بررسی عمق بحرانی بررسی عمق بحرانی در زیر شکن

حمید رضا گازر[1]

چکیده

وجود سخت لایه مشکلی جدی برای تولید محصولات مختلف زراعی از قبیل ذرت ، چغندرقند و پنبه می باشد وبرای ازبین بردن آن معمولاً از ادواتی موسوم به زیرشکنها استفاده میشود. این ادوات عموماً برای شکستن لایه سخت تشکیل شده ناشی از عوامل طبیعی و نیز کاربرد ادوات شخم و خاک ورزی در یک عمق معین مورد استفاده قرار می گیرند. این ادوات به لحاظ شکل ظاهری، عمق کار و خصوصیات فیزیکی خاک دارای یک عمق بحرانی کارکرد می باشند که در پائینتر از آن از عملکرد بهینه زیر شکن کاسته شده و خاک بیشتر به جوانب تیغه فشرده می شود. لذا عمق کار تیغه و خصوصیات فیزیکی خاک از عوامل مهم در قرار گیری تیغه در وضعیت ذکر شده می باشند. طی مقایسه انجام شده بین عملکرد یک تیغه زیر شکن در دو عمق ۳۰ و۵۰ سانتیمتر نتیجه گیری شد که درعمق ۵۰ سانتیمتر احتمالاً تیغه در حالت بحرانی کار می کند. با توجه به نتایج ملاحظه شد که در مقابل افزایش قابل ملاحظه مقاومت کششی، سطح بهم خورده خاک تغییرات معنی داری نداشت. همچنین روند تغییرات شاخص مخروطی نیز دلیلی بر این مدعا بود.

کلمات کلیدی: *زیرشکن ، عمق بحرانی*

مقدمه

خاکهای زراعی غالباً بدلیل تردد بی رویه ماشین آلات و نیز انجام شخمهای یکنواخت دچار فشردگی وسخت لایه می باشند وشکستن این لایه سخت در اغلب موارد باعث افزایش محصول می گردد(منصوری راد، ۱۳۶۸). زیر شکن ها با شکستن لایه سخت بوجود آمده همچنین باعث می شوند مقدار نفوذپذیری خاک به آب زیاد شود وریشه ها تا اعماق بیشتری نفوذ کنند. همچنین از سیلابهای سطحی نیز جلوگیری شود*(Jasa et al. , 1991)*.

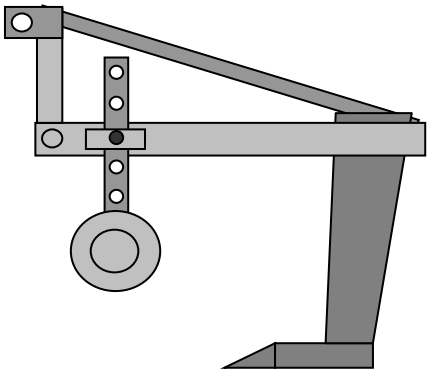
ریدر و همکاران در تحقیق خود پنج نوع زیر شکن را در اعماق ۲۸ سانتیمترو پائین تر به کار گرفتند. نتایج حاصله موید بهبود قابلیت نفوذ آب و هوا و افزایش عملکرد ذرت و لوبیای روغنی بود. آنها همچنین ادعا کردند که منافع ناشی از افزایش تولید هزینه های گزاف بکارگیری زیر شکنها را جبران خواهد کرد *(Reeder et al. ,1993)*. ادیو و محمدسلیم در تحقیق خود دریافتند که بکارگیری زیرشکن در خاکهای فشرده موجب افزایش عملکرد ذرت به میزان ۲۴ درصد شد و مقدار جرم مخصوص ظاهری بطور قابل توجهی کاهش یافت*(Adeoye and Mohamed –Saleem, 1990)*. باکس ولانگدال در تحقیق خود بدین نتیجه رسیدند که به وسیله زیرشکنی مقدار نفوذ پذیری خاک نسبت به آب و هوا بهبود پیدا می کند و بدلیل همین امر از فرسایش آبی تا حد قابل ملاحظه ای کاسته می شود*(Box and Langdale , 1984)*.

چامبر و همکاران اعلام کردند که فشردگی خاک روی بالا رفتن جرم مخصوص ظاهری خاک و کاهش میزان محصول در هکتار اثر معنی داری دارد و این پدیده به وسیله زیر شکنی بطور قابل توجهی بر طرف می گردد*(Chambers et al , 1990)*. در تحقیقات گذشته نتیجه گیری شد تیغه های باریک تا یک عمق معین قادر هستند که خاک را به طرف بالا و جلو حرکت دهند و در پائین تر از آن عمق حرکت خاک به طرف بالا و جوانب محدود می شود و خاک بیشتر به جوانب تیغه حرکت می کند. این عمق بنام عمق بحرانی نامیده می شود*(Kostritsyn, 1956 ; Zelenin, 1950)*. اسپور و فری در تحقیقی نتیجه گیری کردند که هر چه تیغه از عمق بحرانی پائین تر برود حرکت خاک به جوانب بیشتر و فشردگی خاک در ناحیه فوق زیادتر می شود. همچنین نتیجه گیری شد که قرار گیری تیغه در عمق فوق تابعی از رطوبت و خصوصیات فیزیکی خاک، عرض تیغه و شکل هندسی وسیله خاک ورز می باشد*(Spoor and Fry, 1983)*.

مواد و روش تحقیق

در طی یک تحقیق در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه ای بنام باجگاه و در شمال شرقی شیراز وضعیت کارکرد یک زیر شکن تک شاخه $\mathcal{L}$ (شکل ۱) در دو عمق ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر و خاک لومی رسی با رطوبت ۱۳/۵درصد بر پایه ماده خشک مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از آزمون $\mathcal{T}$ پارامترهای مقاومت کششی، سطح مقطع خاک بهم خورده و مقاومت ویژه ارزیابی شد. همچنین با استفاده از طرح بلوکهای

کامل تصادفی وآزمون دانکن بین زیر شکنی در اعماق ۳۰ و۵۰ سانتیمتر و زمین زیر شکن نشده شاخص مخروطی در عمقهای ۱۰-۰ ، ۲۰-۱۰ ، ۳۰-۲۰ ، ۴۰-۳۰ ، و ۵۰-۴۰ سانتیمتر مورد ارزیابی قرار گرفت (بصیری،۱۳۷۳ ; زالی و شبستری، ۱۳۶۹).



شکل ۱- شماتیک زیر شکن مورد استفاده در تحقیق

برای اندازه گیری مقاومت کششی از دینامومتر ثبات فنری استفاده گردید که این دستگاه بین دو تراکتور محرک و حامل وسیله قرار گرفته و در دو مرحله، ابتدا در حالتی که وسیله در داخل خاک قرار داشت در طی یک مسافت ۲۰ متری مقاومت کششی اندازه گیری شد، پس از آن در حالتی که وسیله از خاک بیرون آورده شده بود مقاومت غلتشی نیز مجدداً اندازه گیری شد. سپس از تفاضل دو مقدار یاد شده مقدار مقاومت کششی خالص بر حسب کیلوگرم بدست آمد و به کیلو نیوتن تبدیل گردید *(anonymous , 1983)*. برای اندازه گیری سطح مقطع خاک بهم خورده ، ابتدا به وسیله بیل مکانیکی در جهت عمود بر مسیر حرکت زیر شکن اقدام به تهیه یک پروفیل عرضی شد. سپس با استفاده از یک متر و یک چوب تراز در فواصل *cm* ۱۰ اقدام به اندازه گیری عمق خاک بهم خورده شد که نهایتاً از مجموع مساحت ذوزنقه های ترسیمی، مساحت کل سطح مقطع بر حسب متر مربع بدست آمد. از تقسیم مقدار مقاومت کششی بر سطح مقطع خاک بهم خورده بدست آمده مربوط به هر تیمار، مقدار مقاومت ویژه بر حسب کیلو نیوتن بر متر مربع بدست آمد. برای اندازه گیری تغییرات شاخص مخروطی خاک از وسیله ای بنام فرو سنج مخروطی[1] استفاده گردید. این دستگاه مقدار مقاومت خاک در برابر نفوذ جسم مخروطی را بر حسب کیلوگرم اندازه گیری می کند که با توجه به لزوم استاندارد *ASEA*، مقدار بدست آمده به کیلو پاسکال تبدیل گردید. بوسیله دستگاه مذکور، مقاومت خاک در فاصله ۱۵ سانتیمتری از خط برش دستگاه و از سطح تا عمق *cm* ۵۰ در فواصل ۱۰ سانتیمتری اندازه گیری شد *(Anonymous, 1995)*.

نتایج و بحث

با توجه به مقادیر بدست آمده (جدول ۱) و نیز تجزیه وتحلیل انجام شده در مورد سه پارامتر مقاومت کششی ، سطح خاک بهم خورده و مقاومت ویژه (جدول ۲) مشاهده گردید با تغییر عمق کار تیغه زیر شکن از ۳۰ به ۵۰ سانتیمتر مقاومت کششی بطور معنی داری افزایش می یابد. این پدیده بدین صورت قابل توجیه می باشد که

[1]. Cone penetrometer

با اضافه شدن عمق کار نیروی عکس العمل خاک بر روی تیغه زیرشکن بیشتر شده وبه همین دلیل مقاومت کششی با افزایش عمق زیر شکنی زیاد می شود (شکل ۲).

جدول ۱- میانگین های مقادیر بدست آمده پارامترهای مقاومت کششی، سطح مقطع خاک بهم خورده و مقاومت ویژه برای زیر شکنی در دو عمق ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر

پارامتر / تیمار	مقاومت کششی (kN)	سطح مقطع خاک بهم خورده (m^2)	مقاومت ویژه (m^2/kN)
زیر شکنی در عمق ۳۰ سانتیمتر	۱۰/۶۶	۰/۱۴۱	۷۷
زیر شکنی در عمق ۵۰ سانتیمتر	۱۴/۸۶	۰/۱۵۱	۹۸/۸۰

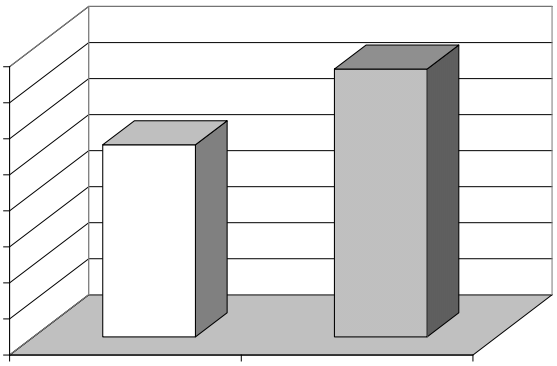
جدول ۲- آزمون T برای پارامترهای مورد مقایسه

پارامتر	T
مقاومت کششی	۱۰/۴۵۸**
سطح مقطع خاک بهم خورده	۱/۲۸۹ n.s.
مقاومت ویژه	۲/۸۹۵*

** وجود اختلاف معنی دار در سطح ۱٪

* وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪

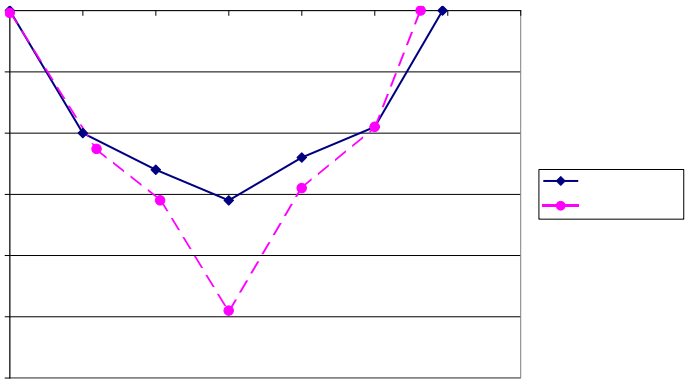
n.s. عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪



شکل ۲- مقایسه مقاومت کششی زیر شکنی در دو عمق مختلف

با توجه به افزایش قابل توجه مقاومت کششی ملاحظه گردید که سطح خاک بهم خورده با افزایش عمق کار تیغه اصلی تغییر معنی داری ندارد وبا توجه به پروفیل های عرضی بدست آمده در این رابطه (شکل ۳) می توان

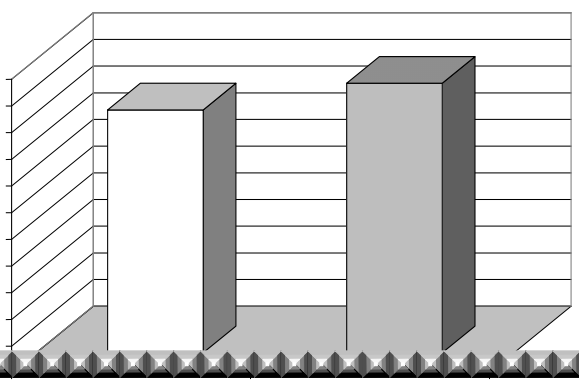
بیان کرد زمانیکه تیغه در عمق ۵۰ سانتیمتری قرار دارد ، احتمالاً در حالت عمق بحرانی کار می کند. علاوه بـر آن در شکل ۴ نیز تصویری از پروفیل سطح خاک بهم خورده در عمق ۵۰ سانتی متر ملاحظه می شود.



شکل ۳- پروفیل سطح مقطع خاک بهم خورده برای زیرشکنی در دو عمق ۳۰ و۵۰ سانتیمتر

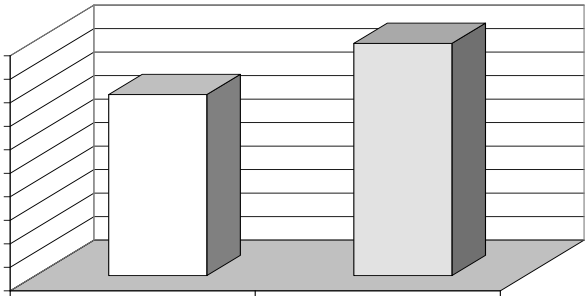
شکل ۴- پروفیل سطح مقطع خاک بهم خورده برای زیرشکنی در عمق ۵۰ سانتیمتر

در این حالت، حرکت خاک از عمق ۳۰ سانتیمتر به پائین به جوانب تیغه بیشتر مـی باشـد و بـدلیل بـار مقـاومتی زیادی که روی تیغه قرار دارد، خاک تمایل حرکت به جوانب تیغه ها را خواهد داشت و مسلماً هرچـه از ایـن عمـق بحرانی پائین تر برویم حرکت خاک به طرف جوانب بیشتر می شـود. بـا توجـه بـه داده هـای انـدازه گیـری شـده ملاحظه شد که مساحت مقطع خاک بهم خورده از ۰/۱۴۱ متر مربع برای عمق ۳۰ سانتیمتر بـه ۰/۱۵۱ مترمربـع برای عمق ۵۰ سانتیمتر تغییر می کند. این مسئله نشان می دهد که بـا تغییـر عمـق کـار زیرشـکن از ۳۰ بـه ۵۰ سانتیمتر سطح مقطع خاک بهم خورده تغییر قابل توجهی نداشته است (شکل ۵).



شکل ۵- مقایسه سطح مقطع خاک بهم خورده ناشی از زیر شکنی در دو عمق مختلف

همچنین نتایج بدست آمده در جدول ۲ نشان داد که افزایش عمق کار به احتمال ۹۵ درصد بر روی پارامتر مقاومت ویژه اثر معنی داری دارد که روند تغییر آن در شکل ۶ ملاحظه میشود.



شکل ۶- مقایسه مقاومت ویژه ناشی از زیر شکنی در دو عمق مختلف

جدول ۳- تجزیه واریانس شاخص مخروطی خاک در اعماق مختلف

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (*MS*) در اعماق مختلف				
		۴۰-۵۰ *cm*	۳۰-۴۰ *cm*	۲۰-۳۰ *cm*	۱۰-۲۰ *cm*	۰-۱۰ *cm*
تکرار	۲	۶۵۴۲/۲۳	۵۴۳۱/۵۳	۷۵۱۲/۷۷	۵۳۲۲/۵۱	۵۴۳۳/۵۶
تیمار	۲	۷۶۳/۸۶ *n.s.*	/۷۰۶* ۳۸۹۳	۲۳۱۰/۸۷ *	۲۴۵۹/۱۸*	۵۷۹۷/۴۵*
خطای آزمایش	۴	۵۷۱/۲۳	۲۱۳/۶۸	۳۵۸/۱۸	۷۵۳/۶۲	۴۵۲/۷۹
ضریب تغییرات(٪)	-	۱۴/۱۹	۱۹/۲۸	۱۷/۱۶	۱۸/۹۵	۱۵/۲۷

* وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪

n.s. عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵٪

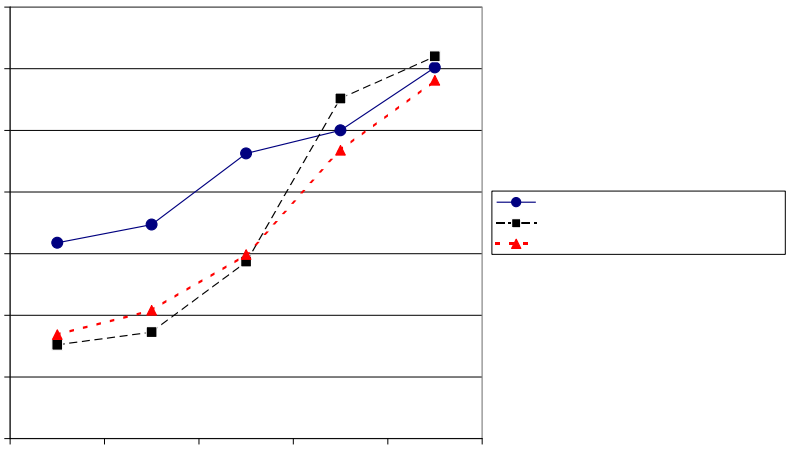
نتایج بدست آمده در رابطه با تغییرات شاخص مخروطی بیانگر این بود که تیمارها بغیر از عمق ۵۰-۴۰ سانتیمتر دارای اختلاف معنی داری با یکدیگر می باشند(جدول ۳). مقایسه میانگین ها نشان داد که در محدوده عمقی اندازه گیری شده تیمارها دارای اختلاف معنی داری نمی باشند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین های شاخص مخروطی خاک در اعماق مختلف

تیمارهای آزمایش	شاخص مخروطی (kPa)				
	۴۰-۵۰ cm	۳۰-۴۰ cm	۲۰-۳۰ cm	۱۰-۲۰ cm	۰-۱۰ cm
قبل از زیر شکنی	۱۲۰۴^{a}	۱۰۰۰^{ab}	۹۲۵^{a}	۶۹۴^{a}	۶۳۵^{a}
زیر شکنی در عمق ۳۰ سانتیمتر	۱۲۴۰^{a}	۱۱۰۳^{a}	۵۷۴^{b}	۳۴۵^{b}	۳۰۴^{b}
زیر شکنی در عمق ۵۰ سانتیمتر	۱۱۶۲^{a}	۹۳۵^{b}	۵۹۷^{b}	۴۱۶^{b}	۳۳۷^{b}

اعداد دارای یک حرف مشترک در هر ستون تفاوت معنی داری در سطح احتمال ۱٪ براساس آزمون دانکن ندارند

از داده های بدست آمده، ملاحظه می شود که روند تغییرات این شاخص برای سه حالت قبل از زیر شکنی ، زیر شکنی در اعماق ۳۰ و۵۰ سانتیمتر مشابه با یکدیگر بوده و با افزایش عمق این روند تغییرات صعودی می باشد. در حالتی که تیغه در عمق ۳۰ سانتیمتر کار می کند بدلیل فشردگی خاک در منطقه پائین زیر شکن مقدار شاخص مخروطی تغییر قابل توجهی کرده و در اعماق ۳۰ تا ۵۰ سانتیمتر نسبت به حالت قبل از زیر شکنی نیز بیشتر شده است که با زیرشکنی در عمق ۵۰ سانتیمتر تا حدودی غیر معنی دار، از فشردگی آن نسبت به قبل از زیر شکنی کاسته میشود.همچنین روند تغییرات شاخص مخروطی در حالتی که عملیات زیر شکنی انجام نشده است نشان می دهد که تغییرات افزایشی این شاخص بصورت تدریجی بوده است در حالیکه با انجام زیر شکنی در اعماق ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر روند تغییرات شاخص مخروطی شدید بوده که بیانگر عدم تاثیر مناسب زیرشکنی خاک در محدوده ذکر شده می باشد(شکل ۷).



شکل ۷- مقایسه شاخص مخروطی برای سه حالت قبل از زیر شکنی و زیر شکنی در اعماق ۳۰ و ۵۰ سانتیمتر

نتیجه گیری و پیشنهادات

از تحقیق انجام شده نتیجه گیری می شود که برای زمینهای دارای بافت لومی رسی که رطوبت آنها ۱۳/۵ درصد بر پایه خشک باشد، احتمالاً عمق بحرانی کار کرد یک زیر شکن تک شاخه ، ۵۰ سانتیمتر می باشد. برای خارج شدن تیغه از عمق مذکور پیشنهاد می شود که از زیرشکن دو یا سه تیغه با رعایت فاصله بهینه تیغه ها استفاده شود و یا از تمهیداتی نظیر افزودن تیغه های سطحی در جلو زیر شکن و یا بالدار کردن تیغه اصلی زیر شکن استفاده شود.

منابع

۱. بصیری ، ع.(۱۳۷۳). طرحهای آماری در علوم کشاورزی . انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز.

۲. زالی، ع. و م. شبستری(۱۳۷۹). مقدمه ای بر آمار و احتمالات. دانشگاه تهران، تهران.

۳. منصوری راد، د.(۱۳۶۸). تراکتورها و ماشینهای کشاورزی، جلد اول. انتشارات بوعلی سینا. همدان

4. *Anonymous, (1983). Test codes and procedures for farm machinery. RNAM technical publications. Pasay city, Philippines*

5. *Anonymous, (1995). Soil cone penetrometer. ASAE standard, S313.2. Agricultural Engineering Year Book : 683*

6. *Adeoye , K.B. and M.A. Mohamed Saleem (1990). Comparison of effects of some tillage methods on soil physical properties and yiel of maize in a degraded ferruginous tropical soil. Soil and Till. Res. 18:36-72*

7. *Box , J.E. and G. W. Langdale, (1984). The effects of in row subsoil tillage and soil water on corn yields in the southeastern costal plain of the United States. Soil and Till. Res. 4: 67-78*

8. *Chambers , R. ; S. Nathojina and E. Mckyes, (1990). Crop rotation and subsoiling on compacted clay soils. ASAE paper No. 90-1102, ASAE, St. Joseph, MI 49085, U.S.A*

9. *Jasa, P.J. and E.C. Dickey(1991). Subsoiling contouring and tillage effects on erosion and run off. Applied Engineering in Agriculture. 7(1) : 81-85*

10. *Spoor , G. and R. K. Fry , (1983). Soil disturbance generated by deep working low rake angle narrow tines. J. Agric. Engng. Res. 28: 217-234*

11. *Reeder , R.C. ; R.K. Wood and C.L. Fink (1993). Five subsoiler designs and their effects on soil properties and crop yields. Trans. of ASAE. 35(6): 1761-1770*

12. *Kostritsyn, A.K. ,(1956). Cutting of a cohesive medium soil with knives and cones. N.I.A.E. Translation, Silsoe, Bed ford , England.*

13. *Zelenin, A.N. , (1950). Basic physics of the theory of soil cutting. N.I.A.E. Translation, Silsoe, Bed ford , England*

Assessment of critical depth in subsoiler

Hamid Reza Gazor[1]

Abstract

Hard pan is a serious problem to producing some agricultural crops such as corn, sugar beet and cotton. To removing this problem, usually subsoilers are applied. Subsoilers generally used for breaking hard pan or plow pan in the field and at the certain depth. Physical properties of soil and geometrical parameters of tine are important factors to determine critical depth and soil was compacted in sides of tine under this depth. Working depth and physical properties of soil have very important effects to determination of critical depth using subsoilers. Comparison with using one tine subsoiler in two depth 30 and 50 cm, was shown if working depth of tine is 50 cm, the implement will work in the critical depth. Therefor traction resistance have been increased significantly but soil disturbance area didn't have significant changes. Besides, variation of cone index (CI) measurement, was evidence for this claim.

***Key words**: Subsoiler, Critical depth*

[1]. Department of mechanic of agricultural machinery and mechanization , agricultural engineering research institute (AERI), Karaj , Iran P. Box: 31585-845 e-mail: hgazor@yahoo.com