یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران

مطالعه‌ی سطح بهم خوردگی و بالاآمدگی خاک توسط یک تیغه‌ی باریک خاک‌ورز

هادی عظیمی نژادیان[۱]، سید حسین کارپرورفرد[۲*]، زینب عظیمی زاده[۳]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. (hadiazimi883287@yahoo.com)

[۲]دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز. (karparvr@shirazu.ac.ir)

[۳]دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز.

چکیده

در این پژوهش سطح بالاآمدگی و بهم خوردگی خاک هنگام استفاده از یک تیغه‌ی باریک خاک‌ورز با زاویه تمایل (زاویه بین سطح تیغه و خط عمود بر مسیر حرکت تیغه) ۱۰ درجه با تیغه ساخت شرکت بلوتای اسپانیا مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. عوامل آزمایشی، تیغه (تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه، تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال و تیغه شاهد)، عمق شخم در سه سطح ۲۰،۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر و سرعت پیشروی در دو سطح ۳ و ۶ کیلومتر برساعت بودند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطح مقطع بهم خوردگی خاک با افزودن بال به تیغه نسبت به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی نسبت به تیغه شاهد هر دو تیغه دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بیش‌ترین سطح مقطع بهم خوردگی خاک مربوط به تیغه شاهد بود. سطح مقطع بالا آمده خاک در دو تیغه شاهد و تیغه ۱۰ درجه با بال تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی با تیغه ۱۰ درجه دارای اختلاف معنی‌داری بودند. کم‌ترین سطح مقطع بالا آمده خاک مربوط به تیغه ۱۰ درجه در سرعت سه کیلومتر بر ساعت و بیش‌ترین آن مربوط به تیغه با زاویه ۱۰ درجه با بال در سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت بود.

کلمات کلیدی: تیغه، سطح بالاآمدگی خاک، سطح بهم خوردگی خاک.

Study the soil surface disturbance and upheaving of a narrow blade tillage

Hadi Azimi Nejadian[1], Seyed Hossein Karparvarfard[* 2], Zeynab Azimi Zadeh[3]

[1]PhD student of Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. (hadiazimi883287@yahoo.com).

[2]Associate Professor of Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran. (karparvr@shirazu.ac.ir).

[3]MSc graduate of Biosystems Engineering Department, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

ABSTRACT

In this study the soil surface disturbance and upheaving of a narrow blade tillage with a bend angle of 10 degrees (the angle between the blade and the line perpendicular to the blade's path) was comprised of the blade which was made by Spanish Bellota company. (Three blades (one with a bend angle of 10 degrees, another one equipped with a bend angle of 10 degrees and a wing, and finally a blade control), depth in three levels, 20, 15 and 25 cm and two levels of forward speeds 3 and 6 km/hr were the experimental factors.) Analysis of variance showed that there was not a significant difference between the amount of soil surface disturbance of the blade equipped with an angle and a wing and the blade with the bend angle. However, both had significant differences from the control blade. The most soil surface disturbance was made by the control blade. The soil upheaving surface of the control blade and the one with a bend angle of 10 degrees had no significant differences, but it was significantly different from the blade equipped with a bend angle of 10 degrees and a wing. The lowest soil upheaving surface was made by the blade with a bend angle of 10 degrees at a speed of 3 km / hr, and the highest was made by the blade equipped with a bend angle of 10 degrees and a wing at a speed of 6 km / hr.

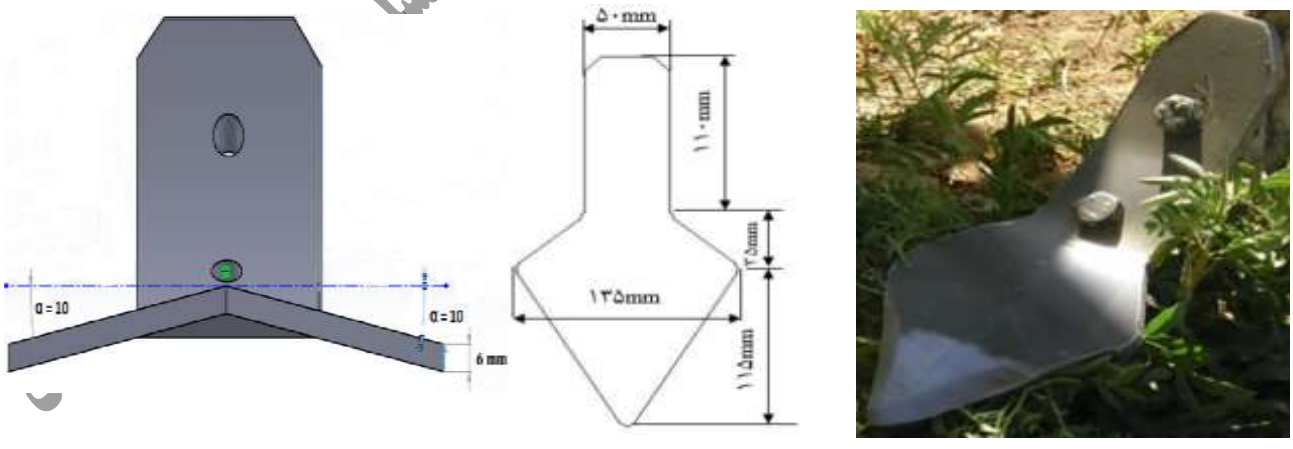
Keywords: Blade, Soil surface upheaving, Soil surface disturbance.

۱- مقدمه

امروزه استفاده از خاکورز مرکب در عملیات تهیه بستر بذر به دلیل نیاز به سرمایه‌گذاری کم، انجام چندین عمل در یک نوبت، کاهش فشردگی و کاهش استهلاک تراکتور و مصرف سوخت آن مورد توجه قرار گرفته است. استفاده از این ابزار به عنوان ابزار خاکورز حفاظتی موجب کاهش فرسایش خاک، افزایش نرخ نفوذ آب در خاک و کاهش تبخیر آب شده که نتیجه آن افزایش عملکرد محصول می‌باشد (Busari et al., 2015 and Shao et al., 2016). مقدار انرژی مصرفی هنگام تهیه بستر بذر بستگی زیادی به وسیله خاکورز دارد (Mouazen et al., 1999; Jafari et al., 2008). مقدار نیروی وارد بر خاکورز از طرف خاک می‌تواند تحت تاثیر فاکتورهای مختلف از جمله هندسه ابزار خاکورز و شرایط عملیات قرار گیرد (Abbaspour-Fard et al., 2014). تیغه مهم‌ترین قسمت ابزار خاک‌ورزی است، که با خاک درگیر شده، کار برش و نرم سازی خاک را انجام می‌دهد. تحقیقات مختلفی به منظور بهینه‌سازی این قسمت از ابزار انجام شده است. در این راستا در تحقیقی اثر عمق کار و زاویه حمله خاک‌ورز زیرشکن تیغه مورب بر مقاومت کششی و سطح مقطع خاک بهم خورده بررسی شد، عمق کار به عنوان فاکتور اصلی در سه سطح ۲۵۰، ۳۵۰، ۴۵۰ میلی‌متر و زاویه حمله به عنوان فاکتور فرعی در چهار سطح ۷/۵، ۱۵، ۲۲/۵، ۳۰ درجه در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین حاکی از افزایش مقاومت کششی با افزایش عمق و زاویه حمله بود و با افزایش عمق کار، سطح مقطع بهم خورده خاک افزایش یافت، اما زاویه حمله تأثیری بر سطح برهم خورده خاک نداشت (Eshaghbagi et al., 2004). در تحقیقی دیگر با استفاده از یک واحد خاکورز قلمی با قابلیت تغییر زاویه حمله، بهینه سازی عملکرد تیغه قلمی بررسی شد. عوامل موثر عبارت بودند از رطوبت خاک با سطوح ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۹ حد پلاستیک، زوایای حمله ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درجه و سرعت پیشروی ۳، ۵ و ۷ کیلومتر بر ساعت. نیروی مقاومت کششی، سطح مقطع بهم خوردگی خاک، سطح مقطع بالا آمده، مقاومت ویژه خاکورز قلمی و شاخص مخروطی خاک مزرعه صفات اندازه‌گیری شده بودند. از طرح آماری کرت خرد شده نواری در قالب آزمایش فاکتوریل استفاده شد. برای بهینه سازی عملکرد خاکورز قلمی سه معادله رگرسیون خطی چند متغیره به ازای رطوبت خاک مزرعه، زاویه حمله تیغه و سرعت پیشروی به عنوان پارامترهای وابسته بر حسب شش پارامتر مستقل اندازه‌گیری شده تعیین گردید. از تحلیل رگرسیونی، بهترین رطوبت برای خاکورز قلمی ۰/۷۱ حد پلاستیکی، بهترین زاویه حمله ۳۴ درجه و بهترین سرعت پیشروی ۵ کیلومتر بر ساعت حاصل شد (Dehghani and Karparvarfard, 2016). در این پژوهش سطح بالاآمدگی و بهم خوردگی خاک هنگام استفاده از یک تیغه‌ی باریک خاک‌ورز با زاویه تمایل (زاویه بین سطح تیغه و خط عمود بر مسیر حرکت تیغه) ۱۰ درجه با تیغه شرکت بلوتای اسپانیا مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت.

۲- مواد و روش‌ها

تیغه خاکورز از یک ورق فولاد ساختمانی (ck 45) به ضخامت ۶ میلی‌متر ساخته شد. ابعاد تیغه، مطابق با ابعاد تیغه شاهد در نظر گرفته شد (شکل۱). با این تفاوت که تیغه‌ی جدید دارای زاویه تمایل (α) معادل ۱۰ درجه بود (شکل۱).



(الف) (a) (ب) (b) (ج) (c)

Figure 1. (a): the made tillage blade. (b): Blade dimensions. (c): display the blade bend angle.

شکل۱- الف: تیغه خاکورز ساخته شده. ب: ابعاد تیغه. ج: نمایش زاویه تمایل تیغه (α).

آزمایش‌ها در قطعه شماره ۲۳ دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز انجام شد. جهت اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر، مزرعه آزمایشی بر اساس آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، به سه بلوک و هر بلوک به بیست کرت تقسیم گردید. هر بلوک، به ۲۰ کرت با عرض ۳ و طول ۳۰ متر برای عبور تراکتور با ابزار تقسیم شد. در هربلوک، ۲ کرت برای اندازه‌گیری مقاومت غلتشی تراکتور اختصاص داده شد. جهت دور زدن و مانور دو تراکتور، فاصله ۱۰ متر بین بلوک‌ها قرار داده شد. نحوه اجرای تیمارها در کرت‌ها به صورت تصادفی‌و با استفاده از جدول اعداد تصادفی بود. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت خاک، نمونه‌برداری از خاک در عمق ۰- ۲۵ سانتیمتر انجام گردید. نمونه‌ها از چند نقطه هر کرت به طور تصادفی برداشته و در قوطی‌های نمونه‌برداری قرار داده شدند. نمونه‌ها توسط ترازوی دیجیتالی توزین شده و وزن آن‌ها یادداشت شد. سپس قوطی‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون گذاشته شد. پس از این مدت که نمونه‌ها کاملا خشک شده، دوباره توزین شده و پس از کسر وزن قوطی خالی از مقادیر برداشت شده، درصد رطوبت خاک با استفاده از رابطه (۱) بر اساس وزن خشک محاسبه شد.

$$\mathrm{MC}\% = \frac{W_w - W_d}{W_d} \times 100 \quad (۱)$$

در این معادله MC رطوبت خاک بر مبنای وزن خشک(درصد)، W_w وزن نمونه خاک مرطوب (gr) و W_d وزن نمونه خاک خشک شده (gr) است. با انجام محاسبات لازم درصد رطوبت خاک ۶/۸۵ درصد بر اساس وزن خشک بدست آمد. برای انجام ازمایش‌ها یک دستگاه خاکورز مرکب ۵ شاخه طرح کنوخه شرکت ماشین ابزار فارس کاوه نوع سوار شونده استفاده شد. در این پژوهش ۲ شاخه عقب، غلتک و دیسکهای عقب آن باز شدند و بصورت خاکورز ۳ شاخه استفاده شد. دو عدد چرخ تثبیت عمق دارای بازوهای عمودی قابل تنظیم، در طرفین شاسی قرار داده شد و در هر مورد برای دستیابی به عمق شخم مورد نظر، محل تثبیت بازوها به شاسی به طور عمودی تغییر داده می‌شد. عملیات خاکورزی در سه سطح عمق شخم ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر و دو سطح سرعت پیشروی ۳ و ۶ کیلومتر بر ساعت در سه تکرار انجام شد.

اندازه‌گیری سطح مقطع بهم‌خوردگی و بالاآمدگی خاک

عرض مقطع بهم خورده خاک معیاری جهت تعیین فاصله بهینه بین دو تیغه متوالی روی یک شاسی است و می‌توان با استفاده از این معیار از هم پوشانی زیاد دو تیغه مجاور جلوگیری کرد (Salar et al…2013). برای تعیین مساحت مقطع گسیختگی خاک در هر تیمار، پس از عبور خاکورز، یک برش عرضی به عمق بهم خورده توسط خاکورزی در خاک ایجاد شد. پس از تخلیه خاک نرم شده، با یک نوار رنگی، اطراف سطح گسیختگی خاک مشخص شد و از فاصله ۲ متری، از آن عکس گرفته شد سپس با استفاده از پردازش تصویر در نرم‌افزار متلب[۱] مساحت سطح بالا آمدگی و بهم خوردگی خاک تعیین شد.

۳- نتایج و بحث

سطح مقطع بهم خوردگی خاک

نتایج تجزیه واریانس مربوط به سطح مقطع بهم خوردگی خاک در جدول (۱) آمده است. اثر نوع تیغه و عمق شخم بر سطح مقطع بهم خوردگی خاک در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است. همچنین با توجه به این جدول اثر متقابل دو عامل تیغه و عمق شخم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس سطح بهم خوردگی خاک.

Table 1. variance analysis table of the Soil surface disturbance.

variables	DOF	Sum of squares	Mean of squares	F
Block	2	570988.273	285494.137	6.34**
Blade (b)	2	513107.717	256553.859	5.7**
Deep (d)	2	1207529.383	603764.692	13.41**
Speed (s)	1	56648.507	56648.507	1.26 ns
b×d	4	520145.939	130036.485	2.89*
b×s	2	233473.446	116736.723	2.59 ns
d×s	2	230064.58	115032.29	2.55 ns
b×d×s	4	393956.996	98489.249	2.19 ns
Error	34	1531285.916	45037.821	

*,** indicate a significant effect at levels of probability of 5% and 1%, respectively. CV= 13.756

ns represents no significant difference.

[۱] MATLAB

مقایسه میانگین سطح مقطع بهم خوردگی خاک در سطوح مختلف عوامل آزمایش در جدول (۲) قابل مشاهده است. مقادیر میانگین سطح مقطع بهم خوردگی خاک، دو تیغه (۱۰ درجه و ۱۰ درجه با بال) دارای اختلاف معنی‌داری با تیغه شاهد بود. مقدار سطح بهم خوردگی خاک در تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال، نسبت به تیغه بازاویه تمایل ۱۰ درجه اندکی افزایش داشت بطوریکه با هم اختلاف معنی‌داری نداشتند. و در واقع می‌توان گفت افزودن بال به تیغه ۱۰ درجه تفاوتی در سطح بهم خوردگی خاک ایجاد نکرد. در تحقیقی مشابه محققین دریافتند که اتصال بال به تیغه باعث افزایش سطح بهم خورده خاک می‌شود. بیشترین سطح مقطع بهم خوردگی خاک مربوط به تیغه شاهد بود. بطوریکه مقدار میانگین سطح مقطع بهم خوردگی خاک مربوط به تیغه شاهد، نسبت به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال و تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه به ترتیب ۱۰ و ۱۶ درصد افزایش یافت. پهنا (عرض کار) تیغه شاهد ۱۳۵ میلی‌متر بود که با زاویه دادن به تیغه به ۱۳۲/۹ میلی‌متر کاهش یافت. با زاویه دادن به تیغه، پهنای تیغه کمتر شده و در نتیجه سطح گسیختگی خاک کمتر می‌شود (Godwin and Spoor, 1977). همچنین محققین گزارش کردند که با افزایش پهنا و عمق کار تیغه‌های باریک سطح خاک گسیخته شده افزایش می‌یابد. مقادیر میانگین سطح مقطع بهم خوردگی خاک با افزایش عمق شخم از ۱۵ به ۲۰ سانتیمتر افزایش معنی‌داری یافت. ولی با افزایش عمق شخم از ۲۰ به ۲۵ سانتیمتر تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین سطح مقطع بهم خوردگی خاک در عمق ۱۵ سانتیمتر است (McKyes and Maswaure, 1977). اثر عمق کار و زاویه حمله خاکورز زیرشکن تیغه مورب بر مقاومت کششی و سطح مقطع خاک بهم خورده توسط محققین بررسی شد و نتایج نشان داد که با افزایش عمق کار، سطح مقطع بهم خورده خاک افزایش یافت (Eshaghbagi et al., 2004; Manuwa, 2009).

جدول ۲- مقایسه میانگین سطح بهم خوردگی خاک خاک‌ورز در سطوح مختلف عوامل آزمایشی.

Table 2. Comparison of the mean of the Soil surface disturbance at different levels of test factors.

	Soil surface disturbance (cm^2)
Blade type	
Blade with bend angle of 10 degrees	1437.27 [b]
Blade with wings and bend angle of 10 degrees	1518.45 [b]
Control blade	1672.32 [a]
Tillage deep (cm)	
15	1331.78 [b]
20	1661.59 [a]
25	1634.68 [a]

* The average of each experimental factors with the same Latin letters does not differ significantly according to LSD test at a probability level of 5%.

اثر متقابل تیغه و عمق شخم در سطح احتمال ۵ درصد بر سطح مقطع بهم خوردگی خاک معنی‌دار بود. در شکل (۲) مقایسه میانگین‌های مقادیر سطح مقطع بهم خوردگی خاک با توجه به نوع تیغه و عمق شخم قابل مشاهده است. با افزایش عمق در سه تیغه تقریبا سطح بهم خوردگی خاک افزایش می‌یابد. بطوریکه در دو تیغه شاهد و تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه، با افزایش عمق شخم از ۱۵ به ۲۰ سانتیمتر سطح بهم خوردگی خاک افزایش معنی‌داری یافت. ولی با افزایش عمق شخم از ۲۰ به ۲۵ سانتیمتر تفاوت معنی‌داری نداشت. در تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال، با افزایش عمق شخم مقدار سطح بهم خوردگی خاک تفاوت معنی‌داری نداشت. و اینکه مقدارسطح بهم خوردگی خاک در سه عمق شخم در این تیغه با تیغه شاهد در دو عمق ۱۵ و ۲۵ سانتیمتر و تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه در دو عمق ۲۰ و ۲۵ سانتیمتر اختلاف معنی‌داری نداشت. و این نشان می‌دهد که با افزودن بال به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه تفاوتی در مقدار سطح بهم خوردگی خاک بوجود نیآمده یا در واقع بال‌ها اثری بر سطح مقطع بهم خوردگی خاک ندارند. همچنین بیشترین سطح مقطع بهم خوردگی خاک مربوط به تیغه شاهد و در عمق ۲۰ سانتیمتر است و کمترین آن مربوط به تیغه ۱۰ درجه و در عمق ۱۵ سانتیمتر است.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم (ماشین‌های کشاورزی) و مکانیزاسیون ایران

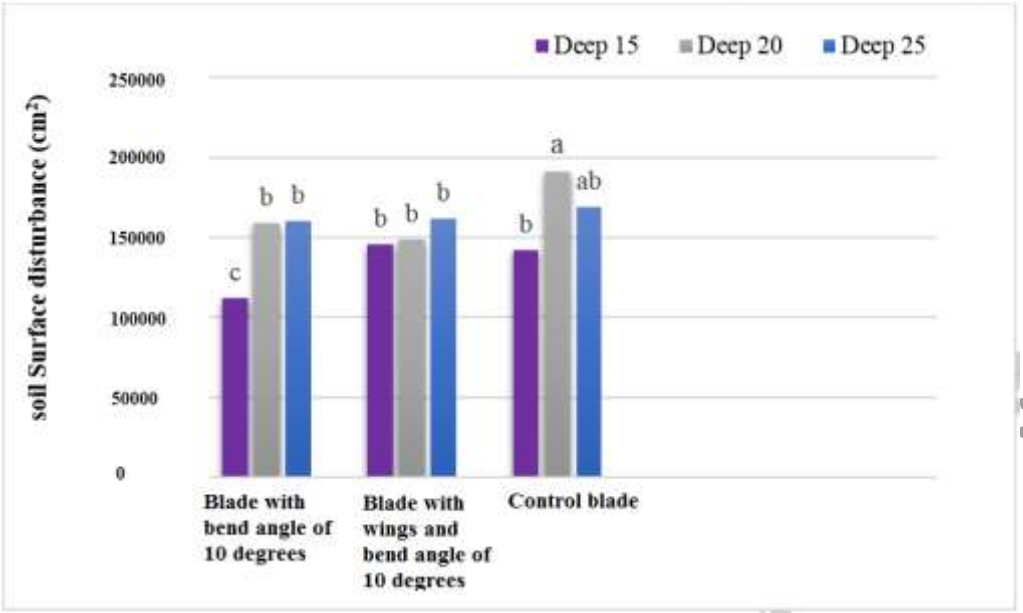


Figure 2. Cross effect of blade and tillage depth on soil surface disturbance cross section.

شکل۲- اثر متقابل تیغه و عمق شخم بر سطح مقطع بهم خوردگی خاک.

سطح مقطع خاک بالا آمده

نتایج تجزیه واریانس مربوط به سطح مقطع خاک بالا آمده در جدول (۳) آمده است. مطابق با این نتایج، اثر نوع تیغه بر سطح مقطع خاک بالا آمده در سطح احتمال ۱ درصد و سرعت پیشروی بر سطح مقطع خاک بالا آمده در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شده است. همچنین با توجه به این جدول اثر متقابل دو عامل تیغه و سرعت پیشروی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است.

جدول ۳- جدول تجزیه واریانس سطح بالا آمدگی خاک.

Table 3. variance analysis table of the soil upheaving.

variables	DOF	Sum of squares	Mean of squares	F
Block	2	64157.748	32078.87	1.00 ^{ns}
Blade (b)	2	1773827.25	88691.63	27.75**
Deep (d)	2	157972.240	78986.12	2.47 ^{ns}
Speed (s)	1	185036.089	185036.089	5.79 *
b×d	4	137424.27	34356.07	1.07 ^{ns}
b×s	2	346526.98	173263.49	5.42 **
d×s	2	27260.79	13630.39	0.42 ^{ns}
b×d×s	4	243164.51	60791.13	1.9 ^{ns}
Error	34	1086697.12	31961.68	

*,** indicate a significant effect at levels of probability of 5% and 1%, respectively. CV= 20.921

^{ns} represents no significant difference.

مقایسه میانگین سطح مقطع خاک بالا آمده در سطوح مختلف عوامل آزمایش در جدول (۴) قابل مشاهده است. طبق این جدول مقادیر میانگین سطح مقطع خاک بالا آمده، دو تیغه (شاهد و ۱۰ درجه با بال) دارای اختلاف معنی‌داری با تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه است. بطوریکه سطح مقطع بالا آمده خاک مربوط به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال نسبت به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه حدود ۴۱ درصد افزایش داشت. همچنین سطح مقطع خاک بالا آمده مربوط به تیغه شاهد نسبت به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه حدود ۳۵ درصد افزایش داشت. کمترین سطح مقطع خاک بالا آمده مربوط به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه بود. سطح بالا آمدگی خاک، در دو سرعت پیشروی دارای اختلاف معنی‌دار بود. با افزایش سرعت پیشروی از ۳ به ۶ کیلومتر بر ساعت سطح بالا آمدگی بطور معنی‌داری به اندازه ۱۴ درصد افزایش یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین سطح بالاآمدگیخاک خاک‌ورز در سطوح مختلف عوامل آزمایشی.

Table 4. Comparison of the mean of the soil upheaving at different levels of test factors.

	Soil upheaving (cm^2)
Blade type	
The blade with bend angle of 10 degrees	603.9 [b]
Blade with wings and bend angle of 10 degrees	1026.33 [a]
The control blade	933.38 [a]
Tillage deep (cm)	
15	930.01 [a]
20	827.57 [ab]
25	806.03 [b]

* The average of each experimental factors with the same Latin letters does not differ significantly according to LSD test at a probability level of 5%.

مطابق با جدول تجزیه واریانس اثر متقابل تیغه و سرعت پیشروی بر سطح مقطع خاک بالا آمده مقایسه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است (جدول۴). در شکل (۳) مقایسه میانگین‌های مقادیر سطح مقطع خاک بالا آمده با توجه به نوع تیغه و سرعت پیشروی قابل مشاهده است. با افزایش سرعت پیشروی سطح مقطع خاک بالا آمده، در هر سه تیغه افزایش یافت بطوریکه در دو تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه و تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه با بال افزایش معنی‌دار بود. بیشترین سطح مقطع خاک بالا آمده مربوط به تیغه ۱۰ درجه با بال و در سرعت پیشروی ۶ کیلومتر بر ساعت بود. سطح مقطع بالا آمدگی مربوط به تیغه شاهد، و سطح مقطع خاک بالا آمده مربوط به تیغه ۱۰ درجه با بال تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین سطح مقطع خاک بالا آمده مربوط به تیغه ۱۰ درجه در سرعت پیشروی ۳ کیلومتر برساعت بود. در این تیغه با افزایش سرعت سطح مقطع خاک بالا آمده افزایش یافت.

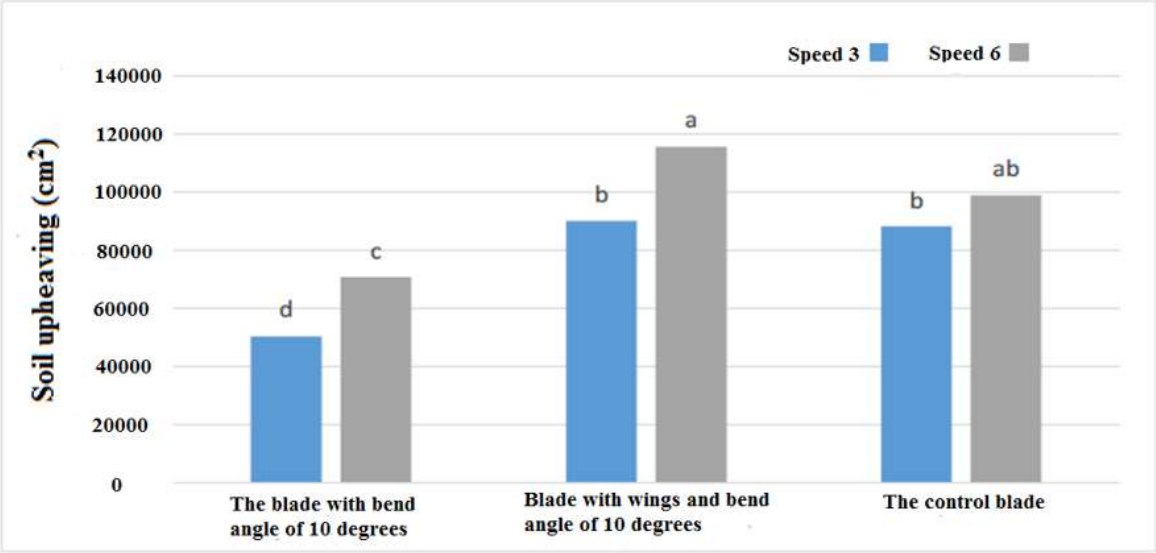


Figure 3. Cross effect of blade and tillage depth on soil upheaving cross section.

شکل ۳- اثر متقابل تیغه و عمق شخم بر سطح مقطع بالاآمدگی خاک.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه نتایج زیر را می‌توان از مطالعات انجام شده در این پژوهش استخراج نمود:

۱- سطح مقطع بهم خوردگی خاک با افزودن بال به تیغه با زاویه تمایل ۱۰ درجه تفاوت معنی‌داری نداشت. ولی نسبت به تیغه شاهد هر دو تیغه دارای اختلاف معنی‌داری بودند. بیش‌ترین سطح مقطع بهم خوردگی خاک مربوط به تیغه شاهد بود. زیرا با زاویه دادن به تیغه، پهنای تیغه (عرض کار تیغه) کمتر شده و در نتیجه سطح گسیختگی خاک در عمق یکسان کمتر می‌شود.

۲- سطح مقطع بالا آمده خاک، در دو تیغه شاهد و ۱۰درجه با بال تفاوت معنی‌داری نداشتند ولی با تیغه ۱۰ درجه دارای اختلاف معنی‌داری بودند. کم‌ترین سطع مقطع بالا آمده خاک مربوط به تیغه ۱۰ درجه در سرعت سه کیلومتر بر ساعت و بیش‌ترین آن مربوط به تیغه با زاویه ۱۰ درجه با بال در سرعت ۶ کیلومتر بر ساعت بود. این نشان می‌دهد که افزودن بال به تیغه ۱۰ درجه تأثیر معنی‌داری در سطح مقطع بالا آمده خاک داشت. در واقع باعث بالا آمدن خاک شل شده شد.

۴- مراجع

1- Abbaspour-Fard, M. H., Hoseini, S. A., Aghkhani, M. H., & Sharifi, A. (2014). The behavior of tillage tools with acute and obtuse lift angles. Spanish Journal of Agricultural Research, 12(1), 44-51.
2- Busari, M. A., Kukal, S. S., Kaur, A., Bhatt, R., & Dulazi, A. A. (2015). Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*, *3*(2), 119-129.
3- Dehghani, M., Karparvarfard, S. H. (2016). Optimization of the performance of the blade used in compound tillage. Engineering of Biosystem of Iran, Volume 47, Issue 4, pp 651-658.
4- Eshaghbagi, A., Tabatabaeifar, A., Kayhani, A., Raoufat, M.H. (2004). The effect of depth and angle of attack on the pull resistance of the subsoiler with a bent blade. Journal of Agricultural Science of Iran. Volume 36, Number 4, (1045-1052). (In Farsi)
5- Godwin, R. J., & Spoor, G. (1977). Soil failure with narrow tines. Agricultural Engineering Research, 22, 213-228.
6- Jafari, R., Raoufat, M. H., & Hashjin, T. T. (2008). Soil-Bin Performance of a Modified Bent Leg Plow. Applied engineering in agriculture, 24(3), 301-307.
7- Manuwa, S. I. (2009). Performance evaluation of tillage tines operating under different depths in a sandy clay loam soil. Soil and tillage research, 103(2), 399-405.
8- McKyes, E., & Maswaure, J. (1997). Effect of design parameters of flat tillage tools on loosening of a clay soil. Soil and Tillage Research, 43(3-4), 195-204.
9- Mouazen, A. M., & Nemenyi, M. (1999). Tillage tool design by the finite element method: Part 1. finite element modelling of soil plastic behaviour. Journal of Agricultural Engineering Research, 72(1), 37-51.
10- Ranjbarian, S., Askari, M., & Jannatkhah, J. (2017). Performance of tractor and tillage implements in clay soil. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *16*(2), 154-162.
11- Salar, M.R., Eshaghbagi, A., & Hemmat, A. (2013). Soil loosening characteristics of a dual bent blade subsurface tillage implement. Soil & Tillage Research, 134, 17-24.
12- Shao, Y., Xie, Y., Wang, C., Yue, J., Yao, Y., Li, X., Liu, W., Zhu, Y., & Guo, T. (2016). Effects of different soil conservation tillage approaches on soil nutrients, water use and wheat-maize yield in rainfed dry-land regions of North China. European Journal of Agronomy, 81, 37-45.
13- Summers, J. D., Khalilian, A., & Batchelder, D.G. (1986). Draft relationships for primary tillage in Oklahama soils. Transactions of the ASAE, 29(1),37-39.

یازدهمین کنگره ملی مهندسی مکانیک بیوسیستم و مکانیزاسیون ایران