

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



دانشگاه صنعتی اصفهان  
دانشکده کشاورزی

## ارزیابی عملکرد ارقام کنجد در شرایط اقلیمی اصفهان

پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات

مرضیه افضلی

استاد راهنما

دکتر عبدالمجید رضایی  
دکتر قدرت الله سعیدی



دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات خانم مرضیه افضلی  
تحت عنوان

## ارزیابی عملکرد ارقام کنگد در شرایط اقلیمی اصفهان

در تاریخ ۱۳۸۷/۸/۶ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

- |                       |                               |
|-----------------------|-------------------------------|
| دکتر عبدالمجید رضایی  | ۱- استاد راهنمای پایان نامه   |
| دکتر قدرت الله سعیدی  | ۲- استاد راهنمای پایان نامه   |
| دکتر آقا فخر میر لوحی | ۳- استاد مشاور پایان نامه     |
| دکتر پرویز احسان زاده | ۴- استاد داور                 |
| دکتر امیر مساح        | ۵- استاد داور                 |
| دکتر فرشید نوربخش     | سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده |

## تشکر و قدردانی

سپاس و ستایش خدایی را که توفیق آموختن و تفکر عطا نمود.  
امید آنکه بتوانم از آنچه آموخته‌ام خالصانه در راه رضای او بهره جویم.

از پدر و مادر عزیزم که وصف نیکی‌هایشان در مقام واژه نمی‌گنجد، صمیمانه سپاسگزارم. سلامتی و طول عمرشان آرزوی قلبی من است. از همسر عزیزم به خاطر همه فداکاریهایش متشکرم.

از استاتید گرامی جناب آقایان دکتر رضایی و دکتر سعیدی که در تمام مراحل این پایان-نامه راهگشای مشکلاتم بودند تشکر و قدردانی نموده و افتخار شاگردی ایشان را همواره خواهم داشت. همچنین از استاد مشاور جناب آقای دکتر میرلوحی سپاسگزارم. از استاتید محترم آقایان دکتر احسان زاده و دکتر مساح که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را تقبل فرمودند کمال تشکر را دارم و نیز از کلیه استاتیدی که افتخار کسب دانش از محضر آنان را داشته‌ام متشکرم.

از دوستان عزیزم به خاطر همدلی‌ها و همیاری صمیمانه آنها در طول دوران تحصیل تشکر و قدر دانی نموده و برای همه آنها آرزوی بهروزی و کامیابی دارم.

مرضیه افضلی

آبان ماه ۱۳۸۷

دانشگاه صنعتی اصفهان

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،  
ابتکارات و نوآوری‌های ناشی از تحقیق موضوع  
این پایان‌نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است

## تقدیم به:

« پدرم که همواره از زحمت های بی دریغش بهره مند

بوده ام»

« مادرم که همه ی عمر همراهم بوده »

و

« برای همسرم که همچون سایه همیشه همراه من بوده

است و بخاطر کمک هایش که همواره برکت و شادابی

زندگیم می باشد.»

#  
#  
#

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
هشت	فهرست مطالب
۱	چکیده فارسی
فصل اول: مقدمه	
۲	۱-۱- اهمیت و اهداف
فصل دوم: بررسی منابع	
۶	۱-۲- منشأ جغرافیایی کنجد
۷	۲-۲- اهمیت اقتصادی کنجد و مصارف آن
۸	۳-۲- گیاه شناسی
۱۱	۴-۲- مراحل رشد و نمو در کنجد
۱۲	۵-۲- سازگاری و نیازهای زراعی
۱۲	۱-۵-۲- شرایط اقلیمی
۱۳	۲-۵-۲- نیاز آبی
۱۳	۳-۵-۲- خاک و عناصر غذایی مورد نیاز
۱۴	۶-۲- کاشت
۱۴	۱-۶-۲- تاریخ کاشت
۱۴	۲-۶-۲- روش کاشت
۱۵	۷-۲- برداشت
۱۵	۸-۲- تنوع ژنتیکی
۱۷	۹-۲- وراثت پذیری و روابط بین صفات
۱۸	۱۰-۲- همبستگی بین صفات
۲۰	۱۱-۲- تجزیه و تحلیل های چند متغیره
فصل سوم: مواد و روش ها	
۲۴	۱-۳- موقعیت و خصوصیات مکان اجرای آزمایش
۲۴	۲-۳- مواد ژنتیکی و طرح آماری مورد استفاده
۲۵	۳-۳- عملیات زراعی و اجرای آزمایش
۲۵	۴-۳- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه گیری آنها
۲۶	۵-۳- تجزیه و تحلیل های آماری
فصل چهارم: نتایج و بحث	
۳۰	۱-۴- تنوع فنوتیپی و ژنتیکی صفات مختلف

۳۰	۱-۱-۴- تعداد روز تا گلدهی .....
۳۱	۱-۲-۴- تعداد روز تا رسیدگی .....
۳۱	۱-۳-۴- ارتفاع بوته .....
۳۲	۱-۴-۴- تعداد انشعاب در بوته .....
۳۳	۱-۵-۴- تعداد کپسول در بوته .....
۳۵	۱-۶-۴- تعداد دانه در کپسول .....
۳۸	۱-۷-۴- وزن هزار دانه .....
۳۸	۱-۸-۴- عملکرد دانه در بوته .....
۴۰	۱-۹-۴- عملکرد بیولوژیک .....
۴۰	۱-۱۰-۴- شاخص برداشت .....
۴۰	۱-۱۱-۴- عملکرد دانه در واحد سطح .....
۴۱	۱-۱۲-۴- درصد روغن دانه .....
۴۱	۱-۱۳-۴- درصد پروتئین دانه .....
۴۲	۱-۱۴-۴- عملکرد روغن در واحد سطح .....
۴۲	۲-۴- همبستگی بین صفات .....
۴۶	۳-۴- تجزیه رگرسیون مرحله‌ای .....
۴۹	۴-۴- تجزیه مسیر .....
<b>فصل پنجم: نتیجه گیری و پیشنهادها</b>	
۵۲	۱-۵- نتیجه گیری کلی .....
۵۴	۲-۵- پیشنهادها .....
۵۵	منابع .....
۶۴	چکیده انگلیسی .....

#  
#  
#  
#  
#  
#  
#  
#  
#  
#  
#

#



## فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱-۳- امید ریاضی میانگین مربعات منابع تغییرات در طرح بلوکهای کامل تصادفی.....	۲۷
جدول ۱-۴- تجزیه واریانس برای صفات زراعی، اجزای عملکرد و در صد روغن دانه در ارقام کنجد.....	۳۴
جدول ۲-۴- میانگین صفات زراعی، اجزای عملکرد و درصد روغن دانه در ارقام مختلف کنجد .....	۳۶
جدول ۳-۴- برآورد اجزای واریانس، ضرایب تغییرات فنوتیپی و ژنتیکی و وراثت پذیری عمومی برای صفات مختلف در کنجد .....	۳۹
جدول ۴-۴- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات در ارقام مختلف کنجد .....	۴۴
جدول ۵-۴- ضرایب همبستگی ژنتیکی صفات در ارقام مختلف کنجد .....	۴۵
جدول ۶-۴- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در بوته .....	۴۸
جدول ۷-۴- نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای تعیین سهم نسبی اجزای عملکرد دانه در واحد سطح .....	۴۸
جدول ۸-۴- نتایج تجزیه مسیر برای عملکرد دانه در بوته با استفاده از ضرایب همبستگی ژنتیکی.....	۵۱
جدول ۹-۴- تجزیه مسیر برای عملکرد دانه در واحد سطح با استفاده از ضرایب همبستگی ژنتیکی .....	۵۱

## چکیده

این مطالعه به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی خصوصیات زراعی در ۱۶ رقم کنجد در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین ارقام مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد ارزیابی از جمله تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن هزار دانه و همچنین عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح تفاوت معنی دار وجود داشت. برای کلیه صفات ضرایب تنوع فنوتیپی بزرگتر از ضرایب تنوع ژنتیکی بودند و در اکثر موارد این دو نوع ضریب تنوع اختلاف کمی با هم داشتند. بیشترین ضریب تنوع مربوط به تعداد انشعاب در بوته و کمترین آن مربوط به تعداد روز تا گلدهی بود. همچنین وراثت پذیری عمومی نسبتاً بالایی برای کلیه صفات مشاهده شد. صفات تعداد روز تا گلدهی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی بالایی را با عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح نشان دادند. براساس نتایج حاصل از رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه در بوته، سه صفت تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در کپسول به ترتیب دارای اهمیت بودند و در مجموع ۷۹ درصد از تغییرات آن را توجیه نمودند. برای عملکرد دانه در واحد سطح نیز سه صفت تعداد کپسول در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه در کپسول به ترتیب مهمترین عوامل مؤثر در ایجاد تنوع بودند و در مجموع ۷۵ درصد از تغییرات آن را توجیه نمودند. نتایج تجزیه مسیر نیز نشان داد که وزن هزار دانه بیشترین اثر ژنتیکی مستقیم و مثبت را بر عملکرد دانه در بوته و عملکرد دانه در واحد سطح داشت. به طور کلی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که برای کلیه صفات مورد مطالعه تنوع ژنتیکی بالایی بین ارقام وجود داشت و انتخاب برای بهبود آنها می‌تواند موثر واقع شود. در برنامه‌های به‌نژادی کنجد نیز برای دستیابی به عملکرد بالا و مطلوب می‌توان سه صفت تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول و وزن دانه را به ترتیب اهمیت به عنوان معیار های انتخاب در نظر گرفت و یا آنها را در یک شاخص انتخاب ادغام نمود.

## فصل اول

### مقدمه

#### ۱-۱- اهمیت و اهداف

گیاهان دانه روغنی از نظر تأمین انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات زراعی از جایگاه ویژه ای برخوردارند و یکی از با ارزش ترین محصولات بخش کشاورزی به شمار می روند [۹]. دانه های روغنی گیاهانی هستند که روغن تنها در بخش اندوخته ای دانه ذخیره شده و مقدار آن از ۱۵ درصد کمتر نباشد [۴]. این گیاهان به عنوان ماده اولیه در کارخانجات روغن کشتی مورد استفاده قرار می گیرند. هر چند منابع غذایی جهان معمولاً بر مبنای گندم، برنج، ذرت (غلات) و حبوبات به عنوان غذاهای اصلی مورد بحث قرار می گیرند، اما دانه های روغنی در مقام دوم محصولات زراعی نقش مهمی در برنامه غذایی ایفا می کنند [۲۸]. این محصولات دارای ۲۰ تا ۵۰ درصد روغن هستند که اغلب موارد حاوی ترکیبات متوازنی از اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع می باشند [۱۰]. مهم ترین مصرف دانه های روغنی جهت استخراج و تصفیه روغن به منظور استفاده در تغذیه انسان می باشد. از جنبه ارزش غذایی روغن های گیاهی به دلیل داشتن مقادیر فراوان از اسیدهای چرب غیر اشباع نظیر اسید چرب لینولیک و اولئیک، بر چربی های حیوانی برتری دارند [۴]. صرف نظر از کاربرد دانه های روغنی جهت مصارف غذایی انسان،

کنجاله دانه‌های روغنی نیز با بر خورداری از حدود ۲۵ تا ۵۰ درصد پروتئین و ترکیبات متوازن از اسیدهای آمینه به طور مستقیم و یا غیرمستقیم نقش مهمی در تغذیه ایفا می نمایند [۴].

با وجود ارزش بسیار زیاد دانه های روغنی در جهان و به ویژه کشورهای صنعتی، سابقه تولید دانه های روغنی در ایران از ۳۵ سال متجاوز نیست زیرا تا دهه ۱۳۴۰ عمده ترین روغن های مصرفی در ایران را روغن های حیوانی تشکیل می دادند، اما با تغییرات اساسی که در سیستم تغذیه ای و ساختار غذایی مردم به وجود آمده گرایش به سوی مصرف روغن های نباتی افزایش یافت، به طوری که در سال های اخیر نیاز به تأمین حدود یک میلیون تن روغن در سال می باشد. این در حالی است که بیش از ۹۰ درصد از روغن مورد نیاز کشور از خارج تأمین می گردد [۴۱]. برای جبران این کمبود شدید روغن لازم است فعالیت بسیار زیادی برای افزایش تولید آن در کشور به عمل آید که دستیابی به آن از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد گیاهان روغنی در واحد سطح امکان پذیر است. با توجه به محدودیتی که از لحاظ منابع آبی و خاکی در کشور وجود دارد امکان بکارگیری اراضی جدید برای کشت دانه های روغنی، از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. لذا بیشتر فعالیت ها باید بر روی افزایش عملکرد در واحد سطح متمرکز شود و از طریق اجرای پروژه های به نژادی و به زراعی، راندمان تولید این محصولات در واحد سطح افزایش یابد [۴۰]. بنابراین انجام تحقیقات جهت شناخت عوامل و آثار متقابلی که موجب افزایش تولید می گردند، ضروری می باشد [۹۸].

کنجد گیاهی یکساله و خود گشن از خانواده پدالیاسه (*Pedaliaceae*) با نام علمی *Sesamum indicum* L است. این گیاه یکی از گیاهان زراعی قدیمی می باشد، که به علت دارا بودن در صد زیاد روغن به عنوان گیاه دانه روغنی و به عنوان یک منبع تغذیه ای مطلوب محسوب می گردد. کیفیت روغن کنجد بالا بوده و از میزان پروتئین مناسبی برخوردار است [۴۲]. آنتی اکسیدانهای موجود در روغن آن پایداری زیاد و مدت انبارداری آن را افزایش می دهد [۴۷].

این خانواده گیاهی دارای ۱۶ جنس و ۶۰ گونه است که حدود ۳۷ گونه آن از جنس *Sesame* می باشند. تنها گونه زراعی آن *Sesamum indicum* L است و تاکنون حدود ۳۰۰۰ واریته و نژاد از این گیاه شناسایی شده اند که نشانگر تنوع قابل ملاحظه در این گیاه می باشد [۷۵].

کنجد اساساً محصول مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری است، اما با اصلاح واریته‌های مناسب گسترش آن به مناطق معتدل‌تر امکان پذیر شده است [۲۰]. در حدود ۶۸ درصد سطح زیر کشت آن در آسیا قرار دارد که ۶۱ درصد تولید کل جهان را تشکیل می‌دهد [۱۹]. اگرچه کنجد یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده در جهان است ولی به دلیل عملکرد پایین، تولید آن محدود می‌باشد. ولی به دلیل تحمل به خشکی کنجد و همچنین بالا بودن کمیت و کیفیت روغن آن، لازم است که کوشش به نژادی همه جانبه ای برای گسترش و تهیه ارقام اصلاح شده و پرمحصول این گیاه انجام گیرد [۱].

میزان موفقیت در یک برنامه به نژادی و برنامه‌های انتخاب بستگی به دو عامل وجود تنوع ژنتیکی و انتخاب مؤثر ژنوتیپ مطلوب دارد. لذا مطالعه تنوع ژنتیکی و استفاده از تنوع موجود در ارقام محلی و توده‌های بومی سازگار و همچنین انتخاب ژنوتیپ مناسب و یافتن مؤثرترین شاخص گزینش حائز اهمیت می‌باشد [۷].

سهم فعالیت های به نژادی به عنوان علم و هنر تغییر در زمینه ژنتیکی گیاهان زراعی در افزایش و بهبود عملکرد و کیفیت تولیدات کشاورزی به ویژه غلات در طی چند دهه اخیر حدود ۵۰ درصد تخمین زده می‌شود [۱۵]. پس از غلات بیشترین توجه به نژادی معطوف به گیاهان دانه روغنی بوده است. در برنامه های اصلاحی گیاهان دانه روغنی، بهبود عملکرد دانه و میزان روغن دانه از اهداف اصلی به شمار می‌رود [۷۶]. در این راستا برآورد میزان تنوع ژنتیکی، ارزیابی کلکسیونها، تعیین سهم هر صفت از تنوع کل، بررسی همبستگی و روابط اجزاء عملکرد و ساختارهای مورفولوژیک و تأثیر آنها بر عملکرد، تعیین ارتباط تنوع جغرافیایی با تنوع ژنتیکی، تشخیص میزان و نوع روابط ژنتیکی و غیر ژنتیکی بین صفات و انتخاب بهتر و مطلوب تر ژنوتیپ ها برای استفاده در برنامه‌های اصلاحی از اهمیت زیادی برخوردار است [۸،۵۱].

بنابراین، این مطالعه به منظور دستیابی به اهداف زیر طراحی گردید:

- بررسی تنوع ژنتیکی و ارزیابی عملکرد و سایر خصوصیات ارقام کنجد. به منظور شناسایی با پتانسیل ترین رقم یا ارقام برای تحقیقات بعدی.

- تعیین روابط و همبستگی بین صفات مختلف از جمله عملکرد دانه و اجزای آن وانجام تجزیه مسیر برای تعیین نقش صفات در راستای بهبود عملکرد دانه. در برنامه های بهنژادی.
- تخمین وراثت پذیری صفات مختلف به منظور طرح ریزی برنامه های به نژادی مناسب جهت بهبود آنها.

## فصل دوم

### بررسی منابع

#### ۲-۱- منشأ جغرافیایی کنجد

کنجد یکی از قدیمی‌ترین گیاهان کشت شده توسط بشر و احتمالاً قدیمی‌ترین گیاه روغنی جهان است [۵۸] و به عنوان ملکه گیاهان روغنی شناخته شده است [۴۲]. در ایران نیز برای آن ارزش غذایی زیادی قائل هستند و از قدیم آن را روغن پهلوانی نام گذاری کرده اند [۱۴]. این گیاه از جمله گیاهانی است که از گذشته دور مورد استفاده بشر بوده و قدمت و زراعت آن به حدی است که اظهار نظر در مورد زمان و ناحیه دقیق زراعی شدن آن بسیار مشکل و تقریباً ناممکن است. در مورد مبدأ و منشأ کنجد نظرات متفاوتی ارائه گردیده است [۴۱]. در حفاریهای کشور پاکستان، کنجد شناسایی شده است و تاریخ کاشت آن در این کشور به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. بر این مبنا مبدأ اولیه کنجد می‌تواند شبه قاره هند و یا فلات ایران و افغانستان باشد [۴۱].

واویلوف هند را منشأ این گیاه دانسته، اما تنوع وسیع انواع وحشی در آفریقا نشان می‌دهد که احتمالاً این قاره منشأ کنجد باشد. اما از آن جا که اغلب گونه‌های وحشی آن در آفریقا پراکنده هستند و فقط گونه‌های وحشی معدودی در هندوستان مشاهده می‌شوند، برخی از محققان معتقدند که در حقیقت کنجد بومی اتیوپی بوده و در زمانهای قدیم از آن جا و در امتداد راههای بازرگانی به سمت شرق گسترش یافته است. اتیوپی تقریباً به عنوان مبدأ کنجد اهلی پذیرفته شده است [۹۹].

این گیاه از قدیم در ایران کشت می‌شده و به نظر می‌رسد که در زمان سلطنت داریوش کبیر از صادرات مهم ایران به مصر به شمار می‌رفته است [۶].

کنجد اکنون در نواحی مختلف کشور مانند خوزستان، بلوچستان، یزد، اصفهان و حتی در بعضی نواحی سردسیر مثل اراک، همدان، نهاوند و مراغه کشت می‌شود [۱۲].

## ۲-۲- اهمیت اقتصادی کنجد و مصارف آن

بشر از زمان های قدیم به صورتهای مختلف از دانه کنجد استفاده نموده، بطوریکه پیشینیان دانه های کنجد را سرخ کرده و به عنوان غذای مقوی مورد مصرف قرار می دادند. با کوبیدن دانه کنجد از آن آرد تهیه می شده و برای مصارف متعددی از جمله انواع مختلف شیرینی و غیره مورد استفاده قرار می گرفته است [۹۷].

امروزه استفاده اصلی از کنجد به عنوان منبع مطلوب روغن خوراکی می باشد. کنجد دانه روغنی با ارزشی است که بسته به شرایط کشت و نوع رقم، دانه آن دارای ۶۲-۴۵ درصد روغن، ۲۵-۱۶ درصد پروتئین، ۱۸-۱۶ درصد کربوهیدرات است. کیفیت روغن آن بسیار عالی و شبیه به روغن زیتون است. روغن تصفیه شده آن زرد کهربائی بوده و طعم مطبوعی دارد. به طور کلی روغن کنجد از نظر اسید چرب حدوداً دارای ۴۷ درصد اولئیک، ۳۹ درصد لینولئیک، ۹ درصد پالمیتیک و ۴/۱ درصد استئاریک است [۹۹]. بالا بودن درصد اسید اولئیک سبب پایداری و مقدار قابل توجه اسیدلینولئیک در آن سبب افزایش کیفیت روغن کنجد و مناسب بودن آن برای تغذیه انسان است [۱۳].

روغن کنجد به عنوان روغن نیمه جامد و از دسته روغنهای پایدار به حساب می‌آید [۱۲]. علت پایداری روغن آن به دلیل وجود ترکیبات فنلی آنتی اکسیدان از جمله سزامولین، سزامین و توکوفرول در آن می‌باشد [۵۸، ۱۰۰].

وزن مخصوص روغن کنجد در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد ۰/۹۱۷ تا ۰/۹۲۰. گرم بر سانتیمتر مکعب و دمای انجماد آن ۵- تا ۷- درجه سانتیگراد است. ضریب یدی (مقدار گرم ید مصرف شده برای اشباع ۱۰۰ باندها مضاعف روغن) روغن کنجد ۱۰۴ تا ۱۱۸ تعیین گردیده است. میزان اسید های چرب اشباع شده در روغن کنجد حدود ۱۵ درصد و غیر اشباع ۸۵ درصد است [۴۱]. همچنین دانه کنجد



سرشار از نیاسین، اسیدفولیک و توکوفرول است. ولی پوست دانه کنجد دارای ترکیبات اکسالات و فیتات است که کلسیم و فسفر را به شکل غیر قابل استفاده در می آورند [۲].

در آسیا انواع وارسته‌های کنجد کشت می‌شوند و روغن آن به عنوان یکی از مواد اصلی در تولید غذا استفاده می‌شود. روغن کنجد دارای خواص دارویی نیز بوده و در معالجه و درمان بیماریها از آن استفاده می‌شود [۶۵]. روغن کنجد بعنوان ماده نرم‌کننده پوست و در تولید مارگارین و صنایع صابون سازی استفاده می‌شود [۸۴]. دانه آن سرشار از کلسیم، تریپتوفان، متیونین و مواد معدنی است [۶۹].

در ژاپن از روغن کنجد برای پخت ماهی و در اروپا از آن به عنوان جانشین روغن زیتون و به عنوان روغن سالادی استفاده می‌کنند. علاوه بر این دانه‌های کنجد به صورت مستقیم روی نان پاشیده می‌شوند. انواع نانها، شیرینی‌ها، شکلاتها و بستنی‌ها از دانه‌های کنجد برشته شده تولید می‌شوند [۸۴]. کنجد چندین استفاده صنعتی نیز دارد، مثلاً از کنجد ماده ای به نام سسامولین استخراج می‌شود که در تولید حشره کش های پیرتروم به کار می‌رود و اثر آنها را تشدید می‌کند [۸۴]. کنجاله کنجد به دلیل داشتن ۳۴ تا ۵۰ درصد پروتئین و مقدار زیادی کلسیم و فسفر و ارزش بیولوژیک زیاد در تغذیه دامها استفاده می‌گردد [۳۹]. کنجاله آن به خاطر کیفیت عالی پروتئین و برخورداری از اسیدهای آمینه مناسب ارزش غذایی فراوانی در تغذیه دامها دارد. کنجاله کنجد از نظر متیونین، کلسیم، فسفر و نیاسین غنی ولی از لحاظ لیزین ضعیف می‌باشد، که با توجه به وجود مقادیر بسیار زیاد لیزین در کنجاله سویا، کنجاله کنجد به همراه کنجاله سویا جیره غذایی مناسب و متعادلی فراهم می‌سازد [۱۳]. در بعضی از کشورها نیز به عنوان کود جهت غنی‌سازی خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۴].

## ۲-۳- گیاه شناسی

کنجد گیاهی است خود گشن که در رده بندی گیاهی در راسته تویی فلوره<sup>۱</sup> در خانواده پدالیاسه<sup>۲</sup> جنس سزامی<sup>۳</sup> و گونه ایندیکوم<sup>۴</sup> قرار دارد [۱۲،۳۹،۴۱]. این خانواده دارای شانزده جنس و در حدود شصت گونه است که مهمترین آن *S. indicum* L. است که دارای صدها وارسته و نژاد و با تنوع قابل

---

۱-Tubiflorea  
۲-Pedaliaceae  
۳-Sesame  
۴-Indicum

ملاحظه از لحاظ اندازه، فرم، الگوی رشدی یا رنگ گل، اندازه دانه، رنگ دانه و ترکیبات مختلف دانه می باشد [۴۶].

از نظر مورفوفیزیولوژیک، کنجد گیاهی است بوته‌ای، یکساله، دارای سیستم ریشه‌ای توسعه یافته، ساقه کشیده و قائم و گل‌های متعدد می باشد و میوه کنجد به صورت کپسول است که حاوی دانه‌های روغنی است [۸۴]. ریشه کنجد مستقیم، قوی و بسیار توسعه یافته است که قادر است در خاک‌های نفوذپذیر، گرم و مرطوب تا عمق ۲ متری نفوذ نماید [۱۳]. ویژگی مقاومت کنجد در برابر خشکی تا حدی به خاطر سیستم ریشه بسیار منشعب آن است [۲]. شکل ریشه بسته به تیپ رشدی ساقه، همچنین میزان رطوبت در خاک و زودرس و دیر رس بودن گیاه متفاوت است [۱۲، ۳۹، ۴۱]. تیپ‌های دیررس، ریشه بندی تکامل یافته ای دارند ولی در تیپ‌های زودرس ریشه‌ها گستردگی کمتری داشته و بیشتر سطحی هستند [۲].

ساقه کنجد مستقیم، دارای شیارهای طولی و در برش قطری چهار گوش است. اندازه مقطع عرضی از عوامل محیطی به ویژه طول روز و تراکم بوته تأثیر می پذیرد. ارتفاع ساقه معمولاً ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی متر است ولی در شرایط مطلوب پتانسیل رسیدن به ۳ متر را نیز دارد [۱۲، ۳۹]. ساقه در بعضی از واریته‌ها شاخه‌های زیادی داشته و بعضی فاقد شاخه‌اند [۷۳]. میزان و نوع شاخه دهی و ارتفاعی که در آن اولین شاخه به وجود می آید، مربوط به ویژگی واریته است که بر حسب تعداد شاخه به انواع تک شاخه و چند شاخه تقسیم بندی می شوند. تیپ گیاه از نظر تک شاخه یا چند شاخه بودن صفتی ارثی است که تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار می گیرد [۴۱]. سطح ساقه از صاف تا بسیار کرک دار متغیر می باشد. ظاهراً بین مقدار کرک در سطح ساقه و مقاومت رقم به خشکی همبستگی مثبتی وجود دارد و می تواند در برنامه‌های به‌نژادی مورد توجه قرار گیرد [۱۲، ۴۱]. رنگ ساقه از سبز روشن تا ارغوانی متغیر بوده و غالباً سبز تیره است [۱۲].

برگ ها از نظر شکل و اندازه روی یک بوته و نیز در بین ارقام متفاوتند [۱۳]. شکل عمومی برگ تا حدی شبیه برگ ریحان است [۱۲]. معمولاً برگ‌های پائینی عریض و اغلب دنداندار بوده و دارای بریدگی های کم و بیش زیاد می باشند و با پیشروی به سمت فوقانی ساقه، از میزان بریدگی برگها به شدت کاسته شده و برگها باریکتر و کشیده تر می گردند [۱۳]. در واریته‌های مختلف برگها ممکن

است به صورت متقابل، متناوب یا به طور توأم وجود داشته باشند [۱۹]. برگها به رنگ سبزروشن تا سبز تیره بوده و بسته به نوع رقم کم و بیش کرک دار و دارای مواد لزج می باشند [۱۳].

گل در کنجد، لوله مانند، آویزان و به شکل زنگوله و دارای دو لب و به رنگهای بنفش کمرنگ یا قرمز کمرنگ تا سفید و طول  $2/5 - 1/9$  سانتی متر می باشد [۸۴]. گلها به طور منفرد یا دستجات دو تا سه تائی در زاویه برگ مشاهده می شوند [۱۲]. این گیاه دارای تیپ رشدی نامحدود است به طوری که گلها حدود  $1/5$  تا ۲ ماه بعد از سبز شدن در قسمتهای پایینی گیاه ظاهر شده و گلدهی به طرف بالای گیاه پیش می رود تا این که آخرین گل در انتهای ساقه پدیدار شود. در این هنگام ممکن است که نیامهای پایینی رسیده باشند و لذا رسیدگی گیاه غیریکنواخت است [۱۲]. غیریکنواختی گل دهی و در نتیجه ناهمزمانی رسیدگی کپسولها صفت نامطلوبی به شمار می رود. تولید ارقام رشد محدود و در نتیجه یکنواختی رسیدگی از اهداف اصلاحی کنجد محسوب می شود [۱۳]. کنجد معمولاً گیاهی خودگشن است و میزان دگرگشتی آن بستگی زیاد به فعالیت حشرات داشته و بندرت از ۱۰ درصد تجاوز می کند، هر چند در بعضی از ارقام و شرایط تا بیش از ۵۰ درصد نیز گزارش شده است [۱۳].

میوه کنجد به صورت یک کپسول کشیده، نوک تیز، کرکدار، مستطیلی شکل، بسیار شیاردار و نوک آن مثلثی شکل و کوتاه است که در هنگام رسیدگی از محل این شیارها شکوفا می گردند. طول کپسول از  $2/5$  تا ۸ سانتی متر و قطر آن  $1/5$  تا ۲ سانتی متر متغیر است و به رنگ سبز تا ارغوانی تیره مشاهده می شوند [۴۱، ۸۴]. کپسولها به صورت عمود بر زمین روی گیاه قرار داشته و در نتیجه دانه ها حتی هنگام شکوفایی هم ریزش نمی یابند، مگر آنکه ساقه از حالت عمودی منحرف گردیده و یا به وسیله باد و عوامل دیگر تکان داده شود [۱۲]. ترتیب رسیدگی کپسولها از پایین ساقه به طرف بالاست، بنابراین هنگامی که کپسولهای پایینی به بلوغ فیزیولوژیک رسیدند، کپسولهای بالایی هنوز در حال رشد هستند [۱۹]. لذا یک بوته بالغ کاملاً رشد کرده را باید برای مدتی قبل از برداشت در مزرعه نگهداری نمود تا کپسولها حتی الامکان مراحل بلوغ فیزیولوژیک خود را طی کنند [۳۹]. ارقام وحشی کنجد معمولاً دارای یک کپسول در هر گره می باشند ولی در ارقام زراعی دو یا بیشتر از دو کپسول در هر گره تشکیل می گردد و گاهی نیز به هشت عدد هم می رسد. تعداد کپسول در بوته ارتباط مستقیم با میزان

عملکرد دانه دارد [۷۴]. تعداد کپسولها بستگی به حاصلخیزی خاک و شرایط آب و هوایی محیط دارد و معمولاً تعداد آنها به ۲۰-۲۰۰ عدد در هر گیاه می رسد [۳۲].

دانه کنجد بیضوی شکل است و در ناحیه ناف نازکتر می شود. بذر از پوسته، آندوسپرم، کوتیلدون و جنین تشکیل شده است و پوسته ۱۰ تا ۲۰ درصد دانه را تشکیل می دهد [۲]. پوست خارجی بذر ممکن است صاف و یا ناهموار باشد و دارای رنگهای متفاوتی از سفید کهربایی (بی رنگ) تا قهوه‌ای و قهوه‌ای متمایل به قرمز و حتی سیاه مشاهده می شود [۱۳، ۴۱، ۸۴]. دانه های کنجد علاوه بر لپه دارای آندوسپرم توسعه یافته می باشند که محل ذخیره روغن است [۱۲]. دامنه تنوع مقدار روغن کنجد بسته به اثرات ژنوتیپ و محیط بسیار گسترده است. مقدار پوست دانه با مقدار روغن همبستگی منفی دارد و دانه پوست کنده کنجد حدود ۵۵ درصد روغن دارد [۲]. وزن هزار دانه کنجد معمولاً بین ۵-۲ گرم است [۱۳].

#### ۲-۴- مراحل رشد و نمو کنجد

مراحل نمو کنجد شامل سبزشدن، تشکیل برگها، شروع تشکیل جوانه گل، شروع گلدهی، شروع نیام بندی، گلدهی کامل، شروع رسیدگی فیزیولوژیک و رسیدگی فیزیولوژیک کامل است [۱۳]. طول هر یک از مراحل رشد و نمو توسط عوامل متعدد محیطی از قبیل دمای هوا، طول روز، مواد غذایی، رطوبت خاک، تراکم بوته، تاریخ کاشت و همچنین عوامل ژنتیکی تعیین می شود [۴۴].

زمان سبزشدن موقعی است که لپه های ۵۰ درصد از بذور کاشته شده در واحد سطح از خاک خارج گردند. پس از سبزشدن نیز برگهای حقیقی به ظهور می رسند. شروع تشکیل جوانه گل اولین روزی است که در آن اولین جوانه گل به طول حدود ۵ میلی متر در روی ساقه اصلی ۵۰ درصد از بوته-ها مشاهده گردد و مرحله شروع گلدهی اولین روزی است که در آن اولین گل باز شده در روی ساقه اصلی ۵۰ درصد از بوته‌ها مشاهده شود.

شروع نیام بندی مصادف با اولین روزی است که در آن اولین نیام به طول حدود ۵ میلی متر در روی ساقه اصلی ۵۰ درصد از بوته‌ها مشاهده گردد. مرحله گلدهی کامل هنگامی است که نیامی به طول ۵ میلی متر در چهارمین گره قابل شمارش از رأس ساقه اصلی و در ۵۰ درصد از بوته‌ها مشاهده شود. مرحله شروع رسیدگی فیزیولوژیک موقعی است که اولین نیام در روی ساقه اصلی ۵۰ درصد از