

## تأثیر روش های مختلف خاک ورزی بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد کلزا در مناطق مختلف کشور

علی رشادصدقی<sup>۱</sup>، فرید امیر شقایق<sup>۲</sup>، علی اکبر صلح جو<sup>۳</sup>، حمید رضا صادق نژاد<sup>۴</sup>، فردین رنجبر<sup>۵</sup> و محسن ساعتی<sup>۶</sup>

۱- نویسنده مسئول: مربی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی (sedghi\_al@yahoo.com)

۲- مربی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی

۳- مربی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

۴- مربی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان

۵- مربی عضو هیأت علمی معاونت تحقیقات دیم کرمانشاه

۶- مربی عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۱/۱۷

### چکیده

در این تحقیق تأثیر روش های مختلف تهیه زمین با ادوات متداول برای کشت کلزای پاییزه بر کیفیت سبز شدن و رشد گیاه، میزان عملکرد محصول و پایداری خاک در پنج استان کشور به مدت سه سال مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای اصلی مربوط به عملیات مختلف خاک ورزی آغازین در سه عمق کار، شامل: شخم با گاواهن برگرداندار در عمق های ۱۵-۲۰ و ۲۵-۳۰ سانتی متر، شخم با گاواهن قلمی در عمق های ۲۰-۲۵ و ۱۵-۲۰ سانتی متر، شخم سطحی با کولتیواتور مزرعه به عمق ۸-۱۰ سانتی متر، شخم سطحی با هرس بشقابی (دیسک) به عمق ۸-۱۰ سانتی متر، بودند. تیمارهای فرعی مربوط به عملیات خاک ورزی ثانوی برای تهیه بستر بذر با هرس بشقابی و رتیواتور با عمق ۸-۱۰ سانتی متر در نظر گرفته شدند. تیمارها به وسیله طرح آزمایشی کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار مورد تجزیه آماری قرار گرفتند. برای ارزیابی تیمارها، خصوصیات فیزیکی خاک، صفات مربوط به سبز بوته و اجزای عملکردی محصول در هر کرت جداگانه اندازه گیری شد. نتایج نشان داد: الف) در بیشتر مناطق مورد آزمایش که دارای خاک های با بافت متوسط و نیمه سنگین بود، عمق شخم در خاک ورزی آغازین تأثیر معنی داری بر عمق نفوذ ریشه، استقرار بوته و عملکرد دانه کلزا نداشت. ب) در مناطقی که کشت به صورت آبی (فاریاب) انجام شده بود، شخم با گاواهن برگردان دار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر و به دنبال آن استفاده از رتیواتور با میزان سبز ۵۰ تا ۷۵ درصد و میانگین عملکرد ۳۰۰۰ کیلوگرم در هکتار، بهترین شرایط سبز شدن بذر و عملکرد دانه را حاصل نمود؛ ولی در منطقه ای که کشت به صورت دیم پرباران بود، شخم عمیق با گاواهن قلمی و سپس استفاده از رتیواتور با میزان سبز حدود ۴۰ درصد و عملکرد ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار، نتایج بهتری نسبت به سایر روش های خاک ورزی به دست آورد.

کلید واژه ها خاک ورزی، عمق شخم، خواص فیزیکی خاک، دانه روغنی کلزا، عملکرد محصول.

### مقدمه

پروتئینی بیشتر از غلات است و می تواند به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار گیرد (۱۶). علاوه بر آن از روغن این گیاه به عنوان سوخت موتورهای دیزل نیز استفاده می گردد و این موارد باعث گردیده است که کشورهای اروپایی، کانادا، امریکا، استرالیا، چین،

در سال های اخیر گیاه کلزا به عنوان یک گیاه مناسب روغنی برای کشت در شرایط آب و هوایی کشور ایران مورد توجه قرار گرفته است. از این محصول استفاده ای چند منظوره می توان نمود؛ یعنی بعد از روغن گیری، کنجاله حاصل از آن دارای

گیاه اغلب به عنوان معیار ارزیابی عملکرد ادوات خاک ورزی و کاشت محسوب می شود (۱۸).

بر اساس گزارش تحقیقات به عمل آمده در مناطق مختلف تولید کننده کلزا در جهان، بسته به نوع خاک و شرایط اقلیمی، نتایج مختلفی از نظر مطلوبیت شدت خاک ورزی در تهیه بستر بذر کلزا به دست آمده است؛ به طوری که بعضی معتقد به خاک ورزی حداقل و یا کشت مستقیم بذر بوده (۵، ۱۱ و ۱۲) و برخی دیگر استفاده از شخم عمیق استفاده از گاواهن برگردان دار را در جهت افزایش عملکرد محصول توصیه نموده اند (۱۳، ۱۷ و ۱۹).

اسمیرزچالسکی و همکاران<sup>۳</sup> در تحقیقی که بر روی تأثیر کم خاک ورزی بر عملکرد محصول در تناوب کشت غلات و کلزای پاییزه انجام دادند، نتیجه گرفتند که استفاده مکرر از رتیواتور یا روش کاشت مستقیم، فشردگی خاک را افزایش می دهد و تأثیر نامطلوبی بر عملکرد محصول خواهد گذاشت. پس برای پیشگیری بهتر است عمل کاشت مستقیم و خاک ورزی مرسوم تا عمق ۲۰ سانتی متر هر دو در تناوب محصولات به کار گرفته شود. گزارش تحقیقات زومباخ<sup>۴</sup> (۱۹) از سویس در استفاده از کولتیواتورهای سنگین، ماشین های بیل زنی و گاواهن ها برای درهم آمیختن بقایای گیاهی با خاک و تهیه بستر بذر گیاهان مختلف مثل گندم، جو و کلزای پاییزه و سیب زمینی و چغندر قند، نشان داد که شخم با گاواهن، محصول کلزا و گندم بیشتری تولید کرده است؛ در حالی که روش های دیگر سریع تر و مصرف سوخت کم تری داشته اند. از نظر وایتلی و دکستر<sup>۵</sup> (۱۷) تیمارهای بدون خاک ورزی در رشد ریشه های اصلی و جانبی محدودیت ایجاد کرده، عملکرد دانه و ماده خشک محصول کلزا را کاهش می دهد و محدودیت رشد بستگی به شاخص

هند و بسیاری از کشورهای دیگر اقدام به کشت گسترده این محصول نمایند. طبق گزارش اداره کشاورزی ایالات متحده امریکا در سال ۲۰۰۰، کلزا کشاورزی سازمان ملل متحد، میزان تولید کلزا در جهان در سال زراعی ۴-۲۰۰۳، ۳۶ میلیون تن و در سال زراعی ۵-۲۰۰۴، به ۴۶ میلیون تن رسیده است (۲). بیش از ۹۰٪ مصرف داخلی روغن های خوراکی کشور بعد از سویا و نخل روغنی<sup>۱</sup> سومین منبع تولید روغن گیاهی است و از نظر تولید غذای پروتئینی رتبه دوم را در جهان دارد. بر اساس آمار سازمان خواربار و از طریق واردات تامین می گردد (۱۰). گیاه کلزا اساساً محصول خاص مناطق معتدل است و در تمام مراحل رشد در برابر سرما مقاوم است. این گیاه در گستره وسیعی از انواع خاک ها، از خاک رسی نسبتاً سنگین تا خاک شنی سبک کاشته می شود (۱۶). از شروط عمده خاک عدم سله بستن هنگام جوانه زنی بذر و سهولت عبور آب از آن است. pH مناسب آن ۵/۵-۸ و در خاک های با  $1 \text{ dSm}^{-1} < \text{EC}$  قابل کشت است. این گیاه دارای یک ریشه عمودی اصلی و غالباً بلند و ریشه های جانبی متعددی است که بندرت مانند ریشه اصلی دارای اهمیت می باشد. این ریشه ها معمولاً افقی هستند و کمتر در عمق فرو می روند. میزان شخم لازم بستگی به شرایط خاک دارد. در خاک های شنی، شخم اضافی بستر بذر را خشک می کند و امکان جوانه زنی را کاهش می دهد و در خاک های سنگین تر که زمین پس از برداشت محصول قبلی در تابستان خشک و سخت می شود، نیاز به خاک ورزی بیشتر می گردد (۱۶).

شیوه های مختلف خاک ورزی و کاشت از طریق تغییر در شرایط فیزیکی بستر بذر، یعنی مشخصه های حرارتی، رطوبتی، تهویه ای و مقاومتی خاک می توانند بر نحوه سبز شدن بذر اثر بگذارند (۸). استقرار

3- Smierzchalski et al.

4- Zumbach

5- Whiteley & Dexter

1- FAO

2- oil palm

دادند و چنین گزارش کردند که در مقایسه با شخم مرسوم، خاک ورزی حداقل دارای نتایج زیر بوده است:

الف- افزایش جرم مخصوص ظاهری در لایه عمیق تر خاک ورزی نشده باعث بهتر شدن قابلیت تردد می شود.

ب- افزایش مواد آلی خاک، قابلیت نگهداری آب و پایداری دانه بندی خاک را بهبود می بخشد.

ج- افزایش تعداد کرم های خاکی باعث تشکیل حفره های متعددی می گردد که نفوذ پذیری خاک را بیش تر و فرسایش خاک را کاهش می دهد.

وز<sup>۴</sup> (۱۴) در آزمایش های انجام شده در خاک لومی رسی، نتیجه گرفت که عملکرد دانه روغنی کلزا، ذرت و گندم در استفاده از گاوآهن قلمی یا ادوات مانند آن بیش تر از شخم با گاوآهن های برگردان دار است.

امین و همکاران<sup>۵</sup> (۱) تاثیر روش های مختلف خاک ورزی شامل استفاده از گاوآهن به عمق ۲۵ سانتی متر، کولتیواتور پنجه غازی<sup>۶</sup> به عمق ۱۵ سانتی متر، کولتیواتور قلمی<sup>۷</sup> به عمق ۲۰ سانتی متر و دو بار دیسک زنی به عمق ۱۰ سانتی متر را با تاریخ های مختلف کاشت، بر عملکرد و کیفیت محصول کلزا در شرایط دیم پرباران بررسی نمودند. طبق نتایج گزارش شده، بیش ترین عملکرد محصول مربوط به شخم با گاوآهن به میزان ۱۸۱۵/۶ کیلو گرم در هکتار و پس از آن استفاده از کولتیواتور پنجه غازی به میزان ۱۶۲۵ کیلو گرم در هکتار بوده است. کم ترین عملکرد به تیمار دو بار دیسک زنی اختصاص داشته است (۱). در تحقیقات بلند مدتی که والیود و مرسی<sup>۸</sup> (۱۵) از سال ۱۹۶۹ به مدت ۳۴ سال انجام داده اند، تاثیر روش

مخروط خاک در مرحله پس از کاشت دارد. بوناری و همکاران<sup>۱</sup> (۴) نتایج مقایسه سه ساله بین خاک ورزی مرسوم (شخم به عمق ۲۵ سانتی متر) و خاک ورزی حداقل (دیسک به عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر) در خاک شنی و کشت کلزا چنین گزارش نمودند که جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک تا عمق ۳۰ سانتی متر خاک شخم خورده کمتر از خاک ورزی با دیسک بود؛ ولی به هر حال عملکرد ماده خشک و دانه کلزا تحت هر دو نوع عملیات خاک ورزی مرسوم و خاک ورزی حداقل اختلاف معنی داری نداشتند. طبق گزارش هریس<sup>۲</sup> (۹) در کاشت کلزا پس از جو زمستانه تحت شرایط خاک ورزی مرسوم، خاک ورزی حداقل و کاشت مستقیم، از نظر استقرار گیاه، زمستان گذرانی و عملکرد محصول اختلاف واضحی مشاهده نگردید و دو بار دیسک زدن بالاترین عملکرد (۲/۸ تن در هکتار) و ترکیب شخم، دیسک و غلتک، کم ترین عملکرد (۲/۴۸ تن در هکتار) را به دست آورد. در سال دوم آزمایش تراکم بوته در بهار در تیمارهای شخم خورده و خاک ورزی حداقل، کمتر از کاشت مستقیم بود؛ ولی عملکرد دانه در هر سه روش یکسان بود. میلارد و همکاران<sup>۳</sup> (۱۲) در آزمایشی به مدت بیست سال، تاثیر روش های مختلف خاک ورزی از جمله خاک ورزی مرسوم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۵-۲۰ سانتی متر، شخم عمیق با گاوآهن قلمی به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر، خاک ورزی سطحی با خاک ورز دندانان ای به عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر و خاک ورزی حداقل با هرس دورانی به عمق ۱۰-۷ سانتی متر را در تناوب زراعی کلزا پاییزه، گندم و ذرت بر خصوصیات فیزیکی خاکی با بافت لوم رسی، مورد مقایسه قرار

4- Vez

5- Amin et al.

6- Sweep cultivator

7- Chisel cultivator

8- Vulllioud &amp; Mercier

1- Bonari et al.

2- Harris

3- Maillard et al.

بود. تیمارهای اصلی عبارت بودند از: شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۰-۱۵ و ۳۰-۲۵ سانتی متر، شخم با گاوآهن چیزل (قلمی) به عمق ۲۰-۱۵ و ۲۵-۲۰ سانتی متر، شخم سطحی با هرس بشقابی (دیسک) به عمق ۱۰-۸ سانتی متر و شخم سطحی با کولتیواتور مزرعه به عمق ۱۰-۸ سانتی متر.

تیمارهای فرعی مربوط به خاک ورزی ثانوی با هرس بشقابی و رتیواتور به عمق ۱۰-۸ سانتی متر بودند. برای ارزیابی تیمارهای مختلف بعضی خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل رطوبت وزنی (سه نمونه در هر کرت آزمایشی)، شاخص مخروط خاک (پنج فروسنجی به فواصل ۲ متر در هر کرت) و جرم مخصوص ظاهری خاک (با استوانه نمونه برداری به قطر داخلی ۷۶ و ارتفاع ۴۲ میلی متر) در عمق های ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متری، قبل از خاک ورزی آغازین و پس از کشت و آبیاری اول اندازه گیری شد. برای تعیین شاخص مخروط خاک بر حسب مگا پاسکال، از یک دستگاه نفوذسنج الکترونیکی<sup>۲</sup> مدل Eijkelkamp با مخروط استاندارد به زاویه راس ۶۰ درجه و قطر اسمی ۱۱/۲۸ میلی متر و سطح مخروط یک سانتی مترمربع استفاده گردید (۳). همچنین به منظور ارزیابی صفات مربوط به سبزی بوته و اجزای عملکردی محصول، بعضی فاکتورها از قبیل درصد سبزی شدن گیاه، شاخص سرعت سبزی شدن، درصد استقرار بوته پس از زمستان گذرانی، تعداد غلاف در هر بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه محصول، جرم و طول ریشه اصلی کلزا (۱۰ ریشه از هر کرت تا عمق ۴۰ سانتی متری) در تیمارهای مختلف اندازه گیری و مورد مقایسه آماری قرار گرفت. برای تعیین شاخص سرعت سبزی شدن با استفاده از کادر های یک متر مربعی ثابت شده در هر کرت،

های مختلف کم خاک ورزی شامل شخم عمیق با گاوآهن قلمی به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر، شخم با کولتیواتور به عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر و خاک ورزی حداقل با هرس دورانی به عمق ۷-۵ سانتی متر را بر میزان عملکرد محصولات گندم، کلزا و ذرت در خاک های رسی و لومی بررسی کرده و با روش خاک ورزی مرسوم با گاوآهن برگردان دار مقایسه نمودند. نتایج نشان داده است که تیمارهای کم خاک ورزی عملکرد محصول بیشتری (حدود ۵٪) نسبت به خاک ورزی مرسوم داشتند. در خاک رسی مرطوب استفاده از کولتیواتور و در خاک لومی شخم با گاوآهن قلمی و کولتیواتور عملکرد بیشتری حاصل نمودند.

بر این اساس نظر به این که تولید این محصول در سال های اخیر در کشور مورد توجه قرار گرفته و تاکنون تحقیقات کمی در زمینه خاک ورزی مناسب آن صورت پذیرفته است، انجام این تحقیق در شرایط مختلف اقلیمی و خاک های کشور ضروری بوده و هدف از این تحقیق بررسی روش های مختلف تهیه زمین با ادوات متداول در کشت کلزای پاییزه در جهت فراهم نمودن شرایط بهینه سبزی شدن بذر و استقرار و رشد گیاه و در نتیجه افزایش عملکرد محصول با حفظ پایداری خاک بود.

### مواد و روش ها

این تحقیق با استفاده از طرح آزمایشی کرت های خرد شده<sup>۱</sup> در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار، در پنج استان کشور به مدت سه سال مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات محل اجرای آزمایش ها در استان های مختلف، در جدول ۱ مندرج می باشد. ابعاد کرت های آزمایشی ۳×۲۰ متر مربع و فاصله بین کرت های فرعی جهت دور زدن تراکتور، ۵ متر در نظر گرفته شد. خاک ورزی آغازین با ادوات متداول بصورت شخم نسبتاً عمیق، متوسط و سطحی

2- Soil Penetrometer

1- Split plot

## جدول ۱- مشخصات محل اجرای آزمایش ها در استان های مختلف

رقم کلزای کشت شده	میانگین بارندگی در سال های اجرای تحقیق (میلی متر)	هدایت الکتریکی خاک (dS/m)	بافت خاک	محل اجرا	استان
Okapi	۲۴۰ م.م	۴/۵۳	لوم رسی	خسروشهر	آذربایجان شرقی
Okapi	۳۰۸ م.م	۱/۳۶	لوم سیلتی	میاندوآب	آذربایجان غربی
طلایه	۳۰۱ م.م	۰/۷۵	لوم رسی سیلت دار	زرقان	فارس
Hyola 401	۴۵۰ م.م	۱/۰۲	لوم سیلتی	گرگان	گلستان
طلایه	۴۶۲ م.م	-	لوم رسی سیلت دار	سرارود	کرمانشاه

PER% = درصد استقرار بوته

Ne = تعداد بوته های استقرار یافته پس از

زمستان گذرانی

Nt = تعداد بوته های سبز شده کامل در زمان

روزت

عملیات خاک ورزی آغازین پس از آبیاری زمین و در رطوبت خاک ۱۶-۱۸٪ بر پایه وزن خشک انجام شد. درپلات های مربوط به خاک ورزی ثانوی با دیسک، دو بار عمل دیسک زنی انجام گرفت؛ ولی از رتیواتور تنها یک بار استفاده گردید. برای کاشت از خطی کار برزگر همدانی با فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر و میزان کشت ۱۰-۷ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. بذر کار مورد استفاده در گرگان، از نوع خطی کار رفورم با شیار باز کن های کاردی به فواصل ردیف ۱۱ سانتی متر بود. تناوب کشت در همه استان ها به صورت گندم-کلزا بوده است.

آبیاری در کلیه کرت های آزمایشی به طور یکسان و متناسب با شرایط اقلیمی منطقه به تعداد سه تا چهار بار در سال و با استفاده از سیفون انجام گرفت. ارقام کلزای کشت شده در مناطق مختلف، بر اساس دستورالعمل بخش تحقیقات دانه های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر مطابق با شرایط اقلیمی منطقه انتخاب گردید.

تعداد بوته های سبز شده پس از کاشت بذر به صورت روزانه شمارش شده و مطابق با رابطه (۱) محاسبه گردید (۶).

$$ERI = \sum_{i=F}^L \left[ \frac{\% di - \% d(i-1)}{Di} \right] \quad (1)$$

ERI : شاخص سرعت سبز شدن %di: درصد

گیاهان سبز شده در روز i ام پس از کاشت

(i-1) %di: درصد گیاهان سبز شده در روز

i-۱ ام پس از کاشت

Di: تعداد روزهای پس از کاشت

F: تعداد روزهای پس از کاشت به هنگام سبز

شدن آغازین گیاه (اولین روز شمارش)

L: تعداد روزهای پس از کاشت هنگامی که

سبز شدن کامل شده است (آخرین روز شمارش).

به منظور تعیین و مقایسه میزان مقاومت بوته

ها به سرمای زمستان در تیمارهای مختلف، با

شمارش تعداد بوته های سبز شده در کادر یک

مترمربعی با دو نمونه در هر کرت در زمان روزت

(بوته های ۶ تا ۸ برگی) و شمارش تعداد بوته های

سالم و استقرار یافته داخل کادر پس از زمستان

گذرانی، درصد استقرار بوته با استفاده از رابطه (۲)

به دست آمد.

$$\%PER = \frac{N_e}{N_t} \times 100 \quad (2)$$

برای تعیین عملکرد دانه، محصول داخل هر کرت آزمایشی به طور جداگانه پس از حذف نیم متر از حواشی کرت ها، به صورت دستی با داس برداشت شده و سپس خرمکوبی و توزین شد.

### نتایج و بحث

#### جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده های به دست آمده در سال های اجرای تحقیق نشان داد که در منطقه آذربایجان شرقی و فارس بین تیمارهای مختلف خاک ورزی آغازین و ثانویه اثرات متقابل آنها در عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک اختلاف معنی داری از نظر جرم مخصوص ظاهری خاک وجود نداشته؛ ولی در منطقه آذربایجان غربی و کرمانشاه، بین تیمارهای خاک ورزی آغازین و اثرات متقابل آنها با تیمارهای خاک ورزی ثانویه اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشته است. در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری، در اکثر مناطق به جز آذربایجان شرقی، بین تیمارهای خاک ورزی آغازین اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت. نتایج مقایسه میانگین های جرم مخصوص ظاهری خاک در دو عمق ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی متری خاک که پس از آبیاری اول اندازه گیری شده بود، به تفکیک مناطق مختلف در جدول ۲ نشان داده شده است. طبق نتایج جدول، تیمار خاک ورزی آغازین با گاوآهن برگرداندار با دارا بودن حداقل مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک، بیشترین تأثیر را در نرم سازی خاک داشته و تیمارهای شخم سطحی با دیسک و کولتیواتور مزرعه با توجه به کمتر بودن عمق کار آنها نسبت به سایر تیمارها، کمترین تأثیر را در کاهش سختی خاک داشته اند. در منطقه گلستان، طبق نتایج نشان داده شده در شکل ۱، شخم با ادوات تیغه باریک<sup>۱</sup> مانند گاوآهن قلمی و

کولتیواتور، تأثیرنسبتاً بیشتری در کاهش فشردگی خاک بخصوص در عمق ۱۵-۰ سانتی متری داشته است. طبق نتایج گزارش شده از این منطقه، روش های خاک ورزی با این که تغییراتی را از نظر خصوصیات فیزیکی در سطح خاک ایجاد کرده اند؛ اما در ادامه رشد گیاه و گذشت چند ماه پس از کاشت، این تغییرات سریعاً کاهش پیدا کرده و بعد از یک یا دو بار بارندگی، به حالت آغازین بازگشته است. نتایج اندازه گیری جرم مخصوص ظاهری خاک در قبل از خاک ورزی و مقایسه آن با شرایط بعد از کاشت در شکل ۱، نمایانگر برگشت فیزیکی خاک و کاهش خلل و فرج و فضاهای بزرگ ایجاد شده بین کلوخ ها و خاکدانه ها به شرایط پایدار و آغازین قبل از خاک ورزی است؛ به طوری که خاک سست شده در اثر کاربرد ادوات خاک ورزی، مجدداً متراکم شده و در طول فصل رشد گیاه در اثر فرایند طبیعی خاک، به حالت قبل بازگشت کرده است. نتایج گزارش شده توسط ارباخ و همکاران<sup>۲</sup> (۷) نیز این امر را تأیید می کند.

#### شاخص مخروط خاک

به منظور بررسی کلی تأثیر تیمارهای مختلف خاک ورزی بر شاخص مخروط خاک، در چهار استان که امکان اندازه گیری این کمیت را داشتند، اقدام به تجزیه واریانس مرکب داده ها در سال های اجرای تحقیق گردید. طبق نتایج به دست آمده، در منطقه آذربایجان شرقی تیمارهای خاک ورزی آغازین در هر سه محدوده عمق خاک در سطح احتمال ۱٪ و تیمارهای خاک ورزی ثانویه در عمق ۱۰-۰ سانتی متری در سطح احتمال ۵٪ از نظر تأثیر بر شاخص مخروط خاک اختلاف معنی دار داشته اند. اثرات متقابل تیمارهای خاک ورزی آغازین و ثانویه در عمق ۲۰-۱۰ سانتی متری در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. در منطقه آذربایجان غربی، بین تیمارهای خاک ورزی آغازین و ثانویه و

2- Erbach et al.

1- Narrow Tine

جدول ۲- مقایسه میانگین های جرم مخصوص ظاهری خاک تیمارهای آزمایشی به تفکیک استان ها<sup>۱</sup>

میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)								
آذربایجان شرقی		آذربایجان غربی		فارس		کرمانشاه		
محدوده عمق نمونه برداری از خاک (سانتی متر)								
۱۰-۲۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۰-۱۰	
۱/۲۶۲	۱/۳۶۱	۱/۳۲۸	۱/۳۲۳	۱/۲۰۱	۱/۲۸۱	۱/۰۹۹	۱/۰۶۹	شخم با گاو آهن برگرداندار به عمق ۳۰+ دیسک
a	ab	a	abc	b	c	cde	e	
۱/۲۵۷	۱/۳۳۷	۱/۲۷۷	۱/۲۱۳	۱/۲۱۶	۱/۲۹۸	۱/۰۶۶	۱/۰۹۹	شخم با گاو آهن برگرداندار به عمق ۳۰+ رتیواتور
a	b	ab	f	ab	bc	e	e	
۱/۲۹۸	۱/۳۹۸	۱/۲۵۱	۱/۳۴۷	۱/۲۳۰	۱/۳۳۱	۱/۰۸۴	۱/۱۲۷	شخم با گاو آهن قلمی به عمق ۲۵+ دیسک
a	ab	b	ab	ab	ab	de	cde	
۱/۲۷۷	۱/۳۶۴	۱/۲۳۰	۱/۲۴۰	۱/۲۲۳	۱/۳۲۱	۱/۱۲۹	۱/۱۱۷	شخم با گاو آهن قلمی به عمق ۲۵+ رتیواتور
a	ab	b	ef	ab	ab	bcde	de	
۱/۲۳۸	۱/۳۹۰	۱/۲۲۰	۱/۳۰۲	۱/۲۳۱	۱/۳۳۱	۱/۱۵۰	۱/۱۹۶	شخم با گاو آهن برگرداندار به عمق ۱۵+ دیسک
a	ab	b	cd	ab	ab	abcde	abcd	
۱/۲۶۳	۱/۳۷۱	۱/۲۱۷	۱/۲۶۳	۱/۲۲۹	۱/۳۲۴	۱/۱۴۰	۱/۱۵۴	شخم با گاو آهن برگرداندار به عمق ۱۵+ رتیواتور
a	ab	b	de	ab	ab	abcde	bcde	
۱/۲۹۰	۱/۴۰۱	۱/۲۷۳	۱/۳۰۷	۱/۲۱۳	۱/۳۳۴	۱/۰۷۸	۱/۲۱۰	شخم با گاو آهن قلمی به عمق ۱۵+ دیسک
a	ab	ab	bcd	ab	a	de	abc	
۱/۲۴۳	۱/۳۹۰	۱/۲۲۷	۱/۲۸۷	۱/۲۲۱	۱/۳۲۹	۱/۱۶۲	۱/۲۳۲	شخم با گاو آهن قلمی به عمق ۱۵+ رتیواتور
a	ab	b	cd	ab	ab	abcd	ab	
۱/۲۹۸	۱/۴۲۱	۱/۲۶۰	۱/۳۶۰	۱/۲۴۰	۱/۳۳۸	۱/۲۰۳	۱/۲۰۹	شخم با کولتیواتور به عمق ۱۰+ دیسک
a	a	b	a	a	a	ab	abc	
۱/۲۸۵	۱/۴۳۵	۱/۲۱۷	۱/۲۹۷	۱/۲۲۲	۱/۳۴۶	۱/۱۴۰	۱/۱۹۹	شخم با کولتیواتور به عمق ۱۰+ رتیواتور
a	a	b	cd	ab	a	abcde	abcd	
۱/۲۹۵	۱/۴۱۰	۱/۳۱۹	۱/۲۹۴	۱/۲۲۸	۱/۳۳۳	۱/۲۲۷	۱/۲۴۸	شخم با دیسک به عمق ۱۰+ دیسک
a	ab	a	cd	ab	a	a	a	
۱/۲۸۷	۱/۴۱۲	۱/۲۴۴	۱/۲۴۰	۱/۲۲۸	۱/۳۳۶	۱/۱۸۰	۱/۲۴۹	شخم با دیسک به عمق ۱۰+ رتیواتور
a	a	b	ef	ab	a	abc	a	
۰/۰۸۶۱*	۰/۰۶۳۶*	۰/۰۵۲۴*	۰/۰۴۰۵**	۰/۰۳۰۲*	۰/۰۳۰۱*	۰/۰۸۱۱*	۰/۰۸۰۰*	LSD, P=0.05; P=0.01**

- میانگین هایی که با حروف لاتین مشترک مشخص شده اند، در یک گروه قرار دارند و اختلاف معنی داری ندارند.

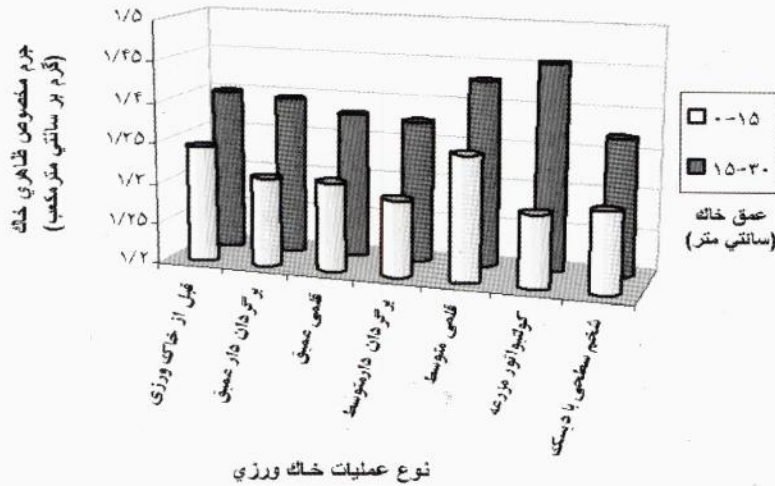
II - نتایج استان گلستان که مربوط به یک سال اندازه گیری و عمق نمونه برداری متفاوت بوده، به طور جداگانه در شکل ۱ مشخص شده است.

اثرات متقابل آنها در هیچ یک از عمق های اندازه گیری اختلاف معنی داری وجود نداشت. در منطقه فارس، تیمارهای خاک ورزی آغازین در محدوده عمق ۱۰-۰ سانتی متری خاک اختلاف معنی داری نداشته ولی در عمق های ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰

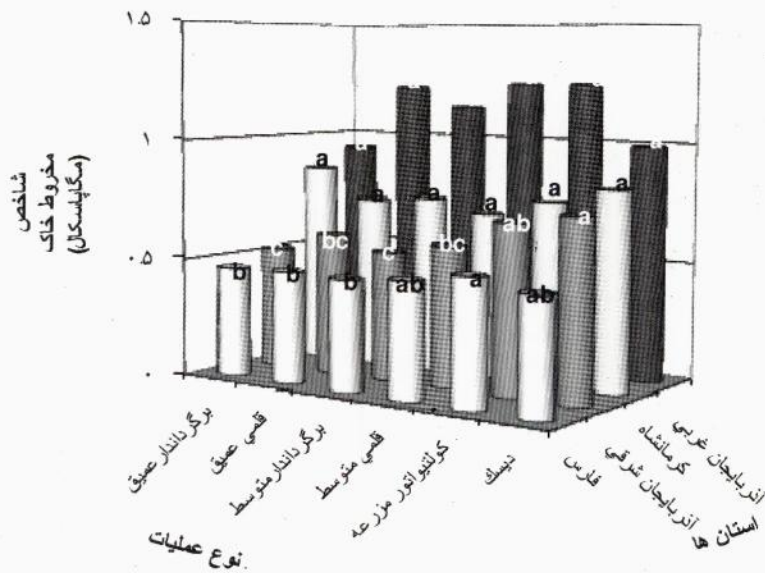
اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ داشته اند. تیمارهای خاک ورزی ثانویه و اثرات متقابل آنها با تیمارهای خاک ورزی آغازین در عمق ۱۰-۰ سانتی متری اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ داشته اند. در کرمانشاه، تیمارهای خاک ورزی

این منطقه تیمارهای خاک ورزی ثانویه و اثرات متقابل آنها با تیمارهای خاک ورزی آغازین در هر سه محدوده عمق خاک اختلاف معنی داری از نظر تاثیر بر شاخص مخروط خاک

آغازین فقط در محدوده عمق ۲۰-۳۰ سانتی متری خاک اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ داشتند که با توجه به اختلاف عمق کار این تیمارها، نتیجه حاصله طبیعی به نظر می رسد. در



شکل ۱- مقایسه میانگین های جرم مخصوص ظاهری خاک تیمارهای خاک ورزی آغازین پس از کاشت با شرایط قبل از خاک ورزی در استان گلستان



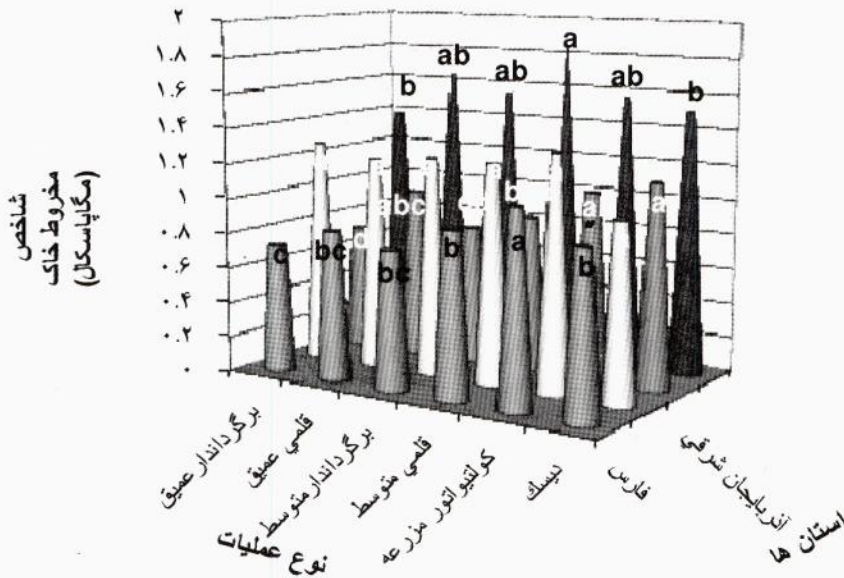
II: نتایج شاخص مخروط خاک در استان گلستان به علت خطای دستگاه اندازه گیری، حذف شده است.

شکل ۲- مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک تیمارهای خاک ورزی آغازین در مناطق مختلف در عمق ۰-۱۰ سانتی متری، (رطوبت خاک ۲۰-۱۸ درصد بر اساس وزن خشک)



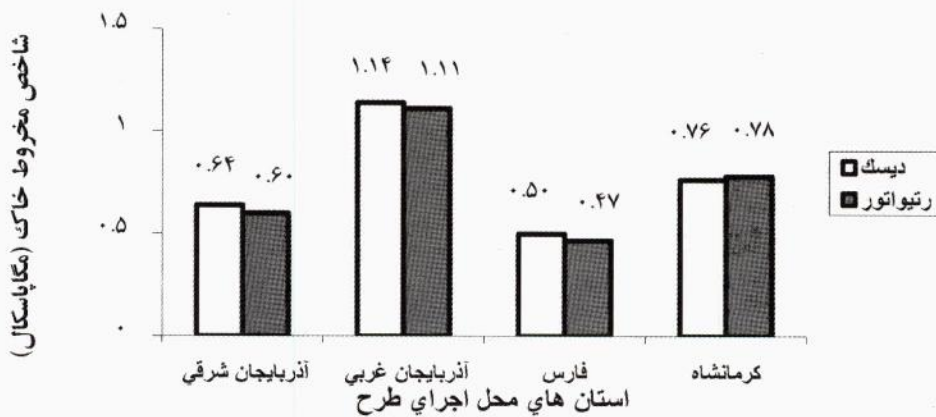
به ترتیب تاثیر بیشتری بر کاهش فشردگی خاک در هر دو محدوده عمق ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متری نسبت به کولتیواتور و دیسک داشته اند. در مقایسه میانگین های شاخص مخروط خاک تیمارهای خاک ورزی ثانویه، طبق شکل ۴، بجز

نداشتند. نتایج مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک در عمق های ۰-۱۰ و ۱۰-۲۰ سانتی متری خاک تیمارهای خاک ورزی آغازین به تفکیک مناطق مجری تحقیق در شکل های ۲ و ۳ نشان می دهد که در حالت کلی گاواهن برگردان دار و قلمی با داشتن حداقل مقدار شاخص مخروط خاک،



II: نتایج شاخص مخروط خاک در استان گلستان به علت خطای دستگاه اندازه گیری، حذف شده است.

شکل ۳- مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک تیمارهای خاک ورزی آغازین در مناطق مختلف در عمق ۱۰-۲۰ سانتی متری، (رطوبت خاک ۲۰-۱۸ درصد بر اساس وزن خشک)



II: نتایج شاخص مخروط خاک در استان گلستان به علت خطای دستگاه اندازه گیری، حذف شده است.

شکل ۴- مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک تیمارهای خاک ورزی ثانوی در مناطق مختلف در عمق ۰-۱۰ سانتی متری، (رطوبت خاک ۲۰-۱۸ درصد بر اساس وزن خشک)

از نظر درصد استقرار بوته پس از زمستان گذرانی در سال های مختلف، اختلاف معنی داری نداشتند؛ ولی در استان های آذربایجان غربی و کرمانشاه، تیمارهای خاک ورزی آغازین به ترتیب تأثیر معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ داشتند. در مقایسه میانگین های درصد استقرار بوته در جدول ۳، می توان نتیجه گرفت که در شرایط آذربایجان غربی و کرمانشاه شخم با گاوآهن برگرداندار، شرایط بهتری را برای رشد آغازین و مقاومت بوته ها به سرمای زمستانه فراهم نموده و شخم سطحی با دیسک و کولتیواتور، بوته های ضعیف تری نسبت به بقیه روش های خاک ورزی ایجاد کرده است. از نظر شاخص سرعت سبز شدن، در استان فارس تیمارهای خاک ورزی آغازین و در آذربایجان غربی تیمارهای خاک ورزی آغازین و ثانوی و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی دار داشتند و از نظر درصد سبز بوته، در اکثر استان ها تیمارهای خاک ورزی ثانویه اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ نشان دادند. طبق جدول ۳ در شرایط استان های مختلف، شخم آغازین با گاوآهن برگردان دار و استفاده از رتیواتور در خاک ورزی ثانوی، بهترین شرایط را برای سبز شدن بذر فراهم کرده است. در استان گلستان بر خلاف سایر مناطق، خاک ورزی ثانوی با دیسک به طور معنی داری نسبت به رتیواتور، از درصد سبز بوته بیشتر برخوردار بوده و در نتیجه بستر مناسب تری برای سبز شدن بذر فراهم کرده است. احتمالاً در این شرایط، تأثیر نیروهای برشی پره های دیسک در خردکردن خاک پیوسته موثرتر از رتیواتور عمل نموده است.

#### اجزای عملکردی کلزا

در تجزیه واریانس مرکب اجزای عملکردی کلزا نسبت به سال های اجرای تحقیق، از نظر تعداد غلاف در بوته، در کرمانشاه و فارس تیمارهای خاک ورزی آغازین و ثانوی به ترتیب اختلاف معنی دار در

کرمانشاه، در سه منطقه دیگر، تیماراستفاده از رتیواتور مقدار کمتری نسبت به دیسک داشته است. البته با توجه به این که در اکثر محل های اجرای تحقیق، به منظور شکستن کلوخ ها و آماده سازی مناسب بستر بذر، عمل دیسک زنی دو تا سه بار انجام شده و استفاده از رتیواتور در یک مرحله انجام گرفته است، به نظر می رسد در شرایط یکسان تعداد عبور، خاک ورزی ثانوی با رتیواتور به مراتب تأثیر بیشتری در نرم سازی لایه سطحی خاک در مقایسه با دیسک داشته است.

مقایسه میانگین شاخص مخروط خاک در عمق های ۱۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ سانتی متری خاک تیمارهای خاک ورزی آغازین به تفکیک مناطق مجری تحقیق در شکل های ۲ و ۳ نشان می دهد که در حالت کلی گاوآهن برگردان دار و قلمی با داشتن حداقل مقدار شاخص مخروط خاک، به ترتیب تأثیر بیشتری بر کاهش فشردگی خاک در هر دو محدوده عمق ۱۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ سانتی متری نسبت به کولتیواتور و دیسک داشته اند. در مقایسه میانگین های شاخص مخروط خاک تیمارهای خاک ورزی ثانوی، طبق شکل ۴، بجز کرمانشاه، در سه منطقه دیگر، تیمار استفاده از رتیواتور مقدار کمتری نسبت به دیسک داشته است. البته با توجه به این که در اکثر محل های اجرای تحقیق، به منظور شکستن کلوخ ها و آماده سازی مناسب بستر بذر، عمل دیسک زنی دو تا سه بار انجام شده و استفاده از رتیواتور در یک مرحله انجام گرفته است، به نظر می رسد در شرایط یکسان تعداد عبور، خاک ورزی ثانوی با رتیواتور به مراتب تأثیر بیشتری در نرم سازی لایه سطحی خاک در مقایسه با دیسک داشته است.

#### صفات مربوط به سبز بوته

طبق نتایج به دست آمده، در استان های آذربایجان شرقی و فارس و گلستان، تیمارهای خاک ورزی آغازین و ثانوی و اثرات متقابل آنها

محصول اختلاف معنی داری بین تیمارها مشاهده نشد. نتایج مقایسه میانگین های عملکرد روش های مختلف خاک ورزی آغازین در استان های مجری تحقیق، در شکل ۵ نشان داده شده است. مطابق شکل، در استان فارس، تیمارهای شخم عمیق با گاوآهن برگرداندار و گاو آهن قلمی و شخم سطحی با دیسک، از نظر عملکرد در یک گروه آماری قرار گرفتند و بیش ترین میزان عملکرد مربوط به تیمار شخم با گاو آهن برگرداندار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر به میزان ۳۲۱۳ کیلو گرم در هکتار و کم ترین آن مربوط به دو تیمار شخم متوسط با گاوآهن برگرداندار به عمق ۲۰-۱۵ سانتی متر و شخم سطحی با کولتیواتور مزرعه به ترتیب به میزان ۲۷۷۸ و ۲۸۰۰ کیلو گرم در هکتار بود. در استان گلستان، بیش ترین میزان عملکرد محصول مربوط به تیمار شخم با گاوآهن قلمی به عمق ۲۵-۲۰ سانتی متر به میزان ۲۷۵۲ کیلوگرم در هکتار و کم ترین آن مربوط به تیمار شخم با گاوآهن برگرداندار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر به میزان ۲۴۸۹ کیلو گرم در هکتار بوده است. دلیل این امر احتمالاً ناشی از تاثیر بیش تر گاوآهن قلمی بر کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک نسبت به سایر تیمارها و در نتیجه تهیه بستری مناسب برای سبز شدن بذر در این منطقه می باشد. در استان آذربایجان غربی، تیمارهای شخم عمیق با گاوآهن برگرداندار و شخم سطحی با هرس بشقابی و کولتیواتور مزرعه و شخم متوسط با گاوآهن قلمی به ترتیب با میزان ۳۳۵۵، ۳۱۲۶، ۳۰۶۲ و ۲۹۰۸ کیلو گرم در هکتار بیش ترین عملکرد را داشته و در یک گروه آماری قرار گرفته اند و حداقل عملکرد به میزان ۲۷۳۰ کیلوگرم در هکتار به تیمار شخم عمیق با گاوآهن قلمی تعلق داشت. در استان آذربایجان شرقی، بجز تیمار شخم عمیق با گاوآهن قلمی که با میزان ۱۸۴۳ کیلوگرم در هکتار کم ترین عملکرد

سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ داشتند. در مقایسه وزن هزار دانه محصول، در آذربایجان غربی تیمارهای خاک ورزی آغازین و اثرات متقابل آنها با تیمارهای ثانویه و در فارس تیمارهای خاک ورزی آغازین در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی دار بودند. در مقایسه میانگین هر یک از این کمیت ها در جدول ۳، مشاهده می گردد که در اکثر مناطق استفاده از گاوآهن برگردان دار در خاک ورزی آغازین شرایط بهتری برای تشکیل غلاف و تولید دانه فراهم کرده است. نتایج بررسی تاثیر روش های مختلف خاک ورزی بر عمق نفوذ ریشه اصلی کلزا نشان داد که بجز کرمانشاه در بقیه مناطق، اختلاف معنی داری بین تیمارهای مختلف خاک ورزی وجود ندارد و با مقایسه میانگین های این کمیت در جدول ۳، می توان نتیجه گرفت که عمق نفوذ ریشه کلزا در خاک های با بافت نیمه سنگین متأثر از عمق خاک ورزی نمی باشد. بنابراین امکان استفاده از سیستم های کم خاک ورزی در این خاک ها برای کشت کلزا وجود دارد. نتایج گزارش شده توسط هریس (۹) و بوناری و همکاران (۴) نیز این نکته را تایید می کند؛ البته در استان کرمانشاه شخم عمیق با گاوآهن برگردان دار و گاوآهن قلمی، تاثیر معنی داری بر افزایش عمق نفوذ ریشه نسبت به شخم سطحی با کولتیواتور و دیسک داشته است.

#### عملکرد دانه کلزا

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد محصول پنج استان در سال های اجرای تحقیق، نشان داد که در آذربایجان شرقی، تیمارهای خاک ورزی آغازین در سطح احتمال ۵٪ و در کرمانشاه تیمارهای خاک ورزی آغازین و اثرات متقابل آنها با تیمارهای خاک ورزی ثانوی در سطح احتمال ۱٪ و در فارس و گلستان، تیمارهای خاک ورزی ثانوی در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری داشتند. در آذربایجان غربی از نظر عملکرد دانه

را داشته است، بقیه تیمارهای خاک ورزی آغازین در یک گروه آماری قرار داشتند و بیش ترین میزان عملکرد به تیمار شخم عمیق با گاوآهن برگردان دار به میزان ۲۴۸۷ کیلو گرم در هکتار اختصاص

جدول ۳- مقایسه میانگین تیمارهای آزمایشی از نظر اجزای عملکردی و مرفولوژیکی گیاه کلزا در مناطق مختلف

خصوصیات مرفولوژیکی و اجزای عملکردی گیاه کلزا							تیمارهای آزمایشی	مناطق اجرای تحقیق
عمق قنودریشه (میلی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	درصد استقرار بوته	سرعت سبز شدن	درصد سبز	درصد سبز		
۲۱۱/۷ a	۳/۶۵۸ abc	۲۲۹/۸ abc	۸۴/۲ ab	۱۶/۲۳ abc	۵۱/۱ bc	۵۱/۱ bc	Md+D	آذربایجان شرقی
۲۱۳/۷ a	۳/۸۱۲ ab	۲۳۴/۳ abc	۸۳/۵ abc	۱۶/۶۲ abc	۵۳ b	۵۳ b	Md+R	
۲۱۳/۵ a	۳/۵۲۲ c	۲۰۵/۵ bc	۸۲/۲ abc	۱۴/۲۹ c	۴۰/۲ c	۴۰/۲ c	Cd+D	
۲۲۸/۳ a	۳/۷۱۲ abc	۱۷۶/۵ c	۸۸/۸ a	۱۷/۶۱ ab	۵۵/۲ b	۵۵/۲ b	Cd+R	
۲۱۰/۲ a	۳/۷۵۳ abc	۱۹۵/۸ bc	۷۹/۳ bc	۱۵/۲۱ bc	۵۵/۶ b	۵۵/۶ b	Mm+D	
۲۱۹/۵ a	۳/۸۶۸ a	۲۴۵/۷ ab	۸۴/۹ ab	۱۶/۱۴ abc	۵۱/۶ bc	۵۱/۶ bc	Mm+R	
۲۲۵/۵ a	۳/۵۴۶ bc	۲۲۳/۲ abc	۷۹/۰ bc	۱۶/۷۱ abc	۴۸/۶ bc	۴۸/۶ bc	Cm+D	
۲۱۶/۷ a	۳/۸۳۸ a	۱۸۶/۸ bc	۷۹/۸ bc	۱۸/۵۶ a	۴۸/۲ bc	۴۸/۲ bc	Cm+R	
۲۰۰/۵ a	۳/۸۸۷ a	۲۳۱/۵ abc	۸۰/۵ bc	۱۷/۳۰ abc	۵۰/۹ bc	۵۰/۹ bc	Fc+D	
۲۱۳/۰ a	۳/۷۶۱ abc	۲۰۶/۷ bc	۷۴/۵ c	۱۷/۰۱ abc	۶۶/۵ a	۶۶/۵ a	Fc+R	
۲۰۶/۷ a	۳/۷۶۲ abc	۲۱۸/۲ abc	۷۷/۱ bc	۱۷/۰۰ abc	۴۴/۳ bc	۴۴/۳ bc	D+D	
۱۹۷/۷ a	۳/۷۷۹ abc	۲۶۷/۷ a	۸۴/۶ ab	۱۶/۳۶ abc	۴۵/۶ bc	۴۵/۶ bc	D+R	
۳۱/۶۱	۰/۲۳۸۱	۵۲/۱۶	۰/۱۰۰۳	۲/۷۰۶	۰/۱۰۶۶	۰/۱۰۶۶	LSD,(P=0.05)	
۲۵۰/۳۸ ab	۳/۹۰۸ ab	۲۲۷/۹۲ b	۶۰/۴۶ ab	۱۰/۲۰ ab	-	-	Md+D	آذربایجان غربی
۲۴۶/۰۰ ab	۴/۱۰۰ ab	۲۲۶/۱۷ b	۶۱/۱۲ a	۹/۶۵ abc	-	-	Md+R	
۱۹۱/۳۳bc	۴/۵۸ab	۲۴۱/۵۸ab	۵۶/۳۹abcd	۸/۹۲bcde	-	-	Cd+D	
۲۶۸/۰۰ ab	۳/۸۷۵ b	۲۸۹/۸۳ a	۵۲/۷۶ cd	۶/۹۸ f	-	-	Cd+R	
۲۴۲/۲۲ b	۴/۱۵۸ a	۲۴۷/۵۸ ab	۵۸/۴۴ abc	۸/۷۵ cde	-	-	Mm+D	
۲۵۳/۸۹ ab	۳/۸۷۵ b	۲۲۱/۵۸ b	۵۴/۳۹ bcd	۸/۳۸ cde	-	-	Mm+R	
۲۸۰/۷۸ ab	۳/۸۹۲ b	۲۷۴/۴۲ ab	۵۱/۰۲ d	۷/۹۵ def	-	-	Cm+D	
۲۲۳/۶۱ bc	۳/۸۵۸ b	۲۸۸/۱۷ a	۵۳/۹۳ bcd	۷/۶۸ ef	-	-	Cm+R	
۲۳۴/۵۶ b	۳/۹۶۷ ab	۲۷۱/۵۰ ab	۵۸/۴۳ abc	۹/۶۰ abc	-	-	Fc+D	
۲۷۳/۸۳ ab	۳/۸۸۳ b	۲۸۴/۷۵ a	۵۸/۱۷ abc	۹/۴۷ abc	-	-	Fc+R	
۱۹۰/۶۷ bc	۳/۸۳۳ b	۲۶۲/۶۷ ab	۵۹/۷۹ ab	۹/۱۷ bcd	-	-	D+D	
۲۳۴/۸۳ b	۳/۹۶۷ ab	۲۹۱/۳۳ a	۵۹/۸۷ ab	۱۰/۶۵ a	-	-	D+R	
۸/۲۵۲**	۰/۲۳۲۳**	۴۸/۰۳*	۰/۰۵۸*	۱/۲۸۲**	-	-	LSD,(P=0.05*) (P=0.01**)	

Md: شخم با گاوآهن برگردان دار به عمق ۳۰-۲۵ سانتی متر D: خاک ورزی با هرس بشقابی (دیسک) به عمق ۱۰-۸ سانتی متر

Cd: شخم با گاوآهن قلمی به عمق ۲۵-۲۰ سانتی متر R: خاک ورزی ثانوی با رتیواتور به عمق ۱۰-۸ سانتی متر

Mm: شخم متوسط با گاوآهن برگردان دار به عمق ۲۰-۱۵ سانتی متر

Cm: شخم متوسط با گاوآهن قلمی به عمق ۲۰-۱۵ سانتی متر Fc: شخم سطحی با کولتیواتور مزرعه به عمق ۱۰-۸ سانتی متر

ادامه جدول ۳

خصوصیات مورفولوژیکی و اجزای عملکردی گیاه کلزا							مناطق اجرای تحقیق
عمق نفوذ ریشه (میلی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	درصد استقرار بوته	سرعت سبز شدن	درصد سبز	تیمارهای آزمایشی	
۲۸۲ ab	۴/۰۱۲ ab	۲۶۲/۲ ab	۷۰/۸ a	۱۱/۱۹۲ a	۷۹/۲ a	Md+D	
۲۷۵ ab	۳/۹۷۱ ab	۲۵۵/۷ ab	۷۲/۱ a	۹/۱۹۲ ab	۷۳/۳ ab	Md+R	
۲۵۴ b	۴/۰۹۹ ab	۲۲۷/۳ ab	۶۹/۶ a	۷/۸۹۲ b	۶۶/۶ bc	Cd+D	
۲۷۸ ab	۴/۱۶۸ ab	۲۴۵/۵ ab	۶۸/۰ a	۸/۴۲۸ b	۶۶/۸ bc	Cd+R	
۲۶۳ b	۴/۰۳۷ ab	۲۳۵/۱ ab	۶۹/۸ a	۹/۲۵۷ ab	۷۳/۴ ab	Mm+D	
۲۹۹ a	۴/۲۵۸ a	۲۲۵/۷ ab	۷۰/۵ a	۹/۲۴۵ ab	۷۷/۸ ab	Mm+R	
۲۶۷ ab	۴/۰۸۲ ab	۲۰۶/۸ b	۶۸/۵ a	۸/۷۲۵ b	۶۶/۴ bc	Cm+D	
۲۶۳ b	۴/۱۶۴ ab	۲۰۹/۲ b	۶۸/۹ a	۸/۸۰۵ ab	۶۸/۳abc	Cm+R	
۲۸۰ ab	۳/۹۹۳ ab	۲۵۳/۲ ab	۷۰/۵ a	۸/۸۰۳ ab	۷۰/۸ ab	Fc+D	
۲۸۱ ab	۴/۰۵۰ ab	۲۱۶/۵ ab	۶۸/۸ a	۹/۳۴۸ ab	۷۱/۰ ab	Fc+R	
۲۸۲ ab	۴/۰۳۹ ab	۲۷۳/۲ a	۷۰/۵ a	۸/۲۲۳ b	۵۶/۷ c	D+D	
۲۷۱ ab	۳/۸۶۴ b	۲۵۳/۸ ab	۶۵/۶ a	۸/۲۷۰ b	۶۹/۹ ab	D+R	
۲/۹۷۶	۰/۲۶۰۱	۵۴/۱۸	۰/۰۶۰۴۷	۲/۱۵۰	۰/۱۰۴۷	LSD,(P=0.05)	
-	-	-	۶۳/۵۸a	۲/۸abc	۵۱/۰a	Md+D	
-	-	-	۶۲/۲۵a	۳/۱abc	۴۹/۱a	Md+R	
-	-	-	۶۰/۹a	۳/۵ab	۴۵/۶ ab	Cd+D	
-	-	-	۵۸/۶a	۲/۹abc	۳۸/۵ab	Cd+R	
-	-	-	۶۰/۲۵a	۳/۶a	۴۹/۰a	Mm+D	
-	-	-	۶۲/۶a	۳/۲abc	۴۴/۵ab	Mm+R	
-	-	-	۶۷/۲۵a	۳/۱abc	۴۸/۸a	Cm+D	
-	-	-	۵۹/۲۵a	۳/۴abc	۴۱/۹ab	Cm+R	
-	-	-	۵۸/۲۰a	۲/۵bc	۴۴/۰ab	Fc+D	
-	-	-	۶۰/۷۰a	۲/۳c	۳۴/۲b	Fc+R	
-	-	-	۶۱/۷۰a	۳/۱abc	۴۳/۰ab	D+D	
-	-	-	۵۹/۷۵a	۳/۰abc	۴۲/۰ab	D+R	
-	-	-	۱۰/۳۵	۰/۸۴۸۱	۱۱/۹۰	LSD,(P=0.05)	

کرج

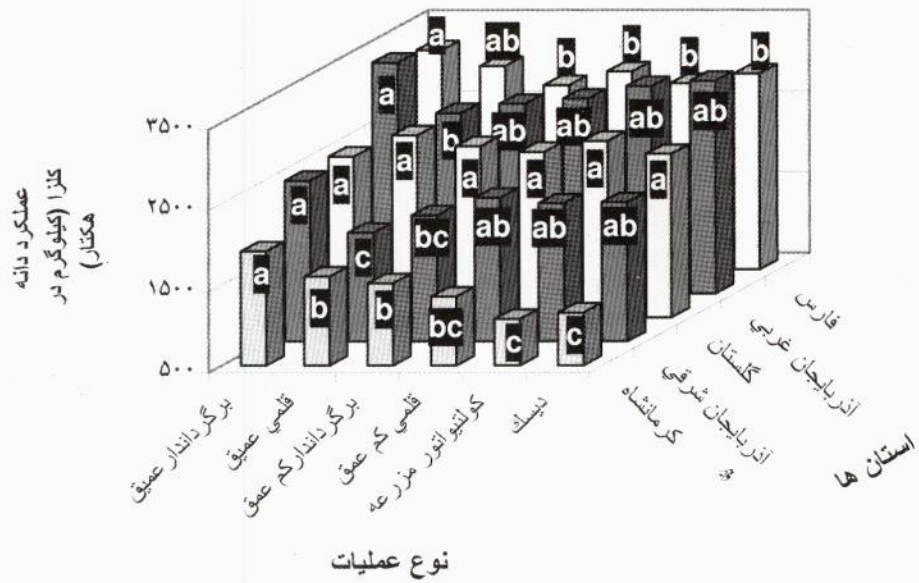
کاشان

ادامه جدول ۳

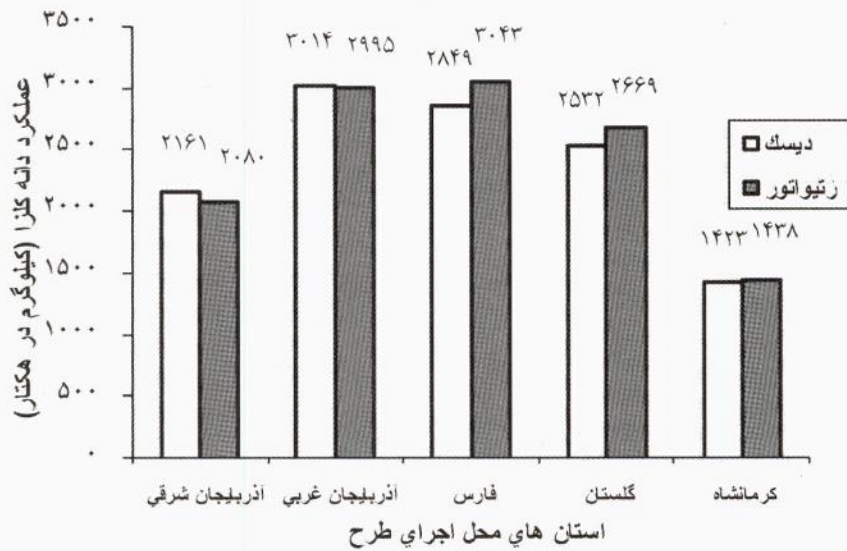
خصوصیات مرفولوژیکی و اجزای عملکردی گیاه کلزا						تیمارهای آزمایشی	مناطق اجرای تحقیق
عمق نفوذ ریشه (میلی متر)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد غلاف در بوته	درصد استقرار بوته	سرعت سبز شدن	درصد سبز		
۳۶۸/۹b	۳/۵۸۹a	۱۹۱/۴a	۶۰/۸ab	۷/۹۳۳ab	-	Md+D	کرمانشاه
۴۲۱/۱a	۳/۵۴۴a	۱۸۲/۹ab	۶۰/۷ab	۸/۰۰۰a	-	Md+R	
۳۷۰/۰b	۳/۵۸۹a	۱۸۶/۰ab	۶۱/۴ab	۷/۴۵۶bcdef	-	Cd+D	
۳۶۶/۷b	۳/۵۸۹a	۱۷۰/۱abc	۶۰/۲ab	۷/۷۷۸abc	-	Cd+R	
۳۴۷/۸b	۳/۶۲۲a	۱۷۱/۳abc	۶۲/۳a	۷/۳۴۴cdef	-	Mm+D	
۳۴۸/۹b	۳/۵۵۶a	۱۵۸/۸abc	۵۹/۴abc	۷/۵۸۹abcde	-	Mm+R	
۳۲۰/۰c	۳/۵۶۷a	۱۷۱/۹abc	۵۶/۲bcd	۷/۰۵۶fg	-	Cm+D	
۳۱۶/۱c	۳/۶۴۴a	۱۶۴/۴abc	۵۴/۰cde	۷/۶۴۴abcd	-	Cm+R	
۲۴۰/۰d	۳/۶۰۰a	۱۳۹/۳c	۵۲/۱de	۷/۰۳۳fg	-	Fc+D	
۲۵۰/۶d	۳/۶۷۸a	۱۴۱/۳c	۴۹/۸e	۷/۱۴۴efg	-	Fc+R	
۲۶۲/۲d	۳/۵۴۴a	۱۵۶/۲bc	۵۱/۰de	۷/۲۳۳def	-	D+D	
۲۵۶/۷d	۳/۷۱۱a	۱۴۰/۳c	۵۹/۴abc	۶/۷۰۰g	-	D+R	
۲/۶۸۷	۰/۱۶۰۰	۲۹/۷۲	۰/۰۵۲۴	۰/۴۳۲۹	-	LSD,(P=0.05)	

نداشته اند (شکل ۶). در بررسی میانگین های اثرات متقابل تیمارها در مناطق مختلف (شکل ۷)، در استان های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، فارس و کرمانشاه، ترکیب تیماری شخم با گاو آهن برگرداندار و به دنبال آن استفاده از رتیواتور، بهترین عملکرد را حاصل نموده که دارای نتایج مشابه با آنچه وایتلی و دکستر (۱۷) و زومباخ (۱۹) به دست آورده اند، می باشد؛ ولی در استان گلستان ترکیب تیماری شخم عمیق با گاو آهن قلمی و استفاده از رتیواتور بیش ترین عملکرد را داشته اند که با نتایج وز (۱۴) و والیود و مرسی یر (۱۵) مطابقت دارد. علت اختلاف نتیجه عملکرد منطقه گلستان با مناطق دیگر، احتمالاً به دلیل اختلاف در نوع آبیاری آنها باشد؛ زیرا در گلستان کشت به صورت دیم پرباران (Rain fed) و در مناطق دیگر کشت به صورت آبی (فاریاب) انجام گرفته است.

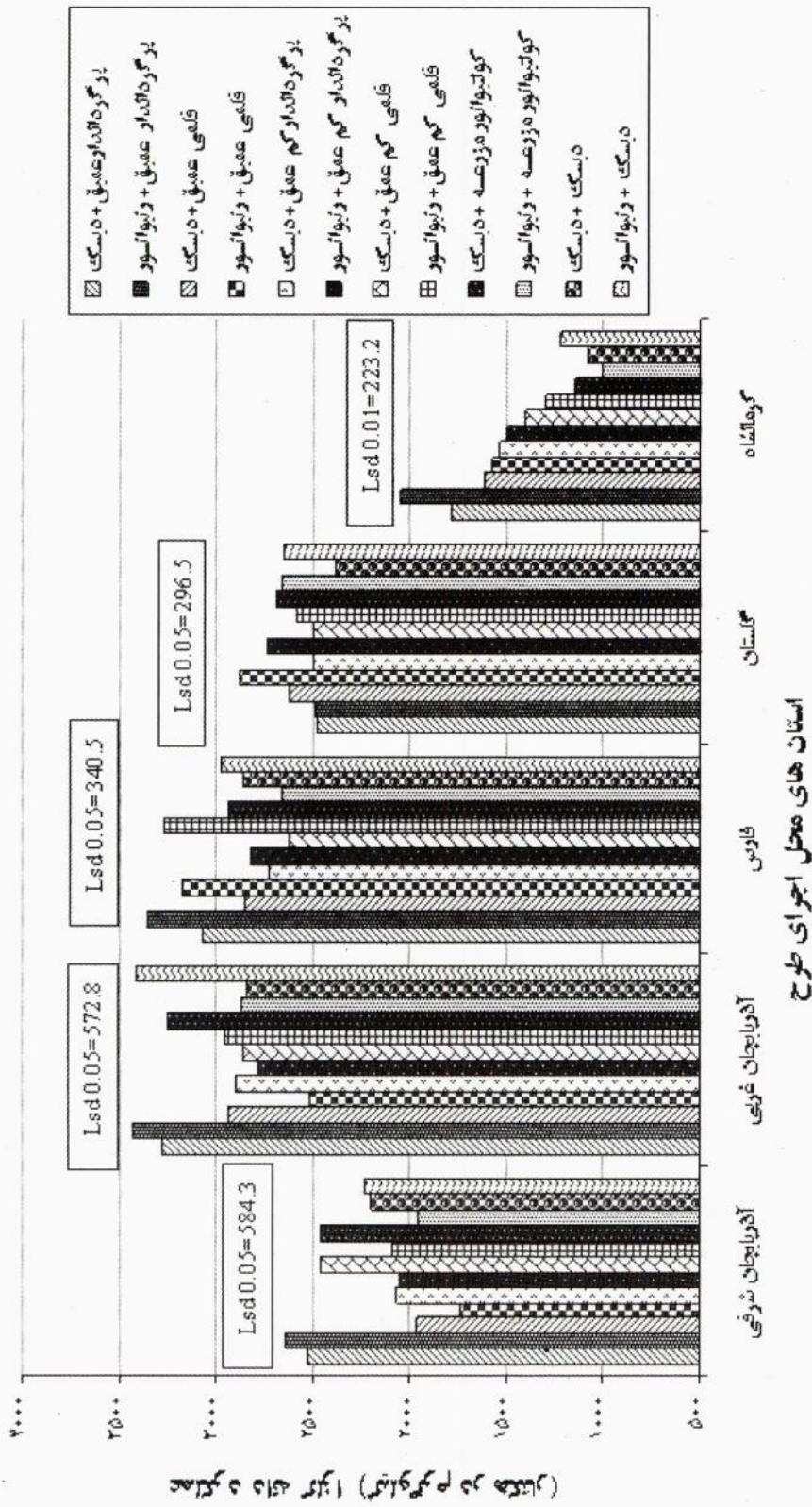
داشت. بنابر این بر طبق نتایج به دست آمده از این مناطق می توان نتیجه گرفت که این موضوع عمق شخم تأثیر معنی داری بر عملکرد محصول نداشته است این موضوع با نتایج بوناری و همکاران (۴) مطابقت دارد. در استان کرمانشاه، تیمار شخم عمیق با گاو آهن برگردان دار با میزان برگردان دار با میزان ۱۹۰۹ کیلوگرم در هکتار بیش ترین عملکرد و تیمارهای شخم سطحی با کولتیواتور مزرعه و هرس بشقابی به ترتیب با میزان ۱۰۷۲ و ۱۱۵۲ کیلوگرم در هکتار، کم ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. در مقایسه میانگین تیمارهای خاک ورزی ثانوی در مناطق مختلف، به جز استان فارس و گلستان که در آنها خاک ورزی ثانوی با رتیواتور بطور معنی داری از عملکرد بیش تری نسبت به دیسک برخوردار بوده است، در بقیه استان ها تیمارهای خاک ورزی ثانوی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه کلزا



شکل ۵- مقایسه میانگین عملکرد دانه کلزا تیمارهای خاک ورزی آغازین در مناطق مختلف



شکل ۶- مقایسه میانگین عملکرد دانه کلزا تیمارهای خاک ورزی ثانوی در مناطق مختلف



شکل ۷- مقایسه میانگین عملکرد دانه کلزا ترکیبات تیماری خاک ورزی آغازین و ثانوی در استان های مختلف



### نتیجه گیری

برگرداندار و به دنبال آن استفاده از رتیواتور، بهترین شرایط را برای تهیه بستر و سبز شدن بذر فراهم کرده و بیشترین میزان استقرار و عملکرد را داشته است؛ ولی در استان گلستان، احتمالاً به دلیل این که کشت به صورت دیم پرباران (Rain fed) انجام شده است، روش شخم عمیق با گاو آهن قلمی و سپس استفاده از رتیواتور بیشترین عملکرد را داشته و استفاده از گاو آهن برگرداندار در این منطقه کمترین عملکرد را به دست آورده است.

به طور کلی می توان نتیجه گرفت :  
الف) در بیشتر مناطق مورد آزمایش، شخم عمیق با گاو آهن برگردان دار، با وجود تاثیر بیش تر بر کاهش فشردگی خاک نسبت به شخم سطحی با دیسک و کولتیواتور مزرعه، تاثیر معنی داری بر عمق نفوذ ریشه، استقرار بوته و عملکرد کلزای پاییزه نداشته است.  
ب) در کلیه مناطق مورد آزمایش که کشت کلزا به صورت آبی (فاریاب) انجام گرفته، روش خاک ورزی به صورت شخم عمیق با گاو آهن

### منابع

1. Amin, R., Hazara, G.R., and Khan, N.A. 2002. Effect of tillage and seeding date on yield and quality of rapeseed under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 17(4) : 398-400.
2. Anon, 2009. Rapeseed. <http://en.wikipedia.org/wiki/Rapeseed>.
3. ASAE standard S313.2. 1995. Soil cone penetrometer. *Agricultural Engineering Year Book*, P 683.
4. Bonari, E., Mazzoncin, M. and Peruzzi, A. 1995. "Effects of conventional and minimum tillage on winter oilseed rape". *Soil and Tillage Research*, 33 (2): 91-108.
5. Ellis, F.B., Christian, D.G. and Cannell, R.Q. 1982. "Direct drilling, shallow tine cultivation and ploughing on a silt loam soil", 1974-1980. *Soil and Tillage Research*, 2(2):115-130.
6. Erbach, D.C. 1982. "Tillage for continuous corn and corn-soybean rotation". *Trans. of the ASAE*. 25: 906-911, 918.
7. Erbach, D.C., Benjamin, J.G., Cruse, R.M., Elamin, M.A., Mukhtar, S., and Choi, H. 1992. "Soil and corn response to tillage with Paraplow". *Transaction of the ASAE*, 35(5): 1347-1354.
8. Godwin, R.J. 1990. *Agricultural Engineering in Development: Tillage for crop production in areas of low rainfall*. FAO. *Agricultural services Bulletin* 83. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome: 124 p.
9. Harris, P.B. 1982. "Rape crop needs minimal amount of seedbed preparation". *Arable-Farming*, 9 (9): 44-47.

10. Holmes, M.R.J. 1998. Nutrition of the Oilseed Rape Crop. Translated by: Ahmadi, M. and Javidfar, F. Oilseed Crops Comittee Press, 194 p.(In Farsi)
11. 11-Kosutic, S., Filipovic, D., and Ivancan, S. 1995. "Experience with different tillage methods in wheat, oilseed rape and maize production". Proceeding of the 23<sup>rd</sup> International meeting on agricultural engineering held in Opatija, Croatia, pp:115-121.
12. Maillard , A., Neyroud, J.A., and Vez, A. 1995. "Results of a no-tillage experiment over more than 20 years Changins". Review Suisse d' Agriculture, 27:1,5-10.
13. Smierzchalski,L., Radecki, A., and Deroses, H. 1979. "The effect of a reduction in soil cultivation on the yield of crops in a cereal rotation".Roczniki-Nauk-Rolinczych,104(2):75-94.
14. Vez, A.1974." The chisel plough and its derivatives , new implements for soil cultivation" .Review Suisse d' Agriculture, 6(4): 125.
15. Vullioud, P. and Mercier, E. 2004. Results of a 34-year ploughless tillage experiment at Changins(1970- 2003). Review Suisse d' Agriculture, 36(5): 201-212.
16. Weiss, E. A.1996. Oil seed, Crops.Translated by: Nasserri, F. Astane Ghodse Razavi Press, 287. 816 p. (In Farsi)
17. Whiteley, G.M., and Dexter, A.R.1982." Root development and growth of oilseed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil" . Soil and Tillage Research, 2(4): 379-393.
18. Wilkins, D., Klepper, E., and Rickman, R.W.1989." Measuring wheat response to tillage and seedling systems ". Trans. of the ASAE, 32(3): 795-800.
19. Zumbach, W.1982. "Soil cultivation without ploughing ".Technique Aricole, 6: 253-260.