

دراسة العلاقة بين بناء التربة وانتشار غاز الأوكسجين فيها عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي

الدكتور جهاد ابراهيم*

□ الملخص □

من خلال دراسة العلاقة بين بعض الخصائص الفيزيائية للتربة وانتشار غاز الأوكسجين فيها عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي تبين أن هناك علاقة وثيقة بين انتشار غاز الأوكسجين في التربة وبين حجم المسامات الهوائية ودرجة استقامة هذه المسامات حيث تبين أن حجم المسامات الهوائية اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية لا يتعلق فقط بحجم هذه المسامات بل يتعلق أيضاً بشكل واستقامة هذه المسامات.

اعتماداً على هذه النتائج تم التوصل الى نوموغرام يأخذ بعين الاعتبار درجة استقامة المسامات لتحديد حجم المسامات الهوائية اللازمة لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية على الأتربة المتماسكة.

بالنسبة لدرجة استقامة المسامات كانت أفضل على الأتربة غير المعرضة للضغط خلافاً للآتربة المفككة والآتربة المضغوطة.

هذا وقد تم التوصل الى أن نقص الأوكسجين يحصل عندما تكون رطوبة التربة أكبر من سعتها الحقلية (عند PF 1.8) لجميع عينات التربة المدروسة المكثفة و غير المكثفة أما عند رطوبة معادلة للسعة الحقلية (عند PF 2.5) يحصل نقص في الأوكسجين فقط على الأتربة ذات الكثافة الظاهرية العالية (عينات ذات بناء مضغوط). بالإضافة إلى ذلك وجدت علاقة وثيقة بين كل من الكثافة الظاهرية للتربة -النافلية المائية للتربة المشبعة وبين معامل

انتشار الأوكسجين النسبي $\frac{Dp}{Da}$ فقط عند PF 2.5.

* مدرس في قسم التربة واستصلاح الأراضي - كلية الزراعة - جامعة تشرين - اللاذقية - سورية.

Study the Relationship between the Soil Structure and the Diffusion of Oxygen in it, on Various Levels of Moisture Potential

Dr. Jihad IBRAHIM*

□ ABSTRACT □

From the relationships between soil structure and oxygen diffusion on various levels of moist traction, a positive correlation between oxygen diffusion and air-pores volume & straightness was found. The air-pores volume required to provide the minimum level of gas exchange is related not only to the volume of these pores but also to their morphology and straightness.

According to this finding, a nomogram which takes into account pore-straightness level was discovered when determining the air-pore volume needed to provide the minimum level of gas exchanges in the compact soils. Pore-straightness was best on uncompact soils and not on dispersed or compact ones.

It was also found that the deficiency in the required oxygen occurs when soil moisture is larger than its field capacity ($PF = 1.8$) for all soil samples. On contrast, for soil moisture equivalent to the field capacity ($PF = 2.5$), a deficiency in the required oxygen happens only in the case of soils of high apparent density (samples of compact structure). In addition, a positive correlation between soil apparent density-saturated-soil water - conductivity and the oxygen relative diffusion D_p/D_a was found, only at $PF2.5$.

* Lecturer at Department of Soil and Land Reclamation, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria.

1- المقدمة:

تحتل الخواص الفيزيائية للتربة مكانة هامة في مجمل العمليات الزراعية الهادفة لزيادة وتحسين خصوبة التربة، فهي كتعبير عن حالة البناء تقوم بتنظيم عمليات النقل والتخزين لتأمين احتياجات النبات من الماء والعناصر الغذائية من جهة وتحدد مدى صلاحية التربة لتنفيذ العمليات الزراعية في الوقت المناسب من جهة أخرى.

غير أنه في ظل النهضة الزراعية الحديثة التي ترافقت بدخول الآلة إلى الحقل على نطاق واسع بدءاً من الحراثة الأساسية، مروراً بتحضير مرقد البذور والزراعة وانتهاءً بعمليات الجني ونقل المحصول، يتعرض بناء التربة إلى تغيرات مختلفة من ضمنها التغيرات الناتجة عن إنضغاط وتكثف التربة ثم إعادة تفكيكها وإنضغاطها ثانية بفعل الضغط الذي تسببه هذه الآلات الزراعية. هذا الضغط لا يتوقف تأثيره السلبي على الطبقة السطحية للتربة بل يتعداه ليصل إلى الطبقات التحتية حتى 60 سم وذلك بحسب وزن الآلة ومستوى الرطوبة في التربة أثناء تنفيذ العمليات الزراعية وبحسب نوع وبناء التربة (Werner, 1983).

فالتربة ذات البناء المنضغط والمكثف ينخفض فيها حجم المسامات الكلي وبشكل خاص حجم المسامات

الهوائية مما يؤدي إلى انخفاض سرعة المبادلات الغازية فيحصل بذلك نقص في الأكسجين اللازم مما يؤدي أيضاً إلى موت القمم النامية للجذور. كما يرافق هذا الانخفاض في سرعة المبادلات الغازية زيادة في تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون الذي يؤثر سلباً على نمو الجذور وامتصاص العناصر الغذائية.

ونقص الأكسجين في التربة حسب (Paul, 1987) يؤدي إلى تغيير في عملية الإستقلاب أثناء إنتاج الطاقة حيث أن إنتاج الطاقة في غياب الأكسجين يؤدي إلى هدم الكربوهيدرات وتراكم نواتج الإستقلاب السامة في النبات وهذا يؤدي إلى نقص الإنتاج كماً ونوعاً.

هذا وتبين النتائج التي توصل إليها كل من (Maidle et al, 1982) بأن نقص الأكسجين الحاصل في التربة نتيجة الإندماج والتكثف يعيق عملية تمدن الآزوت مما كان له أثر كبير على انخفاض الإنتاج بالنسبة للشوندر السكري.

لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية يجب أن يكون حجم المسامات الهوائية بين 8-12% حجماً حسب (Grable, 1971). هذا وقد وجد (Paul, Werner, 1986) بأن حجم المسامات الهوائية اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية يكون أكبر في الأتربة المفككة ميكانيكياً منه في الأتربة غير

(الكثافة الظاهرية - الناقلية المائية للتربة المشبعة).

2- طريقة البحث والمواد المستخدمة:

لقياس عامل انتشار غاز الأكسجين في التربة اعتمدت طريقة الانتشار التي تقوم على أساس قانون نقل الطاقة والكتلة أي أن سرعة النقل تتناسب طردياً مع القوى المحركة، والقوى المحركة هنا هي فرق الضغط الجزئي حيث تنتقل جزيئات الغاز من منطقة ذات تركيز عالٍ إلى منطقة ذات تركيز منخفض. ومثل هذا النقل يحدث في الطور الغازي وجزئياً في الطور السائل. فالانتشار عبر المسامات الهوائية في التربة يكون أكبر وأسرع وذلك بحسب حجم هذه المسامات ونوعيتها. أما الانتشار عبر الطور السائل يؤمن دخول الأكسجين إلى الجذور وإستخلاص غاز ثاني أكسيد الكربون وذلك عبر الغشاء المائي الموجود حول الجذور.

اعتماداً على هذا المبدأ (الانتشار) تم استخدام الجهاز الموضح في الشكل (2) المؤلف من حجرة ذات حجم معين في أعلى الحجرة توضع عينة التربة المأخوذة بوساطة أسطوانة معدنية سعة 250 سم³. تفرغ الحجرة وتتملأ بغاز معين (غاز الأزوت) حتى يتساوى الضغط داخل الحجرة مع الضغط الخارجي. وبعد ذلك يترك الهواء الخارجي يتسرب عبر عينة

المكثفة. إذ أنه ليس فقط حجم المسامات الهوائية هو الذي يؤثر على عملية التبادل الغازي بل إضافة إلى ذلك شكل واستقامة هذه المسامات وتشابكها الذي يؤثر على توزيع الحالة السائلة وبالتالي على مساحة مقطع الانتشار في التربة أي أن عملية الانتشار تتعلق بشكل أساسي ببناء التربة (Ball, 1981). وبما أن درجة استقامة المسامات تختلف حسب بناء التربة فهي في تربة منضغطة ومكثفة تختلف عنها في تربة كانت مضغوطة ثم تم تفكيكها ميكانيكياً بواسطة محاريث مخصصة لهذا الغرض كما في الشكل (1) وهذه تختلف عنها في تربة غير معرضة للضغط ومن هذا المنطلق أجري البحث على عينات تربة متباينة في درجة إنضغاطها وتكثفها لدراسة انتشار غاز الأكسجين فيها عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي (عند PF3.0 , PF2.5 , PF1.8). وذلك لإيجاد العلاقة بين حجم المسامات الهوائية اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية ودرجة استقامة المسامات في التربة كما تهدف الدراسة إلى تحديد درجة استقامة المسامات لكل من الأتربة المفككة - المضغوطة - وغير المضغوطة. بالإضافة إلى ذلك تهدف الدراسة إلى إيجاد العلاقة بين انتشار غاز الأكسجين في التربة وبعض الخواص الفيزيائية الأخرى

α_k : معامل إنحلال الأكسجين في غاز الأزوت.

t : زمن القياس = 5400 ثانية.

α_{Probe} : معامل إنحلال

الأكسجين في العينة ويساوي:

$$\alpha_{Probe} = \alpha_l \cdot \frac{aV}{100} + \alpha_w \cdot \frac{W_v}{100}$$

حيث أن:

α_l : معامل انحلال الأكسجين في الهواء.

α_w : معامل إنحلال الأكسجين في

الماء.

aV : حجم المسامات الهوائية.

W_v : رطوبة التربة الحجمية.

F : مساحة مقطع العينة الترابية.

P_a : الضغط الجزئي لغاز

الأكسجين في الهواء الجوي.

P_u : الضغط الجزئي لغاز

الأكسجين داخل الحجرة.

التربة إلى داخل الحجرة بما فيه غاز الأكسجين وبوساطة جهاز خاص يمكن قياس ضغط غاز الأكسجين المتسرب إلى داخل الحجرة خلال زمن معين (زمن القياس) ثم نطبق قانون فكنشن الأول:

$$n = -D \cdot \frac{dc}{dx} (\text{mol} \cdot \text{S}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2})$$

حيث أن: (n) : هي كمية الأكسجين

المتدفقة عبر مقطع التربة.

$\frac{dc}{dx}$: فرق التدرج في تركيز

غاز الأكسجين بين نقطتين.

D : معامل الانتشار بالنسبة

لحجم عينة التربة المأخوذة

وحدته $\text{cm}^2 \text{S}^{-1}$ ويحسب من

العلاقة التالية:

$$D = \frac{h \cdot V_k \cdot \alpha_k}{t \cdot \alpha_{probe} \cdot F} 2.3 \lg \frac{P_k(t=0) - P_a}{P_k(t) - P_a}$$

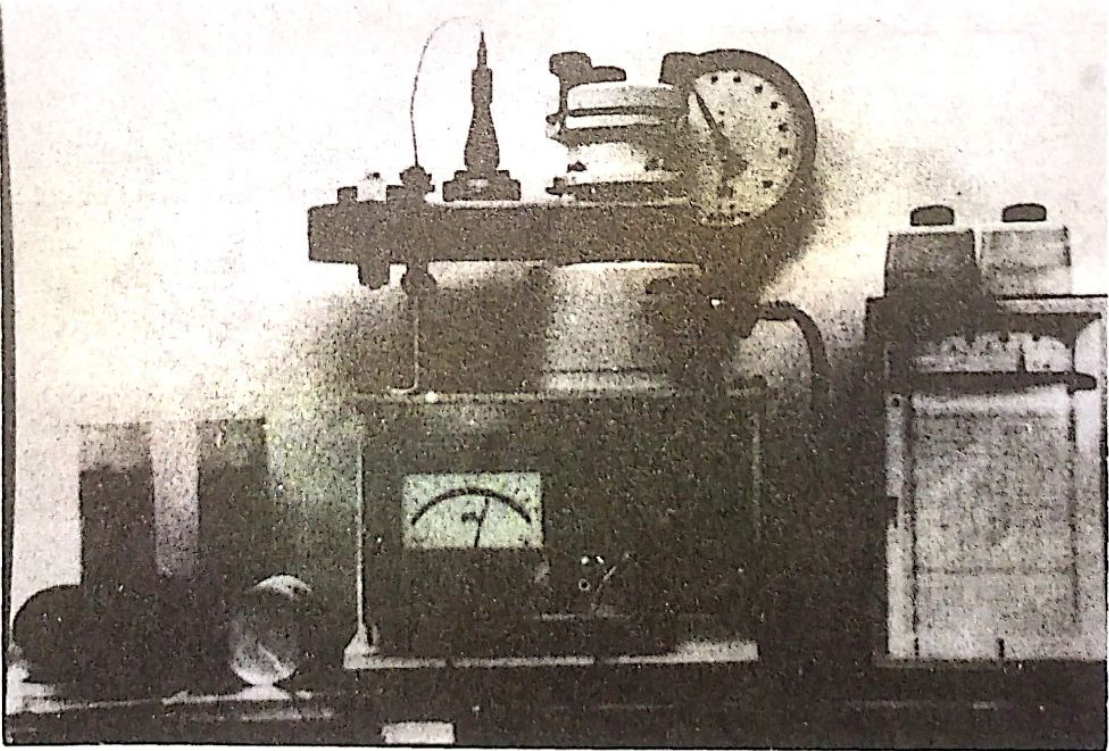
حيث أن:

h : ارتفاع عينة التربة.

V_k : حجم حجرة الجهاز.



الشكل (1): يوضح المفك الميكانيكي لطبقات التربة التحتية مع الجرار (K700).



الشكل رقم (2): يوضح الجهاز المستخدم في قياس انتشار غاز الاكسجين في التربة

التربة. ولتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية يجب أن يكون $\frac{Dp}{Da}$ مساوياً لـ 0.02 وإذا كانت النسبة أقل من ذلك يعني وجود نقص في الأكسجين اللازم. ولإجراء هذا القياس أخذت عينات تربة من الطبقة التحتية 30 - 36 سم متباينة في درجة إنضغاطها على نوعين من التربة (uT, UL) بعض الخصائص الفيزيائية لهذه الأتربة يوضحها الجدول (1).

وبعد حساب D بالنسبة لحجم عينة التربة يمكن حساب معامل الانتشار في مسامات التربة Dp حيث أن:

$$D = \frac{Dp}{PV} \Rightarrow Dp = D \cdot PV$$

حيث أن: PV حجم مسامات عينة التربة. وبعد ذلك نحسب معامل الانتشار للأكسجين في الهواء الجوي فنحصل على القيمة Da وهي معامل انتشار الأكسجين في الهواء الجوي، ومنه نستطيع أن نحسب $\frac{Dp}{Da}$ وهي معامل انتشار الأكسجين.

وهذا العامل يعتبر مقياساً أساسياً لتحديد فعالية بناء التربة بالنسبة لعملية التبادل الغازي بين الهواء الخارجي وهواء

جدول (1): يوضح بعض الخصائص الفيزيائية للترب المدروسة.

| نوع التربة | نسبة الطين | نسبة السلت | نسبة الرمل | السعة الحقلية | نقطة الذبول | الماء القابل للامتصاص | الكثافة الظاهرية العظمى |
|-------------------|------------|------------|------------|---------------|-------------|-----------------------|-------------------------|
| | % | % | % | % وزناً | % وزناً | % وزناً | غ/سم ³ |
| UL سلتية لومية | 20.0 | 71.1 | 8.9 | 24.5 | 10.6 | 13.9 | 1.64 |
| uT طينية سلتية | 36.1 | 48.1 | 15.8 | 25.5 | 19.0 | 6.5 | 1.57 |

إن قياس معامل انتشار الأكسجين النسبي $\frac{Dp}{Da}$ في التربة عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي أعطى النتائج التالية، كما هو موضح في الجدول (2).

3- النتائج والمناقشة:
3-1: دراسة تأثير مستويات مختلفة للشد الرطوبي على انتشار غاز الأكسجين في التربة uT و UL المتباينة في درجة انضغاطها.

جدول (2): يوضح المتوسط الهندسي لمعامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ لعينات التربة المدروسة عند مستويات

مختلفة للشد الرطوبي على تربة سلتية لومية (UL).

(عدد المكررات لكل حالة من حالات البناء = 8).

| حالة بناء التربة | الكثافة الظاهرية | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 1.8 | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 2.5 | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 3.0 |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| بناء غير مضغوط | 1.27 | 0.0015 | 0.0460 | 0.0542 |
| بناء مضغوط | 1.65 | 0.0026 | 0.0016 | 0.0254 |
| بناء تربة مفكك | 1.50 | 0.0011 | 0.0213 | 0.0421 |
| GDT, α 5% | 0.034 | 0.0055 | 0.0159 | 0.0164 |

المفككة ميكانيكياً. اما على عينات التربة ذات البناء المنضغط (الكثافة الظاهرية عالية 1.65 غ/سم³) بقيت قيمة $\frac{Dp}{Da}$ دون القيمة الحدية لها أي أن هذه التربة بقيت تعاني من نقص الاكسجين اللازم عند رطوبة معادلة لسعتها الحقلية. ومع استمرار التجفيف على PF3.0 (أي أن المسامات التي قطرها اقل من 3 ميكرون بقيت مليئة بالماء) ارتفع معامل الانتشار $\frac{Dp}{Da}$ لجميع عينات التربة المدروسة ليتجاوز القيمة الحدية. ولكن هذا الارتفاع كان مفاجئاً وكبيراً بالنسبة لعينات التربة ذات البناء المنضغط. وهذا يعود الى ان التربة عند التجفيف على PF3.0 تتكمش و تتشكل شقوق من شأنها ان تزيد من مساحة مقطع الانتشار الفعال وبالتالي الزيادة في قيمة $\frac{Dp}{Da}$ هذا بالإضافة إلى أن

من خلال الجدول السابق يتضح بأن معامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ يتزايد مع استمرار التجفيف للتربة من PF 1.8 إلى PF 3.0 وعند PF 1.8 أي عندما تكون رطوبة التربة أعلى من سعتها الحقلية تكون قيمة $\frac{Dp}{Da}$ لجميع عينات التربة أقل من القيمة الحدية لها أي أقل من 0.02 وهذا يعني أن هناك نقصاً في الأكسجين اللازم. هذا النقص يعود إلى أن انتشار غاز الأكسجين في الطور السائل (الماء) قليل جداً. وعند PF 1.8 يبقى جزء من المسامات الهوائية مليء بالماء وبالتالي ينخفض سطح مقطع الانتشار الفعال مما يؤدي إلى انخفاض القيمة $\frac{Dp}{Da}$.

مع استمرار التجفيف على PF 2.5 تزداد قيمة $\frac{Dp}{Da}$ لتصل إلى القيمة الحدية لها لا بل تتجاوزها على عينات التربة ذات البناء غير المعرض للضغط والعينات

التجفيف زاد من حجم المسامات الخالية من الماء. أجريت نفس الدراسة على عينات تربة طينية سلتية فكانت النتائج كما هي موضحة في الجدول (3).

جدول (3): يوضح المتوسط الهندسي لمعامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ لعينات التربة المدروسة عند مستويات مختلفة للشد الرطوبي على التربة طينية سلتية (uT).

| حالة بناء التربة | الكثافة الظاهرية | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF1.8 | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF2.5 | $\frac{Dp}{Da}$ عند PF3.0 |
|------------------|------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| بناء غير منضغط | 1.24 | 0.0082 | 0.0711 | 0.1180 |
| بناء مضغوط | 1.54 | 0.0075 | 0.0156 | 0.073 |
| بناء تربة مفكك | 1.39 | 0.0061 | 0.041 | 0.091 |
| GDT.α5% | 0.025 | 0.0042 | 0.025 | 0.012 |

(عدد المكررات لكل حالة من حالات البناء = 8)

تعاني من نقص الاكسجين فيها عند رطوبة معادلة السعة الحقلية وبالتالي اجراء عملية الاستصلاح المناسب لها (اجراء التفكيك الميكانيكي).
3-2: تأثير حالة بناء التربة على درجة استقامة المسامات فيها (اي عامل التعرج):

إن معامل التعرج m يتعلق بعامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ وبحجم المسامات الهوائية الخالية من الماء aV. ويحسب عامل التعرج m من العلاقة التالية حسب (Paul, 1984):

$$m = \lg \frac{D_p}{D_a} \left[\lg \frac{aV}{100} \right]^{-1}$$

من خلال الجدول يتضح أن قيمة $\frac{Dp}{Da}$ عند PF1.8 اقل من القيمة الحدية أي اقل من 0.02 كما هو الحال على التربة UL. وعند PF2.5 ازدادت القيمة لتصل إلى القيمة الحدية لها وتتجاوزها على عينات التربة غير المضغوطة والعينات المفككة.

لكن بقيت العينات المضغوطة ذات الكثافة العالية 1.54 غ/سم³ تعاني من نقص الاكسجين. هذا النقص يمكن تلافيه بعد التجفيف على PF3.0.

هذه النتائج توضح مدى أهمية التخلص من الماء الزائد عن السعة الحقلية للتربة كما توضح أهمية الكشف عن المواقع المكثفة في الحقل الزراعي والتي

مواقع غير مضغوطة - مواقع مكثفة
ومواقع مفككة لطبقة التربة التحتية 30-
36سم وعلى التربة UL السلتية اللومية.
فكانت النتائج كما هي موضحة في
الجدول (4).

كلما اقتربت m من الواحد كلما كانت
المسامات اكثر استقامة وكلما زادت قيمة
m عن الواحد كلما زادت المسامات التواءً
وتعرجاً.
ولدراسة تأثير حالة بناء التربة
على عامل التعرج اخذت عينات التربة من

جدول (4): يوضح تأثير حالة بناء التربة على عامل التعرج في التربة UL.

| حالة بناء التربة | الكثافة الظاهرية | m عند PF1.8 | m عند PF2.5 | m عند PF3.0 |
|------------------|------------------|-------------|-------------|-------------|
| بناء غير مضغوط | 1.29 | 1.53 | 1.58 | 1.56 |
| بناء مضغوط | 1.48 | 1.61 | 1.75 | 1.27 |
| بناء تربة مفكك | 1.42 | 3.71 | 2.26 | 2.27 |
| GDT, α5% | 0.030 | 0.18 | 0.12 | 0.35 |

(عدد المكررات لكل حالة من حالات البناء = 8)

من الأتربة حسب (Ibrahim, 1988).
هذه النتائج توضح مدى أهمية المحافظة
على حالة بناء جيدة للتربة كما توضح عدم
إجراء التفكيك الميكانيكي إلا عند
الضرورات القصوى أي فقط عند التأكد
من وجود مواقع مكثفة في الحقل
الزراعي. تنطبق هذه النتائج مع النتائج
التي توصل إليها (Lehfeldt, 1984) والتي
وجد من خلالها أن التربة المفككة
ميكانيكياً تتميز بعدم استقامة المسامات فيها
خلافاً للأتربة غير المفككة.

هذا الجدول يوضح بان التربة
المفككة ميكانيكياً تتميز بعدم استقامة
المسامات فيها قياساً بالأتربة غير
المعرضة للضغط. أما على الأتربة
المضغوطة ترتفع فيها قيمة m بشكل بسيط
قياساً بالأتربة غير المعرضة للضغط.
وهذا الفرق البسيط في درجة الاستقامة قد
يعود إلى أن درجة التكتيف لهذه العينات
ليست عالية أي أن الكثافة 1.48 غ/سم³
في الطبقة التحتية للتربة ما زالت خارج
الحدود الصارة بنمو النبات على هذا النوع

3-3: إيجاد العلاقة بين عامل التعرج (m) وحجم المسامات الهوائية الخالية من الماء لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية:

لقد تمت دراسة العلاقة بين عامل التعرج m وحجم المسامات الهوائية الخالية من الماء aV ومعامل الانتشار $\frac{Dp}{Da}$ فكانت العلاقة وثيقة وكان معامل الارتباط مرتفعاً حيث بلغ B=0.88.

وبعد إجراء التحليل الإحصائي تم التوصل إلى مخطط بياني (نوموغرام) كما هو موضح في الشكل (3).

من خلال المخطط (3) يتضح بأنه عند درجة الاستقامة نفسها يزداد معامل الانتشار مع زيادة حجم المسامات الهوائية aV و بنفس الوقت يزداد معامل الانتشار النسبي عند نفس الحجم لـ aV مع اقتراب قيمة m من الواحد.

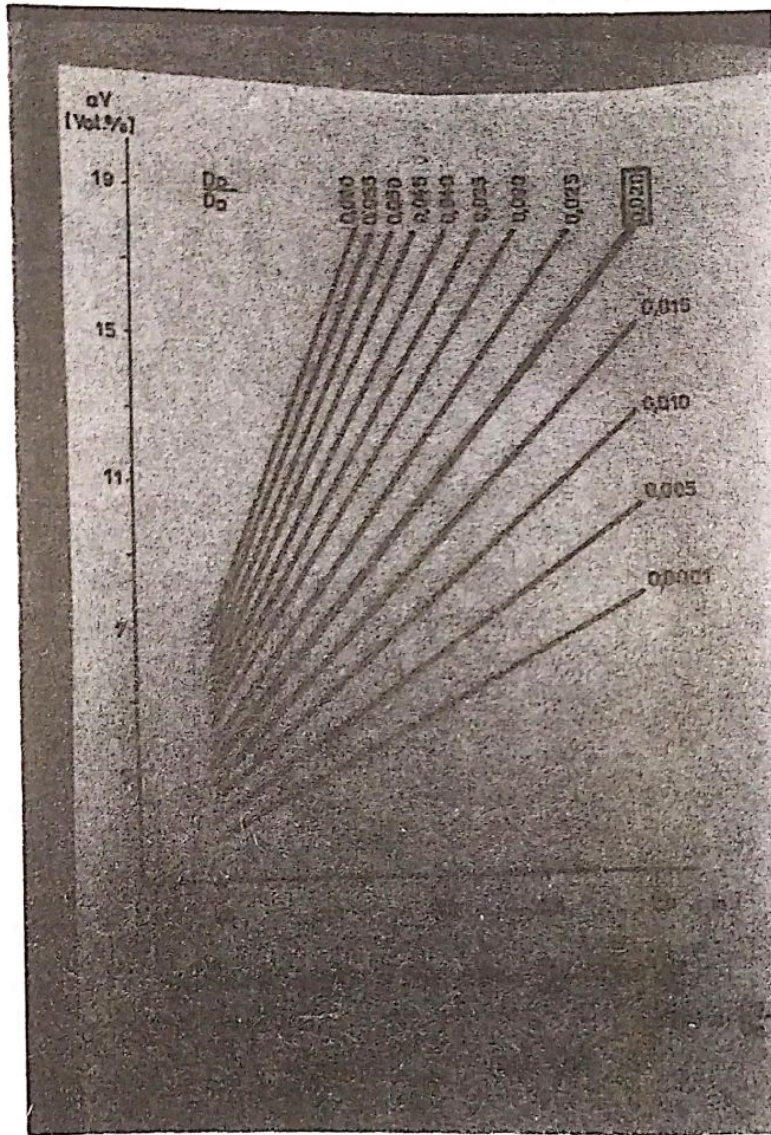
هذا المخطط له أهمية كبيرة في إيجاد القيمة الحدية لحجم المسامات

الهوائية اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية. حيث أنه بعد معرفة العامل m يقام من النقطة m على محور السينات موازي لمحور العينات فيقطع

القطر الذي يمثل القيمة الحدية لـ $\frac{Dp}{Da}$ = 0.02 في نقطة، من نقطة التقاطع هذه نسقط عموداً على محور العينات الذي يمثل قيمة aV فيقطع محور العينات في نقطة فتكون هذه النقطة هي التي تمثل حجم المسامات الهوائية اللازم لتأمين الحد الأدنى من المبادلات الغازية. وهنا على سبيل المثال عندما تكون:

m = 1.5 يكون aV مساوياً 7% حجماً أما عندما تكون m = 2 يكون حجم المسامات aV اللازم

لتأمين نفس القيمة لـ $\frac{Dp}{Da}$ أي = 0.02 مساوياً لـ 11% حجماً.

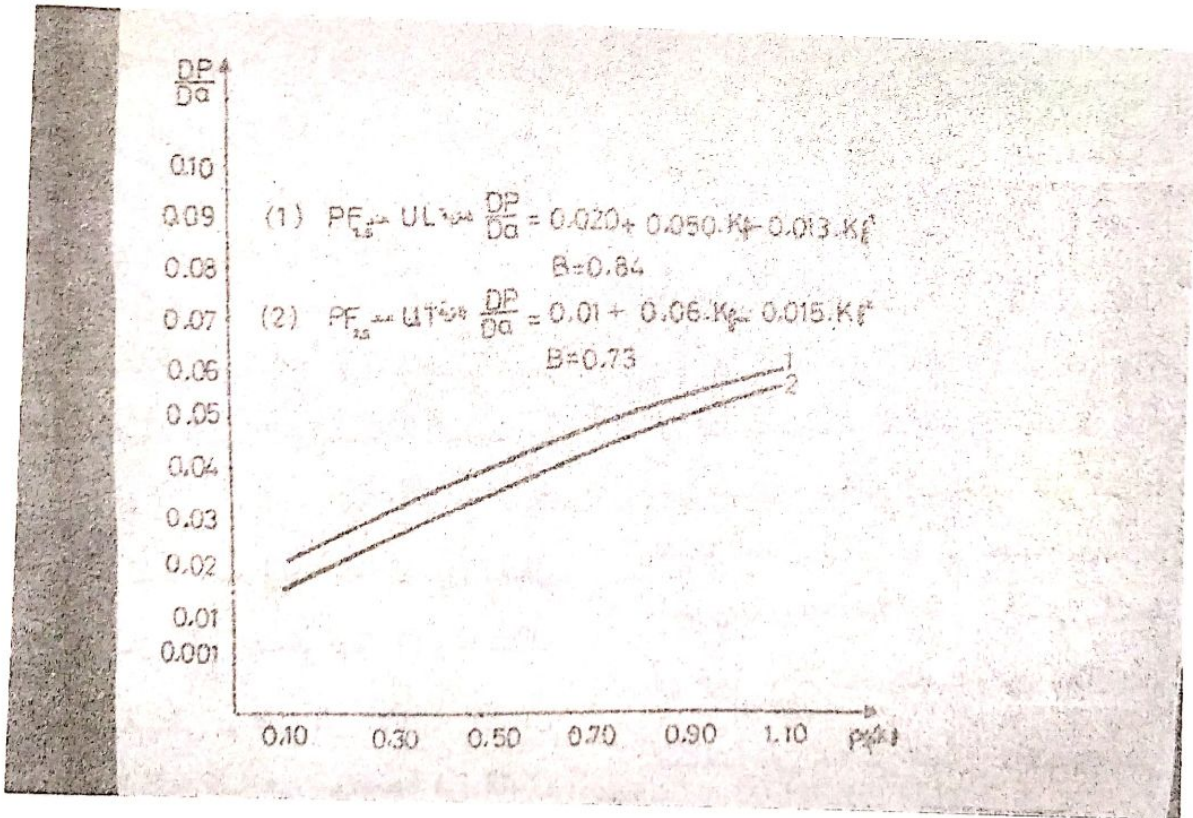


الشكل (3): نوموغرام لتحديد معامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ والحد الأدنى لحجم المسامات الهوائية كتابع لعامل التعرج m على الاتربة المتماسكة (uT-UL) (عدد المكررات = 108)

3-4-: العلاقة بين معامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ والناقلية المائية للتربة المشبعة:

من خلال النتائج التي تم التوصل إليها تبين ان هناك علاقة وثيقة بين $\frac{Dp}{Da}$ عند PF2.5 والناقلية المائية للتربة المشبعة حيث بلغ معامل الارتباط قيمة مرتفعة B=0.84 على التربة UL وعلى التربة uT بلغت قيمة B=0.73 كما هو موضح في الشكل (4).

هذه النتائج توضح أهمية المحافظة على درجة استقامة المسامات في التربة ويتحقق ذلك حسب النتائج السابقة بعدم تعريض التربة لضغوط عالية بالإضافة إلى ذلك عدم إجراء التفكيك الميكانيكي للتربة إلا عند الضرورات القصوى أي في المواقع المكثفة فقط.



الشكل (4): يوضح العلاقة بين $\frac{Dp}{Da}$ عند PF2.5 والناقلية المائية للتربة المشبعة Kf على نوعين من التربة

uT-UL (عدد المكررات لكل تربة = 18)

تتخفف قيمته مع زيادة الكثافة الظاهرية. على التربة الطينية يلاحظ ان انخفاض $\frac{Dp}{Da}$ يكون كبيراً مع زيادة الكثافة حتى 1.4 غ/سم³ حيث بلغت قيمة $\frac{Dp}{Da}$ القيمة الحدية لها و مع زيادة الكثافة حتى الوصول الى الكثافة الظاهرية العظمى للتربة (1.58) غ/سم³ يستمر $\frac{Dp}{Da}$ بالانخفاض ولكن الانخفاض عند الكثافات العالية يكون بسيطاً جداً هذا الانخفاض البسيط قد يعود الى ان التربة ذات الكثافة العالية وعند التجفيف على PF2.5 تتكون شقوق صغيرة من شأنها ان تزيد من مساحة مقطع الانتشار الفعال.

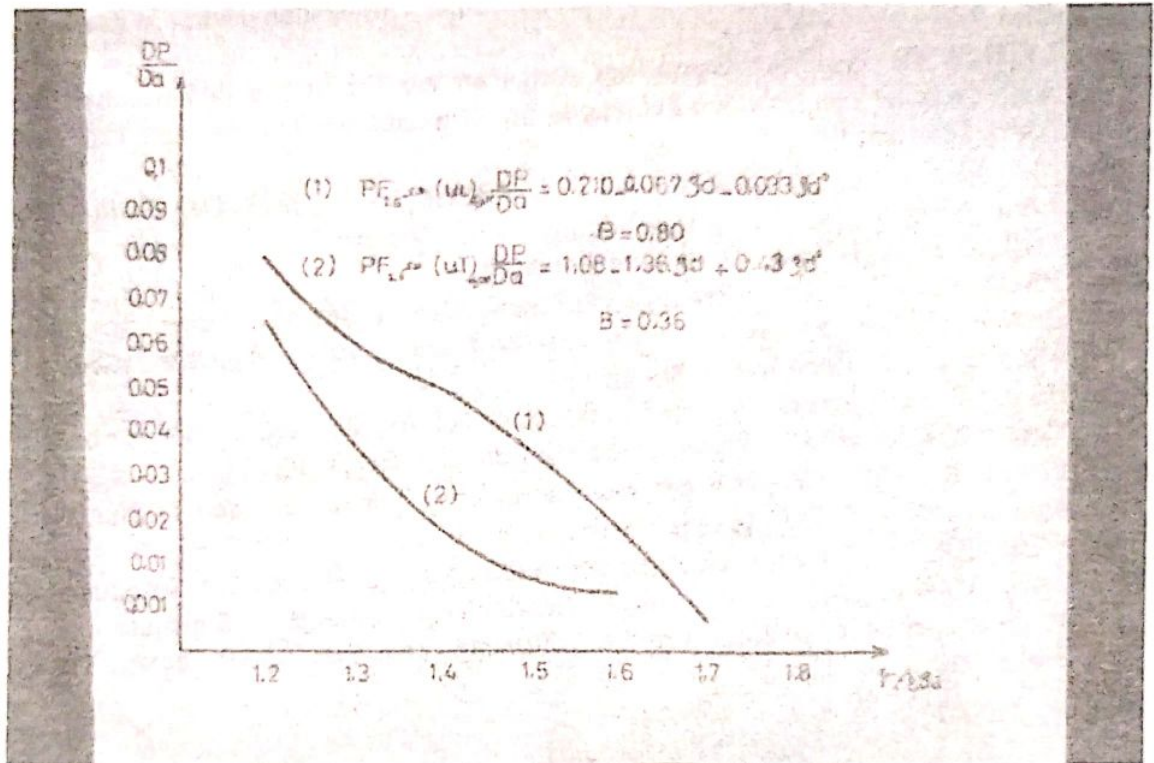
على التربة UL السلتية اللومية تتخفف قيمة $\frac{Dp}{Da}$ ايضاً مع زيادة الكثافة الظاهرية وخاصة عند الكثافات القليلة والعالية بينما عند الكثافات المتوسطة يبدو ان الانخفاض كان قليل نسبياً وهذا قد يعود الى طبيعة توزيع المسامات التي قطرها اكبر من 10 ميكرون لعينات التربة المدروسة وعند الكثافة 1.7 غ/سم³ يلاحظ ان قيمة $\frac{Dp}{Da}$ تكاد تنعدم. ومن خلال ذلك نستنتج أن خطر نقص الاكسجين على التربة المكثفة (عند الكثافات العالية جداً) يكون اكبر على التربة السلتية اللومية منه على التربة الطينية.

من خلال الشكل السابق يتضح ان قيمة $\frac{Dp}{Da}$ تزداد مع زيادة الناقلية المائية في النوعين السابقين من التربة. لكن الزيادة في التربة UL كانت أكبر بقليل منها على التربة الطينية uT وهذا قد يعود الى ان التربة الطينية أثناء إشباعها بالماء تنتفخ اكثر من التربة السلتية مما يؤثر على حجم المسامات وتوزيعها وبالتالي تؤثر على مساحة مقطع الانتشار الفعال. وعند نفس القيمة لـ $\frac{Dp}{Da}$ نلاحظ أن قيمة Kf على التربة السلتية تكون اقل منها على التربة الطينية وهذا قد يعود الى سهولة انغسال التربة السلتية أثناء تدفق تيار الماء عبر مقطع التربة وتراكم نواتج الانغسال في المسامات مما يؤثر على قيمة الناقلية المائية.

3-5: العلاقة بين معامل الانتشار النسبي $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 2.5 والكثافة الظاهرية للتربة.

لقد تم ايجاد العلاقة بين معامل الانتشار $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 2.5 والكثافة الظاهرية على نوعين من التربة UL، uT فكانت النتائج كما هي موضحة في الشكل (5).

من خلال الشكل (5) يتضح ان زيادة الكثافة الظاهرية للتربة تؤثر بشكل واضح على معامل الانتشار النسبي حيث



الشكل (5): يوضح العلاقة بين $\frac{Dp}{Da}$ عند PF 2.5 والكثافة الظاهرية للتربة على نوعين

من التربة uT-UL / عدد المكررات لكل تربة = 18 /

REFERENCES

المراجع

- BALL, B. C. (1981): Pore Characteristics of Soils from two cultivation experiments as shown by gas diffusivities and permeabilities and air filled porosities - In: J. Soil. - Sci. Oxford 32.
- GRABLE, A (1971): Effects of compaction on content and transmission of air in soils - In : Compact agric. Soils ASAE monograph. Kap. 5- Minchigan.
- IBRAHIM, J. (1988): Einflub raddruckbedingter Krumenbasisverdichtungen auf bodenphysikalische Eigenschaften und den Zuckerrübenenertrag Sowie daraus abgeleitete Belastungsgrenzwerte. Martin Luther Universitat -Halle- Wittenberg. Diss. A..
- LEHFELDT. J. (1984): Stand und Aufgaben zur Ermittlung und nachhaltigen Auflockerung Von Schadvirdichtungen im Krumennahen Unterboden. Tag. Ber. Akad. Landwir. Wiss. Berlin 227.
- MAIDLE. F. - X. , KNITTEL, H. FISCHBECK, G. (1982): Der Einflub des Bodengefuges auf die Ertragsbildung Von Zuckerruben. z. Acker - und Pflanzenbau 151. Parey, Berlin und Hamburg.
- PAUL, R. (1984): Untersuchungen zur Strukturabhängigkeit der Gasdiffusion in Bodenverdichtungs-zonen. Forschungszentrum für bodenfruchtbarkeit Müncheberg, Bereich Jane Diss. A.
- PAUL, R. und Werner, (1986), D. : Ahangigkeit der Makrogasdiffusion von der Bodenstruktur. Arch. Acker. Pflanzenbau Bodenkd. Berlin 30, 11.
- PAUL, R. (1987): Einflub des Bodenstrukturzus tandes auf den Lufthaushalt bindiger Boden. Feldwirtschaft, Berlin, 28 9.
- WERNER, D. (1983): Wirkungen von Verdichtungsprozessen auf Struktur und Leitfähigkeitseigenschaften des Unterbodens bindiger Substrate und Möglichkeiten ihrer meliorativen Beeinflussung. Tag. Ber. Akad. Ladwir. Wiss. Berlin 215.