

صلى الله عليه وسلم



دانشگاه پیام نور

مرکز : کرج

بخش علمی : علوم کشاورزی

پایان نامه

برای دریافت مدرک کارشناسی ارشد

رشته : مهندسی کشاورزی (زراعت)

عنوان پایان نامه :

تأثیر کیتوزان و زئولیت بر رشد و عملکرد کنجد (*Sesamum indicum* L.)

تحت شرایط مختلف آبیاری در یزد

سید علی علوی اصل

اساتید راهنما : سید علی محمد مدرس ثانوی

سیروس منصوری فر

استاد مشاور : کمال سادات اسیلان

دی ۱۳۹۳

تقدیم به مادر

که قطره‌ی نگاهش کویر وجودم را سیراب کرد و از نامتناهی اش

لم نزرع و وجودم رویش گرفت

و تقدیم به پدر

که بی اغراق می گویم...

میش از آنچه که دارم، حق برگردنم دارد

سپاس از خالق یکتا و آفریننده‌ی بی‌همتا که هر آنچه دارم از اوست

از جناب آقای مهندس مهرداد مرادی قهدریجانی، دوست، همکلاسی، همکار و هم‌پای  
همیشگی‌ام تشکر می‌کنم که در تمامی طول این مقطع از تحصیل، همواره مایه‌ی  
دلگرمی‌ام بود و کم و کاستی‌هایم را به حق، پر کرد

همچنین سپاس فراوان از جناب آقای دکتر مدرس ثانوی که با صبر و شکیبایی، حق  
پدري را بر دانش این حقیر تمام کرد

سپاس فراوان از جناب آقای دکتر منصوری‌فر، جناب آقای دکتر اسیلان، سرکار خانم  
گودرزی و اساتید گروه زراعت که در طول این مدت با صبر و بردباری، نامهربانی‌ها را  
با مهربانی پاسخ گفتند و از هیچ کمکی دریغ نکردند

امید است قدرشناس این الطاف بوده و از ایزد منان طول عمر با عزت برای ایشان  
مسألت دارم.

## چکیده

به منظور ارزیابی اثر زئولیت و محلول پاشی کیتوزان در گیاه کنجد تحت شرایط مختلف آبیاری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در در مزرعه‌ی تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش کم‌آبی ( $I_0 = 50\%$ ) به عنوان شاهد،  $I_1 = 65\%$  به عنوان تنش متوسط و  $I_2 = 80\%$  به عنوان تنش شدید، بر اساس درصد تخلیه‌ی آب قابل دسترس گیاه از خاک) در کرت‌های اصلی و تیمارهای محلول پاشی در چهار سطح (کیتوزان با غلظت‌های  $0/4$  (F1) و  $0/05$  درصد (F2)، آب مقطر (شاهد) (F3) و اسید استیک یک درصد (F4)) و کاربرد زئولیت در دو سطح (عدم کاربرد (Z0) و کاربرد  $4/5$  تن در هکتار (Z1)) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثرات متقابل هر سه تیمار بر عملکرد روغن و دانه، تعداد بذر در کیسول و ارتفاع اولین کیسول از زمین معنی‌دار است. در شرایط  $I_0$   $Z_1$  محلول پاشی کیتوزان  $0/4$  درصد عملکرد دانه و روغن را  $4$  و  $5$  درصد نسبت به شاهد آب مقطر افزایش داد. همچنین مشخص شد کاربرد زئولیت در سطح بدون تنش، وزن خشک کل، درصد روغن و تعداد کیسول در بوته را به ترتیب  $70$  و  $10$  درصد و  $4$  برابر نسبت به عدم کاربرد این ماده معدنی در سطح  $I_2$  کاهش داد. لذا زئولیت و کیتوزان می‌توانند آسیب‌های ناشی از تنش کم‌آبی را در برخی صفات تعدیل کرده و به بالا بردن توانایی این گیاه در راستای افزایش عملکرد و اجزای آن کمک کنند.

کلمات کلیدی: کنجد، کیتوزان، زئولیت، عملکرد

## فهرست مطالب

۱	فصل اول
۱	مقدمه
۲	۱-۱- مقدمه
۵	۲-۱- فرضیه‌های تحقیق
۵	۳-۱- اهداف تحقیق
۶	فصل دوم
۶	کلیات
۷	۱-۲- تاریخچه‌ی کشت کنجد
۸	۲-۲- اهمیت اقتصادی و موارد مصرف کنجد
۸	۳-۲- خواص درمانی کنجد
۹	۴-۲- خصوصیات گیاهی
۱۰	۱-۴-۲- خصوصیات مورفولوژی
۱۰	۲-۴-۲-۱-۱- ریشه
۱۱	۲-۴-۲-۲-۱- ساقه
۱۱	۲-۴-۲-۳-۱- گل
۱۲	۲-۴-۲-۴-۱- میوه
۱۳	۲-۴-۲-۵-۱- دانه
۱۴	۵-۲- اکولوژی و فیزیولوژی کنجد
۱۴	۲-۵-۱- درجه‌ی روز رشد
۱۴	۲-۵-۲- نور
۱۴	۲-۵-۳- رطوبت

۱۵	..... خاک-۴-۵-۲
۱۶	..... برداشت-۶-۲
۱۷	..... تنش خشکی و تنش اکسیداتیو-۷-۲
۱۹	..... اثر تنش خشکی بر پارامترهای رشدی-۱-۷-۲
۲۰	..... اثر خشکی بر تغذیه ی گیاه-۲-۷-۲
۲۲	..... فصل سوم
۲۲	..... بررسی منابع
۲۳	..... اثرات تنش کمبود آب-۱-۳
۲۳	..... تنش کمبود آب بر خصوصیات رویشی گیاه-۱-۱-۳
۲۳	..... ارتفاع بوته-۱-۱-۱-۳
۲۵	..... تعداد شاخه ی فرعی-۲-۱-1-۳
۲۶	..... تاثیر تنش کم آبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد-۲-۱-۳
۲۷	..... تعداد غلاف در بوته-۱-۲-۱-۳
۲۹	..... تعداد دانه در غلاف-۲-۲-۱-۳
۳۳	..... وزن هزاردانه-۳-۲-۱-۳
۳۶	..... تاثیر تنش کم آبی بر شاخص برداشت-۴-۲-۱-۳
۳۷	..... تاثیر رژیم آبیاری بر درصد روغن-۳-۱-۳
۳۹	..... کیتوزان و جنبه های مختلف رشد و نمو گیاهان زراعی-۲-۳
۴۴	..... ژئولیت و جنبه های مختلف رشد و نمو گیاهان زراعی-۳-۳
۴۸	..... فصل چهارم
۴۸	..... مواد و روش ها
۴۹	..... زمان و مکان محل اجرای آزمایش و مشخصات-۱-۴
۴۹	..... طرح و اجرای آزمایش-۲-۴

۵۲	..... ۳-۴- روش کار با دستگاه TDR
۵۵	..... ۴-۴- تجزیه‌ی آماری
۵۶	..... فصل پنجم
۵۶	..... نتایج و بحث
۵۷	..... ۱-۵- نتایج و بحث
۵۷	..... ۱-۱-۵- ارتفاع اولین کیسول از زمین
۵۷	..... ۲-۱-۵- تعداد بذر در کیسول
۵۸	..... ۳-۱-۵- تعداد کیسول در بوته
۵۹	..... ۴-۱-۵- طول کیسول
۶۰	..... ۵-۱-۵- عملکرد دانه
۶۰	..... ۶-۱-۵- وزن خشک کل
۶۱	..... ۷-۱-۵- شاخص برداشت
۶۲	..... ۸-۱-۵- درصد روغن
۶۳	..... ۹-۱-۵- عملکرد روغن
۶۴	..... ۲-۵- نتیجه‌گیری کلی
۶۶	..... ۳-۵- پیشنهادها
۷۱	..... ۴-۵- منابع



## فهرست جداول و اشکال

- شکل ۴-۱- ساختار شیمیایی ملکول کیتوزان ..... ۵۱
- شکل ۴-۲- نمودار منحنی رطوبت خاک به دست آمده به وسیله‌ی دستگاه TDR و صفحات فشاری. محور عمودی درصد رطوبت حجمی به دست آمده توسط دستگاه TDR و محور افقی پتانسیل آب را بر حسب  $\Psi$  نشان می‌دهد..... ۵۳
- جدول ۴-۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش ..... ۵۳
- جدول ۴-۲- درصد ترکیبات شیمیایی موجود در ژئولیت مورد استفاده..... ۵۴
- جدول ۴-۳- خصوصیات آب و هوایی اقلیم آزمایش..... ۵۴
- شکل ۴-۳- مراحل مختلف اجرای طرح..... ۵۵
- شکل ۵-۱- اثر اصلی تنش کم‌آبی بر طول کپسول کنجد..... ۵۹
- شکل ۵-۲- اثر متقابل سطوح مختلف تنش کم‌آبی و محلول‌پاشی بر شاخص برداشت..... ۶۲
- شکل ۵-۳- اثر متقابل محلول‌پاشی و ژئولیت بر درصد روغن کنجد..... ۶۳
- جدول ۵-۱- تجزیه‌ی واریانس صفات مختلف کنجد در شرایط تنش کم‌آبی، ژئولیت و محلول‌پاشی کیتوزان..... ۶۷
- ادامه‌ی جدول ۵-۱..... ۶۸
- جدول ۵-۲- مقایسه میانگین برخی صفات کنجد در شرایط اثر متقابل تنش کم‌آبی، ژئولیت و محلول‌پاشی کیتوزان..... ۶۹
- جدول ۵-۳- مقایسه میانگین برخی صفات کنجد در شرایط اثر متقابل تنش کم‌آبی و ژئولیت..... ۷۰

# فصل اول

## مقدمه

## ۱-۱- مقدمه

گیاهان در طی رشد خود با تنش‌های متعدد محیطی مواجه می‌شوند، هر یک از این تنش‌ها می‌توانند بسته به میزان حساسیت و مرحله‌ی رشد گونه‌ی گیاهی، اثرات متفاوتی بر رشد، متابولیسم و عملکرد آن‌ها داشته باشند. کاهش میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها، کاهش رشد گیاه، کمبود مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه و کاهش طول دوره‌ی پر شدن دانه‌ها از مهم‌ترین اثرات کم آبی بر گیاهان است (ردی و همکاران، ۱۹۹۶<sup>۱</sup>). بنابراین تنش کم آبی، مهم‌ترین عامل محدود کننده‌ی تولید موفقیت‌آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان به حساب می‌آید، به طوری که تأثیرات زیانباری روی رشد رویشی و زایشی گیاهان دارد بعلاوه انتظار می‌رود تغییرات اقلیمی، اثرات شدیدی روی شدت و فراوانی خشکی‌ها در آینده داشته باشند (هارت و همکاران، ۲۰۰۶<sup>۲</sup>).

در این بین استفاده از مکانیزم‌هایی که به کاهش خسارت تنش کم آبی منتهی گردد می‌تواند مفید باشد. یکی از این روش‌ها که اخیراً توجه محققین به آن معطوف شده است استفاده از بیوپلیمر کیتوزان جهت بهبود رشد گیاهان زراعی و افزایش تولید آن‌ها می‌باشد

---

1- Reddy

2 -Harte

کیتین که یکی از فراوانترین پلی ساکاریدهای موجود در طبیعت می باشد، زنجیره ی پلیمری از N-استیل گلوکوزامین است و با پروتئین ها و ترکیبات آلی دیگر همراه می باشد. این ماده ترکیب اصلی دیواره های سلولی برخی جانوران از جمله خانواده ی خرچنگ مانند میگو، خرچنگ و خرچنگ خاردار، حشرات، پاتوزن های گیاهی و میکروارگانیسم ها را تشکیل می دهد. کیتین یک بیوپلیمر با خصوصیات جالب توجه است، که کاربردهای متعدد صنعتی، دارویی و کشاورزی برای آن گزارش شده است (وانگ و همکاران، ۲۰۰۳) و اما کیتوزان یک پلی ساکارید گلوکوزامین است که از کیتین مشتق شده است. معمولاً کیتوزان به کیتینی که بیش از ۵۰٪ گروه های استیل آن حذف شده باشد اطلاق می گردد. در کشاورزی کیتوزان به صورت پوشش بذر، برگ و میوه (دولیکر و همکاران، ۲۰۰۴) استفاده می شود. همچنین به عنوان کود و در کنترل آزادسازی مواد آگروکیمیکال (سوکواتاناسینیت و همکاران، ۲۰۰۱)

۳) برای افزایش تولید گیاه، جهت تحریک ایمنی گیاه، برای محافظت گیاهان در مقابل میکروارگانیسم ها و برای تحریک جوانه زنی و رشد گیاه استفاده می شود (پوسپینزنی و همکاران، ۱۹۹۱).

استفاده از ژئولیت یکی دیگر از راه های جلوگیری از کاهش رطوبت خاک است. ژئولیت آلومینوسیلیکاتی با ساختار داربستی است که یون های بزرگ و مولکول های آب حفرات آن را اشغال

---

1- Wang

2- Devlieghere

3- Sukwattanasinitt

4- Pospieszny

کرده و در ساختار آن متحرک می‌باشند به طوری که واکنش‌های تعویض یون و آبدگی آن‌ها، به صورت برگشت پذیر انجام می‌شود. زئولیت بعنوان یک افزودنی مفید خاک در حفظ مواد غذایی خاک، ذخیره‌ی آب و افزودن مواد غذایی میکرو به خاک نقش دارد (آیان و همکاران، ۲۰۰۵) از خصوصیات دیگر زئولیت می‌توان به سطح جذب بالا، نگه داشتن و آزاد کردن آب، ظرفیت تبادل کاتیونی بالا و داشتن خاصیت بافری بالا در مقابل تغییرات pH اشاره کرد (آلن و مینگ، ۱۹۹۵). بکارگیری زئولیت‌ها در سطوح مختلف صنایع کشاورزی ایران با توجه به خصوصیات منحصر به فرد و فراوانی طبیعی آن‌ها در کشور و استخراج آسان و نهایتاً قیمت اقتصادی مناسب، ممکن می‌باشد (کاظمیان، ۱۳۸۳). افزودن زئولیت به خاک سبب افزایش نفوذپذیری از ۷ تا ۳۰ درصد در شیب‌های آرام و بیش از ۵۰ درصد در شیب‌های تند می‌شود و باعث افزایش رطوبت از ۴٪ تا ۱/۸ درصد در شرایط خشک و ۵ تا ۱۵ درصد در شرایط معمولی می‌گردد (ژیوبین و ژانبین، ۲۰۰۱)

یکی از چالش‌های اصلی در راه رسیدن به تولید پایدار محصولات کشاورزی تنش‌های محیطی می‌باشد. با توجه به اینکه خشکی از ویژگی‌های بارز جغرافیایی کشور ماست و از این پدیده‌ی طبیعی و غیر قابل تغییر گریزی نیست و از طرفی مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به طور روز افزونی در جامعه افزایش می‌یابد، لذا باید در صدد مقابله و کاهش خسارت آن بود و به چاره‌اندیشی پرداخت. با چنین نگرشی ارزیابی امکان استفاده از بیوپلیمر کیتوزان و ماده‌ی معدنی زئولیت به عنوان مواد طبیعی کاهش دهنده‌ی تنش کم آبی حائز اهمیت می‌باشد.

---

1- Ayan

2 Allen and Ming

3 Xiubin and Zhanbin

## ۱-۲- فرضیه‌های تحقیق

در این پژوهش فرضیات به شرح ذیل بودند:

۱- تنش کم‌آبی در شرایط اقلیمی یزد باعث کاهش عملکرد دانه و اجزای آن در گیاه زراعی کنجد می‌شود.

۲- محلول‌پاشی گیاهان تنش دیده با کیتوزان باعث بهبود آن‌ها و کاهش خسارت می‌گردد.

۴- تیمار کردن بوته‌های کنجد تحت تنش کم‌آبی با کیتوزان، از طریق کاهش اثرات تنش، سبب افزایش رشد رویشی و عملکرد می‌گردد.

۵- مقادیر مختلف کیتوزان اثر متفاوتی روی کاهش اثرات زیانبار تنش کم‌آبی در کنجد دارند.

۶- مصرف ژئولیت در خاک، رشد رویشی و عملکرد دانه‌ی کنجد در واحد سطح را از طریق کاهش تنش کم‌آبی افزایش می‌دهد.

## ۱-۳- اهداف تحقیق

با توجه به فرضیات ارائه شده، اهداف این تحقیق را بصورت زیر می‌توان خلاصه کرد:

۱- بررسی اثر تنش کم‌آبی بر رشد و عملکرد کمی و کیفی کنجد در شرایط اقلیمی یزد.

۲- شناخت تأثیر سطوح مختلف کیتوزان بر جوانه‌زنی، رشد رویشی و عملکرد کنجد در شرایط کم‌آبی در یزد

۳- بررسی اثر ژئولیت بر عملکرد کمی و کیفیت بذر کنجد در شرایط کم‌آبی

۴- بررسی برهمکنش کیتوزان، ژئولیت و تنش کم‌آبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد کنجد

# فصل دوم

## کلیات

## ۲-۱- تاریخچه کشت کنجد

کنجد قدیمی‌ترین گیاه دانه روغنی در جهان است (احمدی، ۱۳۷۸؛ بدیجیان<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). واویلف<sup>۲</sup> زادگاه آغازین این گیاه را شمال خاوری هندوستان، کشمیر، ایران و همچنین اتیوپی می‌داند ولی پاره‌ای بر این گمانند که کنجد زراعی از آفریقا منشا یافته و برای نخستین بار کشت این گیاه به وسیله‌ی مردم جنوب بابل آغاز گردیده است. در هر حال سابقه‌ی کشت کنجد در بین‌النهرین، پاکستان و ایران به بیش از ۴۰۰۰ سال می‌رسد (خواجه‌پور، ۱۳۸۳؛ پورصالحی، ۱۳۷۴). در هر صورت این گیاه در زمان‌های بسیار قدیم از آفریقا به هند و از آنجا به ایران آورده شد و به عنوان یک گیاه مهم مورد کشت و کار قرار گرفته است (گرینوی<sup>۳</sup>، ۱۹۹۵). دلایل قابل توجهی هم وجود دارد که منطقه‌ی افغانستان-ایران را به عنوان موطن این گیاه معرفی می‌نمایند (ویس<sup>۴</sup>، ۱۹۹۳). بر اساس نظریه‌ی وات<sup>۵</sup> ایران و آسیای میانه کانون قدیمی کشت کنجد می‌باشند در حالی که نامگذاری گونه‌ی *Indicum* به هند منتسب می‌شود این امر نشانگر این مسئله است که گیاه کنجد بومی نواحی

---

1-Bedigian    2-Vavilove    3- Greenway    4-Weiss    5-Watt



گرمسیری است (ایرانمنش، ۱۳۸۵). این گیاه در چین به عنوان یک گیاه باستانی شناخته شده و در قرن شانزدهم قبل از میلاد بذر آن به عنوان پول رایج استفاده می‌شد (ایرانمنش، ۱۳۸۵).

## ۲-۲- اهمیت اقتصادی و موارد مصرف کنجد

بسیاری از محققین مانند هرلن<sup>۱</sup> و بادی گوم<sup>۲</sup> (۱۹۸۶) و مازیو<sup>۳</sup> (۱۹۸۵) با استناد به یافته‌های باستان‌شناسان عقیده دارند که کنجد حدود ۴۰۰۰ سال پیش و یا بیشتر کالایی گران‌بها در سرزمین‌های بابل و آشور بوده است و گسترش و دامنه‌ی تجارت این گیاه با عنوان دانه‌ی روغنی از متن دو نامه‌ی حمورابی بزرگ به سین ایندینام<sup>۴</sup> حاکم لارسا<sup>۵</sup> مشهود می‌گردد (ایرانمنش ۱۳۸۵). کنجد از مهم‌ترین گیاهان روغنی است و امتیازات زیادی از جمله خواص دارویی، تغذیه‌ای، آرایشی و بهداشتی و کیفیت بالای پخت دارد (سابناوار و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۰۸). دانه‌ی کنجد به دلیل کمیت و کیفیت بالای پروتئین و روغن خوراکی آن از ارزش غذایی بالایی برخوردار است و همچنین به دلیل وجود آنتی‌اکسیدان‌های قوی نظیر سسامین، سسامولین و سسامول ثبات فوق‌العاده بالایی دارد (سوجا و همکاران<sup>۷</sup>، ۲۰۰۴). بنابراین این روغن کنجد این توانایی را دارد تا با قرار گرفتن در کنار روغن‌های گیاهی دیگر پایداری و ثبات لازم را به آن‌ها بدهد (چونگ و همکاران، ۲۰۰۴).

## ۲-۳- خواص درمانی کنجد

(۲۰۰۴). کنجد به دلیل خواص بیشماری که دارد در خیلی از کشورها نظیر چین، هندوستان و ترکیه در درمان بیماری‌هایی مثل سرطان، سرما خوردگی و... کاربرد دارد (کوکا و همکاران، ۲۰۰۷).

---

1-Harlen 2-Bedigium 3- Mazzaui 4- Sin-indinnam 5-Larsa 6-Sabnavar 7- Suja  
8-Chung

همچنین روغن گیاه می‌تواند کلسترول و فشار خون را کاهش دهد (لمخه و همکاران، ۲۰۰۱<sup>۱</sup>؛ سانکار و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴). دانه‌ی کنجد دارای خواص ملین، نرم کننده، دیورتیک، افزایش دهنده‌ی شیر، قاعده‌آور، ضد پیری، درمان کم خونی و تاری دید، تسکین دهنده‌ی التهاب یا خراش‌های پوست، معالجه‌ی تنگی نفس، انسداد حلق و بر طرف کردن تشنج و عوارض چشم، درمان خارش و سوختگی است. رفع میگرن و سرگیجه از کنجد پوست گرفته بریان که روغن آن را نگرفته باشند در کتب سنتی به نام ارده یا رهشی نام برده شده که برای معالجه‌ی کاهش فشار خون و رفع بیماری‌های رحم توصیه می‌شود، استفاده از ارده در کاهش آکینزیا<sup>۳</sup> ناشی از بیماری پارکینسون نیز مشاهده شده است (آینه‌چی و زرینه، ۱۳۷۶؛ صمصام شریعت و معطر، ۱۳۷۰؛ میربلوک، ۱۳۸۳). کنجد به دلیل وجود خواص بی‌شماری که دارد، دانشمندان زیادی آن را ملکه‌ی دانه‌های روغنی نامیده‌اند (خواجه‌پور ۱۳۸۳؛ دوهون و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۰۴؛ سانبناوار و همکاران، ۲۰۰۸؛ کومار و همکاران، ۲۰۰۹). با توجه به خصوصیات درمانی و طبّی بی‌شمار این گیاه تقاضای جهانی برای مصرف بذر و روغن کنجد روز به روز در حال گسترش است (ور و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۰۵).

## ۲-۴- خصوصیات گیاهی

کنجد<sup>۲</sup> گیاهی است یکساله، علفی، دولپه، روز کوتاه که متعلق به راسته *Tublifera* و خانواده‌ی کنجد<sup>۳</sup> است. خانواده‌ی کنجد خانواده‌ی کوچکی است که از ۱۶ جنس و ۶۰ گونه تشکیل شده است (ویس، ۱۹۸۳؛ نایار<sup>۶</sup>، ۱۹۸۴) که از ۶۰ گونه حدود ۳۷ گونه متعلق به جنس *Sesamum* هستند و

---

<sup>1</sup>-Lemcke    <sup>2</sup>-Sankar    <sup>3</sup>-Akinesia    <sup>4</sup>-Duhoon    <sup>5</sup>-Were    <sup>6</sup>-Nayar

<sup>2</sup> *Sesamum indicum* L.

<sup>3</sup> Pedaliaceae

عمده گونه‌ی کشت شده در دنیا گونه‌ی *Indicum* است (بدیجیان، ۲۰۰۳). کنجد گیاهی است بوته‌ای که ارتفاع آن از ۰/۵ تا ۲ متر و گاهی تا ۳ متر هم می‌رسد اما معمولاً ارتفاع ساقه بین ۶۰-۱۲۰ سانتی متر می‌باشد و طول دوره‌ی رشد گیاه بسته به شرایط محیطی از ۳ تا ۶ ماه متغیر خواهد بود (منصوری، ۱۳۸۵؛ خواجه‌پور، ۱۳۸۳). اقسام کنجد را می‌توان از نظر تعداد کروموزوم‌ها به ۳ دسته تقسیم نمود (ایرانمنش، ۱۳۸۵):

الف: گروه I *S.indicum*  $2n=26$

ب: گروه II *S.alatum, S.prostratum*  $2n=32$

ج: گروه III *S.laciniatum, S.angolense, S.radiatum*  $2n=64$

کنجد زراعی گیاهی خودگشن است، با این وجود، گزارش‌های متعددی حاکی از آن است که تحت شرایط خاص محیطی، دگرگشی نیز می‌تواند تا ۶۵٪ رخ دهد (هاشمی و همکاران، ۱۳۷۴). بذره‌ای بیضوی شکل بوده، رنگ آن‌ها از سفید تا سیاه متغیر و در محل ناف کمی باریک است (ویس، ۱۹۹۳).

## ۲-۴-۱- خصوصیات مورفولوژی

### ۲-۴-۱-۱- ریشه

کنجد دارای سیستم ریشه‌ای اصلی مشخص است که بخش قابل توجهی از ریشه‌های تغذیه‌ای آن در قسمت‌های سطحی خاک قرار گرفته‌اند و ارقام با طول دوره‌ی رشد زیاد از سیستم ریشه‌ای گسترده و عمیقی برخوردارند (احمدی، ۱۳۷۸؛ میرشکاری، ۱۳۸۰). این گیاه دارای ریشه‌ای مستقیم، گسترده و قوی است که قادر است در خاک‌های نفوذ پذیر و گرم و مرطوب تا عمق ۲ متری نفوذ نماید. عمق ریشه در شرایط کشت آبی غالباً کمتر از یک متر است و قسمت اعظم توسعه‌ی ریشه تا عمق ۶۰

سانتی متری مشاهده می شود. بقایای ریشه‌ی برخی از ارقام کنگد ممکن است بر بعضی از محصولات اثر آلوپاتیک نشان دهد (خواجه پور، ۱۳۸۳).

## ۲-۴-۱-۲- ساقه

ساقه کنگد راست (خواجه پور، ۱۳۸۳؛ کریمی، ۱۳۸۳) دارای شیارهای طولی و در برش قطری چهارگوش است سطح ساقه نیز از صاف تا کرک دار متغیر است (خواجه پور، ۱۳۸۳). ظاهراً بین مقدار کرک در سطح ساقه و مقاومت رقم به خشکی همبستگی مثبت وجود دارد (ناصری، ۱۳۷۷؛ خواجه پور، ۱۳۸۵؛ ایرانمنش، ۱۳۸۵). رنگ ساقه نیز معمولاً از سبز روشن تا ارغوانی متغیر بوده و غالباً سبز تیره است (خواجه پور، ۱۳۸۵)، ارتفاع ساقه از ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی متر متغیر و گاهی تا ۳ متر نیز می رسد (خواجه پور، ۱۳۸۳؛ کریمی، ۱۳۸۳) بوته ممکن است تک شاخه یا دارای انشعابات جانبی باشد (میرشکاری، ۱۳۸۰؛ خواجه پور، ۱۳۸۳؛ کریمی، ۱۳۸۳). محل پیدایش شاخه‌های جانبی به تیپ رشدی رقم بستگی دارد، شاخه‌دهی ممکن است از ناحیه پایینی و یا بالایی ساقه‌ی اصلی باشد. انواع تک شاخه معمولاً زودرس بوده و از لحاظ یکنواختی رسیدگی، کمتر بودن ریزش دانه (در انواع دارای کپسول شکوفا)، سهولت برداشت و حمل و نقل مطلوب‌تر از انواع منشعب می باشد. بیشتر ارقام زراعی از نوع تک شاخه هستند (خواجه پور، ۱۳۸۳).

## ۲-۴-۱-۳- گل

گل‌های زنگوله مانند کنگد به طول ۳ تا ۴ سانتی متر در زاویه‌ی داخلی برگ‌ها با دم گل کوتاهی به ساقه متصل می شوند (خواجه پور، ۱۳۸۳؛ ایرانمنش، ۱۳۸۵). تشکیل گل‌ها حدود ۱/۵ تا ۲/۵ ماه پس از سبز شدن از ناحیه‌ی پایینی بوته آغاز شده و به طرف بالا ادامه می یابد (خواجه پور، ۱۳۸۳؛ شهیدی