# تاثیر بکار گیری نوک گوه ای در خاک ورز تیغه مورب منفرد

سجاد مرادی کیا، علی اسحق بیگی و عباس همت

گروه مکانیک ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

مکاتبه کننده: esehaghbeygi@cc.iut.ac.ir

**چکیده**

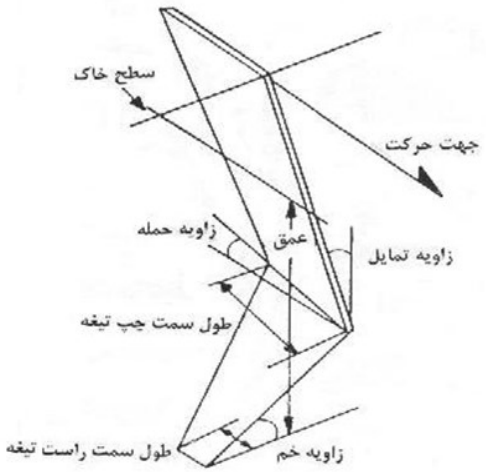
هدف از تحقیق حاضر تاثیر بکارگیری نوک گوه ای با زاویه نوک ۴۵ درجه و سه عرض نوک گوه ای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر و سه طول جلوآمدگی ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی‌متر روی خاک ورز تیغه مورب منفرد با مشخصات عرض تیغه ۲۵۰ میلی‌متر، زاویه حمله ۱۵ درجه و زاویه تمایل ۱۰ درجه بر مقاومت کششی ابزار، مقاومت ویژه و سطح مقطع به هم خورده می‌باشد. آزمایشات در خاک لوم رسی در رطوبت ۰/۹PL و عمق ۱۵۰ میلی‌متر انجام شد. نتایج نشان داد که بکارگیری نوک گوه ای موجب کاهش مقاومت کششی، افزایش سطح مقطع به هم خورده و کاهش مقاومت ویژه نسبت به حالت بدون نوک گوه‌ای شد. بکارگیری نوک گوه ای موجب افزایش راندمان نرم‌سازی و مقاومت کششی کمتر نسبت به خاک ورز شاهد شد.

**کلمات کلیدی:** حفاظتی،خاک ورزی سطحی، مقاومت ویژه، نرم سازی.

## ۱-مقدمه

خاک ورزی حفاظتی به مجموعه‌ای از روش ها شامل نگهداری بقایای گیاهی در سطح خاک، تناوب زراعی، به حداقل رساندن عبور و مرور ماشین‌های کشاورزی برای حفظ خاک و آب گفته می‌شود. خاک ورزی حفاظتی برای حفظ بیشتر بقایای سطحی استفاده می‌شود که می‌تواند موجب حفظ رطوبت خاک، بهبود ساختار خاک و در نتیجه کاهش فرسایش و تخریب خاک شود (Jin *et al.*, 2007). خاک ورزی حفاظتی موجب کاهش فرسایش خاک، افزایش سرعت نفوذ آب در خاک و کاهش تبخیر آب می‌شود (Lal, 1989). کاهش مقاومت کششی ابزارهای خاک ورز همواره یکی از جنبه های مهم عملیات خاک ورزی می باشد، استفاده از ادواتی که بتواند این امر را میسر سازند از اهمیت بالایی برخوردارند. در شخم حداقل، بدلیل کار در عمق سطحی ابزار خاک ورز دارای سرعت کاری زیاد و مقاومت کششی کم می باشند (Temesgen *et al.*, 2009). از آنجا که مصرف سوخت و توان کششی تراکتور برای کشیدن ابزار خاک ورز در خاک عاملی محدود کننده است، برای یک تراکتور با اندازه مشخص، با کاهش مقاومت کششی می‌توان عرض کار ابزار و سرعت کار را افزایش داد که نتیجه آن افزایش سرعت انجام کار و کاهش هزینه‌ها می-باشد (Arvidsson and Hillerstrom, 2010). کاهش مقاومت کششی ابزارهای خاک ورز همواره مورد توجه بوده و بکارگیری ادواتی که بتواند این امر را میسر سازند از اهمیت بالایی برخوردار است. تحقیقات انجام شده در راستای کاهش مقاومت کششی ابزار خاک ورز منجر به طراحی و ساخت ادوات جدیدی به نام‌های گاوآهن پارا و کج ساق گردید (شکل ۱-۱). این ادوات با ساختار ویژه

خود در عین این که خاک را زیر و رو نمی‌نمایند، ساختمان خاک را در هم شکسته و از طرفی نیاز به نیروی کششی کمتری دارند و بقایای سطحی خاک را حفظ می‌نمایند (Harrison, 1988, 1990).




**شکل ۱-۱**- گاوآهن کج ساق منفرد راست گرد .

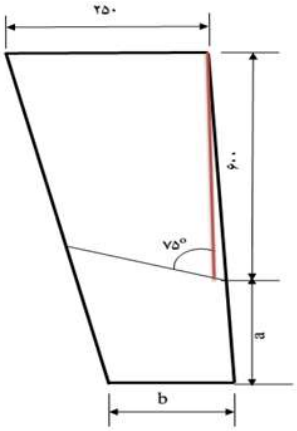
اسحق بیگی و همکاران، (۱۳۸۴) با کاهش عرض تیغه گاوآهن کج ساق رو به جلو و افزایش عمق کار نشان دادند که افزایش زاویه حمله و عمق خاک ورزی موجب اعمال تنش بیشتری به خاک شد که ضمن افزایش سطح بهم خورده خاک موجب افزایش مقاومت کششی گردید. جعفری و همکاران، (۱۳۸۷) با شبیه سازی گاوآهن کج ساق نشان دادند که مقاومت کششی نوع رو به عقب کمتر از رو به جلو می باشد. گاوآهن کج ساق رو به عقب به علت برخورد زودتر ساق ابزار به خاک نسبت به نوک و تشکیل گوه خاکی کوچک قبل از تشکیل گوه اصلی، در مقایسه با کج ساق رو به جلو مقاومت کششی کمتری داشت. سالار و همکاران، (۲۰۱۳) با بررسی دو نوع خاک ورز کج‌ساق روبه‌جلو و روبه‌عقب در زوایای حمله و تمایل متفاوت به این نتیجه رسیدند که خاک ورز تیغه مورب روبه جلو با زاویه حمله ۱۵ درجه و زاویه تمایل ۱۰ درجه دارای بهترین عملکرد نسبت به بقیه تیمارها می‌باشد. هدف از پژوهش حاضر مطالعه تاثیر بکارگیری وجود نوک گوه‌ای در خاک ورز تیغه مورب منفرد بر مقاومت کششی، سطح مقطع به هم خورده و مقاومت ویژه و مقایسه آن با یک خاک ورز شاهد می‌باشد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- طراحی و ساخت سطح خاک ورز تیغه مورب

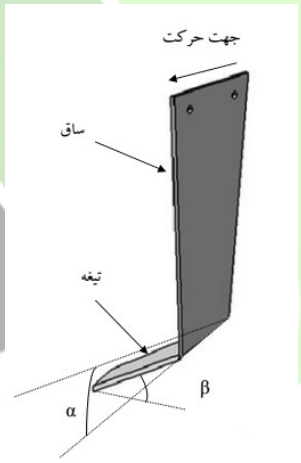
سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد از یک ورق فولاد ساختمانی Ck45 ذوزنقه ای شکل به ضخامت ۱۰ میلی متر، بدلیل قابلیت عملیات حرارتی و در نتیجه مقاومت در برابر سایش ساخته شد. طول تیغه سطح خاک ورز ۲۵۰ میلی متر و سایر ابعاد تیغه نظیر زاویه تمایل ۱۰ درجه و زاویه حمله ۱۵ درجه مطابق شکل(۲-۱) می‌باشد (Salar *et al.*, 2013 ). مطابق شکل (۲-۱) مقادیر a و b برای تیغه به ترتیب ۲۵۰ و ۱۱۰ میلی متر بود. بمنظور تامین عرض برش تقریبی ۲۵۰ میلی متری، به فاصله‌ی ۶۰۰ میلی

متری از قاعده بالای ذوزنقه و در زاویه ۷۵ درجه از خط عمود برش داده شد که بالا و پائین خط برش به ترتیب ساق و تیغه سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد می‌باشد. محل قرارگیری سوراخ‌های اتصال به شاسی بر روی ساق گاوآهن مشخص شد (شکل ۲-۱).




**شکل ۲-۱**- ورق خام مورد نیاز ساخت سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد رو به جلو راست گرد.

اندازه ساق خاک ورز طراحی شده با توجه به ارتفاع شاسی مورد نظر تا سطح خاک، در نظر گرفته شد (شکل ۲-۲ و ۲-۳).

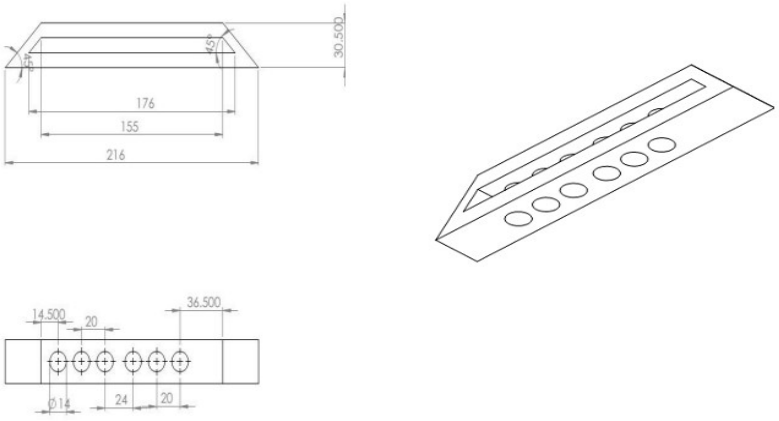



**شکل ۲-۲**- زاویه حمله ($\alpha$) ۱۵ درجه و زاویه تمایل($\beta$) ۱۰ درجه در سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد راست گرد.

**شکل ۲-۳-** سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد راست گرد رو به جلو با تیغه ۲۵۰ میلی متری.

**۲-۲- طراحی و ساخت نوک**

بمنظور بررسی تاثیر وجود نوک در خاک ورز حفاظتی تیغه مورب بر مقاومت کششی و قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای ابتدا نسبت به طراحی و ساخت سه نوع نوک گوه‌ای با سه عرض ( ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌متر ) و سه طول جلوآمدگی ( ۲۰، ۴۰ و ۶۰ میلی-متر ) متفاوت اقدام گردید (شکل ۲-۴ و شکل ۲-۵).

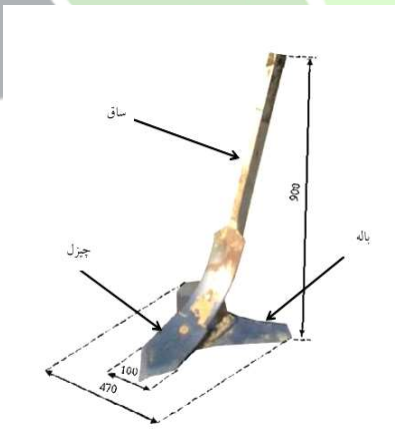



**شکل ۲-۴-** نوک گوه‌ای ذوزنقه‌ای با زاویه حمله ۴۵ درجه.

**شکل ۲-۵-** نوک گوه‌ای ذوزنقه‌ای با زاویه حمله ۴۵ درجه.

### ۲-۳- خاک ورز شاهد

خاک ورزهای مرکب متعددی نظیر دلتا سوئد، پوتینگر اتریش و پگاسون آلمان بمنظور انجام خاک ورزی حفاظتی در ایران وجود دارد. بمنظور مقایسه عملکرد تیغه، یک شاخه از خاک ورز دلتا به عنوان خاک ورز شاهد در تحقیق حاضر استفاده شد. خاک ورز مزبور از سه قسمت ساق، گوه و باله تشکیل شده که ساق به ارتفاع ۹۰۰ میلی متر و سطح مقطع ۲/۵×۶ سانتی‌متر مربع، گوه به عرض ۱۰۰ میلی متر، زاویه حمله ۳۰ درجه، فاصله بین نوک‌های دو باله خاک ورز ۴۷۰ میلی متر و زاویه حمله باله ۲۵ درجه می‌باشد (شکل ۲-۶).




**شکل ۲-۶-** ابزار خاک ورز قلمی بالدار (دلتا سوئد) به عنوان شاهد.

### ۲-۴- اندازه گیری مقاومت کششی

از روش دینامومتر برای اندازه گیری نیروی مقاومت کششی ادوات خاک ورز استفاده شد. امروزه استفاده از انواع مختلف و جدید دینامومترها (فنری، هیدرولیکی، الکترونیکی سنسور دار و ....) امکان پذیر باشد (خدائی، ۱۳۸۹). نیروسنج دینامومتر مالبندی مورد استفاده در تحقیق حاضر ساخت شرکت هاستینگ انگلستان، مدل F204TP00K با حداکثر ظرفیت ۵۰ کیلونیوتن بود.

نمایشگر دیجیتال نیروسنج مدل TR-200 دقتی حدود ۱۰۰ نیوتن داشت (شکل ۲-۷). دقت دینامومتر بر اساس مقدار حداکثر مقیاس ۲/۲ درصد تعیین شد که بیانگر دقت خوب دستگاه اندازه گیری است و داده های اندازه گیری شده به وسیله دینامومتر اصلاح شدند.

**شکل ۲- ۷**- نیروسنج کششی و نمایشگر مربوطه.

مقاومت کششی به شرایط خاک و خصوصیات ساختمانی ابزار خاک ورز وابسته است. با توجه به لزوم اندازه گیری دقیق مقاومت کششی، حتی الامکان سعی شد تا سرعت پیشروی تیغه ثابت باشد. مقاومت کششی ابزار های خاک ورز بوسیله دینامومتر مالبندی، متصل در حد فاصل دو تراکتور مطابق با روش استاندارد آرنم (RNAM) اندازه گیری شد. دینامومتر توسط زنجیری به تراکتور کشنده متصل شد و قلاب دیگر آن به جلوی تراکتور حامل ابزار خاک ورز متصل گردید (شکل۲-۸). دینامومتر و زنجیر نگهدارنده ی آن موازی با سطح زمین قرار گرفت و با حرکت تراکتور کشنده (تراکتور جلویی)، مجموع مقاومت کششی خاک ورز و مقاومت غلتشی تراکتور حامل توسط دوربین از صفحه نمایشگر ثبت شد. به منظور تعیین مقاومت غلتشی تراکتور حامل (تراکتور عقبی)، ابزار خاک ورز را از خاک بیرون آورده، سپس مقاومت غلتشی آن ثبت گردید و از مقاومت کششی کل کسر شد (اسحق بیگی و همکاران، ۱۳۸۴). از تراکتور مسی فرگوسن مدل ۲۸۵ ساخت شرکت تراکتور سازی ایران با توان اسمی ۷۵ اسب بخار به عنوان تراکتور حامل و از تراکتور جاندیر مدل ۳۱۴۰ با توان اسمی ۱۰۰ اسب بخار به عنوان تراکتور کشنده مورد استفاده گردید. تراکتور حامل ابزار خاک ورز در تمام طول آزمایش در حالت خلاص قرار داشت.

**شکل ۲- ۸**- روش اندازه گیری مقاومت کششی افقی به وسیله دینامومتر مالبندی.

**۲-۵- سطح مقطع بهم خورده خاک**

عرض مقطع بهم خورده خاک معیاری برای تعیین فاصله بهینه بین دو تیغه متوالی روی یک شاسی است و می‌توان از هم پوشانی زیاد دو تیغه مجاور جلوگیری کرد (اسحق بیگی و همکاران، ۱۳۸۴). برای تعیین مساحت مقطع گسیختگی خاک در هر تیمار، پس از عبور خاک ورز، یک برش عرضی به عمق بهم خورده توسط خاک ورزی در خاک ایجاد شد. پس از تخلیه خاک نرم شده، پروفیل متر را بر روی سطح خاک قرار داده و میله های آن تا برخورد با سطح خاک و در فاصله ۵ سانتی متر از یکدیگر پائین آورده شد (شکل۲-۹). بدین ترتیب مختصات تعدادی از نقاط سطح گسیختگی به دست آمد. همچنین به کمک میله های پروفیل متر ارتفاع بالا آمدگی خاک نیز اندازه گیری شد. نمودار مقطع گسیختگی و بالا آمدگی خاک در برنامه اکسل رسم شد. با استفاده از رابطه (۲-۱) مساحت سطح بهم خوردگی و میزان بالا آمدگی خاک تعیین گردید (Salar *et al* 2013).

$$A = (2\sum_{i=1}^{n} d_i) - (d_1 + d_n) \qquad (۱-۲)$$

A: مساحت سطح بهم خورده خاک یا مساحت خاک بالا آمده،

$d_i$: عدد خوانده شده از میله های پروفیل متر و

$d_1$ و $d_n$: اعداد خوانده شده از اولین وآخرین میله پروفیل متر.

**شکل ۲-۹**- مساحت مقطع بهم خورده خاک توسط پروفیل متر.

۳-۴-۴- اندازه گیری قطر متوسط وزنی کلوخه ای (MWD)

پس از انجام عملیات خاک ورزی، نمونه برداری خاک از دو عمق ۱۰-۰ سانتی متر و ۲۰-۱۰ سانتی متر از نیمرخ عرضی خاک به وزن تقریبی ۵ کیلوگرم، با استفاده از بیلچه و بدون ضربه زدن به کلوخه‌ها، از هر کرت در سه تکرار انجام شد و نمونه ها

به آزمایشگاه انتقال داده شد. نمونه های خاک به مدت ۲۴ ساعت در هوا خشک گردید. خاک خشک شده از ۱۰ الک‌های مطبق با سوراخ‌هایی به قطر ۷۶/۲، ۵۰/۸، ۳۸/۱، ۲۵/۴، ۱۹، ۱۲/۷، ۶/۳۵، ۴/۷۶، ۳/۳۵ و ۲ میلی متر بدون ارتعاش و لرزاندن الک ها عبور داده شد (شکل۲-۱۰). قطر الک‌ها بر مبنای قطر کلوخه های خاک انتخاب شد. برای محاسبه میانگین قطر وزنی کلوخه‌ای (MWD) از رابطه (۲-۲) استفاده شد (and Chepil, 1995; Kemper and Rosenau, 1986 Kemper) :

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} (X_i \times W_i) \qquad (۲-۲)$$

در این رابطه $X_i$ ، میانگین قطر سوراخ الک iام و الک بالایی و $W_i$، نسبت وزنی کلوخه‌های باقی‌مانده روی الک i ام به وزن کل نمونه خاک می باشد. برای کلوخه هایی که از الک اول عبور نکردند، میانگین قطر هندسی و جرم هر یک از کلوخه‌ها در رابطه فوق قرار داده شد. همچنین برای مقدار خاکی که از همه الک‌ها عبور کرد و در ظرف زیرین جمع شد، نصف قطر الک بالایی به جای $X_i$ قرار گرفت.

**شکل ۲-۱۰**- الک‌های مطبق استفاده شده برای اندازه‌گیری MWD.

آزمایش های اصلی در قطعه شماره ۱ مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان واقع در منطقه لورک اجرا گردید. این منطقه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع شده است.

## ۳- نتایج و بحث

تیمارهای مختلف آزمایشی مطابق جدول زیر معرفی شده است و هر کدام از آنها با شماره‌ای که در کنار آن تیمار مشاهده می‌شود در سایر شکل ها و جداول مقاله آورده شده است (جدول ۳-۱).

### ۳-۱- مقاومت کششی

همانطور که در جدول ۳-۲ مشاهده می‌شود مقاومت کششی برای تمام ابزارهای خاک ورز کمتر از خاک ورز شاهد می‌باشد، که نشان از تفاوت مکانیزم گسیختگی خاک در خاک ورز شاهد با سطح- خاک ورز تیغه مورب منفرد می‌باشد. از آنجا که مسیر گسیختگی در سطح- خاک ورزها عمود بر جهت حرکت می‌باشد و نیروی کمتری در این راستا بر ابزار وارد می‌شود ولی در خاک ورز شاهد گسیختگی خاک از نوع گسیختگی ابزار خاک ورز پهن می‌باشد و خاک را به جلو و بالا می‌برد و همین نوع گسیختگی موجب بیشتر شدن مقاومت کششی می شود. بنابراین مقاومت کششی سطح- خاک ورز تیغه مورب منفرد در مقایسه با خاک ورز شاهد کمتر بود. اما در حالت با نوک نسبت به حالت بدون نوک (تیمار آزمایشی ۱۰) مقاومت کششی تقریبا بیشتر می‌باشد و فقط در تیمار آزمایشی ۷ و ۹ مقاومت کششی کمتر از حالت بدون نوک می‌باشد. تیمار آزمایشی ۷ دارای کمترین مقاومت کششی می‌باشد.

**جدول ۳-۱**- شماره و مشخصات تیمارها در آزمایش.

| شماره آزمایش | شکل گوه | طول جلو آمدگی (mm) | عرض گوه (mm) |
|---|---|---|---|
| ۱ | گوه ای ۴۵ درجه | ۲۰ | ۲۰ |
| ۲ | گوه ای ۴۵ درجه | ۴۰ | ۲۰ |
| ۳ | گوه ای ۴۵ درجه | ۶۰ | ۲۰ |
| ۴ | گوه ای ۴۵ درجه | ۲۰ | ۳۰ |
| ۵ | گوه ای ۴۵ درجه | ۴۰ | ۳۰ |
| ۶ | گوه ای ۴۵ درجه | ۶۰ | ۳۰ |
| ۷ | گوه ای ۴۵ درجه | ۲۰ | ۴۰ |
| ۸ | گوه ای ۴۵ درجه | ۴۰ | ۴۰ |
| ۹ | گوه ای ۴۵ درجه | ۶۰ | ۴۰ |
| ۱۰ | خاک ورز بدون نوک | | |
| تیمار شاهد | شاهد | | |

جدول ۳-۲- مقایسه میانگین مقاومت کششی اندازه گیری شده در آزمایش.

| تیمارها (ابزار خاک ورز) | مقاومت کششی (kN) |
|---|---|
| (۱) | ۲/۰۱ $^{d}$±۰/۲۴ |
| (۲) | ۲/۵۲ $^{c}$±۰/۲۶ |
| (۳) | ۳/۰۶ $^{bc}$±۰/۲۳ |
| (۴) | ۲/۴۳ $^{c}$±۰/۲۶ |
| (۵) | ۲/۱۰ $^{cd}$±۰/۱۹ |
| (۶) | ۳/۲۳ $^{b}$±۰/۲۲ |
| (۷) | ۱/۷۱ $^{e}$±۰/۲۵ |
| (۸) | ۱/۹۲ $^{de}$±۰/۲۴ |
| (۹) | ۱/۷۶ $^{e}$±۰/۲۷ |
| (۱۰) | ۱/۸۶ $^{de}$±۰/۲۸ |
| (شاهد) | ۹/۳۷ $^{a}$±۱/۰۹ |

+ میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف لاتین مشابه هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

## ۳-۲- سطح مقطع به هم خورده خاک

همانطور که در جدول ۳-۳ مشاهده می‌شود سطح مقطع به هم خورده برای تمام ابزارها کمتر خاک ورز شاهد می‌باشد، که این تفاوت به دلیل تفاوت در مکانیزم گسیختگی خاک توسط ابزار می‌باشد. در سطح- خاک ورزها، بهم خوردگی خاک در اثر بلند و رها کردن توده خاک توسط رویه بالایی تیغه (ایجاد گسیختگی کششی) و نیز ایجاد گسیختگی دو بعدی برشی از لبه های کناری تیغه ها (در جهت عمود بر مسیر حرکت) حاصل گردید. در خاک ورز شاهد، گسیختگی سه بعدی خاک در راستای حرکت وجود داشت اما با این وجود، سطح بهم خوردگی خاک نسبت به سطح- خاک ورزها کمتر بود. بطور کلی اضافه کردن نوک گوه‌ای گوه‌ای تاثیر معنا داری بر سطح به هم خوردگی خاک داشت، بطوری که با اضافه کردن نوک گوه‌ای سطح به هم خوردگی خاک به اندازه ۳۷ درصد در سطح- خاک ورز تیغه مورب منفرد با عرض تیغه ۲۵۰ میلی متر بیشتر شد. نوک گوه‌ای موجب افزایش عرض گسیختگی و بالطبع آن افزایش سطح مقطع بهم خوردگی خاک شد. افزایش عرض گسیختگی با افزودن باله به زیرشکن نیز سطح

مقطع بهم خورده خاک افزایش یافت. به طوری که زیرشکن باله دار با پهنای ۴۲ نسبت به زیرشکن باله دار با پهنای ۳۰ سانتی متر بیشترین سطح بهم خورده خاک را داشت (اسپور و گادوین، ۱۹۷۸). محمدی و اسحق بیگی (۱۳۹۱) نیز نشان دادند که با افزودن باله به تیغه قلمی سطح خاک بهم خورده افزایش معنی داری یافت.

**جدول ۳-۳**- مقایسه میانگین سطح مقطع به هم خورده اندازه گیری شده در آزمایش

| تیمارها (ابزار خاک ورز) | سطح بهم خوردگی خاک ($cm^2$) |
|---|---|
| (۱) | ۲۸۰/۶۶$^{cd}$±۹/۰۱ |
| (۲) | ۲۴۱/۵۵ $^{de}$±۱۶/۶ |
| (۳) | ۲۱۵/۱۶ $^{e}$±۱۱/۰۵ |
| (۴) | ۳۲۸/۱۱ $^{bc}$±۱۶/۹۷ |
| (۵) | ۲۸۹/۶۹ $^{cd}$±۱۶/۴۷ |
| (۶) | ۳۰۸/۳۲ $^{bc}$±۱۵/۶۵ |
| (۷) | ۳۴۵/۳۳ $^{b}$±۱۳/۷۸ |
| (۸) | ۳۰۲/۶۶ $^{c}$±۱۴/۳۵ |
| (۹) | ۲۴۶/۱۱ $^{d}$±۱۵/۷۶ |
| (۱۰) | ۲۸۶/۶۸ $^{cd}$±۱۷/۶۶ |
| (شاهد) | ۴۲۲/۱۷ $^{a}$±۱۰/۶۳ |

+میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف لاتین مشابه هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

### ۳-۳- مقاومت ویژه

مقاومت ویژه سطح- خاک ورز متأثر از اضافه کردن نوک گوه‌ای یا برداشتن آن می‌باشد و با اضافه کردن نوک گوه‌ای مقاومت ویژه بطور متوسط به اندازه ۱۸ درصد کاهش یافت. کمترین مقدار مقاومت ویژه سطح- خاک ورز که معادل بیشترین راندمان بهم خوردگی خاک می باشد، در سطح خاک ورز با نوک گوه‌ای مشاهده شد. همانطور که در جدول ۳-۴ مشاهده می‌شود مقاومت ویژه برای تمام خاک ورزها کمتر از خاک ورز شاهد می‌باشد و برای تیمار ۷ نیز کمتر از سایر تیمارها می‌باشد که نشان دهنده کمترین مقاومت کششی و بیشترین سطح مقطع به هم خورده برای این تیمار می‌باشد.

جدول ۳-۴- مقایسه میانگین مقاومت ویژه اندازه گیری شده در آزمایش

| تیمارها (ابزار خاک ورز) | مقاومت ویژه ($kN\ m^{-2}$) |
|---|---|
| (۱) | ۷۱/۶۱ $^{de}$±۵/۵ |
| (۲) | ۱۰۴/۸۴ $^{c}$±۷/۳ |
| (۳) | ۱۴۲/۶۳ $^{b}$±۴/۸ |
| (۴) | ۷۴/۰۸ $^{d}$±۵/۴ |
| (۵) | ۷۲/۸۹ $^{de}$±۴/۶ |
| (۶) | ۱۰۴/۹۷ $^{c}$±۶/۲ |
| (۷) | ۴۹/۵۱ $^{f}$±۵/۶ |
| (۸) | ۶۳/۶۵ $^{e}$±۴/۴ |
| (۹) | ۷۱/۶۸ $^{de}$±۵/۲ |
| (۱۰) | ۶۴/۸۸ $^{e}$±۴/۷ |
| (شاهد) | ۲۰۹/۶۸ $^{a}$±۵/۵ |

+میانگین‌ها در هر ستون که دارای حروف لاتین مشابه هستند، براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری ندارند.

### ۳-۴- قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای

اثر وجود نوک گوه‌ای بر روی قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی داری داشت. علت آن می-تواند به این دلیل باشد که چون در حالت نوک گوه‌ای دار ابتدا نوک گوه‌ای ابزار به لایه خاک برخورد می‌کند وآن را برش می‌دهد، نیروی تیغه صرف خرد کردن خاک می‌شود، ولی در حالت بدون نوک گوه‌ای نیروی تیغه صرف برش و خرد کردن می‌شود. مقادیر میانگین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای به طور معنی‌داری در حالت بدون نوک گوه‌ای بیشتر از حالت نوک گوه‌ای دار می‌باشد، در حالت بدون نوک گوه‌ای نسبت به حالت نوک گوه‌ای دار قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای باندازه ۴/۵۵ درصد افزایش یافت. قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای در سطح خاک ورز با عرض تیغه ۲۵۰ میلی متر و با نوک گوه‌ای به طور معنی‌داری کمتر از حالت بدون نوک گوه‌ای بود. کوچکترین و بزرگترین قطر متوسط کلوخه‌ای برابر بود با ۱۵/۷۷ و ۲۳/۲ میلی متر که به ترتیب در سطح- خاک ورز با عرض

تیغه ۲۵۰ میلی متر و با نوک گوه‌ای و خاک ورز شاهد بدست آمد. . قطر متوسط وزنی کلوخه‌ای در همه سطح- خاک ورزها نسبت به خاک ورز شاهد به طور معنی داری کمتر بود.

## ۴- نتیجه‌گیری

بکارگیری نوک گوه‌ای در سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد موجب کاهش مقاومت کششی، افزایش سطح مقطع به هم خورده و در نتیجه کاهش مقاومت ویژه نسبت به حالت بدون نوک گوه‌ای و راندمان نرم‌سازی بهتر و مقاومت کششی کمتر نسبت به خاک ورز شاهد شد. بکارگیری نوک گوه‌ای ۴۵ درجه در سطح خاک ورز تیغه مورب منفرد با طول جلوآمدگی ۲۰ میلی متر و عرض نوک گوه‌ای ۴۰ میلی متر دارای بیشترین سطح مقطع به هم خورده، کمترین مقاومت کششی و مقاومت ویژه، درصد کلوخه-ای مناسب بود.

## فهرست منابع

اسحق بیگی، ع.، ا. طباطبائی فر، ع. ر. کیهانی و م. ح. رئوفت. ۱۳۸۴. اثر عمق و زاویه حمله بر مقاومت کششی زیرشکن تیغه مورب. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۶، ۱۰۴۵-۱۰۵۲.

جعفری، ر.، ت. توکلی هشتجین و م. ح. رئوفت. ۱۳۸۷. طراحی، ساخت و ارزیابی طرح بهینه گاوآهن کج ساق به منظور افزایش راندمان مصرف انرژی. مجموعه مقالات پنجمین کنگره ملی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون ایران، مشهد، کد مقاله ۷۵.

خدائی، ج.، ۱۳۸۹. به کارگیری روش غیرمستقیم جهت اندازه گیری مقاومت کششی برخی ماشین‌های خاک ورزی. ششمین کنگره ملی مهندسی ماشین های کشاورزی و مکانیزاسیون، کرج.

محمدی، س. و ع. اسحق بیگی . ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد دو نوع تیغه‌ی قلمی و گوه ای گاوآهن چیزل. سومین همایش ملی علوم کشاورزی و صنایع غذایی ، ۱۶ آذر ۱۳۹۱ دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا. کد ۲۴۳ دیسک فشرده صفحه ۱-۵.

Arvidsson, J., and O. Hillerstrom. 2010. Specific draught, soil fragmentation and straw incorporation for different tine and share types. Soil and Tillage Research 110, 154-160.

Harrison, H. P. 1988. Soil reacting forces for a bentleg plow. Transaction of the ASAE 31, 47-51.

Harrison, H. P. 1990. Soil reacting forces for two tapered bentleg plows. Transaction of the ASAE 33, 1473-1476.

Jin, H., L. Hongwen, W. Xiaoyan, A. D. McHugh, L. Wenying, G. Huanwen, and N. J. Kuhn. 2007. The adoption of annual subsoiling as conservation tillage in dryland maize and wheat cultivation in northern China. Soil and Tillage Research 94, 493-502.

Kemper, W. D., and W. S. Chepil. 1995. Size distribution of aggregates. PP. 498-519. In: Black, C.A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Properties. second ed. SSSA, Madison, WI.

Kemper, W. D., and R. C. Rosenau. 1986. Aggregate stability and size distribution. PP. 425–440. In: Klute, A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Methods. ASA-SSSA, Madison, WI.

Lal, R. 1989. Conservation tillage for sustainable agriculture: tropics vs. temperate environments. Advance Agronomy 42, 8-197.

Salar, M., A. Esehaghbeygi, and A. Hemmat. 2013. Soil loosening characteristics of a dual bent blade subsurface tillage implement. Soil and Tillage Research 134, 17-24.

Spoor, G., and R. J. Godwin. 1978. An experimental investigation into the deep loosening of soil by rigid tines. Journal of Agricultural Engineering Research 23, 243-258.

Temesgen, M., W. B. Hoogmoed, J. Rockstrom, and H. H. G. Savenije. 2009. Conservation tillage implements and systems for smallholder farmers in semi-arid Ethiopia. Soil and Tillage Research 104, 185-191.

# Effect of Adding Wedge Type Tip to Single Bent Blade Tillage Tool

S. Moradikia, A. Esehaghbeygi, A. Hemmat

College of Agriculture, Isfahan University of Technology, 84156-83111, Isfahan, Iran
E-mail: esehaghbeygi@cc.iut.ac.ir

**Abstract**

The purpose of the present study was the effect of adding wedge type tip with head angle of 45 and three width wedge type tip 20, 30, 40 mm and three protruding distance 20, 40, 60 mm on single bent blade tillage tool with 250 mm width, rake angle of 15$^{o}$, and a bend angle of 10$^{o}$ on the draft, soil disturbed area, and specific draft. The tests were done in clay loam soil with 0.9 plastic limit water content and 150 mm in-depth. Using the wedge type tip caused the draft force; soil disturbed area, and specific draft lower than without wedge type tip and better soil loosening and lower draft.

**Keywords:** Conservation, Subsurface tillage, Specific draft, Soil loosening.