پایان نامه برای دریافت درجه دکتری در رشته زراعت

عنوان:

اکولوژی بانک بذر کلزای خودرو و خردل وحشی: تولید بذر، توزیع عمودی، تغییرات فصلی کمون، جوانه‌زنی و سبزشدن

پژوهش و نگارش:

الیاس سلطانی

اساتید راهنما:

دکتر افشین سلطانی

دکتر سرا... گالشی

اساتید مشاور:

دکتر فرشید قادری‌فر

دکتر ابراهیم زینلی

چکیده

کلزای خودرو (*Brassica napus* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) به‌عنوان علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی شناخته می‌شوند. اطلاعات کمی در مورد بانک بذر این دو گونه اندک است. بنابراین، این تحقیق برای تخمین پارامترها و روابط مربوط به زیرفرآیندهای بانک بذر این دو گونه در گرگان انجام شد. نتایج نشان داد که رابطه نزدیکی بین تولید بذر در بوته و اندازه بوته در کلزای خودرو ($y = 130.6\ x^{0.94}$; $R^2 = 0.93$) و خردل وحشی ($y = 28\ x^{1.27}$; $R^2 = 0.95$) وجود داشت و به‌خوبی توسط یک معادله توانی توصیف شد. لایه خاک صفر تا ۵ سانتی‌متر حدود ۷۵ درصد از کل بانک بذر کلزای خودرو را در بعد از برداشت کلزا شامل می‌شد. توزیع عمودی بذور کلزای خودرو در پاییز و بعد از شخم تفاوت داشت. اول، بانک بذر کلزای خودرو کاهش یافت. دوم، الگوی متفاوتی از توزیع بذور مشاهده شد و لایه خاک ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر بیشترین میزان بذر را نسبت به بقیه لایه‌ها داشت. تفاوت معنی‌داری بین تعداد بذور خردل وحشی بین ۴ لایه بالاتر خاک (یعنی لایه صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک) در نمونه‌برداری اول وجود نداشت و عمده بذور در این لایه قرار داشتند (حدود ۸۵ درصد بذور). در نمونه‌گیری پاییزه بیشترین درصد بذور خردل وحشی در لایه ۵ تا ۱۰ سانتی‌متری خاک وجود داشت (حدود ۳۱ درصد) و بین این لایه با لایه خاک ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بعد از یک ماه دفن‌شدن بذور، قابلیت حیات بذور کلزای خودرو با شیب ۲/۱ درصد در روز به ۳۸ درصد کاهش یافت و بعد از آن تقریباً ثابت باقی ماند. قابلیت جوانه‌زنی کلزای خودرو در پاییز و زمستان در بیشترین مقدار خود بود و از بهار تا آخرین ماه تابستان کاهش داشت. قابلیت حیات خردل وحشی به ازای هر ماه دفن‌شدن حدود ۰/۵ درصد کاهش خواهد یافت. بذور خردل وحشی بعد از تولید دارای کمون بودند و با ورود به بانک بذر در خاک تحت تأثیر تغییرات فصلی دما سطح کمون آنها تغییر کرد. بذور کلزای خودرو در دمای کمتر از ۳/۸ درجه سانتی‌گراد پتانسیل آب کمتر از ۱/۴- مگاپاسکال جوانه نزدند. مقادیر هیدروترمال تایم برای کلزای خودرو در دماهای زیر و فوق مطلوب به‌ترتیب ۳۶/۲ و ۴۲/۹ مگاپاسکال بر درجه روز بود. بذور خردل وحشی در دمای پایه کمتر از ۲/۹- درجه سانتی‌گراد قادر به جوانه‌زنی نبودند و تنش خشکی توانست دمای پایه برای جوانه‌زنی را تا حدود ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش دهد. میانگین پتانسیل پایه برای جوانه‌زنی خردل وحشی در دماهای مختلف حدود ۳/۱- مگاپاسکال بود. ضرایب هیدروترمال تایم نیز برای این گونه تعیین شدند که به‌ترتیب در دماهای زیر و فوق مطلوب عبارت از ۲۰۷ و ۲۷۳ مگاپاسکال درجه روز بودند. کمی‌سازی سبزشدن بذور کلزای خودرو تحت تأثیر عمق دفن‌شدن به خوبی انجام شد ($R^2 = 0.98$ و $RMSE = 5.03$). واکنش درصد سبزشدن خردل وحشی به عمق دفن‌شدن نیز به‌طور رضایت بخشی با یک رابطه نمایی توصیف شد. پارامترها و روابط تخمین‌زده شده در این تحقیق می‌توانند در مدل‌های پویایی بانک بذر این دو گونه استفاده شوند. همچنین، نتایج این تحقیق می‌تواند برای مطالعات آینده بیولوژی و اکولوژی این دو گونه و مدیریت آنها مفید باشد.

فهرست مطالب	صفحه

فصل اول

کلیات ۱

فصل دوم: کمی‌سازی تولید بذر کلزای خودرو و خردل وحشی

مقدمه ۳

مواد و روش‌ها ۶

نتایج و بحث ۸

نتیجه‌گیری ۱۹

فهرست منابع ۱۹

فصل سوم: توزیع عمودی بذور کلزای خودرو و خردل وحشی در بانک بذر آن ها

مقدمه ۲۲

مواد و روش‌ها ۲۵

نتایج و بحث ۲۶

نتیجه‌گیری ۳۳

فهرست منابع ۳۴

فصل چهارم: تغییرات فصلی جوانه‌زنی و کمون کلزای خودرو و خردل وحشی تحت تأثیر دفن‌شدن بذور

مقدمه ۳۸

مواد و روش‌ها ۴۳

نتایج و بحث ۴۵

نتیجه‌گیری ۵۵

فهرست منابع ۵۶

فصل پنجم: مدل‌سازی جوانه‌زنی کلزای خودرو و خردل وحشی تحت تأثیر دما و پتانسیل آب: مدل هیدروترمال تایم

مقدمه ۶۰

مواد و روش‌ها ۶۷

نتایج و بحث ۷۰

نتیجه‌گیری ۸۲

فهرست منابع ۸۳

فصل ششم: سبز شدن بذور کلزای وحشی و خردل تحت تاثیر عمق دفن شدن در بانک بذر
مقدمه ۹۱
مواد و روش‌ها ۹۴
نتایج و بحث ۹۶
نتیجه‌گیری ۱۰۵
فهرست منابع ۱۰۵
فصل هفتم: جمع‌بندی
نتیجه‌گیری ۱۰۸
پیشنهادات ۱۱۳

فهرست جدول‌ها	صفحه
جدول ۲-۱ اثر تراکم و تاریخ کاشت بر برخی صفات کلزای خودرو و خردل وحشی	۱۱
جدول ۳-۱ تجزیه واریانس اثر زمان نمون‌گیری، عمق نمونه‌گیری و مزرعه بر تعداد بذور دو گونه مورد مطالعه	۲۷
جدول ۴-۱ پارامترهای مدل کوسینوسی در توصیف قابلیت جوانه‌زنی در طول زمان برای دو گونه مورد مطالعه	۴۸
جدول ۵-۱ تخمین پارامترهای مدل ترمال تایم در توصیف جوانه‌زنی بذر کلزای خودرو	۷۳
جدول ۵-۲ تخمین پارامترهای مدل هیدروتایم در توصیف جوانه‌زنی بذر کلزای خودرو	۷۶
جدول ۵-۳ تخمین پارامترهای مدل هیدورترمال تایم در توصیف جوانه‌زنی بذر کلزای خودرو	۷۶
جدول ۵-۴ تخمین پارامترهای مدل ترمال تایم در توصیف جوانه‌زنی بذر خردل وحشی	۷۸
جدول ۵-۵ تخمین پارامترهای مدل هیدرو تایم در توصیف جوانه‌زنی بذر خردل وحشی	۸۱
جدول ۵-۶ تخمین پارامترهای مدل هیدروترمال تایم در توصیف جوانه‌زنی بذر خردل وحشی	۸۲
جدول ۶-۱ تجزیه واریانس اثر عمق دفن‌شدن بر سبزشدن دو گونه مورد مطالعه	۹۷
جدول ۶-۲ مقایسه میانگین اثر عمق دفن‌شدن بر سبزشدن دو گونه مورد مطالعه	۱۰۰

فهرست شکل‌ها	صفحه
شکل ۲-۱- طرح بادبزنی مورد استفاده برای کشت کلزای خودرو و خردل وحشی	۷
شکل ۲-۲- تغییرات دما و بارندگی طی فصل رشد کلزای خودرو و خردل وحشی	۹
شکل ۲-۳- اثر تراکم بر اندازه بوته در کلزای خودرو و خردل وحشی	۱۲
شکل ۲-۴- رابطه بین تعداد بذر تولید شده در بوته، تعداد غلاف تولید شده در بوته، تولید بذر در بوته، تعداد بذر در غلاف و وزن صد بذر با اندازه بوته در کلزای خودرو	۱۳
شکل ۲-۵- رابطه بین تعداد بذر تولید شده در بوته، تعداد غلاف تولید شده در بوته، تولید بذر در بوته، تعداد بذر در غلاف و وزن صد بذر با اندازه بوته در خردل وحشی	۱۶
شکل ۳-۱- تعداد و درصد بذور کلزای خودرو در دو زمان نمونه‌گیری بعد از برداشت کلزا و بعد از شخم پاییزه.....	۲۸
شکل ۳-۲- اختلاف سه مزرعه مورد مطالعه در تعداد بذور کلزای خودرو در بانک بذر.....	۲۹
شکل ۳-۳- اختلاف زمان نمونه‌گیری در تعداد بذور کلزای خودرو در بانک بذر.....	۳۰
شکل ۳-۴- تعداد و درصد بذور خردل وحشی در دو زمان نمونه‌گیری بعد از برداشت کلزا و بعد از شخم پاییزه.....	۳۱
شکل ۴-۱. تغییرات قابلیت حیات بذور کلزای خودرو در مقابل زمان بعد از دفن شدن بذور	۴۶
شکل ۴-۲- تغییرات قابلیت جوانه‌زنی بذور کلزای خودرو تحت تأثیر نگهداری در آزمایشگاه و دفن‌شدن در مزرعه...	۴۷
شکل ۴-۳. کمی‌سازی تغییرات قابلیت جوانه‌زنی بذور کلزای خودرو تحت تأثیر عمق دفن‌شدن.....	۴۸
شکل ۴-۴. تغییرات قابلیت حیات بذور خردل وحشی در مقابل زمان بعد از دفن شدن بذور	۵۰
شکل ۴-۵- تغییرات قابلیت جوانه‌زنی بذور خردل وحشی تحت تأثیر نگهداری در آزمایشگاه و دفن‌شدن در مزرعه...	۵۱
شکل ۴-۶. کمی‌سازی تغییرات قابلیت جوانه‌زنی بذور خردل وحشی در تاریکی، تحت تأثیر عمق دفن‌شدن.....	۵۲
شکل ۴-۷. کمی‌سازی تغییرات قابلیت جوانه‌زنی بذور خردل وحشی در تاریکی، تحت تأثیر عمق دفن‌شدن.....	۵۳
شکل ۵-۱. تابع دمایی سگمنتد مورد استفاده برای توصیف سرعت جوانه‌زنی کلزای خودرو در مقابل دما	۷۱
شکل ۵-۲. جوانه‌زنی تجمعی بذور کلزای خودرو که در دامنه‌ای از پتانسیل آب و دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفته بودند.....	۷۵
شکل ۵-۳. تابع دمایی بتا مورد استفاده برای توصیف سرعت جوانه‌زنی خردل وحشی در مقابل دما	۷۷
شکل ۵-۴. جوانه‌زنی تجمعی بذور خردل وحشی که در دامنه‌ای از پتانسیل آب و دماهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفته بودند	۸۰
شکل ۶-۱. روند تجمعی سبزشدن گیاهچه کلزای خودرو و خردل وحشی تحت تأثیر عمق دفن‌شدن	۹۸
شکل ۶-۲- کمی‌سازی واکنش درصد سبزشدن کلزای خودرو و خردل وحشی به عمق دفن‌شدن.....	۱۰۲

شکل ۶-۳- کمی‌سازی واکنش سرعت سبزشدن کلزای خودرو و خردل وحشی به عمق دفن‌شدن..... ۱۰۴
شکل ۷-۱- چرخه بذر کلزای خودرو و خردل وحشی در بانک بذر..... ۱۱۱

فصل اول
کلیات

خردل وحشی[1] (*Sinapis arvensis* L.) گیاهی یک‌ساله و سرمادوست با ساقه‌های افراشته و منشعب از تیره شب‌بو[2] است. این گونه یکی از مهمترین و شایع‌ترین گیاهان هرز مزارع زیر کشت گیاهان سرمادوست است. کلزای خودرو[3] به عنوان علف‌هرز، معمولاً در مزارعی نظیر گندم و سویا در منطقه گرگان مشاهده می‌شود. ریزش زیاد دانه این گیاه می‌تواند منجر به کاهش عملکرد و افزایش ذخیره بانک بذر شود.

ورود علف‌های هرز به سیستم‌های زراعی از طریق تولید بذر آن‌ها در سال قبل صورت می‌گیرد که در بانک بذر توزیع شده‌اند. ذخایر بذرهای جوانه‌نزده و زنده در خاک را بانک بذر[4] گویند. باران بذر[5] سهم نهایی بذرهای گیاه مادری از بانک بذر خاک است که معادل با تولید بذر توسط گیاه است. دلایل مختلفی برای مطالعه بانک بذر علف‌های هرز وجود دارد. به نظر می‌رسد بهترین دلایل کشاورزی در مورد مطالعه

---

1. Wildmustard
2. Brassicaceae (*Cruciferae*)
3. Volunteer canola

4. Seed bank
5. Seed rain

بانک بذر موارد زیر باشد: (۱) بانک‌های بذر اهمیت اکولوژیکی و تکاملی در پویایی جمعیت‌ها[1] و جوامع[2] علف‌های هرز دارند، (۲) ذخیره بذور و بقای آن‌ها در خاک که از سال‌های قبل در خاک باقی مانده‌اند می‌تواند اثرات کنترل علف‌های هرز را خنثی سازد و از اینرو علف‌های هرز مشکل‌ساز باقی بمانند. برخی محققان نشان داده‌اند که با یک استثنا؛ در مورد علف‌های هرز با بذور بزرگ، بانک بذر نسبت به اندام‌های هوایی علف‌های هرز شاخص مناسبتری از اثرات طولانی‌مدت عملیات کشاورزی بر علف‌های هرز است. همچنین بانک‌های بذر با هدف پیش‌بینی آینده مشکلات علف‌های هرز مطالعه شده‌اند (زیم‌دال، ۲۰۰۷).

مدل‌های مختلفی برای پیش‌بینی پویایی بانک بذر و سبزشدن علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی گسترش یافته است و در مناطق مختلف دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما، تاکنون از این مدل‌ها در ایران هیچ استفاده‌ای نشده است. نیاز اولیه برای استفاده این مدل‌ها و یا ساخت یک مدل پویایی بانک بذر علف‌های هزز در اختیار داشتن برخی پارامترها و روابط مربوط به تولید بذر، توزیع بذور در بانک بذر، بقا و چرخه‌های کمون در بانک بذر خاک و واکنش جوانه‌زنی و سبزشدن بذور می‌باشد. با کمک این مدل‌ها می‌توان به مطالعه اثرات مدیریت‌های زراعی، شرایط محیطی و تناوب زراعی بر اندازه بانک بذر پرداخت که می‌تواند در کنترل این علف‌های هرز به‌صورت اکولوژیک کمک زیادی نماید. بنابراین، اهداف این تحقیق عبارت هستند از: ۱) کمی‌سازی تولید بذر کلزا و خردل وحشی تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت، ۲) مطالعه توزیع عمودی بذور کلزا و خردل وحشی در پروفیل بانک بذر، ۳) کمّی‌سازی بقا و کمون بذر در بانک بذر و اثر نور بر جوانه‌زنی این دو گونه، ۴) کمّی‌سازی اثر دما و پتانسیل آب بر جوانه‌زنی و کمون بذرهای خردل وحشی و کلزا و ۵) اثر عمق دفن شدن بر سبزشدن بذور کلزا و خردل وحشی. هدف نهایی این تحقیق بدست آوردن روابط کمّی (زیرمدل‌ها) برای پیش‌بینی پویایی بانک بذر خردل وحشی و کلزای خودرو بود.

---

[1]. Populations
[2]. Communities

فصل دوم
کمی‌سازی تولید بذر کلزای خودرو و خردل وحشی

مقدمه

کلزا (*Brassica napus*) 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. از طرفی بذور کلزا فاقد رکود اولیه هستند، ولی چنانچه وارد خاک شوند دچار رکود ثانویه (کمون القایی) می‌شوند. در نتیجه در فصل زراعی بعدی نیز مشکل‌ساز خواهند بود. کلزای خودرو[1] به عنوان علف‌هرز، معمولاً در مزارعی نظیر گندم و سویا در منطقه گرگان مشاهده می‌شود. ریزش زیاد دانه این گیاه می‌تواند منجر به کاهش عملکرد و افزایش ذخیره بانک بذر شود. مطالعات نشان داده است که میانگین هدررفت دانه کلزا در زمان برداشت تقریباً ۶ درصد است که معادل ۳۶۰۰ بذر در مترمربع یا ۱۰۷ کیلوگرم در هکتار خواهد بود (گالدن و همکاران، ۲۰۰۳). مقدار بذر مصرفی کلزا در هنگام کاشت حدود ۵ کیلوگرم در هکتار است، بنابراین مقدار بذری که در مزرعه ریزش می‌کند ۲۰ برابر مقدار بذر مصرفی در هنگام کاشت است که با این افزایش در بانک بذر می‌تواند در هنگام برداشت کلزای خودرو به‌آسانی استقرار یابد (لاوسون و فری‌سن، ۲۰۰۶). دلایل افزایش کلزای خودرو در سیستم‌های

[1]. Volunteer canola

زراعی (۱) استفاده از ارقام اصلاح ژنتیکی‌شده، (۲) استفاده از ارقام کلزای مقاوم بـه علـف‌کـش و (۳) افزایش سطح زیرکشت سالانه کلزا گزارش شده است (لاوسون و فری‌سن، ۲۰۰۶).

خردل وحشی[۲] (*Sinapis arvensis*) یکی از علف‌های هرز سمج و رایج در مـزارع تولیـد کلـزا در استان گلستان است و هیچ روش مؤثری توأم با توجیه اقتصادی برای کنترل آن در مزارع یادشده وجود ندارد. خردل وحشی گیاهی یک‌ساله و سرمادوست با ساقه‌هـای افراشـته و معمـولاً منـشعب از تیـره شب‌بو[۳] است. این گونه یکی از مهمترین و شایع‌ترین گیاهان هرز مزارع زیر کشت گیاهان سرمادوست است (زینلی و احتشامی، ۱۳۸۲). تراکم ۲۰ تا ۸۰ بوته در متر مربع این علف‌هرز عملکرد دانـه کلـزا را ۱۹ تا ۷۷ درصد کاهش داد، ولی در همین تراکم از علف‌هرز سلمه تـره (*Chenopodium album* L.) کاهش عملکرد برای کلزا فقط ۲۰ تـا ۲۵ درصـد بـود (وارویـک و همکـاران، ۲۰۰۰). در مطالعـه بلک‌شاو و دکر (۱۹۸۸) توانایی رقابتی این سه گونه از بیشتر تا کمتر به این ترتیب بود؛ خردل وحشی، کلزا و سلمه تره. در گندم بهاره نیز قدرت رقابتی این علف‌هرز به‌اندازه یولاف وحـشی گـزارش شـده است (ژیل‌اسپای و نال‌واجا، ۱۹۸۸). همچنین گزارش‌هـایی مبنـی بـر اثـر خـردل وحـشی بـر کـاهش عملکرد دیگر محصولات نظیر کتان، سویا، سیب‌زمینـی، ذرت و کلـم گـزارش شـده اسـت (زینلـی و احتشامی، ۱۳۸۲). مهمترین علل مشکل‌ساز بودن این علف‌هرز (۱) پایداری شدید در بانک بـذر، (۲) عادت رشد رقابتی و (۳) تولید زیاد بذر عنوان شده است (وارویک و همکاران، ۲۰۰۰).

تولید بذر اهمیت ویژه‌ای برای علف‌های هرز یکساله دارد که توسط بذر تکثیر می‌شوند، بنـابراین ممانعت از تولید بذر یک راه کلیدی برای کاهش مشکلات بعدی خواهد بـود (زیـم‌دال، ۲۰۰۷). عـدم موفقیت در ممانعت از تولید بذر علف‌های هرز منجر به افزایش تعداد بذور در خاک و بـه تبعیـت آن علف‌های هرز در سیستم‌های کشاورزی می‌شود.

اندازه بذور اکثر علف‌های هرز کوچک می‌باشند. برای مثال، بارهنـگ در هـر کیلـوگرم بیـشتر از چهار میلیون بذر و کیسه کشیش تقریباً ۱۰ میلیون بذر دارد (زیم‌دال، ۲۰۰۷). میانگین تعداد بذور تولید شده در بوته برای خردل وحشی ۲۷۰۰ عدد و در هر کیلوگرم دارای ۵۲۶۷۹۰ عدد بـذر مـی‌باشـد. در بحث تولید مثل علف‌های هرز سه عامل تولید بذر، پراکنش بذور و جوانه‌زنـی و کمـون بـذور دخیـل می‌باشند (زیم‌دال، ۲۰۰۷).

---

[2]. Wildmustard
[3]. Brassicaceae (*Cruciferae*)

بذور جدید علف‌های هرز ممکن است از منابع متعددی نظیر ماشین‌های مزرعه، بذور گیاهان زراعی آلوده، حیوانات، باد، آب و کودهای حیوانی وارد بانک بذر شوند، ولی بزرگ‌ترین منبع بذور در بانک بذر بوته‌هایی هستند که مجال تولید بذر در مزرعه را پیدا می‌کنند (زیم‌دال، ۲۰۰۷؛ زینلی و همکاران، ۱۳۷۷). بنابراین، برای درک صحیح از پویایی بانک بذر علف‌های هرز نیاز به داشتن اطلاعات در زمینه تولید بذر این گیاهان می‌باشد. در بحث تولید بذر علف هرز چون تراکم متغیر و متفاوت است (و چند گونه در رقابت وجود دارد) باید سعی شود، تولید بذر بوته از نظر تعداد و مقدار را به اندازه بوته یعنی وزن بوته ارتباط داده شود. اطلاعات کمّی در مورد روابطی نظیر رابطه بین تولید بذر و اندازه بوته می‌تواند روش‌های ساده‌تری برای تعیین تولید بذر در گونه‌های مختلف فراهم نماید (لوت‌من، ۲۰۰۲). محققان مختلف از این روابط برای تعیین میزان تولید بذر استفاده کرده‌اند (لوت‌من، ۲۰۰۲؛ سیستر و همکاران، ۲۰۰۴؛ گراندی و همکاران، ۲۰۰۴؛ فرانک و همکاران، ۲۰۰۷).

موفقیت مدیریت علف‌های هرز و سیستم‌های مدیریت با نهاده کمتر بستگی به درک مناسبی از پویایی جمعیت گونه‌های نگران‌کننده دارد: چه مقدار بذر تولید شده است، برای چه مدتی این بذرها زنده می‌مانند، چه تعدادی از گیاهچه این بذرها در سال‌های بعدی سبز خواهد شد. مدل‌های پویایی جمعیت می‌توانند برای مدیریت علف‌های هرز استفاده شوند (راسماسن و همکاران، ۲۰۰۲؛ گرندی و همکاران، ۲۰۰۴). تولید بذر یک عنصر ضروری ولی پیچیده در پویایی جمعیت علف‌های هرز است (کاوسنز و مورتیمر، ۱۹۹۵) و درک صحیحی از تولید بذر برای بهبود استراتژی‌های مدیریت علف‌های هرز ضروری است (نارسه و دای‌توماسو، ۲۰۰۳). مطالعات اندکی روی کمی‌سازی تولید بذر کلزا در در دنیا صورت گرفته است و تحقیق مشابه‌ای در ایران مشاهده نشد.

هدف از این تحقیق مطالعه تولید بذر کلزا به‌عنوان تابعی از اندازه بوته جهت استفاده در مدل‌های بانک بذر بود و برای ایجاد بوته‌هایی با اندازه متفاوت از تراکم و تاریخ کاشت استفاده شده است.

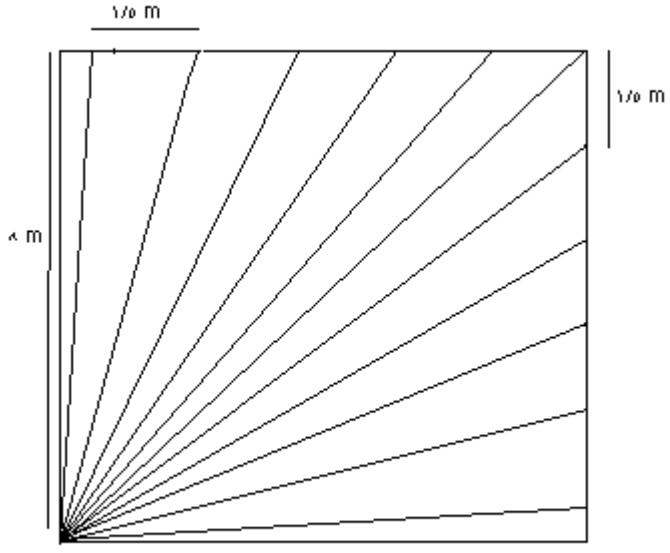
مواد و روش‌ها

این آزمایش به صورت طرح بادبزنی[4] در دو تاریخ کاشت (۲۵ آبان و ۲۳ آذر) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان پیاده شد (۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی، ۵۴ درجه و ۱۶ دقیقه شرقی و ارتفاع از سطح دریا ۱۳ متر). لازم به ذکر است که دلیل انتخاب دو تاریخ کاشت در این

[4]. Fan design

آزمایش ایجاد تنوع در شرایط محیطی و بررسی اثر آن بر تولید بذر بود. بذرهای کلزا رقم هـایولا ۴۰۱ و خردل وحشی از مزارع حواشی گرگان در اردیبهشت ماه سال ۱۳۸۸ جمـع‌آوری شـدند و در تـاریخ کاشت‌های ذکرشده در پاییز همان سال مورد کشت قرار گرفتند. نحوه کشت در این طـرح بـه‌صـورت شکل (۲-۱) بود. ابعاد هر کرت ۸ در ۸ متر بود (۶۴ متر مربع) و در هر کـرت ۱۱ خـط مـورد کـشت قرار گرفتند. فاصله بین هر خط با خط دیگر در یک زاویه از کرت (گوشه پایین سـمت چـپ) حـدود صفر و در ضلع‌های مقابل این فاصله به ۱/۵ متر می‌رسید. بـذرها بـا فاصـله روی ردیـف بـین ۲ تـا ۵ سانتی‌متر مورد کشت قرار گرفتند و طی دو مرحله در طول فصل تنک شدند و به فاصـله روی ردیـف ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر رسیدند. علف‌های هرز سبزشده در مزرعه (بوته‌های خردل وحشی در بین ردیف‌هـا نیز حذف شدند) نیز چندین بار مورد وجین قرار گرفتند.

در انتهای فصل ۰/۵ متر از اطراف کرت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند و بقیه مساحت باقی‌مانـده (۴۹ متر مربع) به‌صورت ۴۹ کرتچه یک متر مربع برداشت شدند که برای این کـار از کـوادرات ۱ متـر مربعی استفاده شد. به این ترتیب دامنه وسیعی از تراکم به دست آمد یعنـی ۹۸ کـرت بـرای دو تـاریخ کاشت که دارای تراکم‌های متفاوتی بودند (دامنه تراکم ایجاد شده را می‌توانید در شـکل ۲-۳ مـشاهده نمایید). برداشت کمی قبل از رسیدگی برداشت صورت گرفت که ریزش بذور کلزا به حـداقل ممکـن برسد. در هنگام برداشت کل تاج به‌همراه بذور و خورجین‌ها برداشت شـدند و در آزمایـشگاه ارتفـاع بوته، تعداد گره در ساقه اصلی، تعداد خورجین در ساقه اصلی و فرعی، تعداد بـذر در هـر خـورجین، وزن خورجین، وزن بوته، وزن ساقه‌ها و وزن تر و خشک ۱۰۰ بذر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند.



شکل ۲-۱- طرح بادبزنی مورد استفاده برای کشت کلزای خودرو و خردل وحشی.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌منظور بررسی اثر تراکم بر اندازه بوته (گرم در بوته) از معادله رگرسیون (۲-۱) استفاده شد که در زیر نشان داده شده است:

$$y = ax^b \qquad (۱-۲)$$

معادله (۲-۱) که در توصیف رابطه بین اندازه بوته (گرم در بوته) در برداشت در مقابل تراکم استفاده شد، یک معادله توانی است که در این مدل ضریب a مقدار اولیه، ضریب b ضریب آلومتری است و نشاندهنده نسبت سرعت رشد نسبی دو متغیر، x تراکم بوته و y اندازه بوته (گرم در بوته) در برداشت می‌باشند. در توصیف رابطه بین اندازه بوته (گرم در بوته) و تراکم ضریب b عددی منفی خواهد بود. از همین رابطه برای توصیف روابط بین تعداد بذر تولیدشده در بوته، تعداد خورجین تولیدشده در بوته و تولید بذر در بوته (گرم در بوته) و اندازه بوته (گرم در بوته) استفاده شد (کاوسنز و مورتیمر، ۱۹۹۵). در این حالت مقدار x اندازه بوته و y صفت مورد مطالعه خواهند بود.

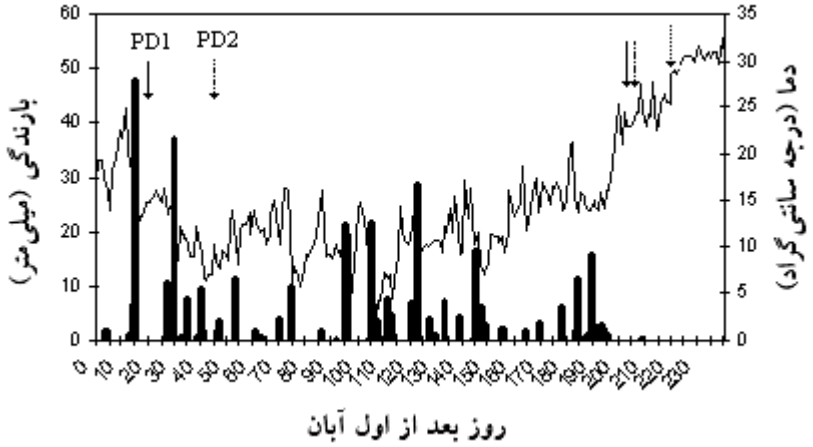
$$y = a + bx \qquad (۲-۲)$$

معادله (۲-۲)، رگرسیون ساده خطی می‌باشد که در این معادله ضریب a مقدار اولیه، ضریب b شیب خط (پارامترهای مدل)، x اندازه بوته (گرم در بوته) و y صفت مورد مطالعه می‌باشند. صفات تعداد بذر در خورجین و وزن صد دانه از طریق این معادله مورد مطالعه قرار گرفتند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از رویه‌های مختلف (سلطانی، ۲۰۰۷) نرم‌افزار SAS استفاده شد.

نتایج و بحث

تولید بذر کلزای خودرو

شکل ۲-۲ تغییرات دما و بارندگی طی فصل رشد کلزا در دو تاریخ کاشت (۲۵ آبان و ۲۳ آذر) نشان می‌دهد. کل بارندگی طی فصل رشد برای تاریخ کاشت اول ۳۲۸ و برای تاریخ کاشت دوم ۲۵۵ میلی‌متر بود. میانگین حداکثر دما برای تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب ۱۶/۷ و ۱۷/۶ بود و میانگین حداقل دما برای این دو تاریخ کاشت به ترتیب ۸/۰ و ۸/۷ بود.



شکل ۲-۲- تغییرات دما (خطوط پیوسته) و بارندگی (ستون‌ها) برای کشت کلزای خودرو و خردل وحشی در دو تاریخ کاشت ۲۵ آبان (فلش اول سمت چپ؛ خط ممتد) و ۲۳ آذر (فلش دوم سمت چپ؛ نقطه چین)، بوته‌های کلزای خودرو کشت شده در تاریخ کاشت اول و دوم در تاریخ‌های ۳۰ اردیبهشت ۱۳۸۹ (فلش ممتد در سمت راست شکل) و ۵ خرداد ۱۳۸۹ (فلش نقطه چین در سمت راست شکل) برداشت شدند و بوته‌های خردل وحشی در هر دو تاریخ کاشت در تاریخ ۹ خرداد برداشت شدند.

دامنه تراکم ایجادشده بین ۳ تا ۱۲۸ بوته در متر مربع تغییر داشت. نتایج نشان داد که میانگین ارتفاع بوته کلزا حدود ۱۱۱ سانتی‌متر بود که مقادیر حداکثر و حداقل آن به‌ترتیب حدود ۱۴۵ و ۹۰ سانتی‌متر بودند (جدول ۲-۱). تعداد گره در ساقه اصلی در این گونه بین ۵ تا ۹ عدد بود و تغییرات زیادی تحت تأثیر تراکم و تاریخ کاشت نداشت (جدول ۲-۱). حداکثر تعداد خورجین در بوته برای کلزا ۶۲۱ عدد و کمترین تعداد خورجین در بوته ۲۳ عدد بود میانگین تعداد خورجین تولیدشده در بوته حدود ۱۷۲ عدد بود (جدول ۲-۱). بیشترین تعداد بذر تولیدشده در بوته با مقدار ۱۴۷۷۳ عدد بذر مربوط به تراکم‌های کمتر و تاریخ کاشت اول بود و کمترین تعداد بذر تولیدشده در بوته حدود ۵۴۳ عدد بود که در تراکم‌های بالاتر و تاریخ کاشت دیرتر تشکیل شدند. وزن خشک علاف‌ها و بذرها در بوته بسیار نزدیک به یکدیگر بودند، به‌طوری که میانگین وزن خشک خورجین‌ها و بذرها به‌ترتیب ۱۱ و ۱۰/۸ گرم در بوته بودند. حداکثر وزن خشک خورجین‌ها و بذرها نیز به ترتیب حدود

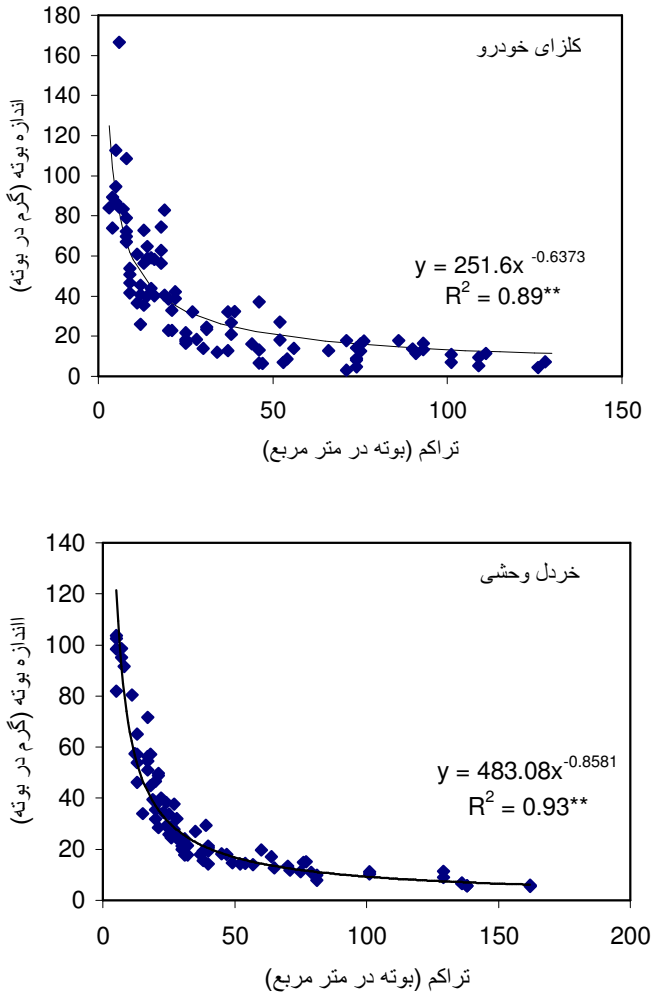
۵۰ و ۴۹ گرم در بوته بودند و کمترین مقادیر آن‌ها نیز به ترتیب حدود ۱ و ۰/۹ بودند (جدول ۲-۱). وزن خشک ۱۰۰ بذر بین ۲۵۵ تا ۳۸۵ میلی‌گرم در بوته تغییر داشت (جدول ۲-۱). در نهایت اندازه بوته (گرم در بوته) دامنه تغییرات وسیعی داشت و بین ۳ تا ۱۶۷ گرم در بوته بود که به نظر می‌رسد دامنه مورد نظر برای بررسی روابط بین تولید بذر و اندازه بوته کسب شده باشد (جدول ۲-۱).

اندازه بوته (گرم در بوته) با افزایش تراکم به‌صورت توانی منفی کاهش یافت. براساس این مدل اندازه بوته (گرم در بوته) با افزایش تراکم از ۳ به ۱۳۰ بوته در متر مربع از حدود ۱۲۵ گرم در بوته به ۱۱ گرم در بوته رسید (شکل ۲-۳).

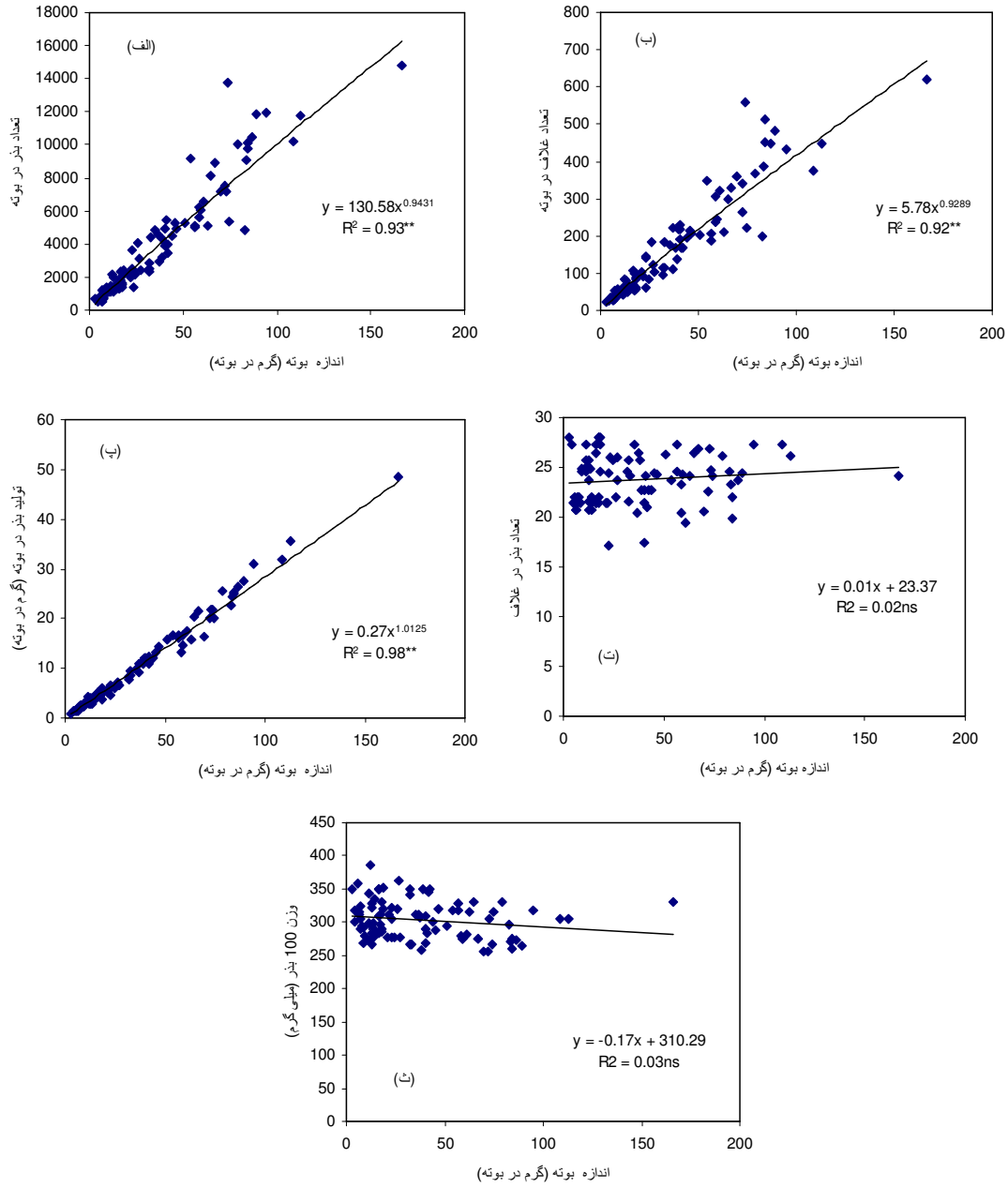
روابط خوبی بین تعداد بذر در بوته، تعداد خورجین در بوته و وزن بذور تولیدشده در بوته با اندازه بوته (گرم در بوته) وجود داشت (شکل ۲-۴). ضرایب تبیین برای این روابط بین ۰/۹۲ تا ۰/۹۸ تغییر داشت که نشان می‌دهد می‌توان از این روابط برای پیش‌بینی تعداد بذر تولیدشده در بوته استفاده نمود. بر اساس این رابطه بوته‌هایی با اندازه‌های ۱، ۱۰ و ۱۰۰ گرم در حدود ۱۳۰، ۱۱۶۰ و ۱۰۳۳۰ بذر در بوته تولید خواهند کرد و تعداد خورجین تولیدشده در بوته نیز معادل ۶، ۵۰ و ۴۱۷ عدد خواهد بود (شکل۲-۴الف و ب). از طرفی می‌توان بیان داشت که بوته‌هایی با اندازه‌های ۱۰،۱ و ۱۰۰ گرم موجب تولید ۰/۳، ۳ و ۲۹ گرم بذر خواهند شد (شکل ۲-۴ پ). رابطه‌ای بین تعداد بذر در خورجین و اندازه بوته (گرم در بوته) وجود نداشت (شکل ۲-۴ ت). بنابراین، میانگین تعداد بذر در خورجین برای دامنه‌ای از تراکم و دو تاریخ کاشت برای کلزا حدود ۲۴ بذر در هر خورجین بود و تحت تأثیر اندازه بوته (گرم در بوته) قرار نگرفت. وزن دانه به اندازه بوته بستگی نداشت (شکل ۲-۴ ث)؛ میانگین وزن ۱۰۰ بذر کلزا حدود ۳۰۴ میلی‌گرم بود که تحت تأثیر اندازه بوته قرار نگرفت.

جدول ۲-۱- میانگین، انحراف معیار، حداکثر و حداقل مقادیر ارتفاع بوته، تعداد گره، تعداد خورجین در بوته، تعداد بذر در خورجین، تعداد بذر در بوته، وزن خشک خورجین‌ها (گرم در بوته)، وزن خشک بذرها (گرم در بوته)، اندازه بوته (گرم در بوته) در برداشت و وزن خشک ۱۰۰ بذر (میلی‌گرم در بوته) برای کلزای خودرو و خردل وحشی، تحت تأثیر تراکم و دو تاریخ کاشت ۲۵ آبان (اول) و ۲۳ آذر (دوم) در گرگان.

صفت	میانگین	انحراف معیار	حداکثر	حداقل
کلزای خودرو				
ارتفاع بوته	۱۱۰/۷۸	۱/۰۸۶	۱۴۴/۷۰	۹۰/۰۰
تعداد گره	۶/۷۹	۰/۰۸۲	۹/۰۰	۵/۳۰
تعداد خورجین در بوته	۱۷۱/۷۸	۱۴/۶۸۵	۶۲۱/۳۳	۲۳/۰۰
تعداد بذر در خورجین	۲۳/۷۵	۰/۲۶۳	۲۸/۰۳	۱۷/۱۷
تعداد بذر در بوته	۴۱۰۳/۷۵	۳۵۶/۸۹۹	۱۴۷۷۲/۶۳	۵۴۲/۹۳
وزن خشک خورجین‌ها (گرم در بوته)	۱۱/۰۴	۰/۹۷۹	۴۹/۹۱	۱/۰۵
وزن خشک بذرها (گرم در بوته)	۱۰/۸۰	۰/۹۶۵	۴۸/۵۵	۰/۸۸
وزن خشک ۱۰۰ بذر (میلی‌گرم)	۳۰۳/۷۴	۳/۰۰۸	۳۸۵/۰۰	۲۵۵/۳۳
اندازه بوته در برداشت (گرم در بوته)	۳۷/۸۴	۳/۲۰۹	۱۶۶/۵۲	۳/۱۸
خردل وحشی				
ارتفاع بوته	۱۷۷/۳۲	۱/۲۸۶	۲۰۴/۷	۱۳۷/۰
تعداد گره	۱۸/۱۴	۰/۲۱۶	۲۴/۷	۱۴/۰
تعداد خورجین در بوته	۴۲۹/۲۵	۳۸/۹۹۵	۱۳۳۵/۷	۴۸/۷
تعداد بذر در خورجین	۵/۹۳	۰/۰۷۱	۸/۴	۴/۴
تعداد بذر در بوته	۲۶۴۱/۸۳	۲۶۴/۰۴۲	۱۰۳۳۶/۰	۲۶۴/۳
وزن خشک خورجین‌ها (گرم در بوته)	۸/۸۶	۰/۸۰۵	۲۸/۶	۰/۹
وزن خشک بذرها (گرم در بوته)	۳/۷۷	۰/۳۹۹	۱۵/۷	۰/۴
وزن خشک ۱۰۰ بذر (میلی‌گرم)	۱۴۴/۷۹	۲/۰۴۰	۱۸۸/۵	۱۰۵/۱
اندازه بوته در برداشت (گرم در بوته)	۳۲/۸۹	۲/۷۳۴	۱۰۳/۷	۵/۵



شکل ۲-۳- اثر تراکم بر اندازه بوته (گرم در بوته) در کلزای خودرو و خردل وحشی. در روی شکل y وزن خشک بوته، x تراکم و R^2 ضریب تبیین را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود معادله توانی برازش داده شده به‌خوبی قادر به توصیف تغییرات وزن خشک در مقابل تراکم بود. نقاط اعداد واقعی را نشان می‌دهند و خط مدل توانی که به داده‌ها برازش داده شده است.



شکل ۲-۴- رابطه بین (الف)تعداد بذر تولید شده در بوته، (ب) تعداد خورجین تولید شده در بوته، (پ) تولید بذر در بوته (گرم در بوته)، (ت) تعداد بذر در خورجین و (ث) وزن صد بذر با اندازه بوته (گرم در بوته) در کلزای خودرو.

تولید بذر خردل وحشی

هر دو تاریخ کاشت خردل وحشی ۹ روز بعد از رسیدگی کلزای خودرو در تاریخ کاشت دوم به مرحله رسیدگی خود رسیدند (شکل ۲-۲). رسیدگی سریع‌تر تاریخ کاشت دوم خردل وحشی باید به دلیل دماهای بالاتر در طی مرحله پرشدن دانه باشد (شکل ۲-۲). میانگین بارندگی برای تاریخ کاشت اول و دوم خردل وحشی مشابه فصل رشد کلزای خودرو بود. میانگین حداکثر دما برای تاریخ کاشت اول و دوم به ترتیب ۱۷/۵ و ۱۸/۰ درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل دما برای این دو تاریخ کاشت به ترتیب ۸/۶ و ۸/۹ درجه سانتی‌گراد بود.

طرح بادبزنی و دو تاریخ کاشت مورد استفاده منجر به دامنه وسیعی از تراکم بوته در متر مربع برای خردل وحشی نیز شدند. تراکم بوته برای خردل وحشی بین ۵ تا ۱۶۲بوته در متر مربع تغییر داشت. سایر ویژگی‌های گیاهی نیز نوسان مشابه‌ای داشتند. اندازه بوته خردل وحشی بین ۶ تا ۱۰۴ گرم در بوته تغییر داشت. میانگین اندازه بوته برای این گونه ۳۲/۸ گرم در بوته بود (جدول ۲-۱). میانگین ارتفاع بوته خردل وحشی ۱۷۷ سانتی‌متر و دامنه تغییرات آن بین ۱۳۷ تا ۲۰۵ سانتی‌متر بود. تعداد گره در ساقه اصلی نیز برای خردل وحشی بین ۱۴ تا ۲۵ تغییر داشت و تحت تأثیر تاریخ کاشت و تراکم بوته قرار نگرفت. حداکثر و حداقل تعداد خورجین تولیدشده در بوته برای این گونه به‌ترتیب ۱۳۳۶ و ۳۹ عدد در بوته بود. بیشترین تعداد بذر تولید شده در بوته برای این گونه ۱۰۳۳۶ عدد و در تراکم‌های کمتر و تاریخ کاشت اول حاصل شد. حداقل تعداد بذر تولیدشده در بوته نیز برای این گونه ۲۶۴ عدد که در تاریخ کاشت دوم و تراکم‌های بالاتر جاصل شده بود. وزن خشک خورجین در خردل وحشی (۹ گرم در بوته) حدود دو برابر وزن بذور تولید شده (۴ گرم در بوته) بود (جدول ۲-۱). میانگین وزن صد دانه خردل وحشی بین ۱۰۵ تا ۱۸۹ میلی‌گرم تغییر داشت. با توجه به این نتایج، دامنه خوبی برای کمی‌سازی تولید بذر خردل وحشی نیز حاصل شده است.

اندازه بوته در این گونه به‌شدت وابسته به تراکم بوته بود و با افزایش تراکم بوته کاهش یافت. این رابطه به‌خوبی توسط یک معادله توانی با ضریب تبیین ۰/۹۳ برای خردل وحشی توصیف شد. ضرایب این معادله یعنی ضرایب a و b به‌ترتیب ۴۸۳/۱ و ۰/۸۶- بودند (شکل ۲-۳). پارامتر a اندازه بوته را در تراکم ۱ بوته در متر مربع نشان می‌دهد. برطبق این مدل، اندازه بوته خردل وحشی از ۱۰۴