دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

اثر میزان سایه بر خصوصیات کمّی و کیفی ده ژنوتیپ بزرک

پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت

مهدی فدائیان آغمیونی

استاد راهنما

دکتر جمشیدرزمجو

۱۳۹۲

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته زراعت آقای مهدی فدائیان آغمیونی

تحت عنوان

اثر میزان سایه بر خصوصیات کمّی و کیفی ده ژنوتیپ بزرک

در تاریخ ۹۲/۶/۲۵ توسط کمیته‌ی تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر جمشید رزمجو
۲- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر قدرت‌اله سعیدی
۳- استاد مشاور پایان‌نامه	دکتر مرتضی زاهدی
۴- استاد داور	دکتر پرویز احسان‌زاده
۵- استاد داور	دکتر نعمت‌اله اعتمادی

سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده — دکتر جهانگیر خواجه‌علی

تشکر و قدردانی

یزدان بی همتا را شاکرم که مرا در مسیری قرار داد تا ذره ای از دانش بی کرانش را فراگیرم .
بر دستان پدر و مادری که بذر عشق به آموختن را در وجودم نهادند بوسه می‌زنم و آن دو را که تجلی مهر و لطف خداوندی بر من هستند عاشقانه می‌ستایم.
از خواهر عزیز و دردانه‌ام بخاطر مهربانی و دعایش در حق بنده حقیر سپاسگزارم و آرزویم خوشبختی و سعادت اوست.
با تمام وجود از مقام شامخ استاد گرانمایه‌ام جناب آقای دکتر جمشید رزمجو که در نهایت لطف و بزرگواری تمامی سعی و تلاش خود را در جهت اعتلای واقعی ارزش‌های آموزشی در کالبد هدایت‌ها و رهنمودها نسبت به اینجانب مبذول فرموده‌اند، کمال قدردانی را می‌نمایم.
از اساتید بزرگوارم جناب آقایان دکتر مرتضی زاهدی و دکتر قدرت‌اله سعیدی که در کمال متانت و شکیبایی و با بذل بی دریغ علم و تجربه و رهنمودهای خود همواره روشنگر راه بنده بودند، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایم.
از اساتید ارجمند جناب آقایان دکتر پرویز احسان‌زاده و دکتر نعمت‌اله اعتمادی که زحمت بازخوانی و داوری این پایان نامه را پذیرفتند کمال تشکر و قدردانی را دارم.
از سرکار خانم مهندس غفاری که در اجرای این پژوهش از راهنمایی‌ها و حمایتشان بسیار بهره بردم سپاسگزارم و آرزوی خوشبختی و موفقیت و سعادت از محضر خداوند منان برایشان دارم.
از همکلاسیهای عزیزم بویژه آقایان مهندس لایق مرادی و کامران قنبری که افتخار یادگیری علم و دانش را در کنارایشان داشته ام سپاسگزارم و برای تمامی آنها سعادت و سلامت و پیروزی را آرزومندم...

در پناه حضرت دوست
مهدی فدائیان آغمیونی
شهریور ۱۳۹۲

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

تقدیم به

پدر،

مادر و

خواهر عزیزم

گنجینه‌های جاودان زندگیم.

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**
چکیده ۱
فصل اول:مقدمه
۱-۱- اهمیت بزرک ۲
۱-۲- سایه ۳
۱-۳- هدف پژوهش ۵
فصل دوم: بررسی منابع
۲-۱- منشأ جغرافیایی ۶
۲-۲- گیاهشناسی ۶
۲-۳- مراحل رشد و نمو بزرک ۸
۲-۴- سازگاری بزرک ۹
۲-۵- روغن بزرک ۱۱
۲-۶- موارد استفاده از گیاه بزرک ۱۲
۲-۷- تنش های محیطی ۱۴
۲-۸- نور ۱۴
۲-۹- خرده اقلیم سایه ۱۵
۲-۱۰- خصوصیات نور ۱۶
۲-۱۰-۱- کمیت نور ۱۶
۲-۱۰-۲- کیفیت نور ۱۷
۲-۱۰-۳- مدت نور ۱۸
۲- ۱۰-۴- فوتومورفوژنز ۱۸
۲-۱۱- واکنش‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی به سایه ۱۹
۲-۱۲- واکنش‌های فیزیکی و آناتومیکی به سایه ۱۹
۲-۱۳- تأثیر سایه بر گیاهان ۲۰
۲-۱۳- ۱- تأثیر سایه برصفات فیزیولوژیک ۲۰
۲-۱۳- ۲- تأثیر سایه بر صفات فنولوژیک ۲۱
۲-۱۳- ۳- تأثیر سایه بر صفات مورفولوژیک ۲۱
۲-۱۳-۴- تأثیر سایه بر صفات عملکرد و اجزای عملکرد ۲۲
۲-۱۳-۵- تأثیر سایه بر صفات کیفی ۲۳
فصل سوم: مواد و روشها
۳-۱- محل اجرای آزمایش و طرح آماری ۲۶
۳-۲- نحوه اجرای آزمایش ۲۶
۳-۳- صفات مورد بررسی و نحوه اندازه‌گیری آنها ۲۷
۳-۳-۱- روز تا ۵۰ درصد سبز شدن ۲۷

۳-۳-۲- روز تا گلدهی ۲۷
۳-۳-۳- روز تا رسیدگی ۲۷
۳-۳-۴- عملکرد دانه در بوته ۲۷
۳-۳-۵- ارتفاع بوته ۲۷
۳-۳-۶- تعداد کپسول در بوته ۲۷
۳-۳-۷ تعداد دانه در کپسول ۲۷
۳-۳-۸- تعداد انشعاب در بوته ۲۸
۳-۳-۹- وزن صد دانه ۲۸
۳-۳-۱۰- شاخص سطح برگ ۲۸
۳-۳-۱۱- محتوای کلروفیل برگ ۲۸
۳-۳-۱۲- محتوای پرولین برگ ۲۹
۳-۳-۱۳- درصد پروتئین و روغن دانه ۲۹
۳-۳- ۱۴-عملکرد بیولوژیکی ۲۹
۳-۳- ۱۵- شاخص برداشت ۲۹
فصل چهارم: نتایج و بحث
۴-۱- صفات فیزیولوژیک ۳۲
۴-۲-۱- محتوای کلروفیل برگ ۳۲
۴-۱-۲- محتوای کارتنوئید برگ ۳۴
۴-۱-۳- محتوای پرولین برگ ۳۵
۴-۲- صفات فنولوژیک ۴۵
۴-۲-۱- تعداد روز تا ۵۰٪ سبزشدن ۴۵
۴-۲-۲- تعداد روز تا ۵۰٪ گلدهی ۴۵
۴-۲-۳- تعداد روز تا رسیدگی ۴۶
۴-۳-صفات مورفولوژی ۵۲
۴-۳-۱- ارتفاع بوته ۵۲
۴-۳-۲- شاخص سطح برگ ۵۲
۴-۳-۳- تعداد انشعاب در بوته ۵۳
۴-۴-عملکرد و اجزای عملکرد ۵۹
۴-۴-۱- تعداد کپسول در بوته ۵۹
۴-۴-۲- تعداد دانه در کپسول ۵۹
۴-۴-۳- وزن صد دانه ۶۱
۴-۴-۴- عملکرد دانه در بوته ۶۱
۴-۴-۵- عملکرد بیولوژیکی ۶۳
۴-۴-۶- شاخص برداشت ۶۴

۴-۵- صفات کیفی ۷۴
۴-۵-۱- درصد پروتئین دانه ۷۴
۴-۵-۲- درصد روغن دانه ۷۵
۴-۵-۳-عملکرد روغن ۷۶
فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۵-۱-نتیجه‌گیری ۸۲
۵-۲- پیشنهادات ۸۳

جدول

جدول ۳-۱ مشخصات خاک مورد استفاده ۲۶
جدول۴- ۱- نتایج تجزیه واریانس کلروفیلa، کلروفیل b، کلروفیل کل، کلروفیل a/b ،کارتنوئید و پرولین ۳۷
جدول ۴- ۲- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و سایه بر کلروفیلa، کلروفیل b، کلروفیل کل، کلروفیل a/b ، کارتنوئید و پرولین..... ۳۸
جدول ۴- ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر کلروفیل a ۳۹
جدول ۴-۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر کلروفیل b ۴۰
جدول ۴-۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر کلروفیل کل ۴۱
جدول۴-۶- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر نسبت کلروفیل a/b ۴۲
جدول۴-۷- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر کارتنوئید ۴۳
جدول ۴-۸- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر پرولین ۴۴
جدول۴-۹- نتایج تجزیه واریانس تعداد روز تا ۵۰٪ سبزشدن، روز تا ۵۰٪گلدهی، روز تا رسیدگی ۴۸
جدول۴-۱۰- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و سایه بر تعداد روز تا ۵۰٪ سبزشدن، روز تا ۵۰٪گلدهی، روز تا رسیدگی ۴۹
جدول ۴-۱۱- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی ۵۰
جدول ۴-۱۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر تعداد روز تا رسیدگی ۵۱
جدول ۴-۱۳- نتایج تجزیه واریانس ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و تعداد انشعاب در بوته ۵۵
جدول ۴-۱۴- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و سایه بر ارتفاع گیاه، شاخص سطح برگ و تعداد انشعاب در بوته..... ۵۶
جدول ۴-۱۵- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر شاخص سطح برگ..... ۵۷
جدول ۴-۱۶- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر تعداد انشعاب در بوته ۵۸
جدول ۴-۱۷- نتایج تجزیه واریانس تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت ۶۶
جدول ۴-۱۸- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و سایه بر تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن صد دانه، عملکرد دانه در بوته، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت ۶۷
جدول ۴-۱۹- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر تعداد کپسول در بوته..... ۶۸
جدول ۴-۲۰- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر تعداد دانه در کپسول ۶۹
جدول ۴-۲۱- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر وزن صد دانه..... ۷۰
جدول ۴-۲۲- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر عملکرد دانه در بوته..... ۷۱
جدول ۴-۲۳- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر عملکرد بیولوژیکی ۷۲
جدول ۴-۲۴- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر شاخص برداشت ۷۳
جدول ۴-۲۵- نتایج تجزیه واریانس درصد پروتئین و درصد روغن دانه و عملکرد روغن..... ۷۷
جدول ۴-۲۶- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ و سایه بر درصد پروتئین و درصد روغن دانه و عملکرد روغن ۷۸
جدول ۴-۲۷- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر درصد پروتئین دانه..... ۷۹
جدول ۴-۲۸- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر درصد روغن دانه ۸۰
جدول ۴-۲۹- مقایسه میانگین اثر متقابل ژنوتیپ و سطوح سایه بر درصد عملکرد روغن ۸۱

چکیده

سایه ممکن است باعث کاهش کیفیت و عملکرد گیاهان زراعی شود. اگرچه پاسخ گونه‌ها و ارقام درون گونه‌ها به سایه متفاوت است. لذا این مطالعه به منظور بررسی تأثیر سطوح سایه بر خصوصیات کمّی و کیفی ده ژنوتیپ گیاه بزرک دراواخر اسفند سال ۱۳۹۰ در مزرعه چاه اناری دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در چهار تکرارصورت گرفت. تیمارها شامل پنج سطح سایه (شاهد (نور کامل) ۳۰٪-۲۰، ۵۰٪-۴۰، ۷۰٪-۶۰ و ۹۰٪-۸۰) و ده ژنوتیپ بزرک شاملSH_{10}، KH_{25}، CH_{14}، KH_{22}، KO_{11}، KH_{40}، KH_{13}، CH_{10}، KO_{12}، KH_{19} بودند. بذور در سال ۱۳۹۱ در گلدان کشت شدند و در فضای باز مزرعه دانشگاه صنعتی اصفهان قرار گرفتند. ۴۰ روز پس از کاشت سایه‌اندازی توسط تورهایی از جنس پلی‌اتیلن اعمال گردید. صفات روز تا ۵۰ درصد سبز شدن، روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، عملکرد دانه در بوته، ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد انشعاب در بوته، وزن صد دانه، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، محتوای کلروفیل و کارتنوئید برگ، محتوای پرولین برگ، درصد پروتئین و روغن دانه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که به طور متوسط اثر سطوح سایه بر صفات اندازه‌گیری شده به جز روز تا ۵۰ درصد سبز شدن معنی دار بود. سایه اندازی تا سطح ۵۰٪-۴۰، موجب افزایش محتوای کلروفیلa، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئید و تعداد دانه در کپسول گردید ولی با افزایش سطح سایه بیشتر از این سطح، کاهش یافتند. محتوای پرولین برگ تا سطح ۵۰٪-۴۰ سایه کاهش یافت اما با افزایش سطح سایه افزایش یافت. روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع گیاه، تعداد انشعاب در بوته، شاخص سطح برگ و درصد روغن دانه با افزایش سایه افزایش یافت. سایه اندازی تا سطح ۷۰٪-۶۰ موجب افزایش عملکرد بیولوژیک گردید ولی با افزایش سطح سایه بیشتر از این سطح، کاهش یافت. سایه اندازی تا سطح ۳۰٪-۲۰ موجب افزایش تعداد کپسول در بوته، عملکرد دانه در بوته، وزن صد دانه و شاخص برداشت گردید ولی با افزایش سطح سایه بیشتر از این سطح، کاهش یافت. درصد پروتئین دانه با افزایش سایه کاهش یافت. بیشترین و کمترین نسبت کلروفیل a/b به ترتیب به سطح ۹۰٪-۸۰ (۲/۵۸ میلی گرم در گرم برگ) و سطح ۳۰٪-۲۰ سایه (۲/۰۸ میلی گرم بر گرم برگ) تعلق داشت. اثر متقابل سطوح سایه و ژنوتیپ بر صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی، روز تا رسیدگی ، عملکرد دانه در بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، تعداد انشعاب در بوته، وزن صد دانه، شاخص سطح برگ، شاخص برداشت، محتوای کلروفیل و کارتنوئید برگ، محتوای پرولین برگ، درصد پروتئین و روغن دانه معنی-دار بود. ژنوتیپ SH_{10} در سطح سایه ۵۰٪-۴۰ بیشترین محتوای کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل را در بین تیمارها داشت. ژنوتیپ KO_{11} در سطح سایه ۵۰٪-۴۰ بیشترین محتوای کارتنوئید را داشت. ژنوتیپ CH_{10} در صفات روز تا ۵۰ درصد گلدهی و روز تا رسیدگی، ژنوتیپ SH_{10} در صفات درصد روغن و شاخص سطح برگ و ژنوتیپ KH_{40} در صفت تعداد انشعاب در بوته در سطح ۹۰٪-۸۰ بالاتر بود. بیشترین تعداد کپسول در بوته و عملکرد دانه مربوط به ژنوتیپKH_{22} در سطح ۳۰٪-۲۰ و درصد پروتئین در سطح شاهد بود. ژنوتیپ CH_{10} بالاترین تعداد دانه در کپسول را در سطح ۵۰٪-۴۰٪ داشت و بالاترین وزن صد دانه نیز مربوط به ژنوتیپ CH_{14} در سطح شاهد بود. نتایج نشان داد که سایه‌اندازی تا سطح ۳۰٪-۲۰ تعداد کپسول در بوته، وزن دانه، عملکرد دانه و شاخص برداشت و سایه‌اندازی تا سطح ۹۰٪-۸۰ روغن دانه را افزایش داد. ژنوتیپ KH_{22} و KH_{19} به ترتیب مقاوم‌ترین و حساس‌ترین به سایه بودند.

کلمات کلیدی: بزرک، پرولین، شاخص برداشت، سایه، کارتنوئید

فصل اول
مقدمه

۱-۱-اهمیت بزرک

ارزش و اهمیت غذایی دانه‌های روغنی از نظر تأمین کالری و انرژی مورد نیاز انسان و دام در بین محصولات کشاورزی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. افزایش تقاضا برای روغن‌های نباتی در بازارهای جهانی و فشار ناشی از هزینه خرید روغن و واردات آن از جمله عواملی هستند که اهمیت توسعه کشت دانه‌های روغنی و گسترش برنامه‌های علمی و تحقیقاتی را در این زمینه بیش از پیش مشخص می‌سازد [۳۴]. در سال ۱۳۸۲ بیش از ۹۰ درصد از کل دانه‌های روغنی کشور ازمنبع وارداتی تأمین شده است. لذا باتوجه به نیاز کشور به تولید روغن، توسعه و کشت دانه‌های روغنی اهمیت زیادی دارد [۳]. البته بسیاری از گیاهان دانه روغنی دارای سازگاری وسیعی با شرایط اقلیمی کشور می‌باشند و امکان تولید دانه‌های روغنی در داخل کشور فراهم است [۴].

بزرک[۱] (*Linum usitatissimum* L.) گیاهی است یکساله از تیره کتان که به صورت بوته‌ای ایستاده رشد می‌کند و به عنوان ششمین گیاه دانه روغنی در دنیا کشت می‌شود [۱۴]. بزرک وکتان دو تیپ رشدی از این‌گونه زراعی می‌باشند. بزرک به ژنوتیپ‌هایی از گیاه اطلاق می‌شود که ساقه آنها کوتاه و دارای انشعابات زیاد بوده و در نتیجه عملکرد دانه آنها زیاد می‌باشد و به منظور تولید روغن کشت می شوند. در مقابل کتان به ژنوتیپ‌هایی از این گونه اطلاق می‌شود که ساقه آنها بلند بوده و دارای انشعابات محدودی می‌باشد و لذا عملکرد دانه این ژنوتیپ‌ها کم است ولی دارای الیاف نرم، طویل و با کیفیت مناسب برای صنعت ریسندگی می‌باشند [۴۱]. دانه بزرک دارای ۴۵-۴۰ درصد روغن و ۳۴-۲۳ درصد پروتئین بوده و افزون بر تولید روغن از دانه، کنجاله آن با درصد بالایی از پروتئین (۴۶-۴۲ درصد) در جیره غذایی دام‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۸]. روغن ژنوتیپ‌های جدید بزرک از ۵

---

۱ -Flax

درصد لینولنیک اسید، ۷۰ درصد لینولئیک اسید و ۲۱ درصد اولئیک اسید برخوردار است که از نظر کیفیت اسیدهای چرب مشابه روغن آفتابگردان است و به مصرف خوراکی می‌رسد. علاوه بر این، روغن بزرک حاوی ۷ درصد استئاریک اسید و ۳ درصد پالمتیک اسید نیز می‌باشد [۳]. به دلیل کاربردهای متعدد بزرک از جمله اهمیت الیاف آن در صنایع کاغذسازی و ریسندگی، مصرف روغن آن در صنایع رنگ‌سازی، کاربرد روغن و دانه بعنوان دارو، مصرف دانه در تغذیه طیور و اخیراً مصرف روغن ارقام خاصی از بزرک به عنوان روغن خوراکی در کشورهای مختلف و از جمله کانادا، توجه خاصی به این گیاه شده است و در حال حاضر در کانادا یکی از محصولات اصلی و تجاری است [۴۸]. روغن ژنوتیپ‌های معمولی بزرک در صنایع مختلف مصرف دارد، ولی استفاده از پروژه‌های جهش‌زایی در برنامه‌های به‌نژادی این گیاه منجر به ایجاد لاین‌های جهش یافته از این گیاه شده که روغن آنها دارای میزان اسید چرب لینولنیک بسیار ناچیز و میزان اسید چرب لینولئیک[۱] بالا می‌باشد و از نظر کیفیت مشابه روغن آفتابگردان بوده و می‌تواند در مصارف خوراکی مورد استفاده قرار گیرد [۶۷].

۱-۲-سایه

عملکرد و دیگر خصوصیات زراعی و کیفی بزرک همانند دیگر محصولات کشاورزی تحت تأثیر ژنوتیپ و شرایط محیطی و اثرات متقابل آنها قرار می‌گیرند [۱۳]. ژنوتیپ می‌تواند بر قابلیت سبز شدن گیاهچه، هم‌چنین ظرفیت پنجه‌زنی و شاخه‌دهی، تعداد گل‌آذین و تعداد گل‌هایی که دانه تولید می‌نمایند و حتی اندازه دانه، میزان مواد فتوسنتزی تولید شده و چگونگی تخصیص این مواد فتوسنتزی اثر بگذارد. محیط نیز می‌تواند بروز پتانسیل ژنتیکی را تعدیل نماید [۱۷]. میزان تجمع ماده خشک تولیدی گیاهان در شرایط فراهمی آب و مواد غذایی، به مقدار تشعشع دریافتی توسط قسمت‌های سبز و کارآیی سیستم فتوسنتزی آنها بستگی دارد [۷۷]. هر چه میزان جذب نور توسط جامعه گیاهی افزایش یابد به دنبال آن عملکرد بیولوژیکی و اقتصادی نیز افزایش خواهد یافت و باید توجه داشت که در محصولات دانه‌ای افزایش سهم عملکرد اقتصادی نسبت به عملکرد بیولوژیکی مدنظراست [۸۳].

رشد گیاه در برگیرنده‌ی مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی است که این فرآیندها اثرات متقابل با یکدیگر برقرار نموده و تحت تأثیر عوامل محیطی مختلف از جمله نور قرار می‌گیرد [۲۱]. بطور کلی فتوسنتز گیاهی به وسیله شدت نور تحت تأثیر قرار می‌گیرد. شدت نور یکی از مهم-ترین نیازهای رشد گیاه می‌باشد که کنترل آن در مقایسه با سایر نیازهای رشدی مانند آب و تغذیه دشوارتر می‌باشد [۱۲۸]. شدت نور به عنوان یکی از مهم ترین فاکتورهای محیطی، بر روی مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان تأثیرگذار است. نور خورشید انرژی مورد نیاز برای فتوسنتز و اطلاعات مهم را برای

۱- Linoleic acid

گیاه فراهم می‌کند [۱]. علاوه بر مقدار نور، کیفیت و تغییرپذیری آن نیز ویژگی‌های مهمی برای رشد گیاه می‌باشند. بسیاری از ویژگی‌های اساسی گیاه در تطابق با آب و هوای یک محیط و سازگاری به نور تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۹۱].

نور شدید به دلیل ایجاد تنش رطوبتی منجر به تسریع نمو می‌شود و در برخی از گیاهان، سایه‌اندازی از طریق کاهش دما و به دنبال آن افزایش طول مراحل نموی و کاهش تبخیر و تعرق، باعث افزایش عملکرد محصول می‌شود [۶۸]. سایه[۱] نه تنها مواد غذایی تهیه شده برای دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه ممکن است روی سایر فرآیندها مانند جذب مواد غذایی و پیر شدن برگ‌ها نیز مؤثر باشد [۸۹]. جبران فتوسنتز پایین ناشی از کاهش شدت نور در گونه‌های مقاوم به سایه، افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش سطح فتوسنتز کننده در ارزیابی میزان مقاومت آنها به سایه مورد استفاده قرار می‌گیرد [۳۲]. تمام گیاهان تغییرات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی متفاوتی نسبت به سایه از خود نشان می‌دهند، این تغییرات باعث ایجاد نوعی سازگاری در برابر سایه می‌شود. معمولاً گونه‌های دارای سیستم فتوسنتزی C_3 نسبت به گونه‌های C_4، قادرند خود را نسبت به سایه بیشتر وفق دهند [۸۹]. گونه‌های مقاوم به سایه اغلب اثر نامطلوب و کاهشی شدت‌های نوری پایین بر روی عملکرد را با افزایش سطح برگ و اختصاص مواد فتوسنتزی بیشتری به برگ‌ها جبران می‌کنند. یکی از مکانیزم‌هایی که گیاهان برای اجتناب از سایه به کار می‌برند تنظیم درجه تمایل برگ است، به طوری‌که برگ‌ها می‌توانند به صورت عمودی قرار گیرند تا از گیاهان مجاور خود دوری گزینند [۹۳]. گزارش‌های متعدد و متناقضی در ارتباط با تأثیر سایه روی رشد و نمو گیاهان زراعی مختلف وجود دارد. هادی و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی تأثیر سطوح سایه روی گیاه لوبیا، افزایش وزن خشک بخش هوایی و سطح برگ را به دلیل دوام بیشتر دوره رشد رویشی باسایه‌اندازی به میزان ۵۵٪ گزارش کردند [۶۸]. بلالوئی و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر سایه‌اندازی را بر پروتئین، روغن، اسید چرب و مواد معدنی دانه سویا بررسی کردند و نتایج آنها نشان داد که سایه‌اندازی تا سطح ۵۰٪ باعث افزایش روغن کل، درصد لینولئیک اسید و لینولنیک اسید در روغن و کاهش درصد پروتئین و اولئیک اسید گردید [۳۸]. لی و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تأثیر سایه بر گندم مشاهده کردند که در ابتدا با افزایش سطح سایه عملکرد بیولوژیکی افزایش یافت ولی در سطح ۷۷٪ سایه عملکرد بیولوژیکی کاهش یافت [۸۳].

---

[۱]- Shade

۱-۳-هدف پژوهش

رشد گیاهان در بسیاری از مناطق دنیا تحت تأثیر تنش‌های محیطی زنده و غیرزنده می‌باشد و کشاورزی در آن نقاط با صرف هزینه بیشتر و بازده کمتر انجام می‌گیرد. اگرچه مطالعات زیادی بر روی اثرات تنش‌های مختلف محیطی برگیاه دانه روغنی بزرک انجام گرفته اما هیچ گزارشی مبنی بر اثرات سایه بر خصوصیات این گیاه وجود ندارد. لذا این مطالعه، به منظور بررسی تأثیر سطوح سایه بر خصوصیات کمّی و کیفی ده ژنوتیپ گیاه بزرک صورت گرفت.

فصل دوم
بررسی منابع

۲-۱- منشأ جغرافیایی

واویلوف برای نخستین بار موفق به شناسایی مناطقی در جهان شد که در آنها تنوع ژنتیکی بسیار زیادی در بین ژنوتیپ‌های گونه‌های زراعی و گونه‌های وابسته به آنها وجود داشت و این مناطق را تحت عنوان مراکز تنوع معرفی کرد. وی در سال ۱۹۵۰ مراکز تنوع بزرک را آسیای مرکزی، خاورمیانه، نواحی مدیترانه و حبشه ذکر نمود [۵۹ و ۲۸]. بزرک از اولین گیاهانی است که اهلی شده و سابقه زراعت آن در مصر به حدود ۵۰۰۰ سال پیش می‌رسد، که از الیاف آن در تهیه پارچه، از دانه‌ی آن در تغذیه و روغن خشک شونده آن برای رنگ‌سازی استفاده می‌کردند [۱۴]. در سال ۱۹۸۶ هارلن اظهار داشت که مشاهده توزیع جغرافیایی تنوع این گیاه بیانگر این است که اهلی شدن بزرک ممکن است بطور همزمان در چند مکان اتفاق افتاده باشد [۱۰]. منابع علمی منشأ جغرافیایی اهلی شدن بزرک را نواحی شرق مدیترانه و جنوب غربی آسیا معرفی می‌نمایند [۱۱]. برخی محققین علت اهلی شدن آن را استفاده از این گیاه به عنوان یک گیاه فیبری ذکر نموده‌اند ولی با گذشت زمان مشخص شد که از آن می‌توان به عنوان یک گیاه دانه روغنی استفاده کرد [۵۷]. از دیدگاه ژنتیکی به نظر می‌رسد که بزرک وحشی با نام علمی لینیوم آنگوستیفولیوم[۱] که مبدا آن کشورهای نواحی مدیترانه، غرب ایران و جزایر قناری است، احتمالاً جد بزرک زراعی است. از عمده مناطق کشت بزرک در ایران می‌توان به استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اصفهان، خوزستان، فارس، قزوین، کردستان، کرمان، لرستان و مازندران اشاره کرد [۹].

۲-۲-گیاهشناسی

بزرک زراعی با نام علمی لینیوم یوزیتاتیسیموم (*Linum usitatissimum* L) گیاهی است یکساله، از خانواده لیناسه، راسته‌ی جرانیالز، زیر کلاس دیالی پتالز و کلاس دولپه‌ای و دیپلوئید با ۱۸ جفت کروموزوم (۲n=۳۶) که بصورت بوته‌ای رشد کرده و جهت استفاده از دانه و الیاف آن کاشته می-

---

۱- *Linum angustifolium*

شود[۱۴]. خانواده لیناسه دارای ۹ جنس و ۱۵۰ گونه می‌باشد که ۱۵ گونه آن در ایران وجود دارد، در بین آنها بزرک زراعی متعلق به جنس لینیوم می‌باشد و گونه یوزیتاتیسیموم تنها گونه از این خانواده است که در سطح وسیعی کشت شده و دارای کپسول شکوفا و یا نیمه شکوفا بوده و به این ترتیب برداشت مکانیزه آن امکان‌پذیر و دارای ارزش اقتصادی بالایی است [۲۸]. بر اساس خصوصیاتی نظیر عملکرد دانه، درصد روغن، کیفیت دانه، طول ساقه و کیفیت الیاف این گیاه به دو گروه کتان فیبری و کتان روغنی یا همان بزرک تقسیم می‌شوند [۱۲]. از نظر زراعی بزرک گیاهی سرمادوست می‌باشد ودر پاییز و بهار کاشته می-شود [۱۲]. نوع وحشی بزرک به صورت دائمی و دارای الیاف نازک و کپسول‌های شکوفا بوده و دارای تنوع وسیعی از یکساله تا چند ساله با خاصیت پنجه‌زنی قوی تا تک ساقه‌ای می‌باشد. دکتر قهرمانی در ایران موفق به شناسایی گونه‌های وحشی استریکتوم[۱] واریته اسپیکاتوم، پرنه[۲]، آلبوم[۳]، موکروناتوم[۴]، موکروناتوم زیر گونه آسیریاکوم[۵] و پیرونی[۶] شد [۲۳].

بزرک از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک، گیاهی است علفی، با متوسط دوره رشد ۱۶۰-۱۴۰ روز که در کشت پاییزه به ۲۵۰ روز نیز می‌رسد. ارتفاع بوته آن بسته به شرایط اقلیمی معمولاً ۴۰-۹۰ سانتی‌متر است که نسبت به ساقه‌های کتان کوتاه‌تر، ضخیم‌تر و با انشعابات بیشتر است [۱۴]. هر بوته معمولاً دارای یک ساقه باریک، مستقیم و استوانه‌ای است، اما در صورت پائین بودن تراکم بوته، فراهم بودن رطوبت و حاصلخیزی خاک، امکان رشد دو یا چند شاخه از ناحیه‌ی قاعده بوته وجود دارد و به گیاه ظاهری مشابه پنجه زنی غلات، ولی از گره‌های بالایی سطح خاک می‌دهد [۱۴].

بزرک دارای ۳ نوع انشعاب است، انشعابات قاعده‌ای که از محل طوقه گیاه تشکیل می‌شود، انشعابات اضافی که معمولاً روی ساقه اصلی تولید می‌شوند و انشعابات خوشه‌ای کوتاه حامل کپسول است [۲۷]. ریشه بزرک کوتاه و منشعب بوده، به نحوی که انشعابات جانبی ریشه تا ۳۰ سانتی‌متر اطراف بوته گسترش یافته و عمق نفوذ ریشه در خاک‌های نفوذپذیر به ۱ متر می‌رسد [۱۴]. ریشه‌های فرعی نیز می-تواند تا حدود ۲۰ سانتی‌متر به صورت افقی گسترش یابند [۱۲۰]. برگ‌های بزرک کوتاه، باریک، نیزه‌ای شکل، بدون دمبرگ و تماماً حاشیه‌دار و به رنگ سبزمایل به خاکستری بوده و فاقد گوشواره است که به صورت متناوب بر روی ساقه آرایش یافتند. طول برگ ۴-۲ سانتی‌متر و عرض آن ۱/۳-۰/۲ سانتی‌متر است [۱۵]. برگ‌ها حاوی ۳ رگبرگ بوده و سطح برگ توسط یک ماده مومی شکل پوشانده شده است [۱۹].

۱- *Linum strictum var spicatum*
۲- *Linum perenne*
۳- *Linum album*
۴- *Linum mucronatum*
۵- *Linum mucronatum subsp assyriacum*
۶- *Linum peyronii*

گل‌آذین بزرک خوشه‌ای است و گلها در بخش انتهایی ساقه اصلی و انشعابات ظاهر می‌شوند [۲۸]. هر گل دارای ۵ گلبرگ، ۵ کاسبرگ و ۵ پرچم و مادگی است. رنگ گلبرگ‌ها از خصوصیات واریته بوده و از آبی تیره تا روشن و سفید تا صورتی روشن متغیر است. بساک‌ها دارای رنگ آبی کم‌رنگ یا زرد رنگ هستند [۱۲۰]. باز شدن گل‌ها به ترتیب از پائین به طرف بالای ساقه در طی ۴-۲ هفته اتفاق می‌افتد. گل‌ها در اوایل صبح در روزهای صاف و گرم باز می‌شوند، اما هوای ابری و دماهای پایین باز شدن گل‌ها و در نتیجه گردافشانی را به تعویق می‌اندازد. این گیاه خودگشن است، اما بسته به فعالیت حشرات مقداری دگرگشنی نیز به اندازه‌ی ۲-۳ درصد دیده می‌شود [۱۰].

میوه بزرک به صورت کپسول کوچک، خشک و عموماً ناشکوفا بوده که این کپسول[۱] ناشکوفا در زمان رسیدن باز شده و دانه‌ها در داخل آن باقی می‌ماند [۲۷]. در بعضی از ارقام بزرک رأس کپسول شکفته می‌شود اما ریزش دانه به ندرت اتفاق می‌افتد. هر کپسول از ۵ برچه تشکیل شده است که هر کدام شامل ۲ دانه هستند و به وسیله دیوار کاذب از یکدیگر جدا شده‌اند [۹]. هر کپسول از ۱۰-۶ دانه تشکیل می‌شود. دانه‌های بزرک به شکل بیضی مسطح و با نوک تیز و به طول ۵-۳/۵ میلی‌متر و عرض۳/۴-۱/۸میلی‌متر و ضخامت ۵-۱/۶ میلی‌متر دیده می‌شود[۱۴] که از یک پوسته یا پوشش بذر، آندوسپرم حاوی بافت مغذی و همچنین دو لپه بزرگ حاوی مواد ذخیره‌ای و محور جنین تشکیل شده است. رنگ دانه‌های بزرک از زرد طلائی یا قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره مایل به قرمز متفاوت است [۱۹]. وزن هزار دانه بزرک بسته به واریته مورد نظر بین ۵ تا ۷ گرم است. رنگ متفاوت بذر به‌دلیل وجود یا عدم وجود رنگدانه در پوسته بذر بوده که تحت کنترل ژن قرار می‌گیرد [۱۱۰]. دانه علاوه بر روغن وپروتئین حاوی قند، پلی ساکارید موسیلاژی کلسیم، منیزیم، اهن، بتاکارتن، کولین و ویتامین E می‌باشد. پوسته دانه در اثر خیس خوردن چسبناک و لزج می‌شود. در هوای مرطوب پوسته جذب آب نموده و چسبناک شده و به دیواره‌ی تخمدان می‌چسبد. در نتیجه لعاب از روی پوسته جدا می‌شود. محل جدا شدن لعاب بصورت لکه‌های تیره روی پوسته مشاهده می‌گردد. چنین وضعیتی از کیفیت مصرفی دانه می‌کاهد [۱۲ و ۹].

۲-۳- مراحل رشد و نمو بزرک

به طور کلی مراحل رشد و نمو بزرک را می‌توان به مراحل زیر تقسیم کرد:

۱. مرحله سبزشدن: با خروج و باز شدن لپه‌ها مشخص می‌شود. سبز شدن را زمانی محسوب می‌کنند که لپه‌ها در ۵۰ درصد از نقاط کاشت سر از خاک بیرون آورده باشند [۱۲].

۲. مرحله شروع رشد طولی ساقه: این مرحله با پیدایش اولین برگ به صورت متناوب بر روی ساقه تا ظهور جوانه گل در رأس ساقه اصلی را شامل می‌شود [۱۵].

۱- Capsule

۳. گلدهی: با پیدایش اولین جوانه گل در رأس ساقه اصلی شروع شده و سپس در انشعابات، گل آذین‌ها شروع به رشد می‌کنند و اولین گل باز می‌شود [۱۴]. دوره گلدهی به دلیل متفاوت بودن سن فیزیولوژیک جوانه‌های گل در یک دوره نسبتا طولانی انجام می‌شود. سیکل گلدهی به صورت ژنتیکی کنترل می‌شود اما تحت تأثیر فاکتورهای محیطی نظیر دما، رطوبت و فتوپریود نیز قرار می‌گیرد [۱۲۰].
۴. مرحله کپسول دهی: که با تشکیل اولین کپسول شروع شده و تا زمان رسیدگی فیزیولوژیکی گیاه، یعنی زمانی که ۷۵ درصد کپسول‌ها قهوه‌ای شوند ادامه می‌یابد [۱۲]. در اوایل دوران کپسول‌دهی، باز شدن گل‌های دیررس ادامه یافته و طی زمان رسیدگی، برگ‌ها به تدریج از پائین به بالا زرد می‌شوند. در زمان رسیدگی فیزیولوژیک برگ‌های فوقانی گیاه و ساقه سبز هستند [۱۴].

۵. مرحله رسیدگی: رسیدگی بذر یا کپسول به موازات گلدهی صورت می‌گیرد، به طوری‌که در یک بوته و در یک زمان خاص ممکن است مراحل مختلف گلدهی تا رسیدگی کامل دانه روی انشعابات دیده شود [۱۴]. رسیدگی کامل گیاه بزرک با قهوه‌ای شدن ۹۰ درصد کپسول‌ها مشخص می‌گردد. بهترین زمان برداشت بزرک، زمانی است که دانه‌ها سفت و صدای حرکت آنها داخل کپسول شنیده می‌شود و ساقه‌ها و برگ‌ها کاملا زرد شدند [۱۲۷].

۲-٤- سازگاری بزرک

بزرک در نواحی معتدل و حاره‌ای و در اکثر نقاط جهان کشت می‌گردد [۱۰ و ۱۱]. از نظر واکنش به طول روز، گیاهی است روز بلند ولی بسیاری از ارقام آن نسبت به طول روز بی‌تفاوت هستند [۱۲]. بزرک در گروه گیاهان سرمادوست قرار می‌گیرد، اما با شرایط اقلیمی گرم و خشک به خوبی سازگاری دارد. این گیاه از قابلیت کشت در مناطقی با ۶۳-۶۰ درجه عرض شمالی و ۵۳-۵۰ درجه عرض جنوبی برخوردار است [۵۲ و ۶۵]. بزرک محصولی سرمادوست است و در بهار و پاییز کشت می‌شود و در نواحی با ارتفاع زیاد از سطح دریا که دمای خنک را در طول فصل رشد برای گیاه فراهم کند رشد خوبی دارد [۶۴ و ۵۲]. بزرک در مناطق خنک و مرطوب کوهستان نسبت به نقاط گرم و خشک جلگه‌ای محصول بیشتری می دهد، و به زمستان های سرد و طولانی و تابستان های کوتاه و گرم با روزهای بلند و آفتابی نیازدارد تا میزان بالایی از اسید چرب امگا-۳ تولید کند [۱۱۶]. گیاهچه‌های جوان بزرک به سرما کمی حساس هستند، به نحوی که گیاهچه‌های تازه سبز شده دمای ۲- درجه سانتی‌گراد را برای چند ساعت و دمای ۳- درجه سانتی‌گراد را در کوتاه مدت تحمل می‌کنند [۱۲]. بهترین رشد گیاه بزرک در طول دوره پر شدن دانه در شرایط دمایی ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد در مناطقی که دارای آب و هوای معتدل سرد هستند اتفاق می‌افتد [۱۵]. در صورت فراهمی رطوبت خاک، بزرک قابلیت تحمل دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد را داراست. ولی وقوع دماهای بالا، سبب کاهش دوره رشد، میزان رشد، عملکرد دانه یا

روغن و خاصیت خشک شوندگی روغن و همچنین کیفیت الیاف کاهش می‌یابد [۱۴]. دمای پایین بعد از گلدهی باعث افزایش روغن و میزان لینولئیک اسید در روغن می‌شود. بنابراین کیفیت و عملکرد روغن در عرض‌های جغرافیایی بالا بهتر است [۹]. نیازهایی از قبیل نیاز کم گیاه بزرک به نیتروژن، مقاومت به خشکی هوا، عدم نیاز به ماشین‌های خاص جهت کاشت و برداشت، سازگاری به دامنه وسیعی از شرایط محیطی از جمله عوامل گسترش سطح زیر کشت این گیاه در کشورهای اروپایی و نقاط دیگر دنیاست [۴۸]. سازگاری بهتر واریته‌های لینولا (واریته‌های با کیفیت روغن خوراکی در استرالیا) به محیط‌های سردتر نسبت به محصولات دانه روغنی دیگر مثل آفتابگردان و ذرت فرصت مناسبی را برای کشورهای با عرض جغرافیایی بالا مثل کانادا و اروپای شمالی فراهم می نماید تا جهت تولید روغن غیر اشباع اقدام نمایند [۶۵].

مقاومت این گیاه به خشکی زیاد است. رطوبت نسبی حدود ۲۰ درصد را تحمل کرده، مقاومتش به خشکی خاک و آب ایستادگی کمتر از گندم است [۱۱۳]. این گیاه جهت تناوب با گیاهان دیگر در کشت آبی مناسب است. بزرک ۷۰ درصد از آب مورد نیاز خود را از نیمه‌ی بالایی منطقه ریشه تأمین می‌کند [۱۵ و ۴۸]. این گیاه به تنش رطوبتی در مراحل گلدهی و دانه‌دهی و طی نمو دانه بسیار حساس است. لذا تأمین رطوبت کافی در طی این مراحل الزامی است [۴۸].

کشت دیم این گیاه در مناطقی با بارندگی سالیانه ۵۰۰ میلی‌لیتر امکان‌پذیر است. نواحی پر باران ساحل خزر به علت رطوبت زیاد، مناسب برای کشت این گیاه نمی‌باشد [۱۲]. در استان گلستان و در کشت پاییزه مناطقی با تابستان خشک و زمستان کمی سرد و با حداقل بارندگی سالیانه ۴۰۰ میلی‌لیتر امکان کشت این گیاه فراهم شده است [۱۴]. کتان در طی فصل رشد برای تولید الیاف مرغوب به رطوبت فراوان و هوای خنک و در طی زمان برداشت بذر و فیبر به هوای خشک نیاز دارد. نیاز آبی ارقام کتان در مقایسه با بزرک بیشتر بوده و در مناطقی که ریزش باران بهاره مناسب باشد، عملکرد خوبی دارد [۱۹]. بزرک معمولاً در انواع خاک‌های مناسب برای رشد گندم به خوبی رشد دارد، اما در خاک‌هایی با زهکشی خوب و با pH حدود ۶ و بافت متوسط تا سنگین به ویژه خاک‌های سیلتی یا لومی‌شنی که رطوبت را به خوبی نگه می‌دارند، بهتر رشد می‌کند [۴۸]. خاک‌هایی که فاقد ساختمان بوده و سله می-بندند برای بزرک مناسب نیستند. بزرک به شرایط ماندابی و عدم تعادل عناصر غذائی نظیر زیادی آهک که سبب کلروزه شدن و زرد شدن برگ‌ها می‌شود حساس است [۱۲ ، ۱۳ و ۱۵]. این گیاه به pH حساسیتی ندارد ولی به شوری خاک و آب حساس است [۱۴]. جهت دستیابی به عملکرد مطلوب، میزان شوری خاک بایستی کمتر از ۲ دسی زیمنس بر متر باشد. شوری‌های ۳-۲/۵، ۴/۵-۴ و ۶/۵-۶ دسی زیمنس به ترتیب موجب ۱۰، ۲۵ و ۵۰ درصد کاهش در عملکرد بزرک شده است [۱۲].