# کمی‌سازی سبز شدن بذرهای کلزای خودرو و خردل وحشی تحت تأثیر عمق دفن شدن

الیاس سلطانی[۱*]، افشین سلطانی[۲]، سراله گالشی[۲]، فرشید قادری‌فر[۲]، ابراهیم زینلی[۲]
[۱] عضو هیئت علمی گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، دانشگاه تهران پردیس ابوریحان،
[۲] عضو هیئت علمی گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: elias.soltani@ut.ac.ir
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۴/۱)

**چکیده**

**هدف از این تحقیق بررسی اثر عمق دفن شدن بر سبز شدن گیاهچه کلزای خودرو و خردل وحشی و کمی‌سازی آن بود. به این منظور، بذرهای این دو گونه در ۱۲ عمق مختلف ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر و با ۴ تکرار در خاک دفن شدند و سبز شدن گیاهچه‌ها به‌صورت روزانه ثبت شد. نتایج نشان داد که در عمق دفن شدن ۱ تا ۲/۹ سانتی‌متر، درصد سبز شدن کلزا حدود ۹۸ درصد شد و از آن پس با افزایش عمق دفن شدنطبق مدل و با شیب ۰/۴- درصد کاهش یافت و در عمق دفن شدن ۱۰ سانتی‌متر به صفر رسید. واکنش درصد سبز شدن گیاهچه خردل وحشی به عمق دفن شدن با یک رابطه نمایی توصیف شد. طبق این مدل درصد سبز شدن گیاهچه خردل وحشی از حدود ۶۶ درصد در عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر به صورت نمایی به صفر درصد در عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر کاهش یافت. افزایش عمق دفن شدن نیز موجب کاهش سرعت سبز شدن این دو گونه شد که به‌خوبی کمی‌سازی شدند. بذرهایی از این دو علف هرز که در عمق بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر برای کلزا و بیشتر از ۸ سانتی‌متر برای خردل وحشی دفن شوند، بانک بذر خاک را توسعه خواهند داد و قادر به سبز شدن نیستند. در این تحقیق کمی‌سازی سبز شدن این دو گونه به‌خوبی صورت گرفت که از این نتایج می‌توان در مدیریت علف‌های هرز به‌صورت اکولوژیک و مدل‌های پیش‌بینی سبز شدن علف‌های هرز استفاده نمود.**

**واژه‌های کلیدی: بانک بذر، عمق دفن شدن، خردل وحشی، کلزای خودرو**

**مقدمه**

کلزا[۱] یک گیاه زراعی دانه روغنی است که امروزه کشت آن به‌شدت گسترش یافته است. یک ویژگی نامطلوب در کلزا که حتی در ارقام اصلاح‌شده نیز باقی مانده است، شکوفایی میوه پس از رسیدگی و خشک‌شدن است و به همین دلیل ریزش زیادی دارد (گالدن[۲] و همکاران، ۲۰۰۹؛ لاوسون و فری‌سن[۳]، ۲۰۰۶). از طرفی بذرهای کلزا فاقد رکود اولیه هستند، ولی چنانچه وارد خاک شوند دچار رکود ثانویه (خواب القایی) می‌شوند (گربر[۴] و همکاران، ۲۰۱۰). در نتیجه در فصل زراعی بعدی مشکل‌ساز خواهند بود. در استان گلستان به دلیل کشت گسترده این گیاه زراعی به مرور زمان بانک بذر وسیعی برای این گونه ایجاد شده است که بذرهای آن در مزارع گندم و یا حتی کلزا سبز می‌شوند و باعث کاهش کمیت و کیفیت عملکرد گیاهان زراعی می‌شود.

خردل وحشی[۵] گیاهی یک‌ساله و سرما دوست با ساقه‌های افراشته و منشعب از تیره شب‌بو[۶] است (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). این گونه یکی از مهمترین و شایع‌ترین گیاهان هرز مزارع زیر کشت گیاهان سرما دوست است (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). تراکم ۲۰ تا

[1] *Brassica napus*
[2] Gulden
[3] Lawson and Friesen
[4] Gruber
[5] *Sinapis arvensis L.*
[6] Brassicaceae (Cruciferae)



[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

۸۰ بوته در مترمربع این علف‌هرز، عملکرد دانه کلزا را ۱۹ تا ۷۷ درصد کاهش داد (وارویک[1] و همکاران، ۲۰۰۰). همچنین گزارش‌هایی مبنی بر اثر خردل وحشی بر کاهش عملکرد دیگر محصولات نظیر کتان، سویا، سیب‌زمینی، ذرت و کلم گزارش شده است (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). مهم‌ترین علل مشکل‌ساز بودن این علف‌هرز، پایداری شدید در بانک بذر، عادت رشد رقابتی و تولید زیاد بذر عنوان شده است (وارویک و همکاران، ۲۰۰۰).

آزمایش‌ها برای مطالعه اثر عمق دفن شدنبر سبز شدن بذرهای علف‌های هرز از سال ۱۹۸۹ آغاز شد (گرندی[2] و همکاران، ۱۹۹۶). در پروفیل خاک اختلافاتی در محتوای رطوبت خاک، تهویه هوا، دسترسی به نور و دما وجود دارد (استولر و واکس[3]، ۱۹۷۳). برای مثال *Matricaria reculito* برای جوانه‌زنی نیاز نوری دارد و این امر مانع جوانه‌زنی آن در عمق دفن شدنبیش از ۱ سانتی‌متر خواهد شد و برعکس گونه‌ای نظیر *Veronica hederifolia* می‌تواند در خاک شنی سبک در عمق بیشتر از ۱۳ سانتی‌متر هم سبز شود (گرندی و همکاران، ۱۹۹۶). سبز شدن گیاهچه دو مرحله دارد: اولین مرحله آن جوانه‌زنی می‌باشد و مرحله دوم خروج گیاهچه از خاک است که نیاز به ذخایر غذایی کافی در بذر دارد (گرندی و همکاران، ۱۹۹۶). بنابراین، اطلاعات در مورد محل بذور علف‌هرز در پروفیل خاک و پتانسیل سبز شدن از یک عمق معین در پیش‌بینی احتمال سبز شدن موفق بذرها اهمیت دارد.

علف‌های هرز مشکل اساسی در بیشتر سیستم‌های زراعی هستند و کنترل آن‌ها برای دستیابی به پتانسیل عملکرد ضروری است (واسیلی‌ایدز[4] و همکاران، ۲۰۰۷). در سیستم‌های تولید گیاهان زراعی، بانک بذر خاک منبع اولیه هجوم علف‌های هرز یک‌ساله هستند (واسیلی‌ایز و همکاران، ۲۰۰۷). آنالیز اندازه و ترکیب بانک بذر علف‌های هرز در خاک می‌تواند اطلاعاتی از گذشته و حال جمعیت علف‌های هرز در اختیار گذارد و اثر سیستم‌های مدیریت کشاورزی را آشکار نماید و مشکلات آتی علف‌های هرز را پیش‌بینی نماید (ویلسون[5] و همکاران، ۱۹۸۵).

خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) یکی از علف‌های هرز سمج و رایج در مزارع تولید کلزا در استان گلستان است و هیچ روش مؤثری توأم با توجیه اقتصادی برای کنترل آن در مزارع یادشده وجود ندارد. کلزای خودرو نیز به عنوان علف‌هرز مهمی در مزارع گندم و سویا در گرگان مطرح می‌باشد. اجرای موفق روش‌های تلفیقی مدیریت علف‌های هرز مستلزم شناخت اکولوژی بانک بذر این علف‌های هرز است. اطلاعات در زمینه اثر عمق دفن شدن در خاک بر سبز شدن می‌تواند در اجرای روش‌های مدیریت علف‌های هرز بر مبنای اصول اکولوژیکی کمک زیادی به محققان و کشاورزان نماید. بنابراین، هدف از این تحقیق مطالعه اثر عمق دفن شدنبر سبز شدن گیاهچه این دو گونه و کمی‌سازی رابطه آن با مدل‌های رگرسیونی بود.

## مواد و روش‌ها

بذرهای کلزای خودرو و خردل وحشی در اردیبهشت ماه ۱۳۸۸ از حدود ۱۷ مزرعه در اطراف گرگان جمع‌آوری شدند و سپس با یکدیگر مخلوط شدند. تعداد ۱۵ بذر کلزا و خردل وحشی (پس از تیمار با محلول ۲۰۰۰ قسمت در میلیون اسید جیبرلیک) در گلدان‌هایی با قطر دهانه ۱۵ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر در ۱۲ عمق مختلف ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۵، ۲۰، ۳۰ سانتی‌متر و با ۴ تکرار در خاک دفن شدند. به دلیل داشتن خواب اولیه در بذرهای خردل وحشی و همچنین امکان وجود خواب ثانویه در بذرهای کلزا پیش‌تیمار رفع خواب با استفاده از جیبرلیک اسید داده شد (سلطانی[6] و همکاران، ۲۰۱۱).

آزمایش در محوطه پردیس جدید دانشگاه کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تاریخ شروع آزمایش ۱۵ دی‌ماه ۱۳۸۸ بود و شمارش تا زمان ثابت شدن درصد سبز شدن ادامه یافت. طرح آماری مورد استفاده نیز طرح کاملاً تصادفی بود و برای

[1] Warwick
[2] Grundy
[3] Stoler and Wax
[4] Vasileiadis
[5] Wilson
[6] Soltani



[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

هـر گونـه بـه صـورت جداگانـه تحلیـل صـورت گرفـت. میانگین دمای هوا طی دوره آزمـایش حـدود ۱۰ درجـه سانتی‌گراد بود. خاک مورد نیاز برای اجـرای آزمـایش از مزرعه دانـشکده کـشاورزی دانـشگاه علـوم کـشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شد. برای جلوگیری از حـضور بذرهای کلزا و خردل وحـشی در خـاک مـورد آزمـایش، نمونه خاک از عمق بیشتر از ۵۰ سانتی‌متری تهیه شـد. این خاک دارای ۲۸ درصد رس، ۶۲ درصد سـیلت و ۱۰ درصد شن، بود همچنین درصد رطوبت اشباع خاک (۴۹ درصد)، هدایت الکتریکی (۰/۸ دسی زیمنس بـر متـر) و وزن مخصوص ظاهری (۱/۷ گرم در سانتی‌متـر مکعـب) خاک توسط آزمون خاک محاسبه شدند.

بازدیـد از گلـدان‌هـا هـر روز انجـام شـد و تعـداد گیاهچه‌های سبز شده (خروج برگهای اولیـه) یادداشـت گردید. برای تعیین درصد و سـرعت سـبز شـدن در هـر تیمـار بـذری در هـر عمـق کاشـت از برنامـه Germin (سلطانی و مداح، ۱۳۸۹) اسـتفاده شـد کـه ایـن برنامـه D10 (یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا سبز شدن به ۱۰ درصد حداکثر خـود برسـد)، D50 (یعنـی مـدت زمانی که طول می‌کـشد تـا سـبز شـدن بـه ۵۰ درصـد حداکثر خـود برسـد) و D90 (مـدت زمـانی کـه طـول می‌کشد تا سبز شدن به ۹۰ درصد حداکثر خـود برسـد) را محاسبه می‌کند. این برنامه این پارامترها را بـرای هـر تکرار و هر تیمـار بـذری از طریـق درون یـابی[1] منحنـی افزایش سبز شـدن در مقابـل زمـان محاسـبه مـی‌کنـد. سرعت سبز شدن (در روز) از طریق معادله (۱) محاسـبه شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱، ۲۰۰۲).

$$R50 = 1/D50 \qquad (۱)$$

که در این معادله R50 سرعت سبز شـدن (بـر روز) است.

**تجزیه داده‌ها**

برای کمی‌سازی واکنش درصـد سـبز شـدن کلـزای خـودرو در واکـنش بـه عمـق دفـن شـدن از یـک تـابع دوتکه‌ای استفاده شد (معادله ۲):

معادله (۲):

$$y = y_{\max} \quad \text{if} \quad x<x_0$$
$$y = y_{\max} \times (\exp(-b(x - x_o))) \quad \text{if} \quad x\geq x_0$$

در این معادلـه y درصـد سـبز شـدن، $y_{max}$ معـادل حداکثر درصد سبز شدن، x عمق دفـن‌شـدن، b شـیب خط و $x_0$ نقطه چرخش می‌باشد.

واکنش درصد سبز شدن خردل وحشی به عمق دفن شدن نیز توسط یک معادله نمایی توصیف شد (معادله ۳):

$$y = a(\exp(-bx)$$

در این رابطه a مقـدار اولیـه درصـد سـبز شـدن، b شیب کاهش درصد سبز شدن (y) به‌ازای افزایش عمـق کاشت (x) می‌باشند.

سرعت سبز شدن کلزای خودرو در واکنش به عمـق دفـن شدنتوسـط یـک معادلـه سـه جملـه‌ای و واکـنش سرعت سبز شـدن خـردل وحـشی توسـط یـک معادلـه دوجمله‌ای توصیف شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS انجـام شـد. بـرای بـرازش مـدل‌هـا از رویـه NLIN، بـرای تجزیـه واریانس از رویه GLM و مقایسه میانگین نیز بـا LSD محافظت شده صورت گرفت. شکل‌هـا نیـز در نـرم‌افـزار EXCEL رسم شدند.

## نتایج و بحث

### اثر عمق دفن شدنبر سبز شدن

نتایج آزمایش گلدانی نشان داد کـه اثـر عمـق دفـن شدن بر درصد سبز شدن، سرعت سبز شـدن، زمـان تـا ۱۰ درصـد حـداکثر سـبز شـدن و زمـان تـا ۹۰ درصـد حداکثر سبز شدن در هر دو گونه علف‌هرز کلزای خودرو و خردل وحشی معنی‌دار بود (جدول ۱). شـکل ۱ رونـد تجمعی سبز شـدن کلـزای خـودرو و خـردل وحـشی را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده مـی‌شـود، بـذوری که در عمق‌هـای کمتـر دفـن شـده بودنـد سـبز شـدن گیاهچه آن‌ها زودتر صورت گرفته و زودتر نیز به حداکثر سبز شدن خود رسیدند.

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین درصد سبز شدن کلزای خودرو در عمق ۱ تا ۳ سـانتی‌متـر رخ

[1] Interpolated



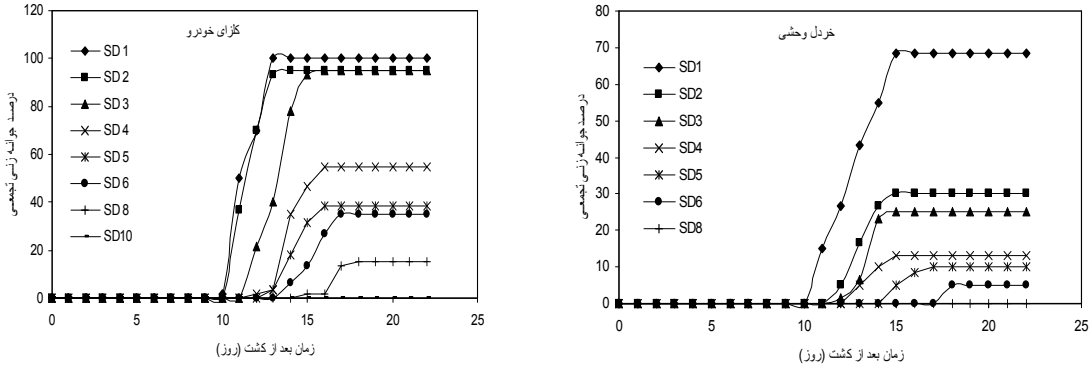
[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

داد. با افزایش عمق دفن‌شدن، از ۱ سانتی‌متر به ۸ سانتی‌متر درصد سبز شدن از ۱۰۰ درصد به ۱۵ درصد کاهش یافت و در عمق ۱۰ سانتی‌متر به صفر رسید (جدول ۲).

جدول ۱- درجه آزادی و میانگین مربعات برای درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن و زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن کلزای خودرو و خردل وحشی در عمق‌های مختلف دفن شدن بذر

| منابع تغییرات | | درجه آزادی | درصد سبز شدن | سرعت سبز شدن | زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن | زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن |
|---|---|---|---|---|---|---|
| کلزای خودرو | عمق دفن‌شدن | ۱۱ | ۶۸۱۶/۵۲** | ۰/۰۰۶۳** | ۱۸۰/۶۹** | ۲۲۹/۵۰** |
| | اشتباه آزمایش | ۳۶ | ۲۳/۴۰ | ۰/۰۰۰۰۱ | ۰/۴۱ | ۰/۲۶ |
| خردل وحشی | عمق دفن‌شدن | ۱۱ | ۱۶۶۶/۴۷** | ۰/۰۰۵۶** | ۱۵۸/۷۸** | ۲۰۵/۸۱** |
| | اشتباه آزمایش | ۳۶ | ۱۵/۰۵ | ۰/۰۰۰۱ | ۸/۳۱ | ۹/۱۷ |

** معنی‌داری در سطح اطمینان ۱ درصد




شکل ۱- روند تجمعی سبز شدن گیاهچه کلزای خودرو و خردل وحشی تحت تأثیر عمق دفن شدن. SD 1 تا SD10 به ترتیب عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر تا ۱۰ سانتی‌متر را نشان می‌دهد.

بیشترین سرعت سبز شدن بذرهای کلزای خودرو در عمق ۱ سانتی‌متر (۰/۰۹۰۵ بر روز) حاصل شد. سرعت سبز شدن کلزای خودرو در عمق دفن شدن ۱۰ سانتی‌متر به صفر رسید و در عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر میزان آن معادل ۰/۰۵۶ (بر روز) بود (جدول ۲). زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن برای کلزای خودرو با تغییر عمق دفن شدن بین ۱۰ تا ۱۶ روز تغییر داشت. عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر کمترین زمان و عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر بیشترین زمان تا شروع سبز شدن را داشتند (جدول ۲). زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن نیز بین ۱۳ تا ۱۷ روز متغیر بود و کمترین زمان مربوط به عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر و بیشترین زمان مربوط به عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر بود (جدول ۲).

افزایش عمق دفن شدن بذور خردل وحشی از عمق ۱ سانتی‌متر به ۶ سانتی‌متر باعث کاهش درصد سبز شدن از حدود ۶۸ درصد به ۵ درصد و صفر درصد در عمق دفن شدن ۸ تا ۳۰ سانتی‌متر شد (جدول ۲). سرعت سبز شدن بذور خردل وحشی از حدود ۰/۰۸ (بر روز) در عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر به حدود ۰/۰۳ (بر روز) در عمق دفن شدن ۶ سانتی‌متر کاهش یافت (جدول ۲). زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن بذور خردل وحشی تحت تأثیر عمق دفن شدن بین حدود ۹ تا ۱۴ روز متغیر بود و زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن بین حدود ۹ تا ۱۶ درصد تغییر داشت (جدول ۲).

### کمی‌سازی واکنش سبز شدن به عمق دفن شدن

درصد سبز شدن کلزای خودرو با استفاده از یک معادله رگرسیون غیرخطی و دو تکه‌ای توصیف شد.



[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

ضریب تبیین این مدل ۰/۹۸ و مقدار RMSE آن حدود ۵ بود که حاکی از توصیف خوب رابطه بین درصد سبز شدن و عمق دفن شدن توسط این مدل بود. طبق این رابطه با افزایش عمق دفن شدن تا مقدار ۲/۹ سانتی‌متر درصد سبز شدن حدود ۹۸ درصد و ثابت باقی می‌ماند از آن پس با افزایش عمق دفن شدن طبق مدل و با شیب ۰/۴- کاهش خواهد یافت (شکل ۲). واکنش درصد سبز شدن خردل وحشی به عمق دفن شدن با یک رابطه نمایی توصیف شد. ضریب تبیین این مدل معادل ۰/۹۷ و RMSE آن حدود ۴ بود و نشان‌دهنده برازش خوب این مدل به داده‌ها می‌باشد (شکل ۲). طبق این مدل درصد سبز شدن خردل وحشی از حدود ۶۶ درصد در عمق دفن شدن۱ سانتی‌متر به‌صورت نمایی به صفر درصد در عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر کاهش خواهد یافت (شکل ۲).

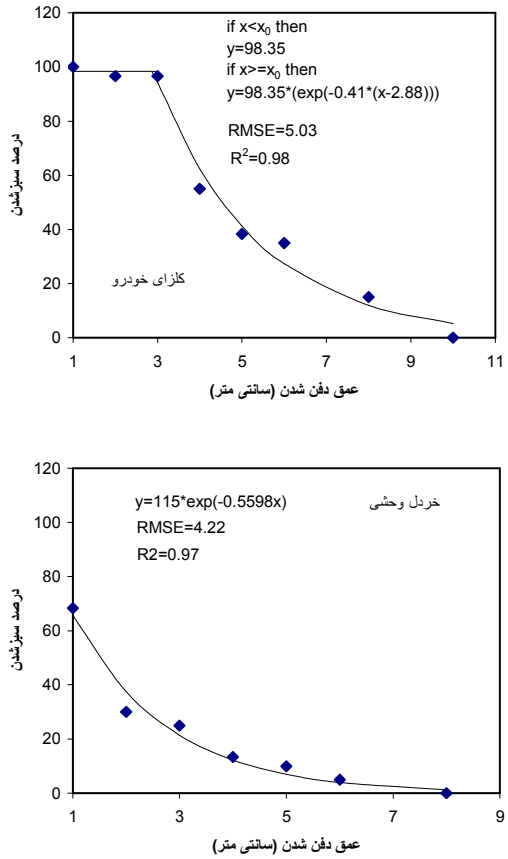
جدول ۲- نتیجه مقایسه میانگین درصد سبز شدن، سرعت سبز شدن، زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن و زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن کلزای خودرو و خردل وحشی

| | عمق دفن شدن | درصد سبز شدن | سرعت سبز شدن (بذر در روز) | زمان تا ۱۰ درصد حداکثر سبز شدن (روز) | زمان تا ۹۰ درصد حداکثر سبز شدن (روز) |
|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ سانتی‌متر | ۱۰۰/۰۰ a | ۰/۰۹۰۵ a | ۱۰/۲۰ e | ۱۲/۶۴ d |
| | ۲ سانتی‌متر | ۹۶/۶۸ a | ۰/۰۸۸۵ a | ۱۰/۴۷ e | ۱۲/۶۴ d |
| | ۳ سانتی‌متر | ۹۶/۶۸ a | ۰/۰۷۶۷ b | ۱۲/۱۸ d | ۱۳/۹۳ c |
| | ۴ سانتی‌متر | ۵۵/۰۰ b | ۰/۰۷۲۵ bc | ۱۲/۸۵ cd | ۱۵/۰۳ b |
| | ۵ سانتی‌متر | ۳۸/۳۱ c | ۰/۰۷۱۰ cd | ۱۳/۲۵ c | ۱۴/۹۵ b |
| کلزای | ۶ سانتی‌متر | ۳۵/۰۳ c | ۰/۰۶۷۲ d | ۱۴/۲۵ b | ۱۵/۵۶ b |
| خودرو | ۸ سانتی‌متر | ۱۵/۰۰ d | ۰/۰۵۶۰ e | ۱۵/۹۰ A | ۱۷/۱۴ a |
| | ۱۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ f | ۰/۰۰ f | ۰/۰۰ e |
| | ۱۲ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ f | ۰/۰۰ f | ۰/۰۰ e |
| | ۱۵ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ f | ۰/۰۰ f | ۰/۰۰ e |
| | ۲۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ f | ۰/۰۰ f | ۰/۰۰ e |
| | ۳۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ f | ۰/۰۰ f | ۰/۰۰ e |
| | ۱ سانتی‌متر | ۶۸/۳۵ a | ۰/۰۷۹۱ a | ۱۰/۵۸ ab | ۱۴/۰۲ a |
| | ۲ سانتی‌متر | ۳۰/۰۰ b | ۰/۰۷۷۵ a | ۱۱/۸۱ ab | ۱۳/۸۳ a |
| | ۳ سانتی‌متر | ۲۵/۰۳ b | ۰/۰۷۵۷ a | ۱۲/۴۸ ab | ۱۳/۹۹ a |
| | ۴ سانتی‌متر | ۱۳/۳۳ c | ۰/۰۷۴۷ a | ۱۲/۸۹ a | ۱۴/۰۸ a |
| | ۵ سانتی‌متر | ۱۰/۰۰ cd | ۰/۰۶۶۳ a | ۱۴/۳۸ a | ۱۵/۶۳ a |
| خردل | ۶ سانتی‌متر | ۵/۰۰ de | ۰/۰۲۸۶ b | ۸/۵۶ b | ۸/۹۵ b |
| وحشی | ۸ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |
| | ۱۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |
| | ۱۲ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |
| | ۱۵ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |
| | ۲۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/۰۰۰۰ c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |
| | ۳۰ سانتی‌متر | ۰/۰۰ e | ۰/ ۰۰۰۰c | ۰/۰۰ c | ۰/۰۰ c |

در هر ستون عمق دفن‌هایی که حرف مشابه‌ای دارند از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

رابطه بین سرعت سبز شدن کلزای خودرو و عمق دفن شدن به صورت رگرسیون ۳ جمله‌ای با ضریب تبیین ۰/۹۸ توصیف شد (شکل ۳). طبق این مدل، بیشترین سرعت سبز شدن کلزای خودرو در عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر حاصل خواهد شد (۰/۰۹ بر روز) و با افزایش عمق تا ۳ سانتی‌متر به حدود ۰/۰۸ (بر روز) کاهش خواهد یافت و با افزایش عمق دفن شدن از ۳ تا حدود ۷ سانتی‌متر تقریباً ثابت (حدود ۰/۰۷ بر روز) و با افزایش بیشتر عمق دفن شدن از ۷ سانتی‌متر به بالاتر به سرعت کاهش و به حدود صفر در عمق دفن شدن ۱۰ سانتی‌متر خواهد رسید (شکل ۳).




شکل ۲- کمی‌سازی واکنش درصد سبز شدن کلزای خودرو و خردل وحشی به عمق دفن‌شدن. نقاط داده‌های واقعی و خط مدل رگرسیونی برازش داده شده را نشان می‌دهند.

واکنش سرعت سبز شدن خردل وحشی به عمق دفن شدنبا استفاده از رگرسیون غیرخطی توصیف شد که ضریب تبیین این مدل ۰/۹۹ بود (شکل ۳). این رابطه نشان می‌دهد که سرعت سبز شدن خردل وحشی با افزایش عمق دفن شدن از ۱ سانتی‌متر تا حدود ۴ سانتی‌متر تقریباً ثابت (حدود ۰/۰۸ بر روز) بود و با افزایش بیشتر عمق دفن شدنبا شیب ۰/۰۲ کاهش و تقریباً در عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر به صفر رسید (شکل ۳).

تحقیقات مختلفی روی سبز شدن بذرهای علف‌های هرز تحت تأثیر عمق دفن شدن صورت گرفته است. گربر و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که بذرهای کلزا می‌توانند تا عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر سبز شوند و با افزایش عمق دفن شدن بذور وارد خواب خواهند شد. ایشان نشان دادند که فقط بذوری که در عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متر خاک توزیع شده بودند قادر به سبز شدن در محصول بعدی خواهند بود. هرچند ایشان کمی‌سازی درصد و سرعت سبز شدن را انجام ندادند. گرندی و همکاران (۱۹۹۶) نشان دادند که درصد سبز شدن ۵ گونه علف‌هرز مورد مطالعه آن‌ها با افزایش عمق دفن شدن به صورت نمایی کاهش یافت.

رودریگرز و گارسیا[1] (۲۰۰۹) اثر ۵ عمق دفن شدن (صفر، ۲، ۵، ۱۰ و ۲۰ سانتی‌متر) و شکارچی‌گری را بر سبز شدن *Sida rhombifolia* مورد بررسی قرار دادند ایشان به داده‌های خود مدل برازش ندادند ولی نشان دادند که با افزایش عمق دفن شدن درصد سبز شدن کاهش یافت و در عمق بیشتر از ۵ سانتی‌متر سبز نشدند. ایشان نتیجه‌گیری کردند که سبز شدن گیاهچه و مرگ بذرها در خاک عوامل مؤثر بر کاهش ذخیره بانک بذر این گونه است که به عمق دفن شدن بستگی خواهد داشت. بنونوتی[2] و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که با افزایش عمق دفن شدن بذور *Cuscuta campestris* زمان تا سبز شدن گیاهچه افزایش خواهد یافت. از طرفی درصد سبز شدن نیز با افزایش عمق از صفر به ۰/۵ سانتی‌متر افزایش و با افزایش عمق تا ۶ سانتی‌متر به سرعت کاهش یافت.

ایشان نشان دادند که درصد سبز شدن برای بذرهایی که در آزمایشگاه ذخیره شده بودند بسیار کمتر از بذرهایی بود که در مزرعه ذخیره شده بودند. بنونوتی و همکاران (۲۰۰۱) تأثیر عمق دفن شدن بر میزان سبز شدن ۲۰ گونه علف‌هرز را مورد بررسی قرار

[1] Rodríguez and Garcia
[2] Benvenuti

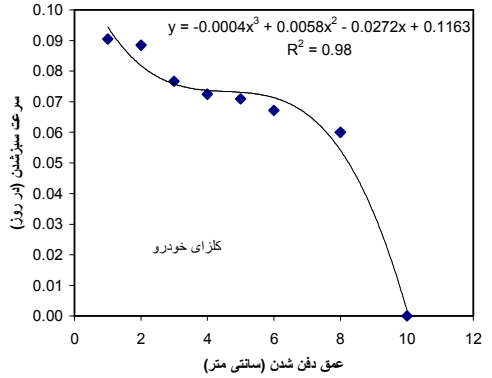


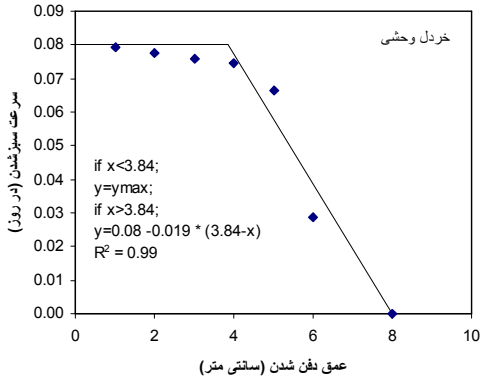
[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

دادند. ایشان نشان دادند که فقط ۹ گونه قادر بودند در عمق دفن شدن بیش از ۶ سانتی‌متر سبز شوند. ایشان نشان دادند که با افزایش وزن ۱۰۰۰ دانه بذور قادرند از عمق بیشتری سبز شوند و درصد سبز شدن با وزن هزار دانه یک رابطه دوجمله‌ای داشت. هریسون[1] و همکاران (۲۰۰۷) اثر اندازه بذر و عمق دفن شدنرا بر سبز شدن *Ambrosia trifida* مورد بررسی قرار دادند. ایشان به داده‌های سبز شدن تجمعی این گونه مدل برازش دادند و نتیجه گرفتند که حداکثر سبز شدن در هر دو اندازه بذر مورد مطالعه آن‌ها در عمق ۵ سانتی‌متر صورت گرفت. ترابا و همکاران (۲۰۰۴) اثر عمق دفن شدن را بر سبز شدن علف‌های چمنی مدیترانه‌ای مورد بررسی قرار دادند و نتیجه گرفتند که تقریبا در همه گونه‌ها حدود ۹۸ درصد بذرها قادر بودند از عمق ۱ سانتی‌متری سبز شوند و همچنین با افزایش عمق دفن شدندرصد سبز شدن گونه‌ها کاهش یافت. از طرفی ایشان نشان دادند که بذوری که در لایه‌های پایین خاک قرار دارند تا زمانی که به سطح خاک نزدیک نشوند قادر به سبز شدن نخواهند بود.

نتایج این تحقیق نشان دادند که افزایش عمق دفن شدنموجب کاهش سبز شدن این دو گونه شد و در عمق بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر سبز نخواهند شد. بذرهایی از این دو علف هرز که در عمق بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر (برای کلزا) و بیشتر از ۸ سانتی‌متر (برای خردل وحشی) دفن شده‌اند در صورت زنده ماندن در بانک بذر ذخیره خواهند شد و قادر به سبز شدن نیستند. در مدیریت علف‌های هرز به‌صورت اکولوژیک دانش در مورد قدرت سبز شدن علف‌های هرز می‌تواند مفید واقع شود.

برای مثال چنانچه بعد از برداشت کلزا و ریزش بذور آن روی سطح خاک چنانچه شخم بیشتر از ۱۰ سانتی‌متر زده شود بذور به عمق‌های پایین خواهند رفت و ممکن است خواب ثانویه به آنها القاء شود و در نتیجه باعث ایجاد بانک بذر این گونه در خاک خواهند شد (سلطانی و همکاران، ۲۰۱۱). از طرفی کمی‌سازی سبز شدن می‌تواند در پیش‌بینی زمان و درصد سبز شدن علف‌های هرز مفید واقع شود. بخشی از مدل‌های پیش‌بینی سبز شدن علف‌های هرز زیرمدل سبز شدن آن‌هاست که برای پیش‌بینی نیاز به اطلاعاتی در زمینه کمی‌سازی زمان و درصد سبز شدن علف‌های هرز می‌باشد.




شکل ۳- کمی‌سازی واکنش سرعت سبز شدن کلزای خودرو و خردل وحشی به عمق دفن‌شدن. نقاط داده‌های واقعی و خط مدل رگرسیونی برازش داده شده را نشان می‌دهند.

## نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که: (۱) با افزایش عمق دفن شدن تا مقدار ۲/۹ سانتی‌متر درصد سبز شدن کلزا حدود ۹۸ درصد و ثابت باقی می‌ماند از آن پس با افزایش عمق دفن شدن طبق مدل و با شیب ۰/۴- کاهش خواهد یافت و در عمق دفن شدن ۱۰ سانتی‌متر به صفر می‌رسد. (۲) واکنش درصد سبز شدن خردل وحشی به عمق دفن شدنبا یک رابطه نمایی توصیف شد. طبق این مدل درصد سبز شدن خردل وحشی از حدود ۶۶ درصد در عمق دفن شدن ۱ سانتی‌متر به‌صورت نمایی به صفر درصد در عمق دفن شدن ۸ سانتی‌متر کاهش خواهد یافت. (۳) بیشترین سرعت سبز شدن کلزای خودرو در عمق سبز شدن ۱

[1] Harrison



[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

سانتی‌متر حاصل خواهد شد (۰/۰۹ بر روز) و با افـزایش آن تا عمق دفن شدن ۳ سانتی‌متر بـه حـدود ۰/۰۸ (بـر روز) کاهش خواهد یافت، با افزایش عمق دفن شدن از ۳ تا حدود ۷ سانتی‌متر تقریباً ثابت (حدود ۰/۰۷ بر روز) و با افزایش بیشتر عمق دفن شدن از ۷ سانتی‌متر به بالاتر به سرعت کاهش و به حدود صفر در عمـق دفـن شـدن ۱۰ سانتی‌متر خواهـد رسـید. (۴) سـرعت سـبز شـدن خردل وحشی با افزایش عمق دفن شدن از ۱ سانتی‌متر تا حدود ۴ سانتی‌متر تقریباً ثابت (حدود ۰/۰۸ بـر روز) بود و با افزایش بیشتر عمق دفن شدن با شـیب حـدود ۰/۰۲ کاهش و تقریباً در عمق دفن شدن ۸ سـانتی‌متـر به صفر رسید.

## منابع


زینلی، ا. و احتشامی، س.م. ۱۳۸۲. زیست‌شناسی و کنترل گونه‌های مهم گیاهان هرز. انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۴۱۲ صفحه.

سلطانی، ا. و مداح، و. ۱۳۸۹. برنامه های کاربردی ساده برای آموزش و پژوهش در زراعت. انتشارات انجمن علمی بوم شناختی دانشگاه شهید بهشتی.

Benvenuti, S., Dinelli, G., Bonetti, A., and and Catizone, P. 2005. Germination ecology, emergence and host detection in *Cuscuta campestris*. Weed Research, 45(4): 270–278

Benvenuti, S., Macchia, M., and Miele, S. 2001. Quantitative analysis of buried weed seedling emergence with increasing soil depth. Weed Science, 49(4): 528–535.

Gruber, S., Bühler, A., Mohring, J., and Claupein, W. 2010. Sleepers in the soil—Vertical distribution by tillage and long-term survival of oilseed rape seeds compared with plastic pellets European Journal of Agronomy, 33(2): 81–88

Grundy, A.C., Mead, A., and Bond, W. 1996. Modeling the effect of weed-seed distribution in the soil profile on seedling emergence. Weed Research. 36: 375-384.

Gulden, R.H., Shirtliffe, S.J., and Thomas, A.G. 2009. Harvest losses of canola (*Brassica napus*) cause large seed bank inputs. Weed Science, 51 (1): 83–86.

Harrison, S.K., Regnier, E.E., Schmoll, J.T., and Harrison, J. M. 2007. Seed size and burial effects on giant ragweed (*Ambrosia trifida*) emergence and seed demise. Weed Science, 55(1):16–22.

Lawson, A.N., and Friesen, L.F. 2006. Emergence timing of volunteer canola in spring wheat fields in Manitoba. Weed Science, 54(5):873–882.

Rodríguez, C., and Garcia, M.A. 2009. Seed-bank dynamics of the tropical weed *Sida rhombifolia* (Malvaceae): incidence of seedling emergence, predators and pathogens. Seed Science Research, 19(4): 241–248.

Soltani, A., Galeshi. S., Zeinali, E., and Latifi, N. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology, 30(1): 51-60

Soltani, A., Zeinali. E., Galeshi, S., and Latifi, N. 2001. Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. Seed Science and Technology, 29(3): 653-662.

Soltani, E., Soltani, A., Galeshi, S., Ghaderi-Far, F., and Zeinali, E. 2011. Quantifying seed production by volunteer canola (*Brassica napus* L.) and *Sinapis arvensis*. Planta Daninha, 29(3): 489-497.

Stoler, E.W., and Wax, L.M. 1973. Temperature variations in the surface layers of an agricultural soil. Weed Research, 13(3): 273-282.

Traba, J., Azcárate, F.M., and Peco, B. 2004. From what depth do seeds emerge? A soil seed bank experiment with Mediterranean grassland species. Seed Science Research, 14(3): 297–303


[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

Vasileiadis, V.P., Froud-Willams, R.J., and Eleftherohorinos, I.G. 2007. Vertical distribution, size and composition of the weed seed bank under various tillage and herbicide treatments in a sequence of industrial crops. Weed Research, 47(3): 222–230

Warwick, S.I., Beckie, H.J., Thomas, A.G., and McDonald, T. 2000. The biology of Canadian weeds, *Sinapis arvensis* L. Canadian Journal of Plant Science, 80(4): 939-961.

Wilson, R.G, Kerr, E.D. and Nelson, L.A. 1985. Potential for using weed seed content in the soil to predict future weed problems. Weed Science, 33: 171–175.

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]

[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]

[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]

# Quantification of seedling emergence of volunteer canola and wild mustard under various burial depths

Elias Soltani,[1*], Afshin Soltani,[2], Serollah Galeshi,[2], Farshid Ghaderi-Far,[2], and Ebrahim Zeinali,[2]
[1]*Department of Agronomy and Plant Breeding Sciences, Aboureihan Campus University of Tehran, Pakdasht, Tehran, Iran.*
[2] *Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.*
*Corresponding Author E-mail: elias.soltani@ut.ac.ir

(Received: 2013/12/10 - Accepted: 2014/06/21)

## Abstract

The aim of this study was to investigate and to quantify the effect of burial depth on seedling emergence of volunteer canola and wild mustard. Seeds were buried in 12 different depths (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 30 cm) in 4 replications and seedling emergence was measured daily. Results indicated that emergence percentage of volunteer canola was around 98 % from 1 to 2.9 cm of burial depth and deeper depths decreased emergence percentage with a slope of -0.4 and reached to zero in burial depth of 10 cm. Seedling emergence percentage of wild mustard was described using an exponential model on the response to burial depth. According to the model, wild mustard seedling emergence decreased from 66 % in 1 cm depth to 0 % in 8 cm depth. Increasing burial depth leads to reduction of seedling emergence rate that it well quantified for both species. Seeds of these two species that buried in deeper soil layers from 10 cm for volunteer canola and 8 cm for wild mustard can expand soil seed bank and will not emerge. The results of this study may provide useful information in ecological weed management and prediction seedling emergence of weeds.

***Keywords**: **Seed bank, Burial depth, Wild mustard, Volunteer canola***

[ Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-15 ]
[ DOR: 20.1001.1.23831251.1393.1.1.3.8 ]
[ DOI: 10.29252/yujs.1.1.1 ]