مجله علوم كشاورزي ايران
جلد ۳۷، شماره ۲، سال ۱۳۸۵ (۲۷۲-۲۶۳)

بررسي برخي از اجزاء انرژي در خاكورزي كشت ذرت

سيد محمد حسن كماريزاده
دانشيار دانشكده كشاورزي دانشگاه ارومیه
تاريخ پذيرش مقاله ٨٤/٣/٤

خلاصه

تاثير ٦ روش خاكورزي در كشت ذرت متشكل از سه ماشين اوليه (گاوآهنهاي برگرداندار، بشقابي و قلمي) و دو ماشين ثانويه (هرس بشقابي و دوبار كولتيواتور) با استفاده از طرح آزمايشي فاكتوريل با دو عامل بر پايه بلوكهاي كامل تصادفي با شش تيمار و چهار تكرار مورد مطالعه قرار گرفت. آزمايشات در مزارع دانشكده كشاورزي دانشگاه ارومیه درسال ۱۳۸۱ انجام يافت. پارامترهاي مورد مطالعه انرژي سوخت مصرفي تراكتور، انرژي نفوذپذيري خاک و انرژي محصول بود. نتايج نشان داد كه كمترين و بيشترين انرژي سوخت مصرفي تراكتور، به ترتيب متعلق به تركيب گاوآهن قلمي با هرس بشقابي (**Mj/ha** ۹۶۲,۹) و گاوآهن بشقابي با دوبار كولتيواتور (**Mj/ha** ۱۸۷۱,۵) بوده است. انرژي سوخت مصرفي گاوآهن قلمي و هرس بشقابي به ميزان ۳۰,۱% و ۲۳,۳% به ترتيب كمتر از گاوآهن بشقابي و دوبار كولتيواتور به دست آمد. از نظر عملكرد محصول ذرت دانه‌اي و علوفه‌اي اختلاف معني‌داري بين تيمارها مشاهده نگرديد. انرژي محصول در كليه تيمارها براي ذرت دانه‌اي بين ٣٦٥١٦,٨ تا ٦٧٦٣٨,٣ مگاژول بر هكتار، و ذرت علوفه اي بين ١٥٤٥٨٠,١ تا ٢١٢٦٥٧,٨ مگاژول بر هكتار محاسبه گرديد. از نظر نسبت انرژي حاصله از محصول به انرژي سوخت مصرفي تراكتور، در هر دو نوع ذرت بزرگترين رقم، متعلق به كرتهاي تركيب گاوآهن قلمي با هرس بشقابي ، و كمترين آنها براي ذرت دانه اي در كرتهاي گاوآهن برگرداندار + دوبار كولتيواتور، و براي ذرت علوفه اي در كرتهاي گاوآهن بشقابي + دوبار كولتيواتور به دست آمد. بزرگترين انرژي نفوذ پذيري خاک در عمق هاي ٥ تا ٤٠ سانتيمتر متعلق به گاوآهن بشقابي + هرس بشقابي، و كمترين آنها در تركيب گاوآهنهاي برگرداندار و قلمي با هرس بشقابي به دست آمد. نتايج نشان داد كه تيمار **A** متشكل از گاوآهن قلمي و هرس بشقابي، بعلت مصرف كمترين انرژي سوخت تراكتور، بزرگترين نسبت انرژي محصول و كمترين انرژي نفوذ پذيري خاک، بهترين روش خاكورزي نسبت به ساير تيمارها بوده است.

واژه‌هاي كليدي: شخم در كشت ذرت، انرژي سوخت تراكتور، انرژي محصول، انرژي نفوذپذيري خاك

مقدمه

ذرت يكي از مهمترين منابع غذائي انسان و دام بوده و در زمينه‌هاي متعدد صنعتي نظير صنايع رنگ، صابون سازي، لينولئوم، فيبرهاي نايلوني، پلاستيكهاي فرم آلدئيد، چسب و تهيه بيوماس مورد استفاده قرار مي‌گيرد. با توجه به اهميت اقتصادي ذرت تحقيقات وسيعي در زمينه هاي مختلف كشت آن صورت گرفته است.

روشهاي مختلف خاكورزي در كشت ذرت با بررسي عملكرد زماني ماشين‌هاي مختلف، مصارف سوخت تراكتور، نيروي انساني مورد نياز و عملكرد محصول توسط والد (۱۹۷۱) مورد ارزيابي قرار گرفت (۱۱). بنظر ايشان در تيمارهاي متعلق به تيلر دوار نسبت به شخم متداول، سوخت و نيروي انساني كمتري مصرف، و نيز استهلاك كمتري در ماشينهاي مربوطه بوجود آمده است. پرفكت و همكاران (۱۹۹٦) با ۹ روش مختلف با و

E-mail:m.komarizade@mail.urmia.ac.ir

بدون خاكورزي در كشت ذرت تاثير ماشين بر خصوصيات فيزيكي خاك، كارايي تراكنور و ماشينهاي مورد استفاده و درصد جوانه زني گياه را مورد بررسي قرار دادند (٧). نتايج حاصله نشان داد كه مقاومت كششي ماشينهاي كاشت بين ١٢ تا ١٥ كيلونيوتن متغير بوده، مصارف سوخت، سرعت حركت و لغزش چرخهاي تراكتور با مقاومت كششي ماشينها رابطه خطي نشان داده، روش توليد در دوسوم تيمارها از نظر ساختار خاك معني دار بوده، سرعت جوانه زني در روش خاكورزي متداول نسبت به ساير تيمارها كندتر بوده ولي با هيچ يك از پارامترهاي اندازه گيري شده همبستگي نشان نداده است. سري واستاوا (٢٠٠٣) تاثير روشهاي خاكورزي با خاكپوش بقاياي گياهي را بر ميزان انرژي مصرفي، عملكرد محصول، وزن حجمي خاك، فعاليت ميكرو اورگانيزمها و راندمان آب مصرفي در زراعت چغندر قند را مورد بررسي قرار داد (٩). نتايج نشان داد كه خاكورزي قبل از كاشت يك سوم كل انرژي مصرفي در محدوده ٩٣٦ تا ٢٧٩٥ مگاژول بر هكتار را شامل گرديده، عملكرد محصول در روش خاكورزي مرسوم ٤٩/٤ t/ha و در روش بي خاكورزي ٤٨,٥ t/ha بوده و اختلاف آنها معني دار نبوده است. به نظر ايشان سطح خاكورزي بر پارامتر هاي خاك و آبياري و محصول تاثير معني داري نداشته، در روش كاشت با بقاياي گياهي نسبت به روش بدون بقاياي گياهي محصول بيشتري حاصل گرديده است. نتيجه كلي كار ايشان نشان داد كه روش خاكورزي با بقاياي گياهي در كشت چغندر قند براي زارعين هندوستان با صرفه‌تر و پايدارتر مي‌باشد. فاكس (١٩٦٧) انرژي لازم براي خرد كردن خاك در رطوبت معين را مورد مطالعه قرار داد و متناسب با روند خرد شدن خاك با افزايش رطوبت تغييرات انرژي مصرفي را بررسي و نتيجه‌گيري نمود كه تا رطوبت ١٧% انرژي مصرفي كاهش داشته، از ١٧% رو به افزايش نهاده. در ٢٠% به مقدار حداكثر رسيده، با افزايش رطوبت از ٢٠ % انرژي مصرفي سير نزولي داشته و در ٢٤% به مقدار حداقل خود كاهش يافته است(٥). سروينكا و همكاران (١٩٧٤) مصارف انرژي در توليد ٣٦ نوع محصولات كشاورزي را در ايالت كاليفرنيا مورد مطالعه قرارداده و نتيجه گيري نموده‌اند كه ٥,٠٧% انرژي مصرفي اين ايالت صرف فعاليتهاي كشاورزي گرديده، گاز طبيعي و گازوئيل به ترتيب با ارقام ٥٣/١% و١٧/٨% بيشترين منابع انرژي در توليدات كشاورزي بوده اند. در آبياري ٦٧,٨% از انرژي الكتريكي استفاده گرديده، در توليد گندم از مراحل شخم تا حمل و نقل و توزيع آن مصارف انرژي بر حسب مگاژول به ازاء هر تن محصول ٧٣,٧٩ گاز طبيعي، ١٢٦٧,٧٥ بنزين، ٥٠,١١ الكتريسيته، ١٠٩٠٤,٦٨ گازوئيل و ٩٩,٦ گاز مايع بوده است (٤). ساوي و همكاران (١٩٨٩) در رابطه با انرژي مصرفي ماشين چاپر در كار خرد كردن ذرت علوفه اي ، يك مدل رياضي بين طول قطعات خرد شده علوفه و انرژي مصرفي ماشين ارائه نموده و نتيجه گرفتند كه در بلند ترين طول قطعات (٣٨,١ ميليمتر) ٢٢% صرفه جوئي در انرژي شافت توان دهي به وجود آمده و با كاهش رطوبت محصول از ٨٣ به ٦٢ درصد به مقدار ٣١% در انرژي مصرفي صرفه جوئي گرديده است (٨).

مواد و روش

به منظور بررسي انرژي مصرفي ماشينهاي مختلف شخم و تاثير آنها بر عملكرد محصول در كشت ذرت دانه اي و علوفه اي، با استفاده از ٥ نوع ماشين خاكورزي (شكل١)، شش روش مختلف شخم مورد بررسي قرار گرفت. تيمارهاي مورد نظر عبارت بودند از :

A : گاوآهن قلمي + هرس بشقابي
B : گاوآهن قلمي + دوبار كولتيواتور
C : گاوآهن برگرداندار + هرس بشقابي
D : گاوآهن برگرداندار + دوبار كولتيواتور
E : گاوآهن بشقابي + هرس بشقابي
F : گاوآهن بشقابي + دوبار كولتيواتور

آزمايشات در سال ١٣٨١ در مزارع دانشكده كشاورزي ارروميه با طرح آماري فاكتوريل با دو عامل، عامل اول در سه سطح شامل گاوآهنهاي قلمي، برگرداندار و بشقابي، و عامل دوم در دوسطح هرس بشقابي و دوبار كولتيواتور در پايه بلوكهاي كامل تصادفي با چهار تكرار انجام گرفت. در تمام آزمايشات از يك تراكتور MF285 در ١٥٠٠ rpm دور موتور و متناسب با نوع ماشين دنباله بند در دنده‌هاي ٣ و ٤ سنگين استفاده شد.

به منظور کاهش خطاهاي آزمايشات در طول آزمايشات از دادن کود و سموم شيميائي به کرتهاي آزمايشي خودداري و تنها به هفته‌اي يکبار آبياري نواري در حدفاصل بين رديفها اکتفا گرديد. خاك مزرعه مورد آزمايش توسط گروه خاکشناسي دانشگاه ارومیه آناليز گرديد که مشخصات آن در جدول ۱ داده شده است.

انرژي سوخت مصرفي تراکتور

براي اندازه‌گيري سوخت مصرفي در زمان کار موثر عمليات شخم باک اصلي حذف و باک کوچکي بر روي تراکتور نصب گرديد. لوله‌هاي برگشتي و شاخصي براي کنترل سطح گازوئيل به باک کوچک وصل گرديد. بعد از هر آزمايش مقادير سوخت مصرفي براي هر ماشين توسط ظرف مدرج با دقت کامل اندازه‌گيري گرديد. انرژي سوخت مصرفي تراکتور در کار با ماشينهاي مورد آزمايش از رابطه زير محاسبه گرديد :

$$FuelEnergy = b.E_f$$

b : گازوئيل مصرفي تراکتور (L/ha)

E_f: ارزش انرژي گازوئيل (Mj/L)

در محاسبات ارزش انرژي گازوئيل برابر ۴۷,۲ مگاژول بر ليتردر نظر گرفته شده است (۲). از اين رقم ۳۵,۲ Mj/L انرژي حرارتي، ۴,۶ Mj/L نهاده انرژي توليد و ۷,۴ Mj/L نهاده انرژي روغن و حمل و نقل آن مي‌باشد.

عملکرد محصول ذرت

براي بدست آوردن ميزان محصول ذرت دانه اي و علوفه اي، از هرکرت آزمايشي بطور تصادفي پنج نمونه گرفته شد. درهر نمونه طول معيني از خطوط کشت مشخص گرديد، براي ذرت علوفه اي ساقه ها از ارتفاع ۱۵ سانتيمتر(ارتفاع برش ماشين چاپر) قطع و وزن گرديدند.

براي ذرت دانه اي تعداد بوته هاي موجود در هر نمونه و تعداد بلالهاي روي بوته ها شمارش و وزن دانه هاي روي بلالها مشخص گرديد. با توجه به فواصل خطوط کشت (۰,۷۵ مترفواصل رديفهاي چاپر) ميانگين عملکرد محصول در هکتار براي ذرت دانه اي و علوفه اي محاسبه گرديد. درصد ماده خشک و خاکستر هردو محصول در آزمايشگاه تغذيه دام گروه دامپروري دانشگاه ارومیه آناليز و به دست آمد.

انرژي محصول

مقدار انرژي موجود در محصول با بدست آوردن مقدار ماده خشک (ton/ha) و ضرب آن در ارزش انرژي هريک از آنها محاسبه گرديد. ارزش انرژي ذرت علوفه اي ۱۷,۶۵Mj/kg بوده و آن انرژي حاصله از سوختن يک کيلوگرم ماده خشک ساق وبرگ ذرت با ۵,۵۸% خاکستر است که توسط بمب کالريمتر اندازه گيري مي شود(۶). ارزش انرژي ذرت دانه اي Mj/kg ۱۴,۶۴ بوده و آن انرژي حاصله از سوختن يک کيلوگرم ذرت دانه اي با ۱۳% ماده خشک و ۰,۴% خاکستر مي باشد (۱۰).


گاوآهن برگرداندار(مسي فرگوسن)


گاوآهن بشقابي(جاندير)


گاوآهن قلمي(ساخت ارومیه)


هرس بشقابي(جاندير)


کولتيواتور(جاندير)


تراکتور MF285 با باک اندازه گيري سوخت

شکل ۱ - ماشينهاي مورد استفاده در طرح

جدول ۱ – مشخصات خاك مزرعه مورد آزمايش

عمق	pH	EC	N	P	K	Sand	Clay	Silt	Texture	Pd	OC	Lime
cm	1:5 $CaCl_2$	ds/m	%	mg/Kg	mg/Kg	%	%	%		gr/cm^3	%	%
۰-۱۰	۷,۸۱	۰,٦۲	۰,۱۸	٤,۹	۳۰۰	۲۹,۳	٤۳,۳	۲۷,۳	Clay	۲,٤٥	۰,۷٦	۱۳,۸
۱۰-۲۰	۷,۸٥	۰,٤۹	۰,۲۰	۱۱,۲	۲۸٦,۳	۲۸,٦	٤۲,٦	۲۹,۳	Clay	۲,٤٥	۰,۷۸	۱۳,٦
۲۰-۳۰	۷,۸٥	۰,٥۱	۰,۲۰	۷,٥	۲۸۳,٦	۲۹,۳	٤۲,٦	۲۸	Clay	۲,٥٥	۰,٦۷	۱۳,٦

Ec : Electro Conductivity Pd : Particle Density OC : Organic Carbon Lime : Total Ca Co_3

انرژي نفوذ مخروط در خاک

براي اندازه گيري مقاومت خاک در عمقهاي صفر تا چهل سانتيمتر از نفوذ سنج مخروطي (Rimik CP 20 Cone Penetrometer) استفاده گرديد که شاخص آن (CI) مقدارفشار لازم براي نفوذ مخروطي با زاويه راس۳۰ درجه درعمق معيني از خاک بوده که از تقسيم نيروي اعمال شده براي نفوذ مخروط در خاک بر مساحت قاعده مخروط به دست آمده و مقدار آن :

$$P_r = 10^{-6}\frac{F}{A} \quad (MPa)$$

مي‌باشد. F نيروي وارده بر حسب نيوتن و A مساحت قاعده مخروط بر حسب متر مربع مي‌باشد (۱). انرژي نفوذ پذيري، مقدار انرژي وارده بر سطح قاعده مخروط براي نفوذ در عمق معيني از خاک بوده و از رابطه زير به دست مي آيد(۳).

$$P_e = \sum_1^n (P_{r_i}.z_i)10^3 \quad (Kj/m^2)$$

که در آن P_e انرژي نفوذ مخروط در خاک، P_{ri} مقاومت نفوذپذيري خاک در i امين عمق Z_i مي باشد.

نتايج و بحث

انرژي سوخت مصرفي

از نظر انرژي مصرف شده براي سوخت تراکتور، تيمارهاي A و F با ۹۶۲,۹ و ۱۸۷۱,۵ مگاژول بر هکتار به ترتيب کمترين و بيشترين مقادير را نشان داده‌اند (جدول ۲). جدول تجزيه واريانس فاکتورهاي P (ماشينهاي اوليه) و Q (ماشينهاي ثانويه) را با احتمال ۹۹% بر تغييرات ارقام بين تيمارها موثر دانسته است (جدول۳).

ميانگين تيمارهاي متعلق به گاوآهن بشقابي(E,F) با ۱۶۱۲ مگاژول بر هکتار و گاوآهن قلمي(A,B)با ۱۱۲۶مگاژول بر هکتار به ترتيب بيشترين و کمترين مقادير مصرف سوخت تراکتور را داشته و اختلاف آنها درسطح ۵% معني‌دار مي‌باشد (جدول۴). ميانگين انرژي سوخت مصرفي کرتهاي متعلق به گاوآهن برگرداندار (C,D) ۱۴۸۰ Mj/ha به دست آمده است. تيمارهاي متعلق به گاوآهن قلمي نسبت به گاوآهن بشقابي به ميزان ۳۰,۱% در مصرف سوخت صرفه‌جوئي داشته‌اند. از نظر ماشينهاي ثانويه ميانگين کرتهاي متعلق به هرس بشقابي (A,C,E) ۱۲۲۰ Mj/ha و دوبار کولتيواتور(B,D,F) Mj/ha ۱۵۹۱ بدست آمده است که اختلاف آنها در سطح ۵% معني‌دار بوده و هرس بشقابي نسبت به کولتيواتور به ميزان ۲۳,۳% صرفه‌جوئي داشته است (شکل‌هاي ۲و۳). علت مصرف زياد سوخت در کرتهاي ماشين اخير ناشي از دوبار اعمال کولتيواتور در تيمارهاي مربوطه بوده است. در جدول تجزيه واريانس اثر متقابل فاکتورهايP وQ معني دار به دست نيامده است.

انرژي محصول و نسبت انرژي تيمارها

در روش‌هاي مختلفي که براي توليد محصولات کشاورزي به کار مي روند از نظرمقايسه اقتصادي درنظر گرفتن مقدار عملکرد و انرژي محصول به تنهائي کافي نبوده، ميزان انرژي بدست آمده به ازاء هر واحد انرژي مصرفي، بصورت نسبت انرژي هريک از تيمارها مورد مطالعه قرار مي‌گيرد. مقدارعملکرد محصول براي کليه تيمارها براي ذرت دانه اي بين ۵,۱۹ تا ۸,۱۷ تن بر هکتار، و براي ذرت علوفه اي ۲۸,۸ تا ۳۷,۳۶ تن برهکتار به دست آمده است که اختلاف بين تيمارها از نظر آماري معني دار نمي باشد (جدول ۵).

جدول ۲- انرژي سوخت مصرفي تراکتور

تيمار	ماشين	عرض کار(cm)	عمق کار(cm)	سوخت مصرفي(L/ha)	انرژي سوخت(Mj/ha)
	گاوآهن قلمي	۲۲۲	۴۰	۱۳,۶۰	۶۴۱,۹
A	هرس بشقابي	۲۰۶	۲۰	۶,۸۰	۳۲۱
	جمع				۹۶۲,۹c
	گاوآهن قلمي	۲۲۲	۴۰	۱۱,۹۰	۵۶۱,۷
B	دوبار کولتيواتور	۲۲۰	۲۵	۱۵,۴۰	۷۲٦,۹
	جمع				۱۲۸۸,۶bc
	گاوآهن برگرداندار	۱۱۰	۳۰	۱۶,۷۵	۷۹۰,۶
C	هرس بشقابي	۲۰۶	۲۰	۱۱,۷۵	۵۵۴,۶
	جمع				۱۳۴۵,۲b
	گاوآهن برگرداندار	۱۱۰	۳۰	۱۸,۶۰	۸۷۷,۹
D	دوبار کولتيواتور	۲۲۰	۲۵	۱۵,۶۰	۷۳۶,۲
	جمع				۱۶۱۴,۱ab
	گاوآهن بشقابي	۱۳۳	۳۰	۱۸,۰۵	۸۵۲
E	هرس بشقابي	۲۰۶	۲۰	۱۰,۶۰	۵۰۰,۳
	جمع				۱۳۵۲,۳b
	گاوآهن بشقابي	۱۳۳	۳۰	۲۱,۳۵	۱۰۰۷,۷
F	دوبار کولتيواتور	۲۲۰	۲۵	۱۸,۳۰	۸۶۳,۸
	جمع				۱۸۷۱,۵a

انحراف معيار متغير : ۳۳۷,۸ کمترين تفاوت معني دار : ۱۱۲,۱ حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد.

جدول ۳- تجزيه واريانس سوخت مصرفي تراکتور

منبع	درجه آزادي	جمع مربعات	ميانگين مربعات	F	احتمال
تکرار	۳	۵۱۴۶۳,۰۸	۱۷۱۵۴,۳۶	۰,۳۴۱۵	
P (ماشينهاي اوليه)	۲	۱۰۱۱۰۲۳,۳۹	۵۰۵۵۱۱,۶۹	۱۰,۰۶۳	۰,۰۰۱۷
Q (ماشينهاي ثانويه)	۱	۸۲۷۲۱۱,۷۰	۸۲۷۲۱۱,۷۱	۱۶,۴۶۶۴	۰,۰۰۱۰
PxQ	۲	۶۸۸۲۵,۴۰	۳۴۴۱۲,۷۰	۰,۶۸۵۰	
خطا	۱۵	۷۳۳۵۴۴,۶۵	۵۰۲۳۶,۳۱		
جمع	۲۳	۲۷۱۲۰۶۸,۲۳			

تعداد : ۲۴ ضريب تغييرات : ۱۵,۹۴% ميانگين کل : ۱۴۰۵,۷۷ جمع کل : ۳۳۷۳۸,۵۶

جدول ۴- مقايسه ميانگينهاي سوخت مصرفي تراکتور (دانکن)

	ماشين	تيمار	انرژي سوخت (Mj/ha)
ماشينهاي اوليه	گاوآهن برگرداندار	C,D	۱۴۸۰ a
	گاوآهن بشقابي	E,F	۱۶۱۲ a
	گاوآهن قلمي	A,B	۱۱۲۶ b
	انحراف معيار متغير : ۷۹,۲۴ کمترين تفاوت معني دار : ۲۳۸,۹		
ماشينهاي ثانويه	کولتيواتور	B,D,F	۱۵۹۱ a
	هرس بشقابي	A,C,E	۱۲۲۰ b

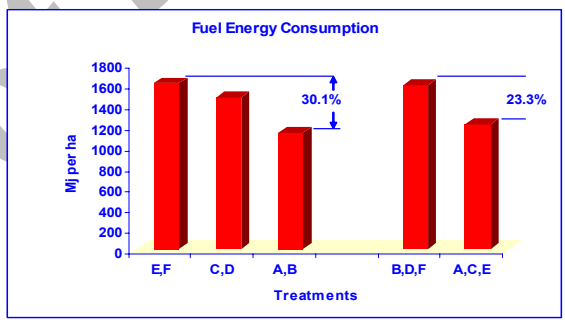
انحراف معيار متغير : ۶۴,۷ کمترين تفاوت معني دار : ۱۹۵

حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد

جدول ۵- عملكرد محصول و نسبت انرژي تيمارها (دانكن)

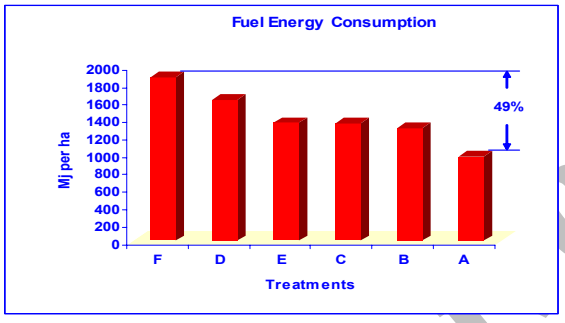
تيمار	ذرت دانه اي			ذرت علوفه اي		
	عملكرد محصول (ton/ha)	انرژي محصول (Mj/ha)	نسبت انرژي	عملكرد محصول (ton/ha)	انرژي محصول (Mj/ha)	نسبت انرژي
A	۷,۱۲ a	۵۵۲۹۷,۶	۵۷,۴ a	۳۶,۱۸ a	۲۰۶۵۱۵,۸	۲۱۴,۵ a
B	۸,۱۷ a	۶۷۶۳۸,۳	۵۲,۵ ab	۳۵,۳۱ a	۲۰۷۶۰۲	۱۶۱,۱ ab
C	۶,۹۸ a	۵۲۲۴۸,۳	۳۸,۸ ab	۲۸,۸۰ a	۱۵۴۵۸۰,۱	۱۱۴,۹ b
D	۵,۱۹ a	۳۶۵۱۶,۸	۲۲,۶۲ b	۳۳,۷۳ a	۱۸۵۱۴۹	۱۱۴,۷ b
E	۷,۷۱ a	۶۰۱۲۸,۲	۴۴,۵ ab	۳۴,۸۵ a	۱۹۵۹۱۰,۱	۱۴۴,۹ ab
F	۶,۹۹ a	۵۵۱۳۷,۳	۲۹,۵ b	۳۷,۳۶ a	۲۱۲۶۵۷,۸	۱۱۳,۶ b
كمترين تفاوت معني دار :	۳,۲۱		۲۵,۹۱	۱۳,۳۷		۷۴,۹۸
انحراف معيار متغير :	۱,۰۶		۸,۵۹	۴,۴۳		۲۴,۸۵

حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد



شكل ۲- مصارف انرژي سوخت به تفكيک ماشينهاي اوليه و ثانويه

A,B : تيمارهاي متعلق به گاوآهن قلمي C,D : گاوآهن برگرداندار E,F : گاوآهن بشقابي



شكل ۳ - مصارف انرژي سوخت تيمارها

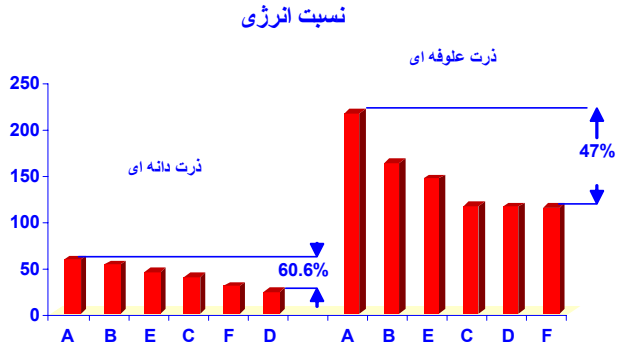
A,C,E : هرس بشقابي B,D,F : كولتيواتور

مقدار انرژي محاسبه شده محصول نيز براي ذرت دانه اي (صرفا دانه) ۳۶۵۱۶,۸ تا ۶۷۶۳۸,۳و ذرت علوفه‌اي۱,۱۵۴۵۸۰ تا ۲۱۲۶۵۷,۸ مگاژول بر هكتار به دست آمده است كه با توجه به معني دار نبودن اختلاف بين عملكرد محصول تيمارهاي مختلف، از نظر انرژي حاصله از محصول نيز تفاوتي بين تيمارها ملاحظه نمي‌گردد. از نظر نسبت انرژي محصول به انرژي سوخت مصرفي در ذرت دانه‌اي، تيمارهاي A و D با۵۷,۴ و ۲۲,۶۲، و در ذرت علوفه اي تيمارهايA و F با۲۱۴,۵و۱۱۳,۶ به ترتيب بزرگترين و كوچكترين نسبت انرژي را داشته‌اند. كمترين مصرف انرژي سوخت درتيمارA سبب حصول بزرگترين نسبت انرژي در اين روش شخم گرديده است. در تيمارهايD و F به علت وجود گاوآهن برگرداندار و بشقابي با عرض كار كوچک و دوبار كولتيواتور زدن، راندمان مزرعه‌اي پائين و سوخت مصرفي بالائي را حاصل نموده‌اند كه در نتيجه انرژي مصرفي آنها سبب حصول كمترين نسبت انرژي براي اين تيمارها گرديده است.

روش شخم A ازنظر نسبت انرژي حاصله در ذرت دانه اي به ميزان ۶۰,۶% بزرگتر از D، و در ذرت علوفه‌اي ۴۷% بزرگتر از F بوده است (شكل ۴). درمقايسه بين ماشينهاي اوليه ميانگين تيمارهاي متعلق به گاوآهن قلمي در ذرت دانه‌اي ۵۶,۷۷ ودر ذرت علوفه اي ۱۹۰,۳ بوده و اختلاف آن با ميانگين تيمارهاي متعلق به گاوآهن‌هاي برگرداندار و بشقابي معني‌دار مي‌باشد (جدول ۶). اختلاف ماشينهاي ثانويه ازنظر نسبت انرژي معني‌دار نبوده است.

جدول ۶- مقايسه ميانگينهاي عملكرد و نسبت انرژي محصول ماشينهاي خاكورزي (دانكن)

	ماشين	تيمار	ذرت دانه اي		ذرت علوفه اي	
			عملكرد محصول (ton/ha)	نسبت انرژي	عملكرد محصول (ton/ha)	نسبت انرژي
ماشينهاي اوليه	گاوآهن برگرداندار	C,D	۶,۰۹ a	۳۲,۳۸ b	۳۱,۲۶ a	۱۱۹,۷ b
	گاوآهن بشقابي	E,F	۷,۳۵ a	۳۷,۴۳ b	۳۶,۱۰ a	۱۳۱,۵ b
	گاوآهن قلمي	A,B	۷,۶۴ a	۵۶,۷۷ a	۳۵,۷۵ a	۱۹۰,۳ a
	كمترين تفاوت معني دار :		۲,۲۷	۳۲.۱۸	۹,۴۵	۵۲,۹۶
	انحراف معيار متغير		۰,۷۵	۶,۰۷	۳,۱۴	۱۷,۷۵
ماشينهاي ثانويه	كولتيواتور	B,D,F	۶,۷۸ a	۳۵,۹۸ a	۳۵,۴۷ a	۱۳۲,۶ a
	هرس بشقابي	A,C,E	۷,۲۷ a	۴۸,۴۰ a	۳۳,۲۷ a	۱۶۱,۷ a
حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد	كمترين تفاوت معني دار :		۱,۸۵	۱۴,۹۶	۷,۷۲	۴۳,۲۴
	انحراف معيار متغير :		۰,۶۲	۴,۹۶	۲,۵۶	۱۴,۳۴



شكل ٤- نسبت انرژي تيمارها در توليد ذرت دانه‌اي و علوفه‌اي

انرژي نفوذ مخروط در خاك

ميانگين ارقام به دست آمده از انرژي نفوذ مخروط در خاك (نفوذ پذيري خاك)برحسب Kj/m^2 درجدول۷ و مقايسه ميانگينهاي ماشينهاي اوليه و ثانويه درجدول ۸ داده شده است. همانگونه كه از جداول ملاحظه مي گردد، در عمقهاي ۵ و۱۰ سانتيمترتيمار E (گاوآهن بشقابي+ هرس بشقابي) بيشترين ، و تيمارC (گاوآهن برگرداندار+هرس بشقابي) كمترين ارقام نفوذ پذيري خاك را نشان داده اند. در عمق ۵ سانتيمتر اختلاف بين تيمارها معني دار نبوده ولي در عمق ۱۰ سانتيمتر با تاثير فاكتور ماشينهاي اوليه با احتمال ۹۹% معني دار به دست آمده است. در عمق۱۰ سانتيمتر ميانگين تيمارهاي متعلق به گاوآهن بشقابي Kj/m^2 ۶۶,۶ بيشترين، و ميانگين تيمارهاي متعلق به گاوآهن برگرداندار با Kj/m^2 ۴۲ كمترين ارقام را نشان داده و رقم مربوط به گاوآهن قلمي Kj/m^2 ۵۱,۹ بوده است كه اختلاف آن با گاوآهن برگرداندار معني دارنمي باشد(جدول۸). درعمق۱۰ سانتيمتر اختلاف بين ساير تيمارها معني دار نبوده و ماشينهاي ثانويه نيز موثر نبوده اند. در عمق هاي ۱۵ تا ۴۰ سانتيمتر تيمارهاي E و F متعلق به گاوآهن بشقابي بيشترين انرژي نفوذ پذيري خاك را نشان داده اند. اختلاف بين ارقام به دست آمده ناشي از تاثيرماشينهاي اوليه واثرمتقابل فاكتورهاي P و Q به وجود آمده است.

ماشينهاي ثانويه در هيچ يك از عمق هاي مورد نظر موثر نبوده اند. نتايج حاصله مقاوم تر بودن كرتهاي شخم خورده توسط گاوآهن بشقابي را نسبت به دو گاوآهن ديگر نشان مي دهد.

رابطه انرژي نفوذ پذيري با انرژي سوخت مصرفي تراكتور :

به منظور بررسي رابطه سوخت تراكتور با مقاومت خاك، نمودار همبستگي اين پارامترها استخراج و در شكل هاي ۵ و ۶ داده شده است. نمودارهاي به دست آمده از تيمارهاي A و B در عمق‌هاي ۲۰ و ۲۵ سانتيمتر نشان مي‌دهد كه با افزايش مقاومت خاك انرژي سوخت مصرفي توسط گاوآهن قلمي افزوده مي‌گردد. مدل رياضي براي بيان اين همبستگي براي عمق ۲۰ سانتيمتر با ضريب تبيين ۰,۸۶ به صورت:

جدول ۷- مقايسه ميانگينهاي انرژي نفوذ پذيري خاک از نظر تيمارها (دانکن)

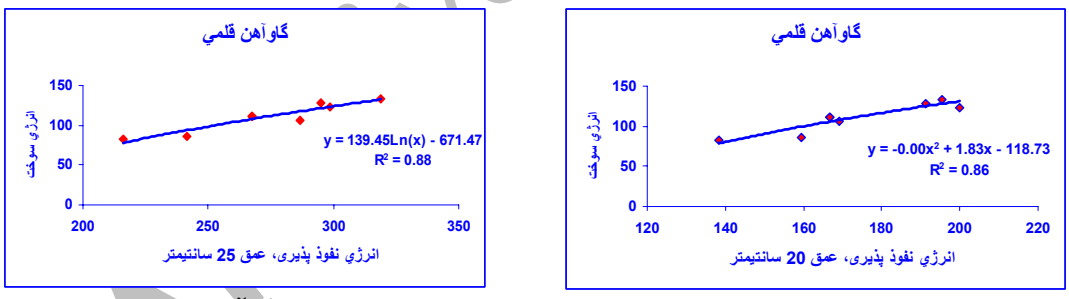
تيمار	عمق (Cm) ۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
A	۱۵,۴ ab	۴۵,۸ bc	۹۰,۲ c	۱۵۸,۴ c	۲۵۲,۹ c	۳۷۸,۲ c	۵۲۴,۸ c	۶۷۸,۲ c
B	۱۹,۱ ab	۵۸,۰ b	۱۱۳,۲ bc	۱۹۱,۱ bc	۲۹۴,۸ bc	۴۱۷,۳ bc	۵۵۷,۷ bc	۷۰۵ bc
C	۱۲,۸ b	۳۷,۳ c	۹۴,۱ bc	۱۶۰,۹ c	۲۴۸,۳ c	۳۷۶ c	۵۲۶,۷ c	۶۹۵,۸ bc
D	۱۶,۸ ab	۴۶,۷ bc	۱۰۰,۳ bc	۱۶۹,۱ c	۲۷۱,۱ c	۴۱۴,۹ bc	۵۷۶,۷ bc	۷۵۰ abc
E	۲۰,۶ a	۷۷,۶ a	۱۶۴,۹ a	۲۷۸,۴ a	۴۰۸,۴ a	۵۵۲,۷ a	۷۰۵,۴ a	۸۶۰,۹ a
F	۱۷,۲ ab	۵۵,۵ b	۱۱۶,۹ b	۲۰۷,۹ b	۳۲۷,۷ b	۴۸۵,۳ ab	۶۶۱,۹ ab	۸۳۰,۳ ab
کمترين تفاوت معني‌دار :	۶,۸۳	۱۵,۶۱	۲۳,۱۳	۳۵,۹۸	۵۳,۰۵	۷۸,۶۹	۱۰۱,۱	۱۳۰,۱
انحراف معيار متغير :	۲,۲۷	۵,۱۸	۷,۶۷	۱۱,۹۴	۱۷,۶	۲۶,۱	۳۳,۵۴	۴۳,۱۵

حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد

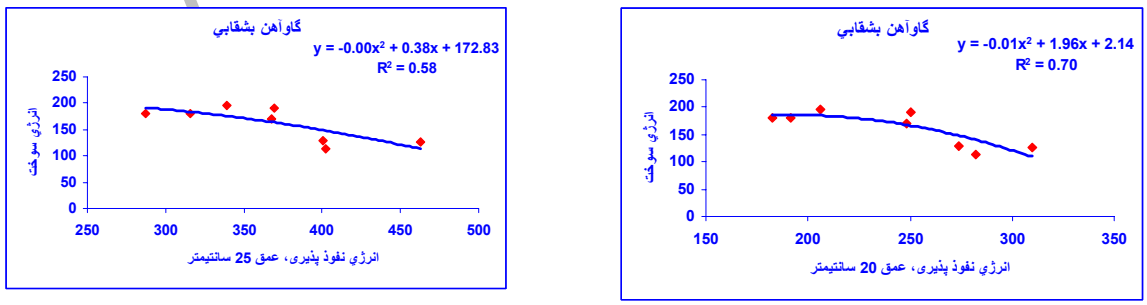
جدول ۸- مقايسه ميانگينهاي انرژي نفوذ پذيري خاک از نظر ماشينهاي مورد استفاده (دانکن)

ماشين	تيمار	عمق(cm) ۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
گاوآهن برگرداندار	C,D	۱۴,۸ a	۴۲,۰ b	۹۷,۲ b	۱۶۵ b	۲۵۹,۷ b	۳۹۵,۴ b	۵۵۱,۷ b	۷۲۳ b
گاوآهن بشقابي	E,F	۱۸,۹ a	۶۶,۶ a	۱۴۰,۹ a	۲۴۳,۲ a	۳۶۸,۳ a	۵۱۹ a	۶۸۳,۷ a	۸۴۵,۶ a
گاوآهن قلمي	A,B	۱۷,۳ a	۵۱,۹ b	۱۰۱,۷ b	۱۷۴,۸ b	۲۷۳,۹ b	۳۹۷,۷ b	۵۴۱,۲ b	۶۸۰,۲ b
کمترين تفاوت معني دار :		۴,۸۳	۱۱,۰۴	۱۶,۳۵	۲۵,۴۵	۳۷,۵۱	۵۵,۶۴	۷۱,۴۸	۹۱,۹۶
انحراف معيار متغير :		۱,۶۰	۳,۶۶	۵,۴۳	۸,۴۴	۱۲,۴۵	۱۸,۴۶	۲۳,۷۱	۳۰,۵۱
کولتيواتور	B,D,F	۱۷,۷ a	۵۳,۴ a	۱۱۰,۱ a	۱۸۹,۴ a	۲۹۷,۹ a	۴۳۹,۲ a	۵۹۸,۸ a	۷۶۱,۹ a
هرس بشقابي	A,C,E	۱۶,۳ a	۵۳,۶ a	۱۱۶,۴ a	۱۹۹,۲ a	۳۰۳,۲ a	۴۳۵,۶ a	۵۸۵,۶ a	۷۳۷,۴ a
کمترين تفاوت معني دار :		۳,۹۴	۹,۰۰	۱۳,۳۳	۲۰,۷۵	۳۰,۵۹	۴۵,۳۶	۵۸,۲۸	۷۴,۹۸
انحراف معيار متغير :		۱,۳۱	۲,۹۹	۴,۴۳	۶,۸۹	۱۰,۱۶	۱۵,۰۷	۱۹,۳۶	۲۴,۹۱

حروف غير مشابه نشانه اختلاف معني دار در سطح ۵% ميباشد



شكل ۵ – رابطه انرژي نفوذ پذيري با انرژي سوخت مصرفي تراكتور در كرتهاي گاوآهن قلمي



شكل ۶ – رابطه انرژي نفوذ پذيري با انرژي سوخت مصرفي تراكتور در كرتهاي گاوآهن بشقابي

$$Y = -0.001X^2 + 1.83X - 118.73$$
$$R^2 = 0.86$$

و در عمق ۲۵ سانتيمتر :

$$Y = 139.45Ln(x) - 671.47$$
$$R^2 = 0.88$$

به دست آمده است. در رابطه با گاوآهن بشقابي نتايج کاملا متفاوتي حاصل گرديد. با افزايش مقاومت خاک کاهش انرژي سوخت مشاهده مي گردد. شايد دليل آن اين باشد که به علت ساختار گاوآهن بشقابي و غلتش ديسکهاي آن قابليت نفوذ به عمق مورد نظر در خاکهاي مقاوم را نداشته و متناسب با تغييرات مقاومت خاک روند معکوسي از مصرف سوخت را نشان داده است. مدل هاي رياضي براي بيان همبستگي سوخت مصرفي با مقاومت خاک در کار با گاوآهن بشقابي براي عمق ۲۰ سانتيمتر:

$$Y = -0.01X^2 + 1.96X + 2.14$$
$$R^2 = 0.70$$

عمق ۲۵ سانتيمتر :

$$Y = -0.001X^2 + 0.38X + 172.83$$
$$R^2 = 0.58$$

به دست آمده است. براي گاوآهن برگرداندار ضريب تبيين (R^2) بسيار ضعيفي به دست آمد که از ارائه رابطه همبستگي آن صرفنظر گرديد. با توجه به نمودارها و مقايسه بين گاوآهن‌ها چنين استنباط مي گردد که گاوآهن قلمي از نظر تغيير فرم خاک قابليت بيشتري از خود نشان داده است.

نتيجه گيري

روش شخم A کمترين انرژي سوخت، بزرگترين نسبت انرژي محصول ذرت دانه‌اي و علوفه‌اي و توام با تيمارC نرم‌ترين خاک را در عمق هاي ۵ تا ۴۰ سانتيمتر بوجود آورده است.

روش شخم B از نظر کمترين مصرف انرژي سوخت، و بالاترين نسبت انرژي محصول در رديف دوم، ولي از نظر انرژي نفوذ پذيري خاک نتايج مطلوبي را ارائه ننموده است.

روش شخمC از نظر سوخت مصرفي و نسبت انرژي محصول در حد متوسط بوده ولي از نظر نرم کردن خاک يکي از بهترين تيمارها بوده است.

روش شخم D از نظر بالاترين مصرف سوخت در رديف دوم، و از نظر نسبت انرژي محصول کمترين ارقام را نشان داده و از لحاظ نرم کردن خاک نتيجه ضعيفي را ارائه نموده است.

روش‌هاي شخم E و F بالاترين ارقام سوخت مصرفي و انرژي نفوذپذيري خاک و کمترين نسبت انرژي محصول را حاصل نموده‌اند.

با توجه به نتايج فوق تيمار A متشکل از گاوآهن قلمي و هرس بشقابي بهترين روش شخم نسبت به ساير تيمارهاي مورد بررسي بوده است.

REFERENCES

1. ASAE Standards. 1999. ASAE S 3133. Soil Cone Penetrometer. St. Joseph, Mich. USA
2. Briddges, T.C. & E.M. Smith. 1979. A Method for Determining the Total Energy Input for Agricultural Practices. Transaction of the ASAE. p 781-784.
3. Cass, A., S. Gusli & D.A. MacLeod. 1994. Sustainability of Soil Structure in Rice Paddy Soya-bean Cropping Systems in South Sulawesi. Indonesia. Soil and Tillage Res. 31. p 339-352.
4. Cervinka, V. et al. 1974. Energy Requirement for Agriculture in California. California Department of Food and Agriculture. University of California. Davis.
5. Fox, W.R. & D.L. Deason. 1967. Tillage Energy Application. Transaction of the ASAE. 10(6).
6. Jenkins, B. M.. 1989. Physical Properties of Biomass. Biomass Handbook. Gordon Breach Science Publishers. New York.
7. Perfect, E. & N.B. McLaughlin. 1996. Soil Management Effects on Planting and Emmergence of No-till Corn. Transaction of the ASAE, vol. 39(5). p. 1611-1615.
8. Savoie, V. 1989. Forage Chopping Energy vs. Length of Cut. Transaction of the ASAE. vol. 32(2).
9. Srivastava. A.C. 2003. Energy Saving through reduced Tillage and Trash Mulching in Sugarance Production. Applied Engineering in Agriculture, vol. 19(1). p.13-18

10. Suda, S., F. Takahashi & M. Takeuchi. 1989. Chemical Properties of Biomass, Biomass Handbook. Gordon Breach Science Publishers. New York.
11. Wald, A., J. Clearance, W. Bockop & W.G. Lovely. 1971. Evaluation of Rotary Tillage Systems for Corn Production, Transaction of the ASAE. vol. 14(1). p. 195-200.