتؤدي إلى تجمع موسمي للماء في الطبقات العليا ليظهر لاحقاً ما يسمى تغدقاً في التربة. وأوضح Ellington (١٩٨٤) أن ارتفاع منسوب الماء الأرضي وصولاً إلى منطقة انتشار المجموع الجذري أثناء فصل الشتاء يؤدي إلى نقص إنتاجية المحاصيل الزراعية بمقدار النصف تبعاً لدرجة حساسية تلك المحاصيل. ويتطلب تحسين الخواص الفيزيائية للترب الطينية الثقيلة وزيادة العائدية منها التحكم بمستوى الماء الأرضي فيها بإجراء البزل بأنواعه وبما يتناسب وظروف التربة (Concaret، ١٩٩١). بينما وجد Muirhead and Christen (١٩٩٨) بأن العمق ٠.٦ م يعتبر مناسباً لتنفيذ البزل الدهليزي وأعطى نتائج جيدة، والتباعد بين المصارف بمعدل ١.٠- ١.٥ م Dorter (١٩٨٦) وأقطارها تتراوح بين ٥ و ١٠ سم. أما الميل المناسب للمصارف هو ٣ % (Dohle، ٢٠٠٥). ووجد Russell (١٩٩٧) و Bennett وآخرون، ٢٠٠٤) أن نسبة الطين بالتربة المراد بزلها بإتباع هذه التقنية يجب أن لا تقل عن ٣٥ %، وان الترب التي تزيد فيها هذه النسبة عن ٤٥ % تزداد جودة المسارات الدهليزية المنفذة فيها ويطول عمرها، وان الرطوبة المناسبة للتنفيذ تكمن عند الحد الأدنى للدانة (Bennett وآخرون، ٢٠٠٤). كذلك وجد Leeds - Harrison (٢٠٠٦) بأن تحريك مستوى الماء الأرضي بالتربة يوفر حوالي ٢٠ % من مصادر المياه للري، ولا بد أولاً من معرفة دقيقة للتربة والمناخ أو ما يسمى بالدراسات الهيدروديناميكية لتحديد معامل الايصالية المائية غير المشبعة للتربة وعلاقته بالشد الرطوبي، وبيَن Vlahinić and Resulović (١٩٧٢) أن الايصالية المائية للتربة تتناسب عكسا مع محتواها من دقائق الطين، وطردياً مع محتواها من السلت والسعة الهوائية وأن نقطة الذبول الدائم تتناسب طردياً مع محتوى الرطوبة الهيجروسكوبية (الشعرية)، وأن المرونة تتناسب طردياً مع محتوى التربة من الجزء الطيني. ونظرا لأهمية التحكم بمستوى الماء الأرضي وتأثيره على الخواص الفيزيائية للتربة، فقد أجريت مقارنة بين تربة غير خاضعة لنظام البزل وأخرى نفذ فيها نظام البزل تحت السطحي (الخندقي و الدهليزي) نسجتها طينية ثقيلة في سهل الغاب تعاني من ظاهرة الغدق الموسمي خلال فترة الشتاء / ربيع. ويهدف هذا البحث إلى إيجاد حل لاستثمار ترب زراعية منتشرة في الساحل السوري وسهل الغاب في سوريا من رتبة *Mollisols* تعاني من ظاهرة الغدق الموسمي Anonymous (٢٠٠١)، حيث تؤدي الرطوبة الزائدة لتأخر زراعة المحاصيل فيها، ويتطلب الحال التدخل السريع للتخلص من الماء الفائض بإدخال تقنية البزل تحت السطحي (الخندقي والدهليزي) بغية تحسين خواصها الفيزيائية و إعادة استثمارها ورفع العائدية منها.

تاريخ تسلم البحث ١/ ٣ / ٢٠١٠ وقبوله ٢٨ / ٣ / ٢٠١١

واد البحث وطرائقه

حددت أربعة معاملات للتربة وفق تصميم CRBD في منطقة التجربة بدءاً بالمعاملة بدون بزل و المعاملات الثلاث أدخل فيها البزل تحت السطحي بتباعد بين المسارات ١.٥ م. قسمت كل معاملة إلى ثلاثة مكررات بطول ١٠ م وعرض ٥ م بحيث أن مساحة المكرر الواحد تعادل ٥٠ م^{٢} مع ترك مسافة صغيرة على الجوانب وبالتالي فالمساحة الكلية للتجربة بحدود ٤٥٠ م^{٢}. أخذت عينات تربة سليمة البناء من الأعماق: ٠-٢٥، ٢٥-٤٥، ٤٥-٦٥ سم بواسطة اسطوانات معدنية وبثلاثة مكررات لكل عمق لدراسة بعض خصائصها الفيزيائية و الكيميائية، وحفر خندق بمحاذاة الحقل على عمق ٨٠ سم بعرض ٧٠ سم بمساعدة الباجر لجمع ماء البزل الخارج من التربة والموجه لخارج الحقل، وحضر الجهاز الحفّار المعد لتنفيذ المسارات الخلدية تحت سطح التربة. وبالاستعانة بالجرار ذا القدرة ٧٠ حصان نفذت المسارات بدءا من خندق التجميع وبالتعامد معه ولعمق ٦٥ سم داخل الخندق. أجريت التحاليل على عينات التربة المأخوذة لتحديد بعض الخصائص الفيزيائية (الجدول ١ و ٢) كنقطة الذبول الدائم باستعمال جهاز Richard وباستخدام ضغط ١٥ بار على عينات التربة بالحالة المخربة، والسعة الحقلية للتربة بطريقة السلندرات من نوع Kopeck وبطريقة Gračanin، الكثافة الظاهرية بطريقة سلندرات Kopeck سعة ١٠٠ سم والكثافة الحقيقية بمساعدة البكنومتر وبطريقة Albert-Bogs وباستخدام الكيروسين، محتوى قوام التربة بطريقة الماصة وبوجود مبعثر اولي من بيروفوسفات الصوديوم ودليل القوام بطريقة Ehwald ، حدود المرونة والالتصاق والسيولة بطريقة Atterberg، معامل عدم الثباتية للبناء بطريقة Henin، والايصالية المائية باستخدام طريقة عمود الماء الثابت، ومن الخصائص الكيميائية كالمادة العضوية بطريقة الهضم الرطب والكربونات الكلية بالمعايرة والكربونات الفعالة بطريقة Dorino والسعة التبادلية الكاتيونية بطريقة خلات الصوديوم Page (١٩٨٢) و Jackson (١٩٥٨). و استخدم التحليل الإحصائي كتجربة عامليه لإيجاد اقل فرق إحصائي LSD عند درجة ثقة ٥ %.

النتائج و المناقشة

يتضح من الجدولين (١ و ٢) أن نسجة التربة طينية ثقيلة وان خصائصها الفيزيائية والكيميائية شبه متجانسة في الأعماق الثلاثة، سعة التبادل الكاتيوني تراوحت ما بين ٥٣.٦٣ و ٥٥.٩٦ ميلليمكافىء / ١٠٠ غ تربة وهي سعة تبادلية عالية تتناسب مع نسبة الطين في التربة، كامل (١٩٨٨) و كامل و درمش (١٩٩٩). كما أن السعة الحقلية ونقطة الذبول كانتا ضمن المجال المناسب لتنفيذ البزل تحت السطحي عليها. نقطة الذبول بلغت قيما عالية بسبب ارتفاع نسبة الطين فيها بشكل كبير على اعتبار أن نقطة الذبول الدائم تتعلق بشكل مباشر بنسبة الطين في التربة Hartge and Horn (١٩٩١) و Muller (١٩٨٥) وان قيمة حد السيولة تراوحت ما بين ٥٤.١١ % – ٦١.٢٤ % وزناً وقيمة حد اللدانة ما بين ٢٨.٢٩ % – ٢٩.٩٣ % وزناً جاءت ضمن الحدود المتوقعة Lieberoth (١٩٨٢)، معامل عدم الثباتية للتجمعات الترابية تراوحت بين ٠.٣٠– ٠.٨٠ مما يعني أن درجة ثباتية التجمعات الترابية عالية جداً (Burke ورفاقه، ١٩٨٦) وكلما كانت القيمة صغيرة كلما زاد من عمر المسارات، كما أن نسبة المادة العضوية بلغت ٢.٤٥ % في العمق (٠- ٢٥) سم وهي قيمة تقع ضمن المجال المتوسط ٢ % – ٤ % بالنسبة لهذا النوع من الترب Pagel (١٩٨٢) وتنخفض مع العمق بشكل واضح. كما يلاحظ من (الجدول١) أن نسبة الطين إلى السلت في الأعماق (٠- ٢٥، ٢٥- ٤٥، ٤٥- ٦٥) سم كانت على التوالي ١.٠٣ و ٢.٦٩ و ١.٨٥ وبالتالي فان شروط تنفيذها بحسب Blume (١٩٩٢) الذي وجد بأن صياغة المسارات الدهليزية يتطلب أن تكون نسبة الطين إلى السلت في التربة اكبر من ٠.٥ وهي محققة. ويبين الجدول (٣) أن الكثافة الظاهرية للتربة تزداد بزيادة العمق وهذه الزيادة معنوية عند الأعماق ٢٥- ٤٥ سم و ٤٥ - ٦٥ سم بالمقارنة بكثافة العمق ٠- ٢٥ سم، هذا يعني بأن تنفيذ المسارات الدهليزية رافقه تفكيك ميكانيكي للتربة أدى للتخلص من الاجهادات الناتجة عن ضغط الآلات الزراعية أو ثقل طبقات التربة العلوية ولا يمكن التخلص منهما إلا بطريقة التفكيك الميكانيكي للتربة، وتعد الكثافة الظاهرية للتربة صفة فيزيائية مركبة Petelkau and Kunze (١٩٨٠) وتعطي فكرة عن الحالة البنائية وعن حركة الماء والهواء داخل قطاع التربة. كما جرى تحديد توزيع النظام المسامي في التربة بعد أربعة أشهر من تنفيذ المسارات الدهليزية في الأعماق ٠- ٢٥ و ٢٥- ٤٥ و ٤٥- ٦٥ سم (الجدول ٤)، وتراوحت النسبة المئوية للمسامات الكلية بين ٥٤.٥٤ % و ٥٢.٨٦ % و حجم المسامات التي قطرها أكثر من ٥٠ ميكرون بين ٦.٥٢ % و ١.٨٩ %

دون فروقات معنوية. أما حجم المسامات التي قطرها أكثر من ١٠ ميكرون فقد تراوح بين ٧.٤٩ % و ٤.٧٧ % دون فروقات معنوية، وأن حجم المسامات الهوائية التي قطرها أكثر من ١٠ ميكرون جاء ضمن المجال اللازم لتأمين المبادلات الغازية (٨ - ١٢ ميكرون) بحسب Czeratzki (١٩٧٨) و Richter and Grossgebuer (١٩٨٧) وكان حجم المسامات الهوائية الأكثر من ٥٠ ميكرون اقل في معاملة الشاهد بشكل معنوي مقارنة مع باقي المعاملات، وهذا ينطبق على حجم المسامات ذات القطر الأكثر من ١٠ ميكرون حيث كان حجم هذه المسامات أفضل في المعاملات ١ و ٢ و ٣ مقارنة مع المقارنة، وجاءت ضمن المجال الذي حدده Hartge and Horn (١٩٩١) والبالغ ٣ %– ٢٠ % على هذا النوع من الترب. أما حجم المسامات التي قطرها ٠.٢ – ١٠ ميكرون فقد تراوح بين ٦.٨٨ % – ٩.٧٥ % وجاءت أيضا ضمن المجال الذي حدده Hartge & Horn (١٩٩١) والبالغ ٥ %-١٥ % على هذه الترب. هذا وكان حجم المسامات التي تحوي ماء قابل للامتصاص وحجم المسامات الهوائية أكثر من ١٠ ميكرون أفضل في المعاملة الأولى وهذا يعني بان تنفيذ المسارات على مسافة ١.٥ م رافقه إعادة توزيع النظام المسامي بشكل أفضل في العمق ٢٥- ٤٥ سم مقارنة بمعاملة المقارنة.

الجدول (١): نتائج بعض التحاليل الفيزيائية والكيميائية لتربة التجربة

بعض الصفات الكيميائية والفيزيائية للتربة	العمق (سم)		
	٢٥-٠	٤٥-٢٥	٦٥-٤٥
CaCO3 الكلية (%)	١٤.٠	٢١.٤	١٩.١
CaCO3 الفعالة (%)	٩.٩	٥.٩	٧.٥
OM (%)	٢.٤٥	١.٧٣	٠.٤٤
الطين (%)	٤٥.٩٠	٦٢.٦٨	٥٨.٤٠
السلت (%)	٤٤.٣٠	٢٣.٢٢	٣١.٥٠
الرمل (%)	٩.٨٠	١٤.١٠	١٠.١٠
CEC (ملليمكافيء /١٠٠ غم تربة)	٥٥.٦٥	٥٥.٩٦	٥٣.٦٣

الجدول (٢): قيم بعض التحاليل الفيزيائية للتربة

العمق (سم)	الكثافة الظاهرية غم/ سم^3	FC % وزنا	WP % وزنا	حد اللايونة % وزنا	حد الالتصاق % وزنا	حد السيولة % وزنا	معامل عدم الثباتية
٢٥-٠	٠.٩٧	٤٠.٩٠	٢٨.٤١	٢٨.٣٢	٣٦.٠٧	٦٠.٢٠	٠.٣٠
٤٥-٢٥	١.٢١	٣٧.٥٨	٢٨.٩١	٢٩.٩٣	٣٦.٢٨	٦١.٢٤	٠.٤٩
٦٥-٤٥	١.٢٥	٣٦.٦٧	٢٦.٦٤	٢٨.٢٩	٣٦.٣٥	٥٤.١١	٠.٨٠

الجدول (٣): تغير قيم الكثافة الظاهرية للتربة بعد ٤ أشهر من تنفيذ البزل

المعاملات	العمق (سم)		
	٢٥-٠	٤٥-٢٥	٦٥-٤٥
المقارنة	١.٠٥	١.٢٠	١.٢٥
المعاملة الأولى	١.٠٨	١.٠٦	١.١٩
المعاملة الثانية	١.٠٧	١.١٢	١.١٨
المعاملة الثالثة	١.٠٩	١.١١	١.٢٦
LSD α ٥ %	٠.٠٥	٠.٠٦٣	٠.٠٤

الجدول (٤): توزيع النظام المسامي للأعماق بعد أربعة أشهر من تنفيذ البزل

ISSN: 2224-9796 (Online)
ISSN: 1815 – 316 X (print)
المجلد (٤٠) العدد (١) ٢٠١٢

المعاملات	الشهر ١ PV % µ m	٢ أكثر من ٥٠ µ m	٣ أكثر من ١٠ µ m	٤ ١٠ - ٠.٢ µ m
	العمق ٠ - ٢٥			
المقارنة	٥٤.٤٠	٦.٥٢	٧.٤٩	١٠.٥٩
المعاملة الأولى	٥٣.٥١	٤.٠٤	٦.٠٠	١٠.٠٠
المعاملة الثانية	٥٤.٥٤	٤.٩٣	٧.١٠	١٠.٧٥
المعاملة الثالثة	٥٢.٨٦	١.٨٩	٤.٧٧	١٠.٢٩
LSD α ٥ %	١.٨٩	٣.٠٠	٢.٨٥	٠.٧٠
	العمق ٢٥ – ٤٥			
المقارنة	٤٩.٠٠	٠.٥٠	٠.٣٩	٦.٨٨
المعاملة الأولى	٥٤.٤٢	٥.١١	٧.٣٣	٩.٧٥
المعاملة الثانية	٥٢.٠٠	٤.١١	٦.٥٤	٦.٧٠
المعاملة الثالثة	٥٢.٢٥	٣.٠٠	٥.٣٦	٧.٧٠
LSD α ٥ %	٠.٩٣	٠.٧٢	٠.٣١	٠.٨٢
	العمق ٤٥ - ٦٥			
المقارنة	٤٧.١٨	٠.٤٠	٢.٤٥	٤.٤٩
المعاملة الأولى	٤٩.٢٥	٠.٨٣	٢.٨٩	٧.٦٢
المعاملة الثانية	٤٩.٥٠	٥.٠٣	٧.٠٢	٤.٧٠
المعاملة الثالثة	٤٦.٥٤	٠.٢٤	١.٥٨	٤.٢٥
LSD α ٥ %	٠.٤٠	٠.٧٦	٠.٨٥	٠.٢٠

الجدول (٥): قيم الايصالية المائية المشبعة (م / يوم) بعد تنفيذ المسارات

المعاملات	العمق (سم)		
	٢٥-٠	٤٥-٢٥	٦٥-٤٥
المقارنة	١.٥٥	٠.٢٤	٠.٧٨
المعاملة الأولى	٠.٣٤	١.٠٠	٠.١١
المعاملة الثانية	٠.٦١	٠.٢٨	٠.٣٥
المعاملة الثالثة	٠.٤٨	٠.٨٢	٠.٨٠
LSD α ٥ %	٠.٥٧	٠.٥٣	٠.٢٠

كان حجم المسامات الهوائية الأكثر من ١٠ ميكرون أفضل في المعاملة الثانية، أما حجم المسامات ٠.٢ – ١٠ ميكرون فقد كان أفضل في المعاملة الأولى وكانت متفوقة على باقي المعاملات (الجدول، ٤). وتبين هذه النتائج أن تنفيذ المسارات أدى إلى تحسين توزيع النظام المسامي وبشكل واضح في العمق ٢٥- ٤٥ سم، أما في العمقين ٠- ٢٥ و ٤٥- ٦٥ سم فكان التأثير من تنفيذ المسارات اقل على توزيع النظام المسامي في التربة. ويعود هذا إلى أن الطبقة السطحية للتربة (٠- ٢٥ سم) لم تكن منضغطة قبل تنفيذ المسارات وربما يعود السبب كذلك إلى ضعف فعالية التفكيك في العمق ٤٥- ٦٥ سم، إلا انه أثناء تنفيذ المسارات في العمق ٦٥ سم وبسبب تفكيك التربة وضغطها في آن واحد يمكن القول بأن زيادة الكثافة الظاهرية ولو بنسبة صغيرة في هذا النوع من الترب قد رافقه انخفاض كبير في حجم المسامات الهوائية التي قطرها أكثر من ١٠ ميكرون، الأمر الذي يجعل هذا النوع من الترب عرضة للغدق المؤقت حتى عند الهطولات المطرية المتوسطة، إضافة للغدق الناتج عن ارتفاع مستوى الماء الأرضي. ومن هنا تأتي أهمية تنفيذ البزل تحت السطحي لتنظيم مستوى الماء الأرضي وتحسين النفاذية لمثل هذا النوع من الترب الطينية المنتشرة في سهل الغاب. يتضح من الجدول ٥ أن

الايصالية المائية المشبعة قبل تنفيذ المسارات كان ١.٥٥ م / يوم في العمق ٠ – ٢٥ سم وانخفض إلى ٠.٢٤ م / يوم في العمق ٢٥- ٤٥ سم ثم إلى ٠.٧٨ م / يوم في العمق ٤٥- ٦٥ سم، أي أن الايصالية المائية المشبعة للتربة انخفضت بشكل واضح مع العمق لتصل إلى القيمة الحدية (٠.١ م / يوم). و تعتبر هذه القيمة مؤشر على نجاح عملية البزل تحت السطحي وعلى ضرورة التفكيك الميكانيكي للترب المتماسكة (Dorter ،١٩٨٦) كما أن قيم الايصالية جاءت ضمن المجال المحدد للترب الطينية من قبل (Scheffer and Schachtschabel وآخرون ،١٩٩٨) والذي يتراوح بين ٠.٠٣ و ٠.٠١ م / يوم. كما أن الايصالية المائية المشبعة في العمق ٠ – ٢٥ سم كانت اكبر قبل تنفيذ المسارات منها في المعاملات الأخرى لذات العمق، إلا أن جميعها كانت أعلى من القيمة الحدية. وفي العمق ٢٥-٤٥ سم ازدادت الايصالية بشكل معنوي في المعاملة الأولى بمقدار ١.٠٠ م / يوم وفي الثانية بمقدار ٠.٢٨ م / يوم و الثالثة بمقدار ٠.٨٢ م / يوم مقارنة بالمقارنة قبل تنفيذ المسارات، غير أن قيمها بقيت دون تغيرات تذكر في العمق ٤٥-٦٥ سم بعد تنفيذ المسارات مع ارتفاع معنوي في المعاملة الثالثة، هذه النتائج تبين أن تنفيذ المسارات أدى إلى تحسين الايصالية المائية المشبعة خاصة في العمق ٤٥ -٦٥ سم ولجميع المعاملات. أظهرت الدراسة أثر البزل تحت السطحي على الترب ذات القوام الطيني الثقيل في تشكيل المسامات الموصلة للماء وتحسين تهويتها وكفاءة استثمارها، ولابد من دراسة مقارنة بين البزل تحت السطحي وطرق البزل الأخرى للحد من ارتفاع مستوى الماء الأرضي لترب متباينة في قطاعاتها.

Effect of the Subsurface Drainage in Improving Some Physical Properties of Heavy Clay Soil In Alghab plain- Syria.

Dr. Mohamed A.Tert
Associated prof.Soil Physics, Dep. Soil and Land Reclamation
Faculty of Agriculture - Aleppo University, Aleppo - Syria.

ABSTRACT

Applying technicality of the subsurface drainage on the heavy clay soil in Al-Ghab plain expose to seasonal water logging phenomenon. The results showed that the improvement in the each of bulk density, porosity, and the hydraulic conductivity was about 0.12 gram /cm^3, 5 % and (0,42 m / day) respectively, and the depth of water table was reduced under field capacity level after 4 months from application as the difference with the control to the depths: 0 – 25 and 25 - 45 and 45 - 65 cm.

المصادر

سفر طلعت و كامل محمد وليد (١٩٩٠). الصرف المشترك _ تطبيقات في الترب الثقيلة، المهندس الزراعي العربي (٢٨): ١٨-٢١.

كامل محمد وليد (١٩٨٨). معادن الطين. منشورات جامعة حلب، حلب – سوريا.

كامل، محمد وليد و درمش، محمد خلدون (١٩٩٩). الأراضي والجيولوجيا. منشورات جامعة حلب، حلب – سوريا.

Anonymous (2001). Program of the First National Symposium for the National Plan for Dissertation Control, Syria. PP. 22-23.

Bennett, D.; R. George, and B. Russell (2004). Mole drainage for increased productivity in the south west irrigation area. Bunbury District office. State of Western Australia. 5-11.

Blume, H. P (1992). Hanbuch des Bodenschtzes 2. Auflage. Eco. Med. Verlaggesesllschaft mbn.Germany.

Burke, W.; D. Gabriel's. And J. Bouma (1986). Soil Structure Assessment. Sponsored by The commission of the European communities. Boston, 91.

Czeratzki, W (1978). Probleme der bodenbearbeitung in der pflanzenproduktion. In: der Landwirt – Hamburg 56. Germany PP: 265-276

Concaret, J (1991). Drainage Agricole. Théorie et Pratique. Chambre régionale d Agriculture de Bourgone, 509 P.

Dohle, L (2005). Guidelines for Usage of Engineering Solutions. Rural Solutions SA. Action salinity and water. Australia. PP: 8-13.

Dorter, K (1986). Lehrboch der Landwirschaftlich Melioration. VEB. Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin (Germany).316 P.

Ellington, A (1984).In: Rural Quarterly**.** (June) Australia. P.22.

Jackson, M.L (1958). Soil Chemical Analysis. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliff, N.J.

Hartge, K H. and Horn, R (1991). Einfuhrung in Die Bodenphysik Ferdinand Enke. Verlag Stuttgart. Germany.303 P.

Leeds-Harrison P B (2006). Drainage. Institute of Water and Environment. Cranfield University. England P:1-2.

Lieberoth, L (1982). Lehrbuch Der Bodenkunde. VEB. Deutscher landwirtchafts verlag-Berlin. Germany.431 P.

Muller, G (1985). Lehrbuch Der Bodenkunde. VEB. Deutscher Landwirtschafts verlag. Berlin. Germany. 392 P.

Muirhead, W A. and Christen, E W (1998). Control of waterlogging in tomatoes with mole drainages. Horticultural Research and Development Corporation. Australia. 17.P.

Page, A. L (1982). Methods of Soil Analysis**.** Amer. Soc. of Agron. Inc. Soil Sci.Soc.Amer. Inc.

Pagel, H. (1982). Pflanzennaehrstoffe in tropischen boden ihre bestimmung und bewertung. WEB. Dentcher lamwirtschaflicher. Verlag. Berlin.Germany, 272. MLU. Halle-wittenberg 14-22 Halle Germany P: 35-65.

Petelkau, H.and Kunze A (1980). Die lagerungsdichte des bodens als wesentlichesuerungsgrosse fur die denbearbeitun**.** Wissenschaftikiche Beitrage.MLU. Halle-Wittenberg 14-22 halle Germany PP:35-65.

Richter, J.and Grossgebuer, A (1987). Untersuchungen zum bodenlufthaushalt in einem bodenbearbeitungsveruch Z.P Lanzenernahr. U. Bodenkd. Weinheim 141. 2. Germany P:181-202.

Russell, W B (1997). Conservation of farmland in Kwazulu-Natal. Sub-surface drainage. Agriculture resources. ACT (NO 43/38) Kwazulu-Natal, 1-14.

Scheffer, F. and Schachtschabel, P (1998). Lehrbuch der bodenkunde. Ferdinan Enke Verlag. Stuttgart. Germany, S.494.

Vlahinić, M. and Resulović, H (1972). Causes of exceeded wetting of acid brown soil in the mountain region (Nevesinjsko polje), First National Soil Science Congress. Sofia-Bulgaria.