**علوم و تحقیقات بذر ایران**
سال ششم/ شماره سوم/ ۱۳۹۸ (۳۳۱ - ۳۱۷)

DOI: 10.22124/jms.2019.3815

# پیش‌بینی توزیع عمودی بذر گندم (رقم سرداری) در خاک با استفاده از مدل SeedChaser

**نبی خلیلی اقدم***

تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۴

**چکیده**

توزیع عمودی بذر، بقایای گیاهی، کودهای گرانوله و سایر ترکیبات شیمیائی در عمق خاک در اثر شخم با ادوات مختلف یکی از مباحث مهم در زراعت به‌شمار می‌آید. به این منظور از مدل SeedChaser برای شناسائی الگوی توزیع عمودی بذر گندم در عمق ۱۸- ۰سانتی‌متری خاک، با استفاده از ۱۵ تیپ دستگاه خاک‌ورزی در مطالعه شبیه‌سازی و ۹ تیپ از این ادوات در آزمایش مزرعه‌ای بهره گرفته شد. نتایج مدل برای ۱۵ نوع ادوات شخم نشان داد که گاوآهن‌های بیلچه‌ای، خاک‌ورز مرکب، برگردان‌دار و تیلر دوار، بذور را تا عمق‌های زیر ۱۰ سانتی‌متری دفن کردند در حالی‌که حداکثر عمق دفن بذور با انجام شخم در ادوات کولتیواتور، خطی‌کار، کشت مستقیم در بقایا، زیرشکن و شخم نواری تا ۲ سانتی‌متری خاک زراعی بود. در سایر ادوات (سوپرچیزل، سیکلوتیلر، دیسک، ردیف‌کار و چیزل) نیز بیش‌تر حجم پخشیدگی بذور در عمق متوسط بین ۸-۲ سانتی-متری خاک قرار داشت. نتایج همچنین نشان داد عمق بحرانی برای توزیع ۹۰ درصد بذور در گاوآهن برگردان‌دار، تیلر دوار و گاوآهن بیلچه‌ای در عمق‌های ۱۴-۱۸ سانتی‌متری بود و برای سایر ادوات این عمق بحرانی بالای ۱۰ سانتی‌متری خاک بود. نتایج شبیه‌سازی نیز نشان داد که مدل به‌خوبی قادر به شبیه‌سازی توزیع عمودی بذر در خاک است که در آن بیش‌ترین مقادیر پراکندگی مربوط به چیزل و بالاترین دقت در نتایج حاصل از شخم با گاوآهن برگردان‌دار بود. بنابراین استفاده از نتایج این مدل می‌تواند در مطالعات بذر قابل توصیه باشد.

**واژه‌های کلیدی: ادوات، بذر، شخم، عمق، مدل SeedChaser**

استادیار، گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، بوکان، ایران
*نویسنده مسئول: Nkhaliliaqdam@yahoo.com

**مقدمه**

در کشاورزی حفاظتی وضعیت بذور در عمق‌های سطحی و بین بقایای گیاهی از جهت در معرض مسقیم قراردان بذور در شرایط محیطی و نهایتاً انتقال آن‌ها به لایه‌های زیرین خاک در اثر شخم همیشه مورد سوال بوده است (Loddo *et al.,* 2016) و بنابراین اثر شخم روی توزیع عمودی بذر موجود در خاک یکی از فاکتورهای موثر در توان سبزشدن این بذور به‌شمار می‌رود (Clemets *et al*., 1996). نظام‌های خاک‌ورزی توزیع عمودی و افقی بذر علف‌های هرز در خاک و تعیین ترکیب گونه و ظهور آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند به نحوی‌که حدود ۶۰ درصد از کل بذور علف هرز در عمق صفر تا ۵ سانتی‌متری یافت می‌شوند و تعداد آن‌ها با افزایش عمق دارای ارتباطی لگاریتمی است (Chauhan *et al*., 2006). بر مبنای مطالعات صورت گرفته، شخم عامل اصلی جابجایی عمودی بذر در خاک‌های زراعتی است (Buhler *et al*., 1997) و توزیع بذر در پروفیل خاک به عمق شخم و نوع ادوات مورد استفاده بستگی دارد (Gaba *et al*., 2014; Farouq *et al*., 2011). توزیع عمودی بذر در خاک ضمن این‌که متأثر از اندازه و شکل بذر است (Thompson *et al.,* 1993)، به‌شیوه موثری حاصل استفاده از ادوات متفاوت شخم نیز می‌باشد (Dessiant *et al*., 1996). در همین ارتباط گزارش شده که شخم پس با گاوآهن برگرداندار ضمن اینکه سبب دفن بذور در عمق‌های پایین‌تر خاک می‌شود، بر تغییر وزن مخصوص ظاهری خاک نیز موثر است (Parvin, 2012; Bhattaryya *et al.,* 2013). در بیان تاثیر سیستم‌های شخم بر توزیع عمودی بذر در خاک، نتایج نشان داده که در سیستم بدون شخم بیش‌ترین حجم بذر بانک بذر (۹۰درصد) در عمق ۰-۵ سانتی‌متری قرار گرفته است در حالی‌که در شخم با چیزل، ۶۰ درصد حجم بذرها در لایه ۵-۱۰ سانتی‌متری و در شخم با گاواهن برگردان‌دار این اکثریت به ۷۱ درصد آن هم در عمق ۱۰-۱۵ سانتی‌متری اختصاص یافته است (Swanton *et al*., 2000). گوربر و همکاران (Gruber *et al.,* 2010) نیز به پراکنش عمودی متفاوت بذر کلزا در خاک پس از شخم با ادوات برگردن‌دار، چیزل و روتیواتور اذعان داشته‌اند. مطالعات دیگری نیز نشان داده که تراکم بذور باقی‌مانده در لایه ۰-۵ سانتی‌متری خاک در شرایط پس از خاک‌ورزی با سیکلوتیلر بیش‌تر از شخم با گاوآهن سنتی و کولتیواتور بوده است (Rahman *et al*., 2000). از طرفی استفاده از خاک‌ورز مرکب در قیاس با چیزل سبب توزیع مطلوب بذر در پروفیل خاک و مهیاشدن بستر مطلوب بذری نیز شده‌است (Williams *et al.,* 2016). در مطالعه دیگری ۸۰-۹۰ درصد بذر در اثر شخم با چیزل در عمق بالای ۱۰ سانتی‌متری خاک بوده‌است (Hossein and Begum, 2015). در اثر شخم با خاک‌ورز مرکب بر تحرک عمودی بذر در خاک، نتایج کلمنتس و همکاران (Clements *et al.,* 1996) نیز حاکی از تراکم حجم زیادی از بذور در عمق ۱۵ سانتی‌متری پس از شخم با گاوآهن برگردان‌دار بوده‌است درحالی‌که در شخم با چیزل یا در سیستم بدون شخم، بیش از ۶۰ درصد بذور در لایه بالاتر از ۵ سانتی‌متری خاک یافت شده‌اند. از طرفی تمایل به استفاده از سیستم بدون شخم (No tillage) امروزه به‌عنوان یکی از راهکارهای کشاورزی حفاظتی جهت ماندگاری فعالیت آنزیمی و حفظ ذخیره رطوبتی خاک (Tamm *et al.,* 2016) و دفن‌شدن بذر در عمق ۵-۱۵ سانتی‌متری خاک شناخته شده‌است (Caroca *et al*., 2011). اوسکالناین و اوسکالنیس (Auskalniene and Auskalnis, 2009) نیز در بررسی خود گزارش دادند که در سیستم شخم حداقل بیش‌ترین تراکم بذری در لایه صفر تا پنج سانتی‌متری مشاهده شده است. در تحقیق دیگری بیش‌ترین عمق دفن بذر در خاک به‌ترتیب مربوط به گاوآهن برگردان‌دار، شخم حفاظتی گزارش شده، ضمن این‌که میزان پخشیدگی بذر در عمق خاک در سیستم شخم کاهش‌یافته و بدون شخم یکسان بود (Blaise *et al*., 2015; Bilalise *et al*., 2012). نتایج سینگ و همکاران (Singh *et al*., 2015) نیز بیانگر تجمع بذر در لایه صفر تا ۲ سانتی‌متری خاک در اثر شخم حفاظتی و دفن‌شدن بذر در لایه ۵-۱۰ سانتی‌متری خاک در سیستم کشت مستقیم است. چاوهان و همکاران (Chauhan *et al*., 2006) با اشاره به نقش حجم خاک جابجاشده در شخم با ادوات کشاورزی مختلف نشان دادند که در سیستم‌های شخم با حداقل جابجائی خاک، میزان بذور باقی‌مانده در لایه‌های سطحی خاک به مراتب بیش‌تر از شرایط شخم با ادوات با عمق شخم زیاد بوده است که همین مورد در کشت بذور ریز گیاهان زراعی در عمق‌های سطحی در سیستم‌های بدون شخم یا شخم حداقل عامل اصلی

موفقیت سبزشدن بذور می‌باشد. یایکوف (Yankov, 2012) نیز در بررسی توزیع بذر گندم پس از شخم با ادوات دیسک، ادوات با عمق شخم ۱۴-۱۶ سانتی‌متری و کشت مستقیم گزارش داد که بیش‌ترین حجم دفن‌شدن بذر پس از شخم با دیسک در عمق ۴-۶ سانتی‌متری و در سایر ادوات در عمق ۵-۷ سانتی‌متری بوده‌است.

در شناسائی توزیع عمودی بذر در خاک در خاک-ورزی‌های مختلف، تیپ خاک نیز یکی از پارامترهای قابل بررسی است.کاردینا و همکاران (۱۹۹۱) گزارش دادند که الگوی توزیع عمودی بذر در خاک بعد ازخاک‌ورزی در دو تیپ خاک لومی-سیلتی و لومی-رسی-سیلتی بسیار بهم نزدیک بوده و تفاوتی بارزی نداشتند (Cardina *et al.*, 1991). درحالی‌که به عقیده سوانتون و همکاران (۲۰۰۰) الگوی تغییرات بذر در خاک بسته به تیپ خاک و دیگر فاکتورهای مدیریتی از قبیل نوع شخم بهاره یا پاییزه و کیفیت شل‌بودن خاک قبل از خاک‌ورزی متغیر خواهد بود (Swanton *et al.*, 2000). مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی پویائی بانک بذر و سبزشدن بذور علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی گسترش یافته‌اند اما تاکنون در ایران از این مدل‌ها استفاده‌ای نشده‌است که شناخت آن نیاز اولیه برای مطالعه روابط مربوط به تولید بذر، توزیع بذر در بانک بذر، بقا و چرخه‌های کمون در بانک بذر خاک و واکنش جوانه‌زنی و سبزشدن بذور است. SeedChaser یکی از مدل‌های پیش‌بینی توزیع عمودی خاک با قدرت یک گرید در خاک است که الگوی جابجائی بذر علف هرز یا هر ذره یا گرانوله‌ای را در خاک پس از شخم با ۱۸ نوع سیستم شخم را پیش‌بینی می‌کند (Spokas *et al.*, 2007). بنابراین شناخت نحوه توزیع عمودی بذر در خاک علاوه بر ارائه اطلاعاتی مفید در خصوص عمق دفن‌شدن بذور، توان سبزشدن بذر، قابل تعمیم به چگونگی توزیع بقایا سطحی گیاهی، ترکیبات شیمیائی، کودها،گرانوله‌ها است، می‌تواند در مدل‌سازی سبزشدن و جوانه‌زنی بذر گیاهان زراعی و از همه مهم‌تر مطالعات علف هرز در شرایط محیطی بسیار پر اهمیت باشد. لذا انجام این تحقیق معرفی مدل SeedChaser برای پیش‌بینی عمودی توزیع بذر گندم (رقم سرداری) در خاک و ارزیابی توانائی این مدل در پیش‌بینی الگوی جابجائی بذور در پروفیل عمودی عمق خاک بوده است.

## مواد و روش‌ها

چارچوب اصلی مدل SeedChaser برپایه ماتریکس لسلی (Cousens and Moss, 1990; Gonzalez-Andujar, 1997; Mead *et al.*, 1998) است که احتمال جابجائی عمودی بذر از یک لایه به لایه دیگر خاک را حداکثر تا عمق ۱۸ سانتی‌متری پیش‌بینی می-کند. این برنامه در زبان جاوا نوشته شده و الگوی توزیع عمودی بذر یا هر ذره دیگری در خاک را در اثر شخم با ۱۸ نوع دستگاه به‌دست می‌دهد و رابطه کلی آن به‌این صورت است:

$$\begin{bmatrix} n_{0\,cm\,,tillage} \\ n_{1cm\,,tillage} \\ . \\ . \\ . \\ n_{18\,cm\,,tillage} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P_{0\,,cm\,,0\,cm} & P_{18\,cm\,,0\,cm} \\ P_{0\,cm\,,1\,cm} & P_{18\,cm\,,1\,cm} \\ . & .... \\ . & . \\ . & . \\ P_{0\,cm\,,18\,cm} & P_{18\,cm\,,18\,cm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} n_{0\,cm\,,start} \\ n_{1cm\,,start} \\ . \\ . \\ . \\ n_{18\,cm\,,start} \end{bmatrix}$$

$$n_{0\,cm\,,tillage} = (P_{0\,cm\,,0\,cm} \times n_{0\,cm\,,start}) + ..... + (P_{18\,cm\,,0\,cm} \times n_{18\,cm\,,start})$$

.

.

$$n_{18\,cm\,,tillage} = (P_{0\,cm\,,18\,cm} \times n_{0\,cm\,,start}) + ..... + (P_{18\,cm\,,18\,cm} \times n_{18\,cm\,,start})$$

که در آن $n_{0cm,tillage}$: تعداد بذر در سطح خاک پس از شخم، $n_{18cm,tillage}$: تعداد بذر در عمق ۱۸ سانتی‌متری خاک پس از شخم، $P_{0cm,0cm}$: احتمال حضور بذر در لایه سطحی خاک، $n_{1cm,start}$: تعداد بذر موجود در لایه یک سانتی‌متری خاک قبل از شخم و $P_{0cm,1cm}$ :احتمال جابجایی بذر از لایه صفر سانتی‌متری به لایه یک سانتی-متری خاک است که از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{0cm,1cm} = \frac{1}{B_{(a,b)}} \times x^{(a-1)} \times (1-x)^{(b-1)}$$

$$B_{(a,b)} = \frac{\tau_{(a)} \times \tau_{(b)}}{\tau_{(a+b)}}$$

که در آن $x$ مقدار محاسبه توزیع گاما، $B_{(a,b)}$ مقدار تابع بتا، $\tau_{(a)}$ مقدار تابع گامای ضریب $a$ و $\tau_{(b)}$ نیز مقدار تابع گامای ضریب $b$ است و هر دوی این ضرایب از پارامترهای توزیع گاما بحساب می‌آیند( Mohler *et al.*, 2006).

این آزمایش در سایت زراعی دانشگاه پیام نور مرکز سقز (۴۶و ۱۷ دقیقه شمالی و ۳۶ و ۱۴ دقیقه شرقی) در

خرداد ماه سال ۱۳۹۵ به اجرا درآمد. در ابتدا الگوی توزیع عمودی بذر در خاک با ۱۵ تیپ دستگاه حاک‌ورزی تعریف شده در مدل (جدول ۱- شکل۱) بر مبنای وجود مجموع ۱۰۰۰ عدد بذر در خاک انتخاب و پس از اجرای مدل نتایج الگوی توزیع بذور از عمق صفر- ۱۸ سانتی‌متری استخراج شدند. سپس از بین ۱۵ ادوات تعریف‌شده در مدل بسته به نوع ادوات معمول مورد استفاده در منطقه، ۹ تیپ از آن‌ها (سوپر چیزل، زیرشکن، برگردان‌دار، کولتیواتور زراعی، خطی‌کار، ردیف‌کار، دیسک، چیزل و تیلر دوار) از شرکت ادوات کشاورزی سازه کشت کاوه بوکان تهیه و هر کدام در کرت‌هایی به مساحت ۱ متر مربع در سه تکرار با سرعت ۷ کیلومتر در ساعت( Spokas *et al.*, 2007) به‌کار گرفته شدند. بذر مورد استفاده گندم رقم سرداری بود که از مزراع منطقه در همان سال آزمایش جمع‌آوری شدند. در هر کرت ابتدا با حفر یک پروفیل عمقی تا لایه ۱۸ سانتی‌متری با استفاده از خط-کش و با دقت تمام اقدام به دفن ۳۰ عدد بذر گندم از عمق ۱۸ سانتی‌متری به بالا شد و سپس هر عمق با یک سانتی‌متر خاک (لومی-رسی) پوشانده شد (جدول ۲). ضمن این‌که عرض هر لایه نیز ۸۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد که در آن ۱۰ سانتی‌متر از طرفین به‌عنوان اثر حاشیه انتخاب گردید. لایه یک سانتی‌متری خاک روی هر عمق بذری از همان خاک انتخاب و به‌اندازه مناسب نیز روی لایه بذری فشرده شد. با اجرای عملیات شخم در هر کرت ابتدا توزیع افقی بذور در سطح کرت با متر اندازه-گیری شد و سپس با حفر مجدد پروفیل تعداد بذور موجود در هر لایه به‌دقت شمارش گردید. در ادامه نتایج با استفاده از نرم افزار SAS(SAS, 2009) تجزیه و تحلیل شدند. برای سنجش کارایی مدل نیز از آماره‌های ضریب تبیین ($R^2$)، ریشه میانگین مربعات خطا (RMSE) و نزدیکی به خط یک به یک استفاده شد.

**جدول ۱- ادوات شخم مورد استفاده در مطالعه شبیه‌سازی**

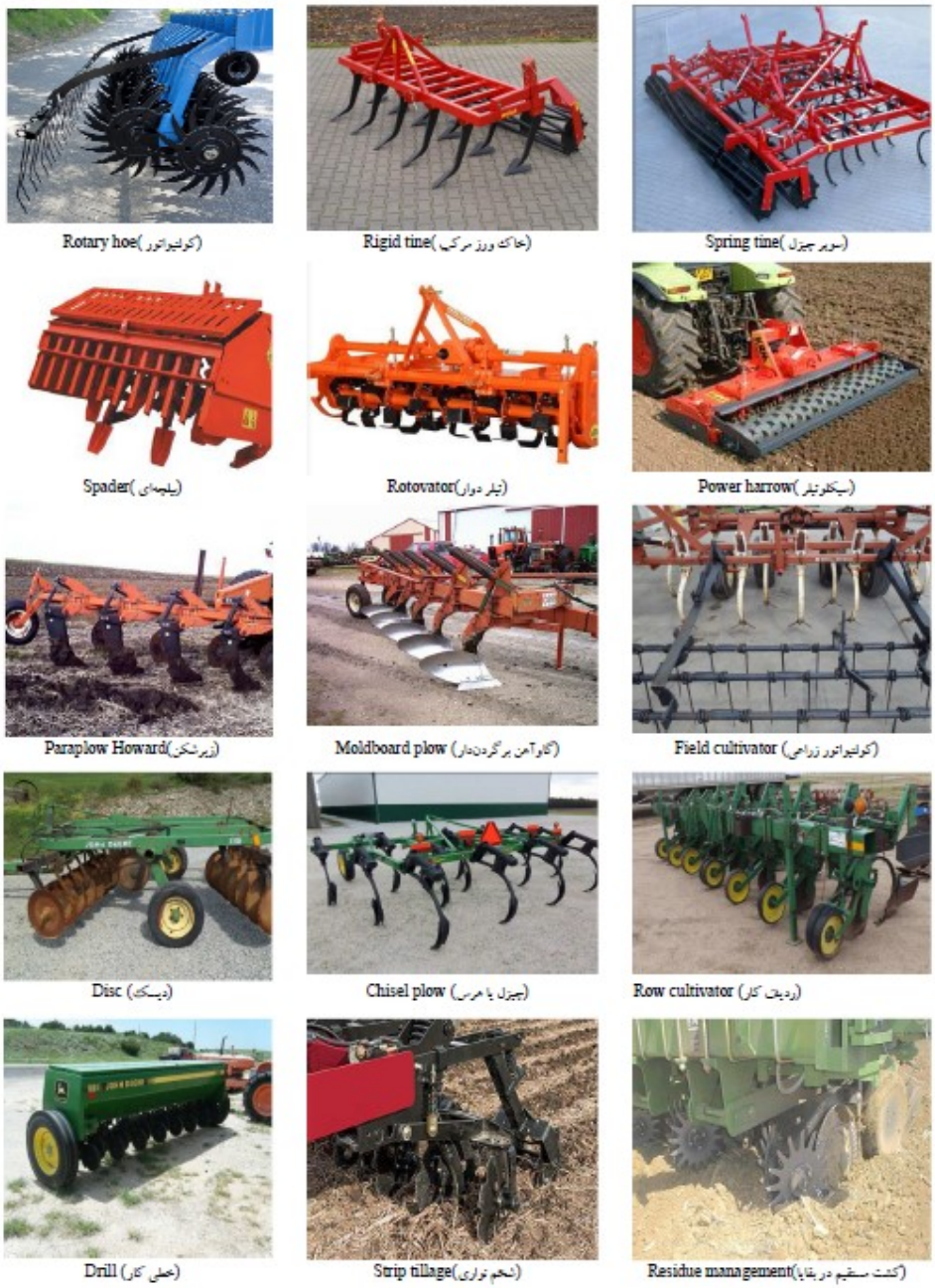
**Table 1. Used tillage implement in Simulation study**

| ردیف (Row) | ادوات شخم (Tillage implements) | عمق شخم (Tillage depth, cm) |
|---|---|---|
| 1 | سوپر چیزل (Spring tine) | 25 |
| 2 | چیزل (Chisel) | 23 |
| 3 | کولتیواتور زراعی (Field cultivator) | 12 |
| 4 | خطی کار (Drill) | 9 |
| 5 | ردیف‌کار (Row cultivator) | 13 |
| 6 | دیسک (Disc) | 13 |
| 7 | زیرشکن (Paraplow howard) | 65 |
| 8 | تیلر دوار (Rotovator) | 10 |
| 9 | گاوآهن برگردان‌دار (Moaldbord) | 40 |
| 10 | گاوآهن شخم نواری (Strip tillage) | 12 |
| 11 | سیکلوتیلر (Power harrow) | 20 |
| 12 | گاوآهن بیلچه‌ای (Spader) | 30 |
| 13 | کارنده کشت مستقیم در بقایا (Residue management) | 7 |
| 14 | خاک‌ورز مرکب (Rigid tine) | 15 |
| 15 | کولتیواتور (Cultivator) | 10 |

**جدول ۲- برخی ویژگی‌های خاک مزرعه**

**Table 2. Some characteristics of farm soil**

| کلاس بافتی | هدایت الکتریکی (EC, µs/cm) | اسیدیته گل اشباع pH in saturated ) (soil | ظرفیت زراعی (FC, %) | وزن مخصوص ظاهری Balk soil density, ) ($gr/cm^3$) | درصد رطوبت Moisture ) (percentage |
|---|---|---|---|---|---|
| لومی رسی (Loamy-Clay) | 3.21 | 7.9 | 28.2 | 1.3 | 33.6 |




**شکل۱: ادوات مورد استفاده در مطالعه شبیه سازی**

Figure 1: Tillage Implements in simulation study

## نتایج و بحث

نتایج مدل برای ۱۵ نوع ادوات شخم اعم از ادوات شخم اولیه و ثانویه نشان داد که هر کدام از این ادوات شخم بسته به عمق نفوذ تیغه‌ها در خاک، درجه انحنای تیغه‌ها و حجم خاک زیر و روشده دارای الگوهای متفاوتی از توزیع عمودی بذر در خاک بودند. گاوآهن‌های بیلچه‌ای، خاک‌ورز مرکب، برگردان‌دار و تیلر دوار، بذور را تا عمق-های زیر ۱۰ سانتی‌متری دفن کردند درحالی‌که حداکثر عمق دفن بذور با انجام شخم در ادوات کولتیواتور، خطی

کار، کشت مستقیم در بقایا، زیرشکن و شخم نواری تا دو سانتی‌متری خاک زراعی بود. در سایر ادوات نیز بیش‌تر حجم پخشیدگی بذور در عمق متوسط بین دو تا هشت سانتی‌متری خاک بود (اشکال ۲-۴). در همین ارتباط اسپوکاس و همکاران (Spokas *et al*., 2007) نیز نشان دادند که ادوات گاوآهن برگردان‌دار، چیزل، سیکلوتیلر بذور را در زیر لایه ۱۰ سانتی‌متری عمق خاک و دیسک، کولتیواتور، خطی‌کار و ردیف‌کار بذرها را در عمق‌های سطحی خاک دفن کردند. همچنین استرایکا و همکاران (Straicka *et al*., 1990) گزارش دادند که کار عمق دفن بذور در خاک توسط چیزل همان عمق صفر تا شش سانتی‌متری خاک است. در خاک پس از شخم با سوپرچیزل، ۸۴/۸ درصد بذور در لایه صفر تا ۵ سانتی-متری خاک قرار گرفتند درحالی‌که برای سیکلوتیلر، ۸۰ درصد بذور در این لایه عمقی خاک، قرار می‌گیرند. نتایج مدل همچنین نشان داد که استفاده از سیکلوتیلر برای شخم سبب توزیع نسبتاً یکنواخت بذور در عمق صفر تا ۱۸ سانتی‌متری خاک می‌شود و این می‌تواند به‌دلیل مخلوط‌کردن مناسب لایه‌های خاک با هم باشد. به‌همین ترتیب شخم با خاک‌وز مرکب سبب دفن‌شدن ۸۹/۷ درصد بذرها در عمق بالای ۱۰ سانتی‌متری شد درحالی‌که گاوآهن برگرداندار موجب قرارگیری ۹۳/۲ درصد بذرها در عمق ۱۵ سانتی‌متری و پایین‌تر گردید. حداکثر عمق دفن بذرها در شخم با دیسک نیز ۱۳ سانتی‌متر پیش‌بینی شد و در شخم با همین گاوآهن حدود ۸۶/۷ درصد بذرها در لایه صفر تا هشت سانتی‌متری خاک قرار گرفتند.

از طرفی علیرغم عمق شخم زیاد گاوآهن زیرشکن، بیش‌تر بذرها (۸۷ درصد) در لایه صفر تا هفت سانتی-متری توزیع شدند و به‌طور مشابه کولتیواتور زراعی نیز سبب دفن ۱۰۰ درصد بذرها در همین لایه گردید. ضمن این‌که ۸۲ درصد بذور دفن‌شده در محدوده صفر تا هفت سانتی‌متری خاک در لایه صفر تا چهار سانتی‌متری خاک توزیع شدند. همچنین مدل حداکثر عمق دفن‌شدن بذرها توسط گاوآهن چیزل را عمق هفت سانتی‌متری خاک برآورد نمود. سایر ادوات از قبیل تیلر دوار، ردیف‌کار، ادوات کشت نواری، کولتیواتور، کشت مستقیم و خطی‌کار بذور را در عمق‌های سطحی توزیع نمودند به نحوی‌که خطی‌کارها سبب قرار گیری ۱۰۰ درصد بذر در عمق صفر تا دو سانتی‌متری و ادوات کشت نواری و کولتیواتور بذور را در لایه صفر تا سه سانتی‌متری دفن کردند. ردیف‌کارها نیز سبب توزیع ۹۵ درصدی بذر در لایه حداکثر تا سه سانتی‌متری خاک شدند و در کشت مستقیم نیز ۱۰۰ درصد بذر در لایه صفر تا شش سانتی‌متری و ۹۸ درصد در لایه صفر تا دو سانتی‌متری خاک بودند.

بر پایه همین نتایج مدل عمق بحرانی برای ۵۰ درصد و ۹۰ درصد بذور در هر لایه عمقی نیز محاسبه شد (جدول ۳). بر این اساس عمق بحرانی برای ۵۰ درصد بذور در ادوات زیرشکن، ردیف‌کار و چیزل در لایه سطحی صفر تا یک سانتی‌متری خاک بود. همین عمق بحرانی برای کولتیواتور زراعی ۲-۰ سانتی‌متر، سوپر چیزل صفر تا ۲/۵ سانتی‌متر، سیکلوتیلر صفر تا سه سانتی‌متر، دیسک صفر تا ۳/۵ سانتی‌متر، خاک‌ورز مرکب صفر تا ۴ سانتی-متر، تیلر دوار صفر تا هشت سانتی‌متر و برای گاوآهن بیلچه‌ای صفر تا ۱۰ سانتی‌متری عمق خاک بود. این درحالی بود که برای ادوات خطی‌کار، شخم نواری، کشت مستقیم در بقایا و کولتیواتور ۹۰ درصد بذور به‌صورت یک جا به‌ترتیب در لایه صفر تا یک سانتی‌متری بود و بنابراین بی دلیل نیست که این ادوات را در زمره ادوات شخم حفاظتی یا برای کاربرد در سیستم شخم حداقل توصیه می‌کنند. به نحوی‌که حتی در مطالعه توزیع عمودی بذر نیز حدود ۲۵ و ۷۵ درصد بذور گندم در لایه‌های ۰/۴-۰/۷ و ۱/۸-۲ سانتی‌متری خاک قرار داشته‌اند (Chauhan *et al*., 2006). ضمن این‌که برای گاوآهن برگردان‌دار ۹۰ درصد بذور در لایه ۱۶ تا ۱۸ سانتی‌متری خاک قرار داشتند. عمق بحرانی برای ۹۰ درصد بذور در ادوات سوپر چیزل و سیکلوتیلر به‌طور مشابه لایه صفر تا شش سانتی-متری خاک بود. در تحقیقی نیز در شخم با گاوآهن برگردان‌دار این اکثریت فراهمی بذور (۷۱ درصد) در عمق ۱۰-۱۵ سانتی‌متری بوده است (Swanton *et al*., 2000). برخی مطالعات نیز نشان داده که تراکم بذور باقی مانده در لایه صفر تا پنج سانتی‌متری خاک در شرایط پس از خاک‌ورزی با سیکلوتیلر بیش‌تر از شخم با گاوآهن سنتی و کولتیوارتور بوده است (Rahman *et al*., 2000).

همچنین عمق بحرانی بر مبنای ۹۰ درصد بذور در گاوآهن بیلچه‌ای عمق صفر تا ۱۶ سانتی‌متری، در تیلر دوار عمق صفر تا ۱۴ سانتی‌متری و در خاک‌ورز مرکب عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری خاک بود. برای ادوات دیسک و زیرشکن نیز همین عمق بحرانی نزدیک بهم و به‌ترتیب

صفر تا هشت و صفر تا نه سانتی‌متری خاک به‌دست آمد. در خاک پس از شخم با ردیف‌کار، چیزل و کولتیواتور زراعی نیز ۹۰ درصد بذور به‌ترتیب در لایه‌های صفر تا سه، چهار و پنج سانتی‌متری خاک یافت شدند. نتایج کلمنتس و همکاران (Clements *et al*., 1996) نیز حاکی از تراکم حجم زیادی از بذور در عمق ۱۵ سانتی‌متری پس از شخم با گاوآهن برگرداندار بوده‌است در حالی‌که در شخم با چیزل یا در سیستم بدون شخم، بیش از ۶۰ درصد بذور در لایه بالاتر از پنج سانتی‌متری خاک یافت شده‌اند. تفاوت در عمق دفن بذور در شخم با ادوات مختلف را می‌توان به درجه انحنای سینه تیغه شخم، عمق نفوذ، تیپ خاک و خصوصیات میکروکلیمائی خاک مرتبط دانست. اگرچه نتایج برخی محققان اثر تیپ خاک بر درجه توزیع بذور در پروفیل عمودی خاک را چندان بزرگ و موثر نمی‌دانند (Swanton *et al*., 2000; Cardina *et al*., 1991).

**جدول ۳- عمق بحرانی تجمع ۵۰ و ۹۰ درصد بذور در پروفیل عمودی خاک**

**Table 3. Critical depth for 50 % (D50) and 90% (D90) seeds in soil vertical distribution**

| ادوات (Implements) | D50 (cm) (عمق بحرانی تجمع ۵۰ درصد کل بذور در خاک) | D90 (cm) (عمق بحرانی تجمع ۹۰ درصد کل بذور در خاک) |
|---|---|---|
| سوپر چیزل (Spring tine) | 0-2.5 | 0-6 |
| سیکلوتیلر (Power harrow) | 0-3 | 0-6 |
| گاوآهن بیلچه‌ای (Spader) | 0-10 | 0-16 |
| خاک‌ورز مرکب (Rigid tine) | 0-4 | 0-10 |
| کولتیواتور (Cultivator) | - | 0-11 |
| گاوآهن برگردان‌دار (Moldboard) | - | 16-18 |
| خطی‌کار (Drill) | - | 0-1 |
| کشت در بقایا (Residue management) | - | 0-1 |
| دیسک (Disc) | 0-3.5 | 0-8 |
| زیرشکن (Para plow harrow) | 0-1 | 0-9 |
| کولتیواتور زراعی (Field cultivator) | 0-2 | 0-5 |
| تیلر دوار (Rotovator) | 0-8 | 0-14 |
| ردیف‌کار (Row cultivator) | 0-1 | 0-3 |
| چیزل (Chisel) | 0-1 | 0-4 |
| گاوآهن شخم نواری (Strip tillage) | - | 0-1 |

**جدول ۴- تجزیه واریانس اثر نوع ادوات شخم بر توزیع عمودی بذر در عمق خاک**

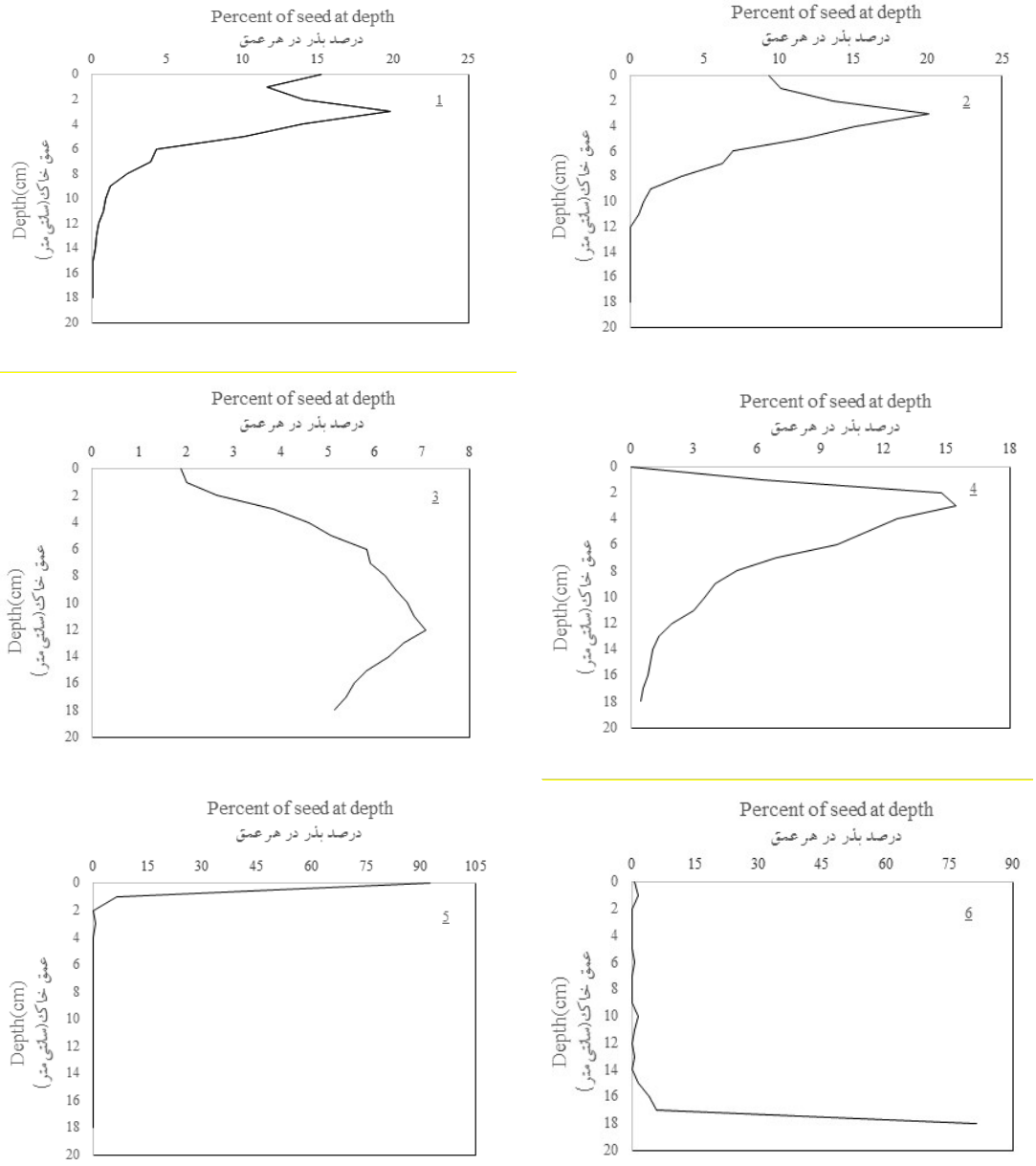
**Table 4. Analysis variance of effect of tillage implement type on seed vertical distribution in depth of soil**

| منابع تغییرات (SOV) | درجه آزادی df | خطی‌کار (Drill) | گاوآهن برگردان‌دار (Moldboard) | کولتیواتور زراعی (Field cultivator) | زیرشکن (Para plow) | سوپر چیزل (Spring tine) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار (R) | 2 | 0.67 | 0.34 | 0.0016 | 0.012 | 2.82 |
| عمق خاک (Soil depth) | 8 | 1129.7** | 105.33** | 167.74** | 520.01** | 114.79** |
| خطا (Error) | 24 | 0.124 | 0.132 | 0.452 | 0.654 | 0.474 |
| ضریب تغییرات (%) (CV) | | 6.71 | 6.92 | 12.78 | 15.3 | 13.68 |
| | | | تیلر دوار (Rotovator) | چیزل (Chisel) | ردیف‌کار (Row cultivator) | دیسک (Disc) |
| تکرار (R) | 2 | | 0.025 | 2.90 | 3.61 | 1.87 |
| عمق خاک (Soil depth) | 8 | | 16.41** | 239.92** | 371.76** | 87.06** |
| خطا (Error) | 24 | | 0.206 | 1.81 | 2.81 | 0.197 |
| ضریب تغییرات (%) (CV) | | | 8.64 | 19.6 | 14.2 | 8.44 |

ns، * و ** به‌ترتیب: غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

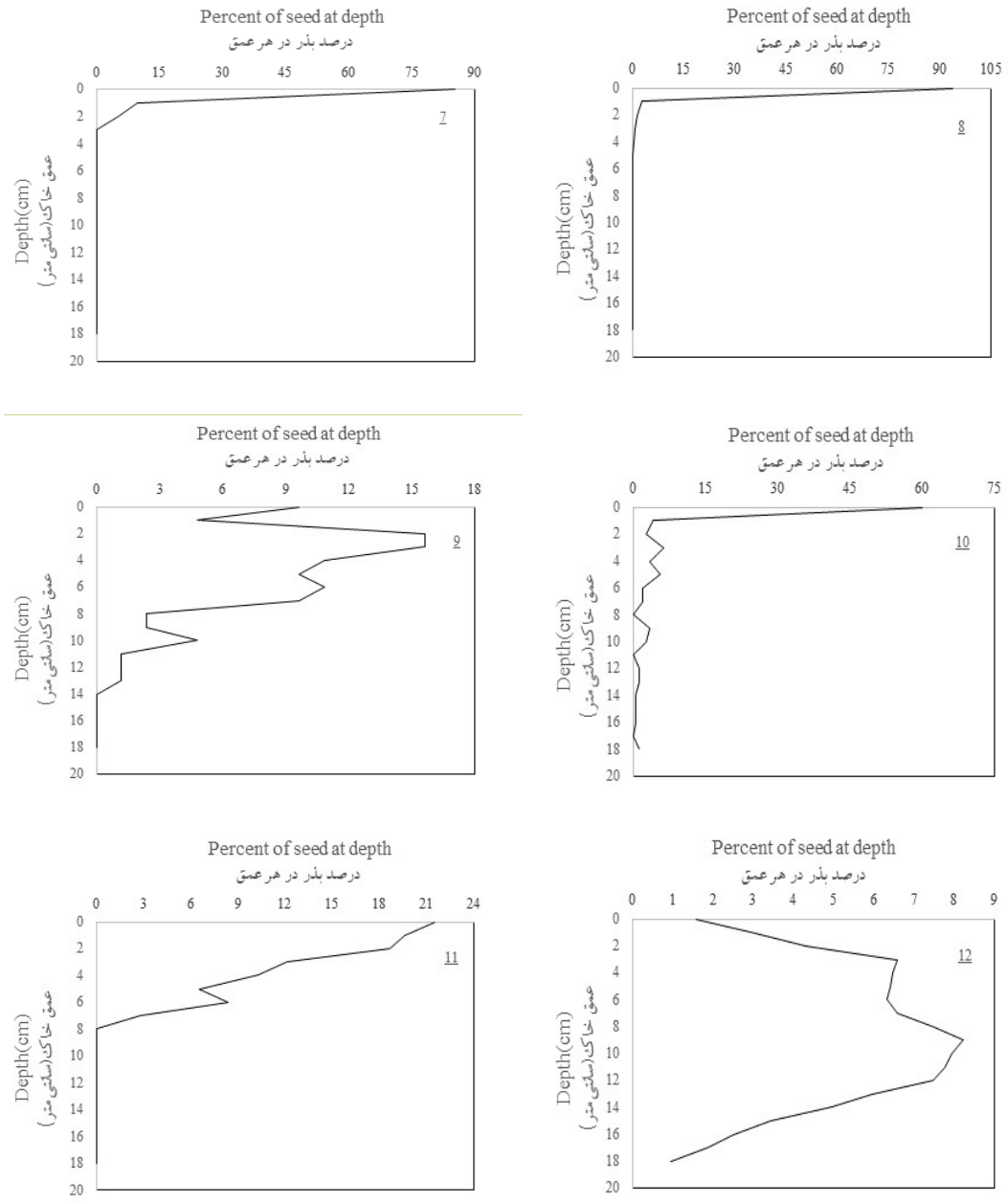
ns: not significant * and **: significant at the 5% and 1% probability levels, respectively

نتایج تجزیه واریانس حاکی از اثر معنی‌داری نوع ادوات شخم بر چگونگی توزیع بذور گندم در عمق صفر-۱۸ سانتی‌متری خاک بود (جدول ۴). به این ترتیب که توزیع بذر در پروفیل عمودی خاک در هیچ یک از ادوات مشابه نبود. خطی‌کار، ردیف‌کار، زیرشکن و کولتیواتور زراعی بخش اعظمی از بذور را در عمق‌های سطحی و در مقابل گاوآهن برگردان‌دار سبب دفن بذور در عمق‌های پایین‌تر شد(جدول ۵). ضمن این‌که حداکثر عمق دفن بذور پس از شخم با دیسک نیز عمق ۱۳ سانتی‌متری به‌دست آمد. تیلر دوار و تا حدودی سوپر چیزل نیز بذور را نسبتاً یکنواخت در عمق خاک پخش کردند (جدول ۶).




**شکل ۲- تغییرات درصد بذر در عمق بعد از شخم با ادوات کشاورزی: سوپر جیزل (۱)، سیکلو تیلر (۲)، گاوآهن بیلچه‌ای (۳)، خاک‌ورز مرکب (۴)، کولتیواتور (۵) و گاوآهن برگردان‌دار (۶).**

**Figure 2. Percent changes of seed in soil depth after tillage implements: Spring tine (1), Power harrow (2), Spader (3), Rigid tine (4), Cultivator (5), Moldboard (6)**

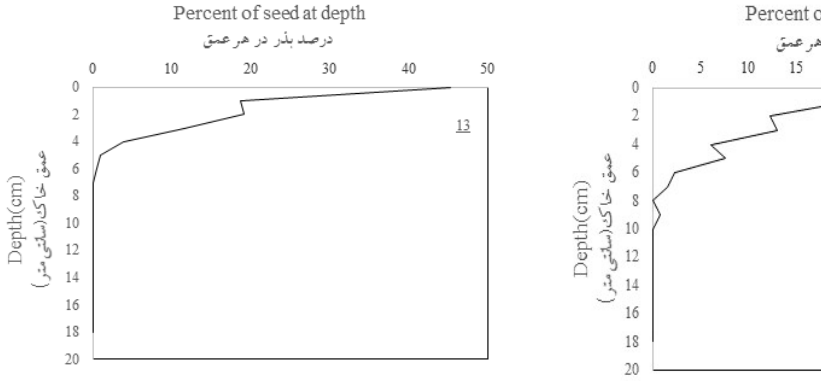


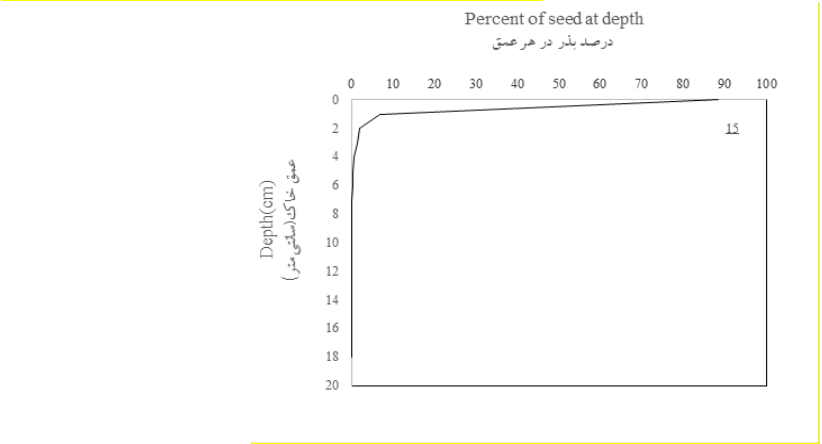

**شکل ۳- تغییرات درصد بذر در عمق بعد از شخم با ادوات شخم: خطی‌کار(۷)، کشت مستقیم (۸)، دیسک (۹)، زیرشکن(۱۰)، کولتیواتور زراعی (۱۱) و تیلر دوار (۱۲)**

**Figure 3. Percent changes of seed in soil depth after tillage implements: Drill(7), Disc(9), Para plow Harrow(10), Field cultivator(11), Rotovator(12)**

نتایج شبیه‌سازی توزیع بذر در پروفیل عمودی خاک پس از شخم با هر یک از ادوات نیز نشان داد که مدل SeedChaser به‌خوبی قادر به شبیه‌سازی توزیع عمودی بذر در عمق خاک است (جدول ۶). بیش‌ترین دقت شبیه-سازی در گاوآهن برگردان‌دار و کم‌ترین مربوط به چیزل (ضریب تغییرات ۱۹/۵۸ و RMSE برابر ۱/۷۷) و تیلردوار (ضریب تغییرات ۱۵/۲۰ و RME برابر ۰/۷۹) بود. ضمن اینکه شیب رگرسیون رابطه خطی بین مقادیر مشاهده شده و شبیه‌سازی شده برای کلیه ادوات مورد مطالعه معنی‌دار بود ($P<0.01$). نزدیکی به خط به یک نیز به-عنوان یک شاخص مطلوب در ارزیابی کارائی مدل نیز نشان داد که فقط در ادوات سوپر چیزل و تیلر دوار،

پراکنش مقادیر مشاهده و شبیه‌سازی شده عمق حول خط یک به یک کمی پراکنده بود (اشکال ۵ و ۶) درحالی‌که در سایر ادوات داده‌های به‌خوبی حول خط یک به یک چیده شدند.




**شکل ۴- تغییرات درصد بذر در عمق بعد از شخم با ادوات شخم: ردیف‌کار (۱۳)، چیزل (۱۴) و شخم نواری (۱۵)**

**Figure 4. Percent changes of seed in soil depth after tillage implements: Row cultivator (13), Chisel (14), Strip tillage (15)**

**جدول ۵- مقایسه میانگین اثر نوع ادوات شخم بر توزیع عمودی بذر در عمق خاک**

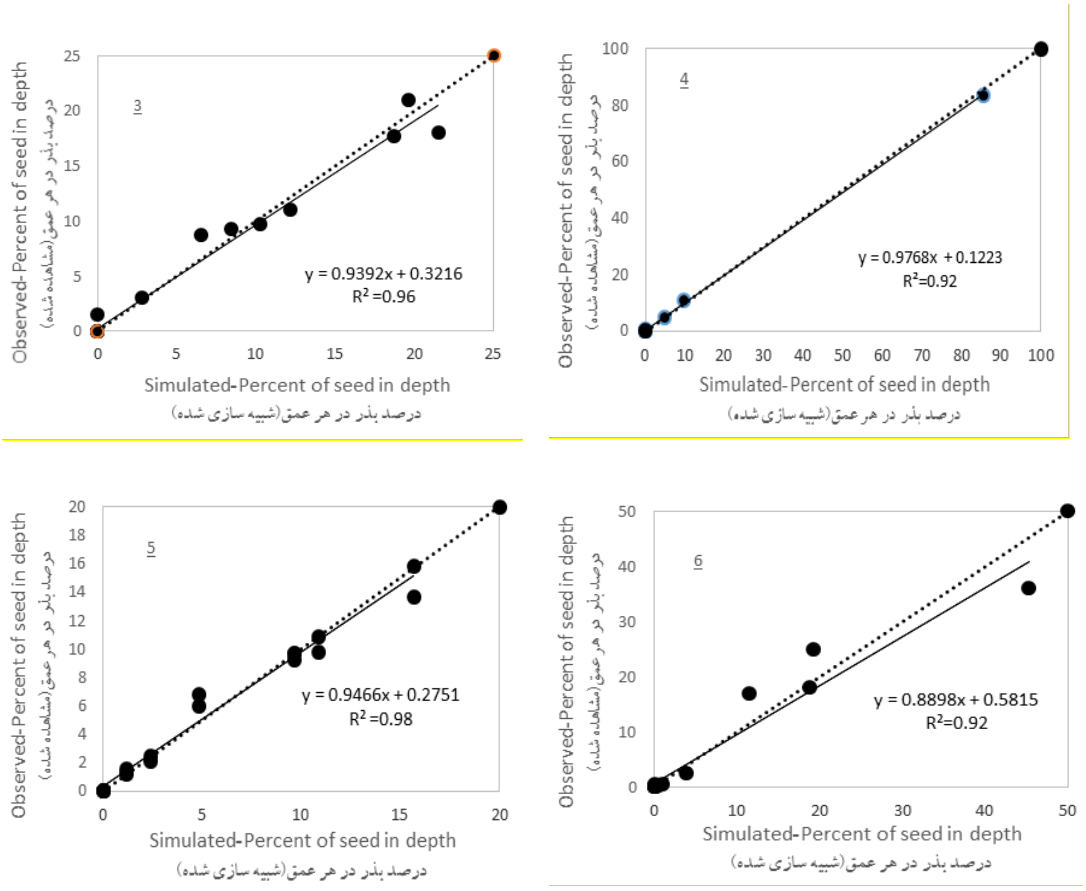
**Table 5. Mean comparison of effect of tillage implement type on seed vertical distribution in depth of soil**

| عمق خاک (SD) | سوپر چیزل (Spring tine) | زیرشکن (Para plow) | کولتیواتور زراعی (Field cultivator) | گاوآهن برگردان‌دار (Moldboard) | خطی‌کار (Drill) |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 14.13 b | 59 a | 20.32 a | 0.79 f | 84.73 a |
| 1 | 11.03 c | 5.59 bc | 20.08 a | 1.86 d | 10.07 b |
| 3 | 13.5 b | 2.97 de | 18.35 b | 0.01 g | 4.83 c |
| 4 | 18.67 a | 6.17 b | 11.76 c | 0.0 g | 0.23 d |
| 5 | 13.32 b | 3.16 de | 10.10 d | 0.0 g | 0.07 d |
| 6 | 9.73 d | 6.04 b | 7.26 f | 0.0 g | 0.05 d |
| 7 | 4.53 e | 1.83 fgh | 8.71 e | 1.02 f | 0.01 d |
| 8 | 3.80 e | 2.2 efg | 2.87 g | 0.01 g | 0.0 d |
| 9 | 2.65 f | 0.07 j | 0.5 h | 0.02 g | 0.0 d |
| 10 | 1.19 g | 4.27 cd | 0.0 h | 0.01 g | 0.0 d |
| 11 | 1.04 g | 2.68 ef | 0.0 h | 1.79 d | 0.0 d |
| 12 | 0.78 g | 0.01 j | 0.0 h | 1.14 ef | 0.0 d |
| 13 | 0.42 g | 1.49 fgh | 0.0 h | 0.0 g | 0.0 d |
| 14 | 0.29 g | 1.39 fghi | 0.0 h | 0.79 f | 0.0 d |
| 15 | 0.20 g | 0.64 hij | 0.0 h | 0.01 g | 0.0 d |
| 16 | 0.19 g | 0.7 hij | 0.0 h | 1.69 de | 0.0 d |
| 17 | 0.11 g | 0.58 hij | 0.0 h | 4.18 c | 0.0 d |
| 18 | 0.09 g | 0.11 hij | 0.0 h | 6.02 b | 0.0 d |
| LSD (0.05) | 0.07 g | 1 ghi | 0.0 h | 80.56 a | 0.0 d |
| | 1.41 | 1.33 | 1.11 | 0.60 | 0.58 |

**جدول ۶- مقایسه میانگین اثر نوع ادوات شخم بر توزیع عمودی بذر در عمق خاک**

**Table 6. Mean comparison of effect of tillage implement type on seed vertical distribution in depth of soil**

| عمق خاک (SD) | دیسک(Disc) | ردیف‌کار (Row cultivator) | چیزل (Chisel) | تیلر دوار (Rotovator) |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 9.49 c | 42.16 a | 33.24 a | 1.53 g |
| 1 | 5.21 d | 18.48 b | 20.07 b | 2.95 f |
| 3 | 15.70 a | 13.34 c | 12.98 c | 6.64 c |
| 4 | 10.49 b | 3.39 d | 7.73 d | 6.66 c |
| 5 | 9.63 c | 0.84 ef | 8.42 d | 6.12 c |
| 6 | 10.84 b | 0.38 e | 2.86 e | 6.07 c |
| 7 | 9.63 c | 0.16 e | 1.39 ef | 5.90 cd |
| 8 | 2.30 e | 0.06 e | 0.19 f | 7.83 ab |
| 9 | 2.40 e | 0.0 e | 0.80 f | 8.54 a |
| 10 | 5.45 d | 0.0 e | 0.16 f | 7.56 b |
| 11 | 1.20 f | 0.0 e | 0.0 f | 7.84 ab |
| 12 | 1.21 f | 0.0 e | 0.0 f | 7.59 b |
| 13 | 1.30 f | 0.0 e | 0.0 f | 5.97 c |
| 14 | 0.0 g | 0.0 e | 0.0 f | 5.19 de |
| 15 | 0.0 g | 0.0 e | 0.0 f | 3.35 f |
| 16 | 0.0 g | 0.0 e | 0.0 f | 2.63 f |
| 17 | 0.0 g | 0.0 e | 0.0 f | 1.76 g |
| 18 | 0.0 g | 0.0 e | 0.0 f | 1.53 g |
| LSD (0.05) | 0.73 | 2.77 | 2.23 | 0.75 |




**شکل ۷- مقادیر مشاهده شده و پیش‌بینی‌شده درصد بذر در عمق بعد از شخم با ادوات کشاورزی: سوپر جیزل (۱)، زیرشکن (۲)، کولتیواتور زراعی (۳)، خطی‌کار (۴)، دیسک (۵) و ردیف‌کار (۶)**

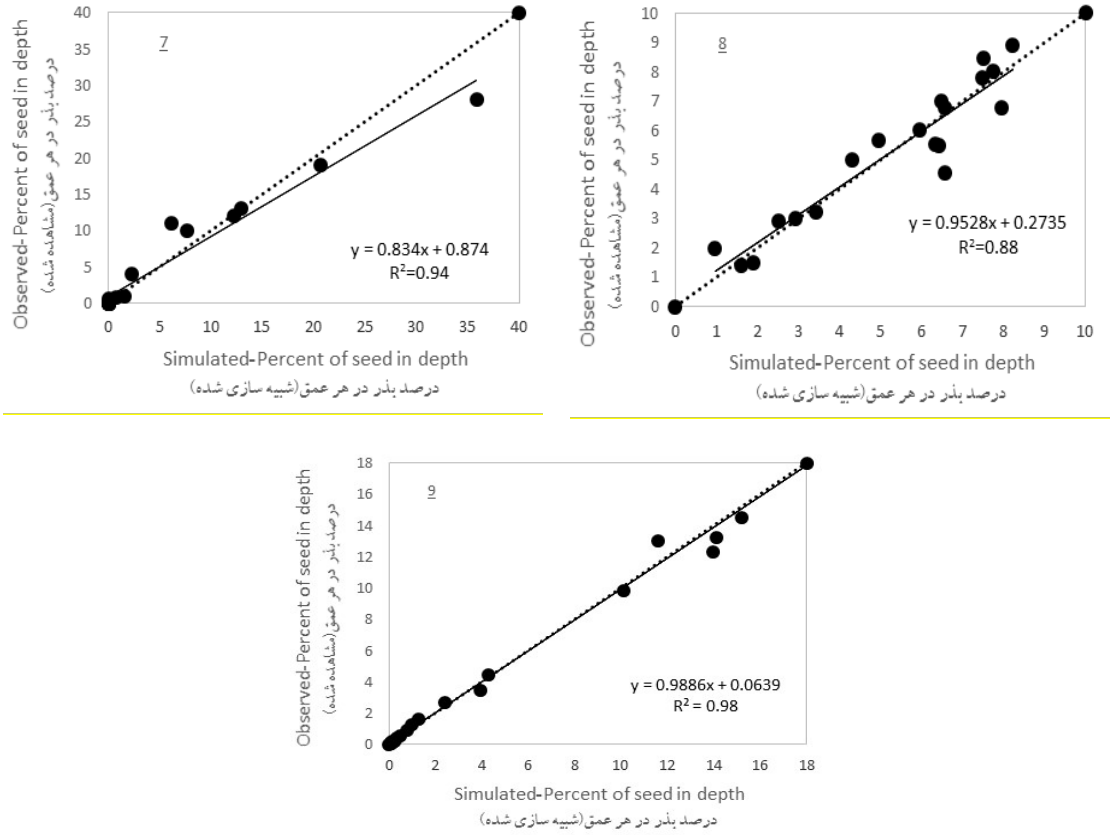
**Figure 7. Observed and predicted values of seed percent in soil depth after tillage implements: Spring tine (1), Para plow Harrow (2), Field cultivator (3), Drill (4), Disc (5) and Row cultivator (6)**

**جدول ۶- عرض از مبدأ، شیب رگرسیون، ضریب تغییرات، ریشه میانگین مربعات خطا، ضریب تبیین و سطح معنی‌داری مقادیر شبیه‌سازی‌شده در مقابل مقادیر مشاهده‌شده**

**Table 6. Equations coefficients, CV, RMSE, $R^2$ significant level of simulated and observed values**

| ادوات (Implements) | عرض از مبداء (a) | شیب رگرسیون (b) | ضریب تغییرات(CV) | RMSE | $R^2$ | $P_{model}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| سوپر چیزل (Rigid tine) | 0.21±0.14 | 0.83±0.017** | 10.45 | 0.48 | 0.98 | 0.0001 |
| کولتیواتور زراعی (Field cultivator) | 0.32±0.30 | 0.93±0.03** | 20.9 | 1.1 | 0.96 | 0.0001 |
| زیرشکن (Para plow harrow) | 0.27±0.31 | 0.94±0.02** | 23.9 | 1.26 | 0.99 | 0.0001 |
| برگردان‌دار (Moldboard) | 0.16±0.06 | 0.96±0.03** | 5.52 | 0.29 | 0.99 | 0.0001 |
| خطی‌کار (Drill) | 0.12±0.10 | 0.97±0.005** | 8.02 | 0.43 | 0.94 | 0.0001 |
| دیسک (Disc) | 0.27±0.23 | 0.94±0.031** | 13.93 | 0.73 | 0.92 | 0.0001 |
| ردیف‌کار (Row cultivator) | 0.58±0.68 | 0.88±0.05** | 15.66 | 0.99 | 0.98 | 0.0001 |
| چیزل (Chisel) | 0.87±0.47 | 0.83±0.04** | 19.58 | 1.77 | 0.98 | 0.0001 |
| تیلر دوار (Rotovator) | 0.20±0.40 | 0.94±0.07** | 15.2 | 0.79 | 0.88 | 0.0001 |

**: Significantly in 0.01 level **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد




**شکل ۸- مقادیر مشاهده‌شده و پیش‌بینی‌شده درصد بذر در عمق بعد از شخم با ادوات کشاورزی: چیزل (۷) ، تیلر دوار (۸) و برگردان‌دار (۹)**

**Figure 8. Observed and predicted values of seed percent in soil depth after tillage implements: Chisel (7), Rotovator (8) and Moldboard (9)**

## نتیجه‌گیری کلی

نتایج مدل SeedChaser به‌طور کلی نشان داد که بیش‌ترین عمق دفن‌کردن بذور در آهن‌های بیلچه‌ای، برگردان‌دار و تیلر دوار به‌دست آمد و در گاوآهن زیرشکن علیرغم عمق شخم بالا، بذور را در لایه سطحی خاک تجمع داد. نتایج حاصل از مدل به‌خوبی با نتایج انجام

شخم در مزرعه مطابقت داشت و بنابراین استفاده از نتایج حاصل از این مدل برای شناخت نحوه توزیع عمودی بذور گندم و یا سایر بذور با مشخصات هکتولیتری و ظاهری مشابه بذر گندم استفاده نمود.

**تشکر و قدردانی**

بدین‌وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه پیام نور قدردانی می‌گردد.

**منابع**

Auskalniene, O. and Auskalnis, A. 2009. The influnceof tillage system on diversities of soil weed seed bank. Agronomy Research, 7(1): 156-161. **(Journal)**

Bhattacharyya, R., Pandey, S.C., Bisht, J.K., Bhatt, J.C., Gupta, H.S., Tuti, M.D., Mahanta, D., Mina, B.L., Singh, R.D. and Chandra, S. 2013. Tillage and irrigation effects on soil aggregation and carbon pools in the Indian sub-Himalayas. Agronomy Journal, 105: 101–112. **(Journal)**

Bilalis, D., Karkanis, A., Pantelia, A., Patsiali, S., Koustautas, A. and Efthimiodou, A. 2012. Weed populations are affected by tillage systems and fertilizer practices in organic flax (*Linum usitatissimum* L.) crop. Australian Journal of Crop Science, 6: 157–163. **(Journal)**

Blaise, D., Wanjara, R.H., Singh, R.K. and Hati, M.K. 2015. The response of seed community in soybean with conventional and conservation tillage systems on rainfed vertisols, Archives of Agronomy and Soil Science, 61(9): 1289-1301. **(Journal)**

Buhler, D.D., Hartzler, R.G. and Forcella, F. 1997. Implications of weed seed bank dynamics to weed management. Weed Science, 45: 329–336. **(Journal)**

Cardina, J., Regnier, E. and Harrison, K. 1991. Long-term tillage effects on seed banks in three Ohio soils. Weed Science, 39: 186–194. **(Journal)**

Caroca, R.P., Candia, P.S. and Hinojosa, E.A. 2011. Characterization of the weed seed bank in zero and conventional tillage in Central Chile. Chilean Journal of Agricultural Research, 71(1) 140-147. **(Journal)**

Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C. 2006. Seedling recruitment pattern and depth of recruitment of 10 weed species in minimum tillage and no-till seeding systems. Weed Science, 54: 658–668. **(Journal)**

Chauhan, B.S., Gill, G. and Preston, C.H. 2006. Influence of tillage systems on vertical distribution, seedling recruitment and persistence of rigid rygrass seed bank, Weed Science, 54(4): 669-676. **(Journal)**

Cousens, R. and Moss, S.R. 1990. A model for the effects of cultivation on the vertical distribution of weed seeds within the soil. Weed Research, 30: 61–70. **(Journal)**

Dessaint, F., Barralis, G., Caixinhas, M.L., Mayor, J.P., Recasens, J. and Zanin, G. 1996. Precision of soil seedbank sampling: how many soil cores? Weed Research, 36: 143-151. **(Journal)**

Farooq, M., Flower, K.C., Jabran, K., Wahid, A. and Siddique, K.H.M. 2011. Crop yield and weed management in rainfed conservation agriculture. Soil Tillage Research, 117: 172–183. **(Journal)**

Gaba, S., Fried, G., Kazakou, E., Chauvel, B. and Navas, M.L. 2014. Agro ecological weed control using a functional approach: a review of cropping systems diversity. Agronomy for Sustainable Development, 34: 103–119. **(Journal)**

Gonzalez-Andujar, J.L. 1997. A matrix model for the population dynamics and vertical distribution of weed seed banks. Ecological Modelling, 97: 117–120. **(Journal)**

Gurber, S., Buhler, A., Mohring, J. and Claupein, W. 2010. Sleepers in the soil-Vertical distribution by tillage and longterm survive of oilseed rape seeds compared with plastic pellets. European Journal of Agronomy, 33(2): 81-88. **(Journal)**

Hossain, M.M. and Begum, M. 2015. Soil weed seed bank: importance and management for sustainable crop production, A review. Journal of The Bangladesh Agricultural University, 13(2): 221-228. **(Journal)**

Loddo, A., Vasileiadis, V.P., Masin, R., Zuin, M.C. and Zanin, G. 2016. Inhibiting effect of shallow seed burial on Grass weed emergence. Plant Protection Science, 52(1): 64-69. **(Journal)**

Mead, A., Grundy, A.C. and Burston, S. 1998. Predicting the movement of seeds following cultivation. In: Champion, G.T., et al. (Eds.), Weed Seed banks: Determination, Dynamics, and Manipulation. Aspects of Applied Biology, Pp: 91–98. **(Book)**

Mohler, C.H.L., Frisch, J.C. and McCulloch, C.H.E. 2006. Vertical movment of weed seed surrogates by tillage implements and natural processes. Soil Tillage Research, 86: 110-122. **(Journal)**

Parvin, N. 2012. Influence of moldboard ploughing and shallow tillage on soil physical properties and crop performance, M.Sc. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, 30p. **(Thesis)**

Rahman, A., James, T.K., Mellsop, J. and Grbavac, N. 2000. Effect of cultivation methods on weed seed disturbance and seedling emergence. New Zealand Plant Protection, 53: 28-33. **(Journal)**

SAS Institute Inc., 2001. SAS user' guide: Statics, Version 9, 1 editions, SAS Inst., Inc., Cary, N.C. **(Handbook)**

Singh, M., Bhullar, M.S. and Chauhan, B.S. 2015. Seed bank dynamics and emergence pattern of weeds as affected by tillage systems in dry direct-seeded rice. Crop Protection, 67: 168-177. **(Journal)**

Spokas, K., forcella, F., Archer, D. and Reicosky, D. 2007. Seed Chaser: vertical soil tillage distribution model. Computers and Electronics in Agriculture, 57: 62-73. **(Journal)**

Straicka, J.A., Bufford, P.M., Allmaras, R.R. and Nelson, W.W. 1990. Tracking the vertical distribution of simulated shattered seeds as related to tillage. Argonomy Journal, 82: 1131–1134. **(Journal)**

Swanton, C.J., Shrestha, A., Kenzevic, S.Z., Roy, R.C. and Ball-Coelho, B.R. 2000. Influence of tillage type on vertical weed seedbank distribution in a sandy soil. Canadian Journal of Plant Science, 80: 455-457. **(Journal)**

Tamm, K., Nugis, E., Edesi, L., Lauringson, E., Talgre, L., Viil, P., Plakk, T., Vosa, T., Vettik, R. and Penu, P. 2016. Impact of cultivation method on the soil properties in cereal production. Argonomy Journal, 14(1): 280-289. **(Journal)**

Thompson, K., Band, S.R. and Hodgson, J.G. 1993. Seed size and shape predict persistence in soil. Functional Eco, 7: 236–241. **(Journal)**

Williams, A.N., Davis, A.S., Ewing, P.M., Grandy, A.S., Kane, D.A., Koide, R. T., Mortensen, D.A., Smith, R.G., Snap, S.S., Spokas, K.A., Yannarell, A.C. and Jordan, N.R. 2016. A comparison of soil hydrothermal properties in zonal and uniform tillage systems across the US corn Belt. Geoderma, 273: 12-19. **(Journal)**

Yankov, P. 2012. Vertical distribution of wheat seeds in the soil layer depending on the type of pre-sowing tillage. Agriculture Science and Technology, 4(1): 33-35. **(Journal)**

# Prediction of Seed Vertical distribution of Wheat (cv.Sardari) in Soil use of SeedChaser model

**Nabi Khalili Aqdam***

Received: July 17, 2016 Accepted: September 25, 2016

**Abstract**

Vertical distribution of seed, Plant residual, Granule fertilizers and other chemical complexes in depth of soil influence of tillage with various implements is one of the important issues in agronomy. So, an experiment done with SeedChaser model to recognize the patterns of seed vertical distribution in soil (0-18 cm) with 15 types of tillage implements in simulation study and 9 of ones in field experiment. Results showed that patterns of seed vertical distribution were different and it depends on infiltration depth of implements in soil, curve degree of knife and soil bulk of be moved. Spader, Rigide tine, moldboard, and rotovator buried seeds in below 10 cm depth of soil, although Rotary hoe, Drill, Residual management, Para plow and Strip tillage implements buried seeds in shallow depths (0-2 cm) and was between 2-8 cm in others. Also, results released that critical depth for D90 (90% of seeds in a certain depth) ranged 14-18 cm for Moldboard, Rotovator and Spader while was 0-10 cm for other implements. Prediction results recognized that the model predicted seed vertical distribution in a good mood which the highest dispersal related to chisel plow and the lowest observed in tillage with Moldboard.

**Key words**: Depth; Implement; Seed; SeedChaser Model; Tillage

**How to cite this article**

Khalili Aqdam, N. 2019. Prediction of Seed Vertical distribution of Wheat (cv.Sardari) in Soil use of SeedChaser model. Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(3): 317-331. (In Persian)(Journal)

DOI: 10.22124/jms.2019.3815

**COPYRIGHTS**

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Bookan, Iran

*Corresponding author: Nkhaliliaqdam@yahoo.com