مجلة البصرة للعلوم الزراعية، المجلد 29 (2)، 206- 221 ،2016

تاثير المحتوى الرطوبي للتربة في متطلبات طاقة التفتيت للمحراث المطرحي في تربة مزيجه غرينية

عقيل جوني ناصر و عباس عبد الحسين مشعل و مروان نوري رمضان

قسم المكائن والآلات الزراعية، كلية الزراعة ، جامعة البصرة ، البصرة، العراق

المستخلص: اجريت تجربة حقليةلدراسة متطلبات طاقة التفتيت للمحر اث المطرحي القلاب في تربة مزيجه غرينية عند ثلاثة مستويات رطوبة (29.24،16.62،8.92%) وثلاثة اعماق حراثة (10، 15، 25سم) وثلاث سرع امامية (0.45، 0.70، 1.05م.ثا$^{-1}$) بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة RCBD بطريقة القطع المنشقة – المنشقة. اظهرت النتائج ان التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% تفوقت على التربتين ذات المحتوى الرطوبي 8.92% و29.24% معنويا بتخفيضها قوة السحب والطاقة النوعية و معدل القطر الموزون (MWD) بنسبة 20.34% و 31.53%، 21.10% و 32.39%، 67.99% و 72.06% على التوالي، في حين ازدادت الطاقة المكافئة وكفاءة التفتيت للتربة ذات المحتوى الرطوبي 16.26% مقارنة مع التربتين ذات المحتوى الرطوبي 8.92% و29.24% بنسبة 6.33% و 12.92%، 22.68% و 52.61% على التوالي ، وقد أظهرت النتائج ان عمق الحراثة له تأثير معنوي في جميع مؤشرات متطلبات طاقة التفتيت فعند زيادة عمق الحراثة زادت قوة السحب و معدل القطر الموزون (MWD) في حين انخفضت الطاقة النوعية والطاقة المكافئة وكفاءة التفتيت ، كما أظهرت النتائج التأثير المعنوي للسرعة الامامية في متطلبات طاقة التفتيت وقد عند زيادة السرعة الامامية زادت قوة السحب والطاقة النوعية والطاقة المكافئة وكفاءة التفتيت ، في حين انخفض معدل القطر الموزون (MWD) . وقد اظهرت النتائج ان ظروف التشغيل المثلى للمحراث القلاب كانت عند التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.26% وسرعة امامية 1.05 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 10سم وقد حقق هذا التداخل افضل كفاءة تفتيت و معدل القطر الموزون (MWD) قدرهما 80.36% و 15.35ملم على التوالي.

كلمات دالة: محراث مطرحي ، محتوى رطوبي ، سرعة امامية ، عمق حراثة ، متطلبات طاقة التفتيت ، قوة سحب ،MWD.

المقدمة

عملية الحراثة تهدف الى إعداد مهد مناسب لنمو البذور وقد تعمل على تفكيك التربة، وتفتيتها، والسيطرة على الأدغال، وخلط بقايا النباتات التي تتحول فيما بعد الى مادة عضوية يستفاد منها النبات، فضلاً عن تسهيل حركة الماء والهواء داخل التربة، والتقليل من خطر التعرية الهوائية والمائية التي تتعرض لها التربة [1].و ان عملية الحراثة تتأثر بعدة عومل منها نوع المحراث المستعمل ونسجة التربة وخواص التربة الفيزيائية والميكانيكية [13،12] الا انرطوبة التربة اكثر العوامل تاثيراً في عملية الحراثة كونها تؤثر بشكل مباشر على درجة تفتيت التربه وفي متطلبات الطاقة الازمة لتحضير مهد ملائم لانبات البذور اذ تعد عملية الحراثة أكثر العمليات الزراعية فيها صرفا للطاقة [15]، لذلك من المهم دراسة العوامل المؤثرة في درجة تفتيت التربة ومتطلبات الطاقة الازمة لتفتيت التربة لان تحضير التربة بشكل جيد يعتمد على مقدار تفتيت التربة. الكثير من الابحاث السابقة تشير الى ان افضل ظروف رطوبة مناسبة للحراثة هي عند الحالة الهشة للتربة وقد تتراوح نسبة المحتوى الرطوبي للتربة من 14الى 18% [4] لأن هذا المدى من الرطوبة لا يمكن تحقيقة دائما نتيجة لاختلافات الظروف المناخية تبعا لفصول السنة وقد ان سقوط الامطار في الشتاء يزيد من المحتوى الرطوبي للتربة في حينارتفاع درجات الحرار ة في الصيف يقلل المحتوى الرطوبي للتربة ويزيد من جفاف التربة وبخاصّه في ترب وسط و جنوبي العراق وبما ان كل

محصول له موعد زراعة ثابت فان حراثة التربة عند الحدود المثلى للمحتوى الرطوبي يكون صعبا. ان درجة تفتيت التربة التي تقاس بوساطة معدل القطر الموزون Weight Mean Diameter (MWD) او دليل التفتيت الذي يعد معيارا لدرجة تنعيم التربة، فكلما قلت قيم معدل القطر الموزون (MWD) زادت درجة تفتيت التربة أي ان العلاقة عكسية بين درجة تفتت التربة و معدل القطر الموزون (MWD)، ان المحتوى الرطوبي للتربة وعمق الحراثة يؤثر في قيم معدل القطر الموزون (MWD) فوجد Aday and Al-edan[6] ان زيادة المحتوى الرطوبي من 16.13 الى 26.49% للمحراث المطرحي ادت الى زيادة معدل القطر الموزون (MWD) من 112.84 الى 222.79 ملم عند عمق 20 سم في حين انخفض معدل القطر الموزون (MWD) عند عمق حراثة 10 سم من 121 الى 25 ملم عند انخفاض المحتوى رطوبي من 26.49الى 16.13%، كما وجد Ahmadi Mollazade[9] ان زيادة المحتوى رطوبي من 15 الى 20% ادى الى زيادة معدل القطر الموزون (MWD) من 35.80 الى 37.90 ملم. ان المحتوى الرطوبي للتربة يؤثر في متطلبات الطاقة والسحب لأن ازدياد المحتوى الرطوبي للتربة يؤدي الى زيادة قوة السحب نتيجة الى زيادة قوة التصاق التربة في اسلحة المحراث [16،17]، كما وجد Aday and Al-Edan [6] ان ازدياد المحتوى الرطوبي للتربة من 16.13 الى 26.49% ادى الى زيادة قوة السحب للمحراث المطرحي التقليدي والمطور من 15.05 الى 18.13 كيلو نيوتن ومن 18.59 الى 21.79 كيلو نيوتن على الترتيب. كم تتأثر قوة السحب بعمق الحراثة وسرعة الحراثة وقد اشار Aday [5] ان قوة السحب تزداد معنويا مع زيادة عمق الحراثة في حين وجد Boydas and Turgut [10] ان قوة السحب تزداد معنويا للمحراث المطرحي عند زيادة السرعة الامامية. ان كفاءة التفتيت للمحراث التي تعبر عن مدى قابلية المحراث على التفتيت تعتمد على الطاقة النوعية (الحقلية) وهي الطاقة التي يصرفها المحراث في الحقل لأختراق التربة وقطعها وقلبها وتفتيتها وخلطها، وتزداد في الترب الرطبة والصلبة لتماسك التربة والأحتكاك العاليين [3]، وعلى الطاقة المكافئة (المختبرية) التي تمثل الطاقة المصروفة لتفتيت التربة فقط وقد ان كفاءة التفتيت هي النسبة بين الطاقة المكافئة الى الطاقة النوعية، وقد بيّن Aday *et al.* [8] عند دراسته متطلبات الطاقة والقابلية على التفتيت لنوعين من المحاريث وهما محراث مطرحي قلاب، ومحراث قرصي قلاب في تربة ثقيلة، انخفاض الطاقة النوعية مع العمق، وأعزوا سبب ذلك الى زيادة حجم التربة المثارة مع العمق أكبر من الزيادة في متطلبات الطاقة، وقد وجدوا عند زيادة عمق الحراثة من 20- 10 سم انخفاض الطاقة النوعية بنسبة 20%. وبيّن Aday and Al-Edan [7] ان الطاقة النوعية للمحراث المطرحي المطور (المشرشر) والمحراث المطرحي الأعتيادي وفي تربتين هشة ورطبة انخفضتا مع زيادة عمق الحراثة، لان حجم التربة المثارة يزداد بزيادة العمق مع زيادة أقل بمتطلبات الطاقة، كما أشارا الى ان الطاقة النوعية (الحقلية) هي دائما اعلى من الطاقة المكافئة (المختبرية) وكلما اقتربت قيم الطاقة النوعية (الحقلية) من قيم الطاقة المكافئة (المختبرية) زادت كفاءة تفتيت المحراث لكتل التربة. وأن كفاءة التفتيت تنخفض مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة نتيجة الى زيادة قوة التصاق كتل التربة مع بعضها البعض مما يجعل عملية تفتيتها الى كتل صغيرة عملية صعبة . نظرا الى اختلاف المحتوى الرطوبي للترب الزراعية نتيجة لاختلاف الظروف المناخية واختلاف مواعيد الزراعة للمحاصيل الزراعية لذا اجري هذا البحث لدراسة تأثير ثلاث مديات من المحتوى الرطوبي للتربة في متطلبات طاقة التفتيت (قوة السحب ، الطاقة النوعية والطاقة المكافئة،

ومعدل القطر الموزون (MWD) كفاءة التفتيت للمحر اث) عند سرع واعماق حراثة مختلفة.

المواد وطرائق العمل

المحراث المطرحي: استعمل محراث مطرحي مصنوع في الشركة العامة للصناعات الميكانيكية يتكون من ثلاثة ابدان (مطارح) والمطارح من النوع الاسطواني deep–Digger زاوية التقعر بحدود 7.8 درجة تتميز هذه الطارح بقابليتها العالية على التفتيت مع محدودية قابليتها على قلب التربة اذ يكون مظهر الحراثة في هذا النوع من المطارح عبارة عن كتل متناثرة في الحقل ، عرض المطرحة الواحدة 35 سم وال عرض التصميمي للمحراث المطرحي 105سم، وقد زود المحراث بسكين قطع ابعادها (9*49) سم زاوية قطع السكين بحدود 28 درجة (هي الزاوية المحصورة بين حافة السكين والخط العمودي للحرث).

الجرارات الزراعية المستعمله و قياس قوة السحب:

استعملت خلية الحمل (load cell) لحساب قوة السحب للمحراث المطرحي فقد شبك المحراث المطرحي مع الجرار Massey– Ferguson 285s واسخدم الجرار Massey– Ferguson axtra 440 لسحب الجرار Massey– Ferguson 285s الحامل المحراث المطرحي ، وقد ربط الجرارين بوساطة سلك مرن ومن خلال خلية الحمل (load cell) الموصولة بجهاز الحاسب المحمول (laptop) وقد يتم تسجيل قوة السحب ويقوم بتخزينها عندما يقوم الجرار Massey– Ferguson axtra 440 بسحب الجرار Massey– Ferguson 285sالحامل للمحر اث المطرحي ويكون جهاز تغير السرع للجرار المقاد على الحياد وضبطت سرعة محرك الجرار القائد على 1500 دورة.دقيقة$^{-1}$ ومواصفات كلا الجرارين موضحة في جدول (1)

خواص التربة ونسجتها:

حُدِّدَ المحتوى الرطوبي للتربة وكثافة التربة بأخذ عينات من الحقل للأعماق 0–15 ، 15–20 ، 20–30 سم بواقع ثلاثة مكررات للترب المختلفة بوساطة الـ Core، وقد جففت العينات بالفرن Oven على درجة حرارة (105°م) لمدة 24 ساعة ثم حسبت النسبة المئوية للرطوبة على أساس الوزن الجاف من المعادلة (1). وقد قدرت مفصولات التربة بطريقة الماصة المذكورة في Black *et al.* [11] ، لتحديد نسجة التربة التي نفذت بها التجارب، و جميع النتائج موضحة في جدول (2)

$$M.C\% = \frac{W_{wet}-W_{dry}}{W_{dry}} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

حيث ان:

$M.C$: المحتوى الرطوبي للتربة (%)

W_{dry} : وزن التربة الجافة (kg)

W_{wet} : وزن التربة الرطبة (kg)

وحسبت الكثافة الظاهرية للتربة من المعادلة (2) وفقاً للطريقة الموصوفة في [15] .

$$\rho b = \frac{ms}{vt} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

حيث ان:

ρb: كثافة التربة الظاهرية (ميكاغرام. م$^{-3}$)

ms: كتلة التربة الجافة (ميكاغرام)

vt : حجم التربة (م^3)

وقد قيست مقاومة التربة للاختراق بوساطة جهاز Hydraulic cone penetrometer لجميع اعماق الحراثة من المعادلة (3).

جدول (1)يوضحّ مواصفات الجرارات الزراعية المستعملة في حقل التجربة

المواصفات		
نوع الجرار	Massey-Ferguson 285s	Massey-Ferguson 440 xtra
القدره القصوى (كيلوواط)	77 (65.6)	82 (61.1)
سرعة المحرك (دورة . دقيقة$^{-1}$)	2000	2200
نوع المحرك	Perkins (diesel)	Perkins (diesel)
الحجم أللتري للمحرك (لتر)	4.06	4.40
عدد الاسطوانات	4	4
نسبة الانضغاط	17.5:1	18.5:1
عزم المحرك (نيوتن.م)	248	288
سرعة P.T.O^{1}) (دورة . دقيقة$^{-}$)	5400 (single speed)	5400 (single speed)
الوزن المحمول (كغم قوة)	2000	2500
توليد الدفع	2WD	MFWD
وزن الجرار (كغم)	3059.15 (30)	3430 (33.64)
سعة خزان الوقود (لتر)	121.13	100
سعة خزان زيت المحرك (لتر)	6	8
صنع في	Uzel, Turkey	Canoas, Brazil

جدول (2)يوضحّ مواصفات التربة ونسحتها

نوع التربة حسب المحتوى الرطوبي	عمق الحراثة (سم)	رطوبة التربة (%)	كثافة التربة (ميكا غرام . م$^{-3}$)	مقاومة الاختراق (كيلونيوتن. م$^{-}$ ^{2})
%8.92	15-0	7.5	1.31	1698.92
	20-15	9	1.41	2147.55
	30-20	10.25	1.49	3387.21
المعدل		8.92	1.40	2411.24
%16.62	15-0	12.24	1.25	1588.23
	20-15	16.88	1.35	1978.49
	30-20	20.73	1.46	2786.16
المعدل		16.62	1.35	2117.66
%29.24	15-0	25.25	1.36	1597.47
	20-15	29.6	1.48	2116.84
	30-20	32.87	1.56	2895.27
المعدل		29.24	1.47	2203.19
نسجه التربة	الرمل (غم.كغم$^{-1}$)	الغرين (غم.كغم$^{-1}$)	الطين (غم.كغم$^{-1}$)	
مزيجيه غرينيه	186.54	498.25	315.21	

$$C.I = \frac{F}{A} \dots\dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

حيث ان:

$C.I$: مقاومة الاختراق (ميكا باسكال)

F : قوة الختراق (كيلو نيوتن)

A : مساحة المخروط ($م^2$)

قياس معدل القطر الموزون(MWD) :

بعد اجراء التجارب بوساطة المحراث المطرحي القلاب وللأعماق 15، 20، 30 سم وللسرع الأمّامية للجرار 1.05 ،0.70 ،0.45 م ثا$^{-1}$ ولجميع مستويات المحتوى الرطوبي للتربة ، تم نخل العينات بموقع الحقل وقد تركت لتجف لمدة اسبوع واحد يدوياً بوساطة مجموعة من المناخل ذات أقطار مختلفة (100، 74، 50، 31.5، 9.5، 1.7) ملم ، وزنت التربة الموجودة فوق كل منخل وحسب الوزن الكلي للعينة من خلال جمع أوزان التربة المتجمعة على كل منخل، ثم حسبت النسبة المئوية لكل وزن على كل منخل وحسب الطريقة المذكورة في [16] Mekeye ومن خلال المعادلة (4)

$$MWD = \frac{\sum_{i=1}^{n} Wi\bar{d}i}{W_{total}} \dots\dots\dots\dots\dots (4)$$

حيث ان:

MWD: النسبة المئوية لكل وزن على كل منخل (ملم)

W_i: وزن التربة المتجمعة على كل منخل (كغم)

$\bar{d}i$: معدل قطر المنخل الذي سبق استعماله والمنخل المستعمل بعده (المتجمعة عليه التربة) (ملم) ويحسب من المعادلة (5)

$$\bar{d}i = \frac{1}{2}(d_i + d_{i+1}) \dots\dots\dots\dots (5)$$

وقد ان:

d_i : قطر المنخل السابق (ملم)

d_{i+1} : قطر المنخل الذي يلية (ملم)

حساب طاقة التفتيت مختبرياً:

جمعت عينات من حقل التجربة على شكل كتل ترابية مختلفة الأوزان والأحجام وبصورة عشوائية وتركت لتجف ثم قيست طاقة التفتيت لكل مدى من مديات المحتوى الرطوبي من خلال وزن الكتل الترابية كل على حده وبعد ذلك أسقطت كتل التربة كلاً على حده من ارتفاع 80 سم على سطحا صلب ، وحسبت طاقة التفتيت من المعادلة (6) .

$$Q_2 = M_1 \times g \times z \dots\dots\dots\dots (6)$$

وقد ان:

Q_2: الطاقة الكامنة (كيلو جول)

M_1: وزن الكتلة الترابية (كغم)

Z: الارتفاع 80 (سم)

g: التعجيل الأرضي 9.81 m sec^{-2}

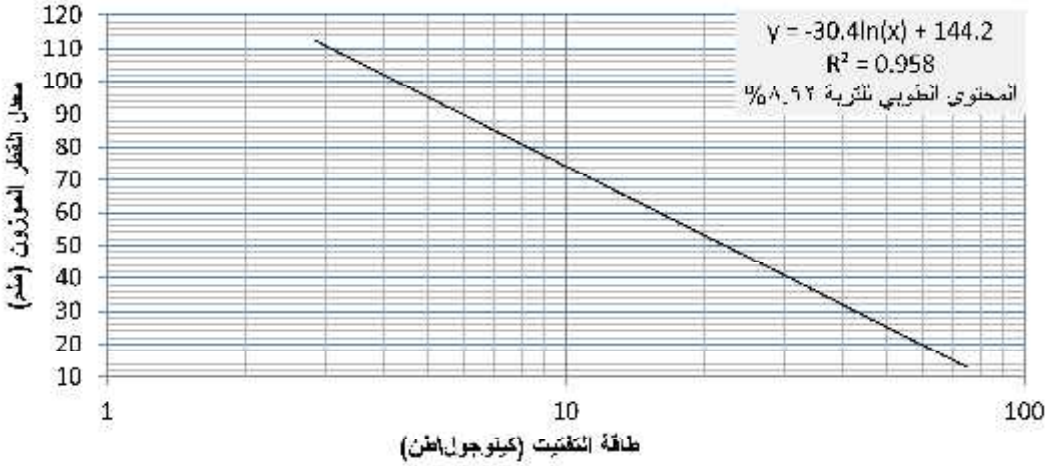
ثم جمعت اجزاء الكتلة المتناثرة على سطح الأرض وتم امرارها من خلال مناخل ذات احجام مختلفة والمذكورة سابقاً لحساب معدل القطر الموزون ثم اسقطت كتل التربة التي جمعت مرة

ثانية وحسب لها معدل القطر الموزون (MWD) من معادلة عداي (4) وطاقة التفتيت وحسب المعادلة Aday and Al- Edan (7) .

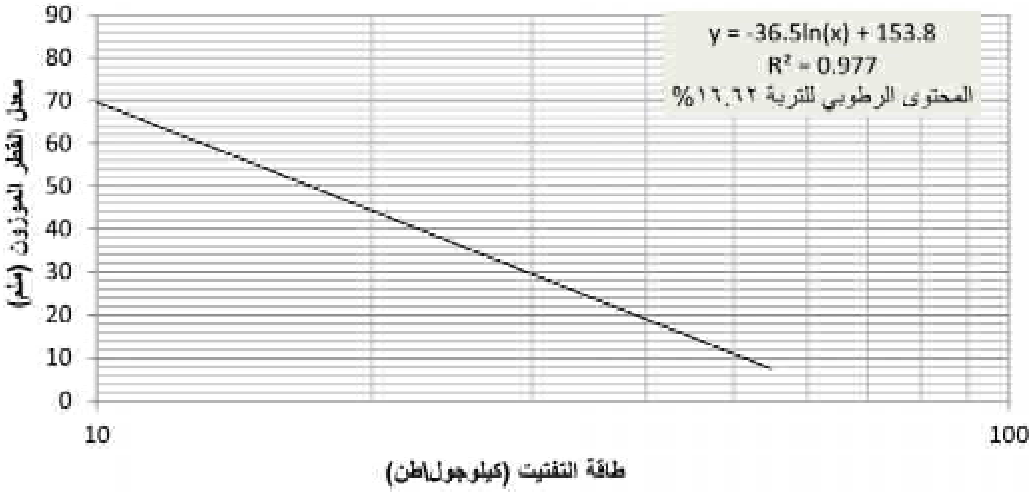
$$Q_2 = 2 \times M_1 \times g \times z \dots\dots\dots\dots (7)$$

ثم جمعت الكتل المتناثرة مرة أخرى ثم أسقطت مرة أخرى وحسب لها معدل القطر الموزون (MWD) من معادله عداي (4) وطاقة التفتيت وحسب المعادلة (8) Aday *et al.* .

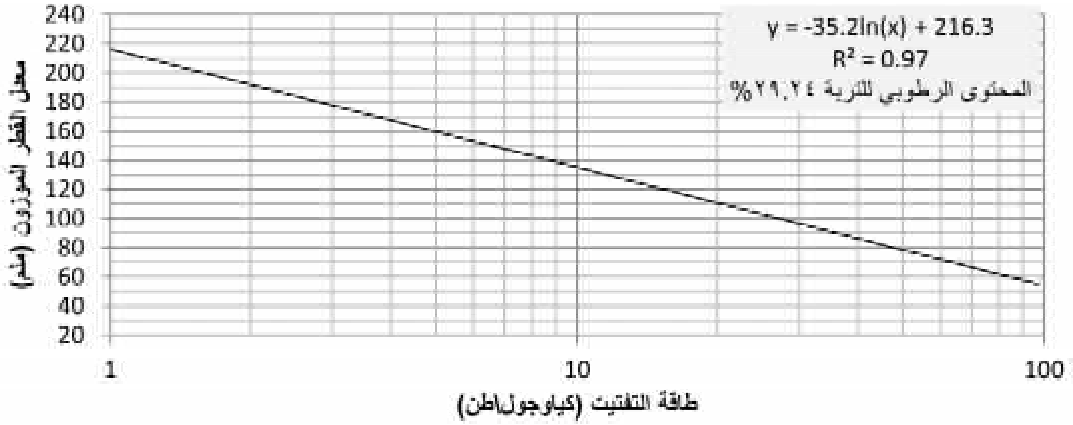
$$Q_2 = 3 \times M_1 \times g \times z \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$



شكل (١):يوضح العلاقة بين طاقة التفتيت ومعدل القطر الموزون



شكل (٣) : يوضح العلاقة بين طاقة التفتيت ومعدل القطر الموزون



شكل (٢):يوضح العلاقة بين طاقة التفتيت ومعدل القطر الموزون

وأستمر تكرار العملية مرات عدة للحصول على أقل معدل للقطر الموزون (MWD) ممكن، ثم رسمت العلاقة بين معدل القطر الموزون (MWD) وطاقة التفتيت لوغارتميا كما في الشكل (1،2،3)، والقيم المستخرجة من خط العلاقة ضربت بكثافة التربة للحصول على الطاقة المكافئة بوحدة (كيلو جول.م$^{-3}$).

حساب الطاقة النوعية: حسبت الطاقة النوعية من المعادلة (9) المذكور ة في [8] .Aday et al .

$$Sp.E = \frac{F}{A} \times \frac{m}{m} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

حيث ان:

Sp.E: الطاقة النوعية (كيلو جول.م$^{-3}$)

F: قوة السحب (كيلو نيوتن)

A : مساحة التربة المحروثة (عمق *العرض الشغال) (م^{2})

m: طول خط الحراثة (م)

حساب كفاءة تفتيت المحرات للتربة: حسبت الكفاءة من المعادلة (10) المذكورة في [8] Aday et al .

$$\eta = \frac{Eq.E}{Sp.E} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

حيث ان:

η = كفاءة استخدام الطاقة (%)

SP.E = الطاقة النوعية (كيلو جول م$^{-3}$)

Eq.E = الطاقة المكافئة (كيلو جول م$^{-3}$)

النتائج والمناقشة

تأثير المحتوى الرطوبي للتربة في متطلبات طاقة التفتيت:

يبين الجدول (3) وجود فروقات معنوية (P>0.05) طبقا للتحليل الاحصائي واختبار (L.S.D) للمحتوى الرطوبي على جميع مؤشرات طاقة التفتيت.

1-قوة السحب: سجلت التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% اعلى قوة سحب من مقارنة مع التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% والتربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% بمقدار 1.51، 3.39 كيلونيوتن على الترتيب بنسبة (16.34، 46.05%) على الترتيب . ترجع الزيادة في قوة السحب مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة الى زيادة قوة التلاصق بين التربة واسلحة المحرات مما زاد متطلبات السحب ، و ان التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% حققت قوة سحب اعلى من التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% بمقدار 1.88 كيلونيوتن وبنسبة (25.54%) ويرجع السبب الى ان التربة الجافة تحتاج الى قوة سحب عالية من اجل التغلب على قوة التربة المتأتية من زيادة التماسك بين دقائق التربة ومن ثمّ زيادة متطلبات السحب وهذا يتفق مع بعض الدراسات [6،17].

2-معدل القطر الموزون (MWD) او دليل التفتيت: تفوقت التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (في الحالة الهشة) في تحقيق اقل معدل قطر موزون(MWD) (تفتيت اعلى) قدره 29.68ملم في حين سجلت التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (في الحالة الرطبة) اعلى معدل قطر موزون (MWD) (اقل تفتيت) قدره 106.25ملم كما ان التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (في الحالة الجافة) حققت معدل قطر موزون (MWD) قدره 49.86 ملم .و ان تفاوت قيم

معدل القطر الموزون (MWD) مع المحتوى الرطوبي للتربة يرجع الى عاملين مهمين وهو زيادة قوة الاحتكاك بين كتل التربة واسلحة المحراث للتربة في الحالة التربة الجافة وهذا يجعل عملية تكسير كتل التربة الى اجزاء صغيرة قليلة الحدوث اما التربة في الحالة الرطبة فان انفصال كتل التربة وتفتيتها تكون اصعب بسبب زيادة التصاق التربة مع اسلحة المحراث مما يزيد حجم كتل التربة التي تزيد قيم معدل قطر موزون (MWD) وزيادة تماسك التربة المتأتي من الافلام المائية في الحالتين وهذا يتفق مع Ahmadi and Mollazade [9] .

3-الطاقة المكافئة: التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (في الحالة الهشة) حققت اعلى طاقة مكافئة قدرها 33.73 كيلوجول.م$^{-3}$ تلتها التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (في الحالة الجافة) قدرها 31.71 كيلوجول.م$^{-3}$ في حين سجلت التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (في الحالة الرطبة) اقل قيمة للطاقة المكافئة قدرها 29.67 كيلوجول.م$^{-3}$. وتعتمد الطاقة المكافئة بصورة رئيسه على قيم معدل القطر موزون (MWD) وقد ترتبط معه بعلاقة عكسية وهي الطاقة التي تستنتج من خلال العلاقة اللوغارتمية بين معدل القطر موزون (MWD) وطاقة التفتيت بعد ضربه بقيمة الكثافة الضاهرية فكلما كانت قيم معدل القطر الموزون (MWD) عالية أي تفتيت اقل انخفضت قيمة الطاقة المكافئة وهذا ما حصل في التربة ذات المحتوى الرطوبي العالي، وهذا يتفق مع بعض الدراسات [5،7].

4-الطاقة النوعية: تزداد الطاقة النوعية مع زيادة المحتوى الرطوبي للتربة فأن التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (في الحالة الرطبة) سجلت اعلى مقدار للطاقة النوعية قدره 69.23 كيلوجول.م$^{-3}$ وذلك بسبب زيادة قوة الالتصاق بين كتل التربة واسلحة المحرات وقوة التماسك بين دقائق التربة مما ادى الى زيادة متطلبات الطاقة للتغلب على قوة التربة من اجل قطع وقلب وتكسير كتل التربة في حين التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% سجلت اقل طاقة نوعية قدرها 46.80 كيلوجول.م$^{-3}$ وذلك بسبب ان قوة التربة عند هذا المحتوى الرطوبي تكون منخفضة مما يجعل متطلبات الطاقة اللازمة لقطع وتفكيك التربة قليلة ومن ثمّ انخفاض الطاقة النوعية عند هذا المحتوى الرطوبي للتربة، في حين التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (في الحالة الجافة)سجلت طاقة نو عية اقل من التربة في الحالة الرطبة واعلى من التربة في الحالة الهشة مقدارها 59.32 كيلوجول.م$^{-3}$ هذا بسبب زيادة متطلبات الطاقة اللازمة لقطع التربة من جسم التربة الام نظرا لصعوبة اختراق سلاح المحراث لهذا النوع من الترب مع زيادة احتكاك كتل التربة مع بعضها البعض ومع اسلحة المحراث، وهذا يتفق مع بعض الدراسات [7، 5].

5-كفاءة التفتيت: افضل كفاءة تفتيت كانت للتربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (في الحالة الهشة) قدرها 72.07% وتلتها التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (في الحالة الجافة) قدرها 52.61% في حين التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (في الحالة الرطبة) حققت اقل كفاءة تفتيت قدرها 44.59% وذلك يرجع الى انخفاض تفتيت التربة مما ادى الى انخفاض الطاقة المكافئة مع زيادة في الطاقة النوعية بسب زيادة متطلبات الطاقة اللازمة اقطع وتفكيك التربة في كلا التربتين في الحالة الجافة او الرطبة لذا تنخفض كفاءة التفتيت حسب المعادلة (9).

تأثير عمق الحراثة في متطلبات طاقة التفتيت:

جدول (3): يوضّح تأثير المحتوى الرطوبي في متطلبات طاقة التفتيت.

المحتوى الرطوبي (%)	قوة السحب (كيلونيوتن)	معدل القطر الموزون (ملم)	الطاقة المكافئة (كيلوجول.م$^{-3}$)	الطاقة النوعية (كيلوجول.م$^{-3}$)	كفاءة التفتيت (%)
%29.24	10.75	106.25	29.87	69.23	44.59
%8.92	9.24	49.86	31.72	59.32	52.61
%16.62	7.36	29.68	33.73	46.80	72.07
LSD (0.05)	0.27	0.0019	0.0075	1.83	0.016

جدول (4): يوضّح تأثير عمق الحراثة في متطلبات طاقة التفتيت.

عمق الحراثة (سم)	قوة السحب (كيلونيوتن)	معدل القطر الموزون (ملم)	الطاقة المكافئة (كيلوجول.م$^{-3}$)	الطاقة النوعية (كيلوجول.م$^{-3}$)	كفاءة التفتيت (%)
10-0	7.80	49.62	42.43	70.99	61.62
15-10	9.14	60.97	31.26	57.16	56.39
25-15	10.38	75.42	21.63	47.20	47.28
LSD (0.05)	0.27	0.0019	0.0075	1.83	0.016

قوة السحب: تزداد قوة السحب مع زيادة عمق الحراثة، عند زيادة عمق الحراثة من 10 الى 25 سم قوة السحب تزداد من 7.80 الى 10.38 كيلونيوتن (بنسبة 32.97%) اما عند زيادة عمق الحراث من 15 الى 25 سم زادت قوة السحب بنسبة 11.93% ويرجع سبب الزيادة في قوة السحب الى زيادة حجم كتل التربة المقطوعة والمفككة مع زيادة العمق مما يتطلب قوة سحب اضافيه من قبل المحراث المطرحي للتغلب على قوة التماسك بين كتل التربة وقوة التلاصق بين كتل التربة ومعدن اسلحة المحراث التي تزيد مع العمق مما يزيد من متطلبات السحب للمحراث المطرحي وهذا يتفق مع بعض الدراسات [8، 5].

2- معدل القطر الموزون (MWD) ينخفض معنويا مع تقليل العمق وقد تفوق العمق 10 سم على العمق 15 و25 سم وقد انخفض معدل القطر الموزون (MWD) بمقدار 11.35، 25.80 ملم على التوالي (بنسبة انخفاض 18.75، 34.05% على التوالي)، ويعزى سبب انخفاض معدل القطر الموزون (MWD) (زيادة درجة تفتيت التربة) مع تقليل العمق الى كون كتل التربة الناتجة من العمق الضحل تكون ذات احجام صغيرة نسبيا مما يزيد من درجة تفتيت التربة ومن ثمّ انخفاض

معدل القطر الموزون (MWD) وهذا يتفق مع بعض الدراسات [8، 6].

3-الطاقة المكافئة: ترتبط الطاقة المكافئة مع معدل القطر الموزون بعلاقة عكسية دائما وهذا يؤثر بصورة مباشرة على قيم الطاقة المكافئة [5]. و ان الطاقة المكافئة تنخفض معنويا مع زيادة العمق وقد عند زيادة العمق من 10الى 15 سم تنخفض الطاقة المكافئة بمقدار 11.17 كيلو جول م$^{-3}$ (بنسبة انخفاض 26.32%) اما عند زيادة العمق من 15الى 25 سم تنخفض الطاقة المكافئة بمقدار9.62 كيلو جول م $^{-3}$ (بنسبة انخفاض 30.79%) ويعزى سبب انخفاض الطاقة المكافئة مع زيادة العمق الى زيادة حجم كتل التربة مع زيادة العمق مما يقلل من تفتيت التربه ومن ثمّ زيادة معدل القطر الموزون (MWD) يؤدي الى انخفاض الطاقة المكافئة حسب العلاقة المستنتجة من الاشكال (1،2،3) وهذا يتفق مع بعض الدراسات [7،8].

4-الطاقة النوعية: ان الطاقة النوعية تنخفض معنويا مع زيادة العمق وقد عند زيادة العمق من 10الى 15 سم تنخفض الطاقة النوعية بمقدار 19.83 كيلو جول م$^{-3}$ (بنسبة انخفاض 19.48%) اما عند زيادة العمق من 15الى 25 سم تنخفض الطاقة النوعية بمقدار9.96 كيلو جول م $^{-3}$ (بنسبة انخفاض 17.42%) ويعزى سبب انخفاض الطاقة النوعية مع زيادة العمق الى زيادة حجم التربة المقطوعة والمفككة التي يحركها ويقلبها المحراث وهذا يتفق مع بعض الدراسات [7،8].

5-كفاءة التفتيت: كفاءة التفتيت انخفضت معنويا مع زيادة العمق وقد عند زيادة العمق من 10الى 15 سم تنخفض كفاءة التفتيت من 61.62 الى 56.39% اما عند زيادة العمق من 15 الى 25 سم تنخفض كفاءة التفتيت من 56.39 الى 47.28% ويعزى سبب انخفاض كفاءة التفتيت مع زيادة العمق الى زيادة الطاقة النوعية (الحقلية) مع زيادة العمق نتيجة الزيادة في الهدر بالطاقة التي استخدمت تحريك كتل التربة والتغلب على قوة الاحتكاك بين كتل التربة وقوة التماسك لتلك الكتل فضلا عن زيادة قوة التلاصق بين اسلحة المحراث وكتل التربة مع زيادة العمق نتيجة زيادة رطوبة التربة مما يزيد من الطاقة النوعية (الحقلية) ومن ثمّ حصول فجوة بين الطاقة النوعية (الحقلية) والطاقة المكافئة (المختبرية) ، مما يؤدي الى خفض كفاءة التفتيت مع زيادة العمق وهذا يتفق مع بعض الدراسات [3،5].

تأثير السرعة الامامية على مؤشرات طاقة التفتيت

يوضح جدول (5) التأثير المعنوي ($p>0.05$) للسرعة الامامية في مؤشرات متطلبات طاقة التفتيت.

1-قوة السحب: تزداد قوة السحب معنويا مع زيادة السرعة فعند زيادة السرعة الامامية من 0.45 الى 0.70 م ثا$^{-1}$ زادت قوة السحب من 7.83 الى 8.93 كيلو نيوتن (بنسبة زيادة 12.65%) اما عند زيادة السرعة العملية الامامية من 0.70 الى 1.05 م ثا$^{-1}$ فأن قوة السحب تزداد من 8.96 الى 10.57 كيلو نيوتن (بنسبة زيادة 15.51%) في حين عند زيادة السرعة الأمامية من 0.45 الى 1.05 م ثا$^{-1}$ زادت قوة السحب من 7.83 الى 10.57 كيلو نيوتن (بنسبة زيادة 26.20%)، وقد حققت السرعة الأمامية 10.57 م ثا$^{-1}$ اعلى قوة سحب مقارنة مع بقية السرع الأمامية ويرجع سبب الزيادة في قوة السحب مع زيادة السرعة الأمامية الى زيادة تعجيل كتل التربة وزيادة طاقتها الحركية مما يتطلب قوة سحب اعلى عند

زيادة السرعة الامامية. وهــذا يتفق مع Rashidi *et al.* [17] .

2- **معدل القطر الموزون (MWD):** ان معدل القطر الموزون (MWD) ينخفض معنويا مع زيادة السرعة الأمامية فقد تفوقت السرعة الامامية 1.05 م ثا$^{-1}$ في تخفيض معدل القطر الموزون (MWD) على السرعتين الاماميتين 0.45 ،0.70 م ثا$^{-1}$ بمقدار 10.97، 21.78 ملم على التوالي (بنسبة انخفاض 15.04 ، 29.86% على التوالي) ويعود السبب في انخفاض معدل القطر الموزون (MWD) مع زيادة السرعة الامامية الى زيادة تعجيل وتحريك كتل التربة وتصادمها مع بعضها البعض مما يزيد من فرصة حدوث التفتيت الذاتي لكتل التربة مما يزيد من تنعيم التربة وتفتيتها ومن ثمّ انخفاض معدل القطر الموزون (MWD) وهذا يتفق مع Aday *et al.* [8] (بنسبة انخفاض 15.04 ، 29.86% على التوالي) ويعود السبب في انخفاض معدل القطر الموزون (MWD) مع زيادة السرعة الامامية الى زيادة تعجيل وتحريك كتل التربة وتصادمها مع بعضها البعض مما يزيد من فرصة حدوث التفتيت الذاتي لكتل التربة مما يزيد من تنعيم التربة وتفتيتها ومن ثمّ انخفاض معدل القطر الموزون (MWD) وهذا يتــفق مع Aday and Al-Edan [7] .

3- الطاقة المكافئة: تزداد الطاقة المكافئة معنويا مع زيادة السرعة الأمامية فقد تفوقت السرعة الأمامية 1.05 م ثا$^{-1}$ في زيادة الطاقة المكافئة على السرعتين الأماميتين 0.45 ،0.70 م ثا$^{-1}$ بمقدار 17.44 ، 11.47 كيلو جول م$^{-3}$ على التوالي (بنسبة زيادة 72.81 ، 38.34% على التوالي) وذلك لان زيادة السرعة الأمامية تؤدي الى زيادة الطاقة المستغلة للتفتيت نتيجة الى انخفاض قيم معدل القطر الموزون (MWD) مما يزيد الطاقة المكافئة التي تزداد مع زيادة تفتيت التربة وهذا يتفقمع بعض الدر اسات [7 ،8] .

4-**الطاقة النوعية:** تزداد الطاقة النوعية مع زيادة السرعة الامامية ، ان زيادة السرعة الامامية من 0.45 الى 0.70 م.ثا$^{-1}$ تؤدي الى زيادة الطاقة النوعية من 49.83 الى 57.41 كيلو جول. م$^{-3}$ (بنسبة زيادة 15.81%) اما عند زيادة السرعة الامامية من 0.70 الى 1.05 م.ثا$^{-1}$ تؤدي الى زيادة الطاقة النوعية من 57.41 الى 68.11 كيلو جول. م$^{-3}$ (بنسبة زيادة 18.63%) وهذا بسبب زيادة متطلبات الطاقة اللازمة لقطع وقلب التربة وتحريك وتعجيل كتلها مع زيادة السرعة الامامية ومن ثمّ زيادة الطاقة النوعية.

5-كفاءة التفتيت: كفاءة التفتيت تزداد مع زيادة السرعة الأمامية معنويا فقد حققت السرعة الامامية 1.05 م ثا$^{-1}$ اعلى كفاءة تفتيت بلغت بحدود 61.27% في حين كانت كفاءة التفتيت للسرعتين الاماميتين 0.45، 0.70 م ثا$^{-1}$ قدرها 50.39، 53.61 على التوالي ان الزيادة في كفاءة التفتيت كانت نتيجة زيادة الطاقة المستخدمة في التفتيت وقد معظم الطاقة في المصروفة في عملية الحراثة ذهبت الى التفتيت وقل الهدر بالطاقة وهذا يزيد من كفاءة المحراث على التفتيت وهذا يتفق مع [5] Aday.

تأثير التداخل بين المحتوى الرطوبي للتربة والسرعة الامامية وعمق الحراثة في متطلبات طاقة التفتيت

اظهرت نتائج التحليل الإحصائي واختبار اقل فرق معنوي (L.S.D) ان تأثير التداخل الثلاثي (محتوى رطوبي ، سرعة امامية، عمق حراثة) كان معنويا في جميع مؤشرات طاقة التفتيت ، وقد أظهرت النتائج الموضحة في جدول (6) ان

التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% والسرعة الامامية 0.45 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 10 سم حققت اقل قوة سحب قدره 5.03 كيلونيوتن في حين حققت التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% والسرعة الامامية 1.05 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 25 سم اعلى قوة سحب قدرها 13.26 كيلونيوتن ويرجع السبب الى الزيادة في قوة التربة المتأتية من قوة التماسك وقوة الالتصاق عند زيادة المحتوى الرطوبي فضلا عن زيادة الطاقة الحركية لكتل التربة الناتجة من زيادة تعجيلها من قبل المحراث عند زيادة السرعة الامامية وزيادة عمق الحراثة زاد أيضا من متطلبات السحب بسبب زيادة حجم التربة المفككة مع العمق ومن ثمّ عملت هذه العوامل مجتمعة على زيادة قوة السحب بشكل ملحوظ، وهذا يتفق مع Aday and Al-Edan [7].

جدول (5): يوضّح تأثير السرعة الامامية في متطلبات طاقة التفتيت.

السرعة الامامية (م.ثا$^{-1}$)	قوة السحب (كيلونيوتن)	معدل القطر الموزون (ملم)	الطاقة المكافئة (كيلوجول.م$^{-3}$)	الطاقة النوعية (كيلوجول.م$^{-3}$)	كفاءة التفتيت (%)
0.45	7.83	72.92	23.95	49.83	50.39
0.70	8.93	61.95	29.92	57.41	53.61
1.05	10.57	51.14	41.39	68.11	61.27
LSD (0.05)	0.27	0.0019	0.0075	1.83	0.016

وقد اظهرت النتائج ان افضل معدل قطر موزون (MWD) كان عند التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.26% والسرعة الامامية 1.05 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 10 سم اقل معدل قطر موزون (MWD) قدره 15.04 ملم تلتها التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% عند نفس عمق الحراثة والسرعة الامامية وقد حققت معدل قطر موزون (MWD) قدره 27.42 ملم ، في حين اعلى معدل قطر موزون (MWD) كان عند التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% والسرعة الامامية 0.45 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 25 سم اعلى قوة سحب قدره 138.04 ملم ويرجع الزيادة في معدل القطر الموزون (MWD) الى انخفاض تفتيت التربة مع زيادة المحتوى الرطوبي نتيجة الى زيادة قوة الالتصاق بين كتل التربة مما يجعل كتل التربة المحروثة كبيرة الحجم كما عند تقليل السرعة الامامية ادى الى تقليل الطاقة الحركية لكتل التربة مما جعل تصادمها وتفتيتها محدودا اما زيادة عمق الحراثة عمل على زيادة حجم التربة المحروثة ومن ثمّ زيادة حجم كتل التربة الناتجة من عملية الحراثة مما ادى الى زيادة معدل القطر الموزون (MWD) وهذا يتفق مع Aday *et al.* [8]، كما بينت نتائج التداخل الثلاثي ان اقل طاقة مكافئة كانت عند التربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (الحالة الرطبة) والسرعة الامامية 0.45 م.ثا$^{-1}$

جدول (6): يوضّح تأثير التداخل بين شكل سكين القطع وعمق الحراثة والسرعة الامامية في الصفات المدروسة.

عمق الحراثة (سم)	المحتوى الطوبي (%)	السرعة الامامية (م ثا$^{-}$)	فوة السحب (كيلونيوتن)	معدل القطر الموزون (ملم)	الطاقة المكافئة (كيلوجول.م$^{-3}$)	الطاقة النوعية (كيلوجول.م$^{-3}$)	كفاءة التفتيت (%)
		0.45	5.66	54.18	22.76	51.45	50.39
	%8.92	0.70	7.83	44.36	33.32	71.15	52.41
		1.05	10.33	27.24	59.96	93.94	66.39
		0.45	5.03	23.84	36.71	45.76	73.38
10-0	%16.62	0.70	6.12	17.04	47.21	55.68	79.41
		1.05	6.77	15.04	51.41	61.52	80.36
		0.45	8.50	95.04	34.75	77.27	47.37
	%29.24	0.70	9.33	90.04	40.27	84.85	49.37
		1.05	10.70	80.04	55.56	97.3	55.41
		0.45	7.77	59.32	19.88	48.58	45.38
	%8.92	0.70	8.49	49.55	25.16	53.07	50.38
		1.05	11.45	35.04	41.96	71.58	61.39
		0.45	6.54	30.34	28.31	40.86	68.38
15-10	%16.62	0.70	7.63	28.64	32.51	47.67	68.40
		1.05	8.44	20.05	41.96	52.72	78.39
		0.45	9.63	125.04	24.98	60.17	40.41
	%29.24	0.70	10.55	108.64	29.15	65.94	46.40
		1.05	11.81	92.15	37.49	73.81	48.39
		0.45	9.10	72.37	16.76	41.38	46.41
	%8.92	0.70	10.00	61.20	19.16	45.47	46.39
		1.05	12.59	45.04	29.96	57.21	54.38
		0.45	7.33	58.20	16.23	33.31	51.39
25-15	%16.62	0.70	8.60	40.04	20.96	39.09	50.39
		1.05	9.81	30.04	28.31	44.6	62.39
		0.45	10.93	138.04	15.25	49.67	30.41
	%29.24	0.70	11.83	118.07	21.74	53.79	39.40
		1.05	13.26	115.82	26.37	60.28	44.38
	L.S.D(0.05)		0.8151	0.5699	0.02257	5.512	0.4925

وعمق حراثة 25 سم قدرها 15.25 كيلوجول.م$^{-3}$ في حين التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (الحالة الجافة للتربة) حققت اعلى طاقة مكافئة قدرها 59.96 كيلوجول.م$^{-3}$ عند عمق حراثة 10 سم وسرعة امامية 1.05 م.ثا$^{-1}$ في حين التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (الحالة الهشة) عند نفس عمق وسرعة الحراثة سجلت طاقة مكافئة قدرها 51.41 كيلوجول.م$^{-3}$. و ان اختلافات قيم الطاقة المكافئة ترجع الى اختلافات قيم معدل القطر الموزون (MWD) كونها ناتجة من العلاقة بين طاقة التفتيت ومعدل القطر الموزون 97.30 كيلوجول.م$^{-3}$ وذلك بسبب زيادة متطلبات الطاقة نتائج وقد بينت الطاقة النوعية عند التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (الحالة الهشة) وعمق حراثة 25 سم وسرعة امامية 0.45 م.ثا$^{-1}$ وقد كان قدرها 33.31 كيلوجول.م$^{-3}$ في حين كانت اقل طاقة نوعية للتربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% والتربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% عند نفس ظروف التشغيل من سرعة وعمق حراثة قدرهما 41.38، 49.67 اللازمة لقطع وقلب التربة ذات المحتوى الرطوبي العالي بسبب زيادة قوة الالتصاق مما يصعب انفصال شريحة التربة من جسم التربة الام فضلا عن التصاق كتل التربة بمطارح المحراث وقد عملت زيادة السرعة الامامية على زيادة الطاقة الحركية للكتلة مما زاد في الطاقة النوعية نتيجة الى زيادة متطلبات الطاقة الازمة اقطع وقلب التربة في حين العمق الضحل ساعد على زيادة الطاقة النوعية بسبب انخفاض حجم التربة المفككة وفقا للمعادلة الموضحة في (9) Araya *et al.* تنخفض الطاقة النوعية ،وهذا يتفق مع Aday *et al.* [8] ، كما اظهرت النتائج ان افضل كفاءة تفتيت سجلتها التربة ذات المحتوى الرطوبي 16.62% (الحالة الهشة) عند عمق حراثة 10 سم وسرعة امامية 1.05 م.ثا$^{-1}$. قدرها 80.63% في حين انخفضت كفاءة تفتيت التربة ذات المحتوى الرطوبي 8.92% (الحالة الجافة للتربة) والتربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% (الحالة الرطبة) عند ظروف التشغيل نفسها بتسجيلهما كفاءة تفتيت قدرها 73.38،79.41 على التوالي ويرجع السبب الى زيادة تفتيت التربة عند زيادة السر عة الامامية وانخفاض عمق الحراثة، وهذا يتفق مع بعض الدراسات [8،7]. واقل كفاءة تفتيت كان مقدارها 30.41% للتربة ذات المحتوى الرطوبي 29.24% والسرعة الامامية 0.45 م.ثا$^{-1}$ وعمق حراثة 25 سم وذلك بسبب انخفاض تفتيت التربة نتيجة الى زيادة قوة التصاق كتل التربة وانخفاض سرعة حركة كتل التربة نتيجة تقليل سرعة الحراثة.

المصادر

1.البنا، عزيز رمو (1990). معدات تهيئة التربة. دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل. العراق. 354ص.

2. العكيلي، عقيل جوني (2004). متطلبات طاقة المحراث الحفار المطور في تربة ثقيلة، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 69 ص.

3.الموسوي، كوثر عزيز (1997). تأثير المحاريث والزراعة على الصفات الفيزيائية والميكانيكية للتربة، رسالة ماجستير، كلية الزراعة، جامعة البصرة. 93 ص .

4.عداي، شاكر حنتوش (2013). معدات استصلاح الاراضي و المعدات الثقيلة، الفيحاء للطباعة والنشر.جامعة البصر ة. العراق. 265ص.

5.Aday, S. H. (1997). Evaluation of the draught force and soil breaking up ability of the moldboard plough provided with pulverizer blades. Basrah J. Agric . Sci., 10 (2): 31-47.

6.Aday, S. H. and Al-Edan, A. A., (2004a). Comparison between the field performance of moldboard plow and conventional moldboard plow in wet and friable silty clay soils. Draft force and specific resistance . Basrah J. Agric. Sci., 17 (1): 71-85.

7.Aday, S. H. and Al-Edan, A. A. (2004b). Comparison between the field performance of moldboard plow and conventional moldboard plow in wet and friable silty clay soils . The specific resistance and equivalent energy. efficiency . Basrah J. Agric. Sci. 17(1): 87-101.

8.Aday, S. H ; Hameed, K. A. and Salman, R. F. (2001). The energy requirement and energy utilization efficiency of two plows type for pulverization of heavy soil . Iraqi J. of Agric. 6(1): 136-146 .

9.Ahmadi, H.; Mollazade, K. (2009. Effect of Plowing depth and soil moisture content on reduced secondary tillage ".Agricultural Engineering International: The CIGRE Journal. Manuscript MES, 1195, (11): 1-9

10.Araya K., Zhao, M., and Kudoh, D. (1998). Field experiments with prototype Roll- in and Drop–down ploughs. J. Agri. Eng. Res. 63(4): 275-282.

11.Black, C. A.; Evans, D. D.; White, J. L.; Ensminger, L. E. and Clarck, F.E. (1983). Methods of soil analysis. 6th ed. Am. Soc. Agron. Madison , Wisconsin. USA. 317pp.

12.Bowers, C. G. (1989). Tillage draft and energy measurements for twelve southeastern soil series. Transaction of ASAE. 32(5): 1492-1502.

13.Boydas, M. G. and Turgut, N. (2007) . Effect of tillage implements and operating speeds on soil physical properties and wheat emergence . Turk J. Agric. For.,31(9) 399-412

14.Hillel,. D. (1980). Application of soil physics. Academic press New York. 413pp.

15.Jacobs, C.O. and Harrol, W.R. (1983). Agricultural power and machinery. McGraw Hil Press. New York. 416pp.

16.Mekeyes, E. (1985). Soil cutting and tillage . 1st ed.. Elsevier Science Publishers. 358pp.

17.Rashidi, M.; Lehmali, H.F.; Salimi, M.; Beni M.S.; Malekshahi, M. and Namin, S.T. (2013). Prediction of Disc Harrow draft force based on soil moisture content, tillage depth and forward speed. Middle-East Journal of Scientific Research, 15 (2): 260-265.

Basrah J. Agric. Sci., 29 (2): 206-221, 2016

Effect of Soil Moisture Content on Pulverization Energy of Moldboard Plow in Silty Loam Soil

Aqeel J. Nassir*, Abbas A. Meshaal and Marwan N. Ramadan

Department of Machines and Agricultural Machineries, College of Agriculture, University of Basrah, Iraq.

***e-mail: aqeel.nassir@uobasrah.edu.iq**

Abstract: Field experiment was conducted to study the pulverization energy requirements to plow Moldboard plow in silty loam soil at three levels of moisture content including (8.92,16.62,29.24%) and three plowing depth (10, 15.25 cm) and three forward speed (0.45, 0.70, 1.05 $m.sec^{-1}$) according to design RCBD method of split-split block design. The results showed that the soil in a moisture content 16.62% significantly surpass compared with soil in moisture content 8.92% and 29.24% in decreasing draft force, specific energy and Mean Weight Diameter (MWD) by 20.34% and 31.53%, 21.10% and 32.39%, 67.99% and 72.06%, respectively, while the equivalent energy and pulverization efficiency of the soil in a moisture content 16.26% increase compared with soil with moisture content 8.92% and 29.24% by 6.33% and 12.92%, 22.68% and 52.61%, respectively. The plowing depth had significant effect on all pulverization energy requirements indicators, whereas the draft force and Mean Weight Diameter (MWD) increased when increasing the plowing depth, while the specific energy, equivalent energy and pulverization efficiency decreased. The forward speed had a significant effect on the pulverization energy requirements. The draft force, specific energy and pulverization efficiency increased when increasing forward speed while Mean Weight Diameter (MWD) decreased. The results showed that the optimal operation conditions of plow were when the soil with a moisture content 16.26% and forward speed 1.05 $m.sec^{-1}$ and plowing depth 10 cm, this the interference achieved best pulverization efficiency and Mean Weight Diameter (MWD) were 80.36% and 15.35 mm respectively.

Key words: Moldboard plow, moisture content, forward speed, plowing depth, pulverization energy requirements, draft force, MWD.