بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت

بررسی تاثیر رقم، تلقیح بذر با تیوباسیلوس، و اشکال مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه

استاد راهنما:

دکتر حمید عباس دخت

استادان مشاور:

دکتر محمد رضا چایی چی

دکتر محمد رضا اردکانی

گردآورنده:

سعید شرفی

تیر ۸۵

((خدایا))

بداده و نداده
و گرفته ات شکر
که داده ات نعمت است
و نداده ات حکمت
و گرفته ات امتحان

پروردگارا
آبروی مرا به توانگری نگهدار
و شخصیت مرا با تنگدستی از بین مبر
تا مبادا از روزی خواهان تو روزی بخواهم
و از آفریده های بد کردار طلب مهربانی کنم
و در حالتی قرار گیرم که به تعریف و تمجید
کسی که به من چیزی داده بپردازم
و از کسی که مرا از امکاناتی منع کرده
است بد گوئی کنم.

((امین یا رب العالمین))

الحمد الله الذی لا یبلغ مدحته القائلون

امام علی (ع)/نهج البلاغه

سپاس بیکرانه خداوندی را که در گلی ناچیز، از روح خود دمید و ایشان را خردورزی و دانش پژوهی آموخت. در تگ و پوی آدمیان برای رسیدن به کمالی که آفریدگار برای ایشان قرار داد هر کس به فراخور داشته ها و انباشته هایش گامی به پیش می نهد و نگاهی به پس می کند تا اندوخته ی گذشتگان را چراغ راه آینده ی خود کند.

بهروزی، بدست آمدنی نیست مگر آنکه از هم دوشی و هم پشتی دیگران بهره گیریم و با امید چشمه ی جوشان فیض خداوندی گام از پس گام خود را به توشه ی تعهد و زاد راه خرد مجهز کنیم. باشد که رسالت با شکوه انسان زاده شدن را به نیکوترین گونه به جا آریم.

این مجموعه گرد هم نمی آمد مگر به یاری بزرگوارانی که به آیین شاگردی و دوستاری خود را مرهون مساعدت هایشان می دانم.

ابتدا از زحمات جناب آقای دکتر حمید عباس دخت استاد راهنمای این پروژه که همواره با بزرگواری و صمیمیت مرا در انجام امور، راهنمایی نمودند، تشکر می کنم.

از اساتید مشاور دکتر محمد رضا اردکانی و دکتر محمد رضا چایی چی که زحمت مشاوره این پایان نامه را تقبل فرمودند، سپاسگزارم.

همچنین از کلیه دوستان عزیزی که به نحوی در مراحل مختلف پروژه از کمک های خود که بی شک گره ای از کار می گشود، دریغ نکردند، به ویژه دکتر منوچهر قلی پور، دکتر احمد غلامی، دکترعلی نادری ، مهندس مهدی رحیمی، دکتر هادی قربانی ، دکتر شاهین شاهسون و دکتر خلیل اژدری و دکتر محمود رحیمی خانم مهندس ثریا قاسمی، امیر، عباس و نوید شرفی، علی دهقان هراتی، علی علیپوری، احمد پاک نژاد، مهدی محمدی، محسن گنج خانلو، غفار دارستان، اردشیر جهانگیری، عبد الله عباسی و روح ا.. آفریکان ممنون و سپاسگزارم.از کلیه پرسنل آزمایشگاه به خصوص جناب آقای مهندس غلام رضاشاکری، مهندس‌حسن گلی ، حسین مطهری نژاد و مهندس محمد ابراهیم حسین پور کمال تشکر و قدر دانی را دارم.

تقدیم به:

پدر عزیزم

و مادر مهربانم

معلمان نخستین زندگیم

و تقدیم به همسر مهربانم که تلاش و همت را، بر گستره ای از عشق و ایمان ره توشه ام ساخت و آموخت فرزانه زیستن را.

چکیده

به منظور بررسی تاثیر سه رقم کلزای پاییزه (اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری)، مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس و شکل مصرف کود نیتروژن (اوره و سولفات آمونیوم هر یک به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه، آزمایشی به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ٤ تکرار در شرایط اقلیمی شهرستان شاهرود اجرا گردید. رقم ریجنت در کبری با متوسط عملکرد دانه٤٤٠٠ کیلوگرم در هکتار نسبت به دو رقم اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ بترتیب با عملکرد دانه ٤٢٦١ و ۳۷۰۹ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی دار نشان داد. تیوباسیلوس بر عملکرد و برخی صفات اثر معنی داری داشت. با مصرف تیوباسیلوس متوسط عملکرد دانه٤۳۹۰ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار عدم مصرف ۱۲/۲ درصد افزایش داشت. تاثیر مصرف تیوباسیلوس بر طول ساقه اصلی، تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی و تعداد برگ در گیاه معنی دار و بر روی سایر صفات معنی دار نبود. در تیمار مصرف کود اوره عملکرد دانه معادل ٤۲۱٥ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به تیمار مصرف سولفات آمونیوم با میانگین عملکرد ٤۰۳۱ کیلوگرم در هکتار اختلاف معنی داری نشان نداد. اثرات متقابل بین مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس و رقم برای صفات عملکرد دانه، طول شاخه فرعی و طول غلاف در شاخه فرعی معنی دار شد.

لغات کلیدی: تیوباسیلوس، ارقام کلزا، کود نیتروژن، عملکرد و اجزای عملکرد

فصل اول (کلیات)

مقدمه ۲

تعریف مسئله یا فرضیهٔ ۳

هدف از طرح مورد نظر و ضرورت انجام آن ۵

سابقه علمی ٦

۱-۱- پیشینه ۷

۱-۲- ترکیبات دانه ۱۰

۱-۳- گیاهشناسی ۱۱

۱-۳-۱- ریشه ۱۱

۱-۳-۲- ساقه ۱۱

۱-۳-۳- برگ ۱۲

۱-۳-٤- گل آذین ۱۳

۱-۳-۵- میوه ۱۳

۱-٤- مراحل فنولوژی ۱۴

۱-۵- علل انتخاب کلزا و توسعه کشت آن ۱۶

۱-٦- موارد استفاده از دانه کلزا ۱۹

۱-۷- کنجاله کلزا ۱۹

فصل دوم (بررسی منابع)

۲-۱- نیتروژن ۲۲

۲-۱-۱- اهمیت نیتروژن و نقش آن در کلزا ۲۲

۲-۱-۲- علائم کمبود نیتروژن ۲۲

۲-۱-۳- مراحل جذب ۲۳

۲-۱-٤- میزان نیتروژن بوته های کلزا ۲۶

۲-۲- نیاز کلزای پاییزه به کود نیتروژن ۲۸

۲-۲-۱- مصرف کود نیتروژن در پاییز ۲۸

۲-۲-۲- مصرف کود نیتروژن در بهار ۳۰

۲-۳- نیتروژن و کیفیت محصول ۳۲

۲-۳-۱-میزان روغن ۳۲

۲-۳-۲- ترکیب روغن ۳۴

۲-۳-۳- میزان پروتئین ۳۵

۲-٤- همبستگی میزان روغن و پروتئین ۳۷
۲-٤-۱- کیفیت پروتئین ۳۸
۲-٤-۲- گلیکوزینولات ۳۸
۲-۵- گوگرد ۳۹
۲-۵-۱- اهمیت گوگرد و نقش آن در گیاه کلزا ۳۹
۲-۵-۲- کمبود گوگرد ۴۰
۲-۵-۳- جذب گوگرد، مقدار گوگرد در گیاه و انتقال آن ۴۱
۲-٦- مصرف همزمان گوگرد و نیتروژن ۴۹
۲-۷- کودهای بیولوژیک ۶۱
۲-۷-۱- ویژگی های تیوباسیلوس ۶۲
۲-۷-۲- رابطه باکتری های تیوباسیلوس با آهن موجود در خاک ۶۶
۲-۷-۳- کاربرد تیوباسیلوس ها در صنعت ۶۷
۲-۷-٤- میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد معدنی ۶۸
۲-۷-۵- تلقیح بوسیله باکتری ۶۸
۲-۷-٦- نتایج اکسیده شدن گوگرد ۶۸
۲-۷-۷- مدت و سطح اکسیداسیون گوگرد در خاک ها ۶۹
۲-۷-۸- نسبت نیتروژن به گوگرد خاک ۷۰
۲-۷-۹- همیاری تیوباسیلوس با آزوسپریلیوم ۷۰
۲-۷-۱۰- باکتری های فیتولیتوتروف ۷۰
۲-۷-۱۱- باکتری های شیمیولیتوتروف ۷۱
۲-۷-۱۲- عوامل موثر بر اکسیداسیون گوگرد در خاک ۷۱
۲-۷-۱۳- **مکانیسم اثر باکتری های اکسید کننده گوگرد** ۷۲
۲-۷-۱٤- تاثیر مصرف گوگرد و تلقیح خاک با باکتری های تیوباسیلوس ۷۳

فصل سوم (مواد و روش ها)

۳-۱- زمان و محل انجام آزمایش ۷۹
۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی ۷۹
۳-۳- ویژگی های آب و هوایی ۷۹
۳-٤- خصوصات خاک مزرعه مورد آزمایش ۸۰
۳-۵- تناوب زراعی ۸۱

۳-٦- مشخصات طرح آزمایشی ۸۱
۳-۷- عملیات اجرایی ۸۲
۳-۷-۱- نقشه کشت ۸۲
۳-۷-۲- آماده سازی زمین و کود دهی ۸۴
۳-۷-۳- مشخصات ارقام مورد بررسی ۸۵
۳-۷-٤- کاشت بذر کلزا ۸۵
۳-۸- عملیات داشت ۸۶
۳-۸-۱-مبارزه با علف های هرز و دفع آفات ۸۶
۳-۸-۲- آبیاری ۸۷
۳-۹- نمونه برداری و اندازه گیری ها ۸۷
۳-۱۰- برآورد شاخص های رشد ۸۹
۳-۱۰-۱- شاخص سطح برگ (LAI) ۹۰
۳-۱۰-۲- سرعت رشد گیاه (CGR) ۹۰
۳-۱۰-۳-دوام شاخص سطح برگ (LAID) ۹۱
۳-۱۰-٤- کل ماده خشک (TDM) ۹۱
۳-۱۰-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR) ۹۱
۳-۱۰-٦- برداشت نهایی ۹۱
۳-۱۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات ۹۳

فصل چهارم (نتایج و بحث)

٤-۱- مقدمه ۹۶
٤-۲- بررسی منحنی های رشد در کلزا ۹۶
٤-۲-۱- ماده خشک کل (TDM) ۹۷
٤-۲-۲- شاخص سطح برگ (LAI) ۱۰۰
٤-۲-۳- سرعت رشد نسبی (RGR) ۱۰۵
٤-۲-٤- سرعت رشد محصول (CGR) ۱۰۷
٤-۲-۵- سرعت آسمیلاسیون خالص (NAR) ۱۰۸
٤-۲-۵- دوام شاخص سطح برگ (LAID) ۱۱۰
٤-۳- تجزیه واریانس و مقایسه صفات مورد مطالعه ۱۱۰
٤-٤- طول ساقه اصلی ۱۱۲
٤-۵- طول شاخه فرعی ۱۱۵

٤-٦- تعداد شاخه فرعی گروه یک	١١٨
٤-٧- فاصله پایین ترین غلاف و شاخه فرعی از سطح خاک	١٢٠
٤-٨- تعداد برگ	١٢٣
٤-٩- اجزای عملکرد	١٢٦
٤-٩-١- تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی	١٢٦
٤-٩-٢- تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی	١٢٨
٤-٩-٣- طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی	١٣١
٤-٩-٤- وزن هزار دانه	١٣٣
٤-١٠- عملکرد	١٣٥
٤-١٠-١- عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)	١٣٥
٤-١٠-٢- عملکرد بیولوژیک	١٣٨
٤-١٠-٣- شاخص برداشت (HI)	١٤٠
٤-١١- وزن خشک گیاه	١٤٢
٤-١١-١- وزن خشک بوته	١٤٢
٤-١١-٢- وزن خشک دانه در بوته	١٤٢
٤-١١-٣- وزن خشک ساقه در بوته	١٤٢
٤-١١-٤- وزن خشک پوسته غلاف در بوته	١٤٣
٤-١٢- همبستگی صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه	١٤٥
٤-١٣- نتیجه گیری	١٤٧
٤-١٤-توصیه و پیشنهادها	١٤٩
فهرست منابع	١٥٠

فهرست جداول

جدول۱-۱- سطح زیر کشت کلزا در مناطق مختلف جهان(۱۰۰۰ × ha) ۹

جدول ۱-۲- اسید های چرب مهم برخی از دانه های روغنی ۱۰

جدول ۱-۳- تجزیه مواد تشکیل دهنده بذر کلزا ۱۰

جدول ۲-۱- حداکثر جذب نیتروژن در ارتباط با تولید ماده خشک ۲٤

جدول ۲-۲- میزان جذب نیتروژن در ارتباط با مرحله رشد ۲۵

جدول ۲-۳- میزان نیتروژن کل گیاه در مراحل مختلف رشد ۲۶

جدول ۲-٤- انتقال نیتروژن به دانه. در زراعت هایی که مقادیر متوسط یا زیاد کود نیتروژن دریافت کرده اند ۲۷

جدول ۲-۵- اثر نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و کل ماده خشک تولیدی در توریا ۲۷

جدول ۲-٦- کلزای پاییزه: تاثیر کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عمکرد رقم ویکتوریا در انگلستان ۲۸

جدول۲-۷- تاثیر نیتروژن بستر کاشت بر مقاومت به سرمای کلزای پاییزه در سوئد در یک زمستان سخت ۲۹

جدول ۲-۸- تاثیرکاربرد نیتروژن در پاییز و بهار بر عملکرد کلزای پاییزه در دو آزمایش در خاک های سبک و سنگین در لهستان ۳۱

جدول ۲-۹- تاثیر کود نیتروژن بر میزان روغن در کلزای پاییزه ۳۳

جدول۲-۱۰- تاثیر نیتروژن بر میزان پروتیین دانه (٦/۲۵ × N، درصد ماده خشک) ۳۵

جدول۲-۱۱- جذب گوگرد کلزای پاییزه در مراحل مختلف رشد ۴۳

جدول۲-۱۲- میزان گوگرد کلزای پاییزه در مراحل مختلف رشد ۴۴

جدول۲-۱۳- جذب گوگرد توسط کلزای پاییزه ۴۵

جدول۲-۱٤-تاثیر کاربرد گوگرد بر جذب آن توسط اندام های مختلف گیاه کلزا در مرحله رسیدن ۴۵

جدول۲-۱۵- تاثیر کاربرد گوگرد بر میزان آن در بوته های کلزا ۴۶

جدول۲-۱٦- انتقال گوگرد به دانه کلزا در ارتباط با سطوح عملکرد ۴۷

جدول ۲-۱۷- میزان گوگرد در دانه کلزا ۴۸

جدول ۲-۱۸- مواد معدنی سولفیدی قابل اکسید توسط تیوباسیلوس ها ۶۷

جدول۲-۱۹- مقدار انرژی تولید شده در اثر اکسیداسیون برخی از ترکیبات احیاء گوگرد ۷۳

جدول ۳-۱- مختصات جغرافیایی محل مورد آزمایش ۷۹

جدول ۳-۲- میزان بارندگی در ماه های سال ۸۵-۱۳۸٤ بر حسب میلیمتر ۸۰

جدول ۳-۳- متوسط درجه حرارت در ماه های سال ۸۵-۱۳۸٤ بر حسب درجه سانتی گراد ۸۰

جدول ۳-٤- نتایج تجزیه شیمیایی و مکانیکی خاک مزرعه در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود ۸۱

جدول ۳-۵- تناوب زراعی در محدوده محل اجرای طرح ۸۱

جدول ۳-٦- مقادیر کود مصرفی در محل مورد آزمایش بر حسب کیلوگرم در هکتار ۸۴

جدول ۳-۷- مشخصات ارقام مورد بررسی ۸۵

جدول ۳-۸- برخی از علف های هرز و آفات محل مورد آزمایش ۸۷

شکل ٤-٢٠- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر طول ساقه اصلی	١١٤
شکل ٤-٢١- تاثیر کودهای شیمیایی بر طول ساقه اصلی	١١٥
شکل ٤-٢٢- طول شاخه فرعی در سه رقم اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری	١١٦
شکل ٤-٢٣- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر طول شاخه فرعی	١١٦
شکل٤-٢٤- اثرات متقابل بین مصرف کود بیولوژیک تیوباسیلوس با ارقام بر طول شاخه فرعی	١١٧
شکل ٤-٢٥- تاثیر کودهای شیمیایی بر طول شاخه فرعی در گیاه کلزا	١١٨
شکل ٤-٢٦- تعداد شاخه فرعی گروه یک در سه رقم اوکاپی، اس ال ام٠٤٦ و ریجنت در کبری	١١٩
شکل ٤-٢٧- اثر مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف آن بر تعداد شاخه فرعی گروه یک	١٢٠
شکل ٤-٢٨- اثر کود های اوره و سولفات آمونیوم بر شاخه دهی کلزا	١٢٠
شکل ٤-٢٩- مقایسه ارقام اوکاپی، اس ال ام٠٤٦ و ریجنت در کبری در تشکیل اولین غلاف و شاخه فرعی از سطح زمین در گیاه کلزا	١٢١
شکل ٤-٣٠- تاثیر مصرف یا عدم مصرف تیوباسیلوس بر فاصله تشکیل اولین غلاف (A) یا شاخه فرعی (B)از سطح زمین در گیاه کلزا	١٢٢
شکل ٤-٣١- تاثیر دو کود اوره و سولفات آمونیوم بر تشکیل اولین غلاف (A) یا شاخه فرعی (B)از سطح زمین در گیاه کلزا	١٢٢
شکل ٤-٣٢- روند تعداد برگ در گیاه کلزا	١٢٣
شکل ٤-٣٣- روند تعداد برگ در سه رقم اوکاپی، اس ال ام٠٤٦ و ریجنت در کبری	١٢٤
شکل ٤-٣٤- تعداد برگ در دو تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس	١٢٤
شکل ٤-٣٥- متوسط تعداد برگ در ارقام مورد بررسی	١٢٥
شکل ٤-٣٦- متوسط تعداد برگ در صورت مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس	١٢٥
شکل ٤-٣٧- تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی گیاه کلزا	١٢٧
شکل ٤-٣٨- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر تعداد غلاف در شاخه اصلی (A) و شاخه فرعی (B) در گیاه کلزا	١٢٧
شکل ٤-٣٩- تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی و فرعی گیاه کلزا	١٢٩
شکل ٤-٤٠- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس در تعداد دانه غلاف شاخه اصلی (A) و فرعی(B)	١٣٠
شکل ٤-٤١- تاثیر کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی (A) و فرعی (B)	١٣٠
شکل ٤-٤٢- اختلاف ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری از نظر طول غلاف در شاخه اصلی و فرعی	١٣٢
شکل ٤-٤٣- تاثیر مصرف و یا عدم مصرف تیوباسیلوس بر افزایش طول غلاف در شاخه اصلی و فرعی	١٣٢
شکل٤-٤٤- اثرات متقابل کود بیولوژیک تیوباسیلوس و رقم بر طول غلاف در شاخه فرعی	١٣٣

شکل ٤-٤٥- وزن هزار دانه ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری ۱۳۴
شکل ٤-٤٦- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه کلزا ۱۳۴
شکل ٤-٤٧- عملکرد ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری ۱۳۶
شکل ٤-٤٨- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر عملکرد بذر و وزن خشک پوسته غلاف کلزا ۱۳۶
شکل٤-٤٩- اثرات متقابل بین کود بیولوژیک تیوباسیلوس و رقم بر عملکرد دانه. ۱۳۷
شکل ٤-٥٠- تاثیر دو کود شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر عملکرد دانه ۱۳۸
شکل ٤-٥١- مقایسه ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک. ۱۳۹
شکل ٤-٥٢- تاثیر کودهای شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک ۱۴۰
شکل ٤-٥٣- شاخص برداشت در ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری ۱۴۱
شکل ٤-٥٤- شاخص برداشت در صورت مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس (A)، کاربرد کود شیمیایی اور و سولفات آمونیوم (B) ۱۴۱
شکل ٤-٥٥- مقایسه ارقام از نظر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D) ۱۴۳
شکل ٤-٥٦- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D) ۱۴۴
شکل ٤-٥٧- تاثیر کاربرد کود های شیمیایی بر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D) ۱۴۵

فصل I

كليات

توجه به ریز مغذی ها و گسترش مبارزه بیولوژیک با آفات و بیماری هـای گیـاهی از سـال ۱۳۷٦ قوت گرفته است(اصغر زاده، ۱۳۸۰).

در سالهای اخیر مطالعات گسترده ای در این ارتباط در کشورهای مختلف انجام گرفته است و نتایج حاصله، حاکی از کارایی بالای برخی میکروارگانیسم ها در افزایش قابلیت جذب فـسفر مـی باشند. این میکروارگانیسم ها از انواع ساپروفیت ها هستند که قادرند در منطقـه ریزوسـفر فعالیـت نمایند و با کمک ترشحات ریشه، ترکیبات نامحلول فسفات مانند تری کلسیم فـسفات را بـصورت محلول و قابل جذب گیاه در آورند(مقدم، ۱۳۷۷).

مهمترین باکتری های حل کننده فسفات از جنس های *Pesudomonas* و *Bacillus* و از قارچ ها، جنس های *Aspergillus* و *Penicillium* می باشند. این میکروارگانیـسم هـا بـا اکـسیداسیون ناقص قندها و مواد پلی ساکاریدی که توسط ریشه گیاه ترشح می شوند، اسید های آلی مانند اسید گلوکونیک و اسید اگزالیک و اسید سیتریک تولید می نمایند ایسن اسـیدهای آلـی موجـب کـاهش واکنش خاک در منطقه ریزوسفر شده و مانع از غیر فعال شدن فسفر می شـوند(کریمیـان، ۱۳۷۷). بنابر این با تکیه بر تجارب و شواهد موجود بکارگیری میکروارگانیسم های حل کننده فـسفات در بهبود جذب فسفر به منظور کاهش مصرف کودهای فسفاتی بسیار ضروری بنظر مـی رسـد(بهنیـا، ۱۳۷۳).

تعریف مسئله یا فرضیه

روغن در بین محصولات غذایی ایران ازنظر درصـد وابـستگی اولـین رتبـه را در کـشور دارد (دهشیری، ۱۳۷۹). طبق گزارش های موجود، مصرف سرانه روغن خوراکی کشورمان برای هرنفـر، حدود ۱٦ کیلوگرم برآورد شده و نیاز داخلی حدود یک میلیون تن می باشد که بیش از ۹۱ درصد آن از خارج وارد می شود و این موضوع اهمیت دانه های روغنی را در جهت خودکفایی در روغن.

مشخص می نماید (رودی، ۱۳۸۲). کلزا با نام علمی *Brassica napus* گیاهی مناسب برای کاشت در مناطق معتدل می باشد که با شرایط مناطق سرد نیزسازگاراست و مانند گندم دارای تیپ های بهاره و پاییزه است. کلزا نقش عمده ای در تامین روغن خوراکی انسان دارد و از این نظر پس از سویا و آفتابگردان مقام سوم را دارا می باشد (احمدی، ۱۳۷۸). کانولا، با کمتر از ۲ درصد اسیداروسیک در روغن و کمتر از ۳۰ میکرومول گلیکوزینولات در کنجاله، نوع خاصی از کلزای روغنی می باشد، که این دو خصوصیت دانه، روغن کلزا را برای تغذیه انسان و کنجاله آن را به عنوان منبع پروتئین بالا برای تغذیه دام مناسب کرده است. روغن کلزا حاوی ٦ درصد اسید چرب اشباع است که پایین ترین میزان در بین روغن های گیاهی تجارتی می باشد. درشرایط مطلوب پتانسیل عملکرد تیپ زمستانه ۲۰تا۳۰ درصد از تیپ بهاره بیشتر است (رودی، ۱۳۸۲).

انتخاب ارقام مناسب و معرفی آن در هر منطقه یکی از ارکان اصلی موفقیت در زراعت آن منطقه محسوب می شود معرفی رقم مناسب باعث استفاده بهینه از عوامل محیطی و نهاده ها می شود و حداکثر علکرد حاصل می شود و از طرفی رقم مناسب هزینه های زراعی را نیز کاهش می دهد. استفاده از کود های بیولوژیک نیز می تواند به عنوان گامی در جهت افزایش عملکرد بواسطه استفاده بهینه از برخی عناصر مطرح می باشد. به دلیل وجود مقدار بالای گوگرد در پروتئین های محتوی گوگرد که در کلزا به وفور دیده می شود، عنصرگوگرد اهمیت ویژه ای در این محصول دارد، گوگرد باعث افزایش کارآیی مصرف نیتروژن نیز می شود که ایسن وضعیت بر اهمیت این عنصر می افزاید (توماس، ۱۹۸٤). به این ترتیب بررسی اثرات مختلف این عوامل شامل مقدار کود نیتروژن و شکل مصرف آن، انتخاب رقم مناسب، اهمیت تلقیح بذر با تیوباسیلوس (نحوه اعمال تیمارهای بیولوژیک به طور کلی بدین صورت بود که: میکروارگانیسم های مورد نظر ابتدا از آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شدند. در تیمارهایی که با

آغشته کردن بذور بااین میکروارگانیسم ها تلقیح می شدند پس از ریختن بذور کلزا در داخل یک کیسه پلی اتیلنی، مقدار ۳۰ میلی لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه می شد آنگاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها بطور یکنواخت چسبناک شود پس از آن به مقدار کافی از مایه تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه شد تا حدی که کل سطح بذر پوشانده شود. پس از ٤٥ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بذرها، بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه آلومینیومی تمیز در زیر سایه پهن گشته، تا بذور خشک شوند سپس به سرعت نسبت به کاشت بذور اقدام شد. لازم به ذکر است که طبق محاسبه صورت گرفته در موسسه خاک و آب میزان باکتری بکار برده شده برای ارقام ۳۰۰ گرم به ازای هر ۷/۲ کیلوگرم از هر نوع رقم بود) می تواند گام موثری در راه انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه باشد و درضمن عوامل مؤثر در افزایش عملکرد این محصول استراتژیک را معلوم می کند.

هدف از طرح مورد نظر وضرورت انجام آن

۱- آزمایش استفاده از کود بیولوژیک گوگردی در منطقه برای کلزا و تاثیر آن بر عملکرد.

۲- تعیین سطوح کودهای نیتروژنی و شکل مصرف آن در منطقه و تاثیر آن بر عملکرد.

۳- معرفی برخی از ارقام مناسب در منطقه.

٤- اثر متقابل کود نیتروژن و کود بیولوژیک.

٥-تعیین نقش کود بیولوژیک بر عملکرد ارقام.

٦- بررسی اثر متقابل هر یک از سطوح بالا.

سابقه علمی

برخلاف غلات زمستانه، کلزا تقاضای زیادی برای جذب گوگرد ازخاک دارد (توماس، ۱۹۸٤). در خاک هایی که کمبود گوگرد وجود دارد، مصرف ۵۰کیلوگرم گوگرد در هکتار باعث حداکثر واکنش محصول می شود ولی مصرف بیشتر از آن به دلیل تاثیر احتمالی بر کیفیت دانه کلزا توصیه نمی شود (رودی، ۱۳۸۲). گوگرد می تواند در پاییز به صورت مخلوط با خاک بستر بذر و یا به صورت سرک همراه با مصرف نیتروژن در بهار بکار برده شود (خادمی، ۱۳۷۹ و توماس، ۱۹۸٤). به جای فرم عنصری گوگرد، بهتر است فرم قابل دسترس آن مانند سولفات آمونیوم مصرف شود (دونالد، ۱۹۹۳). کلزا عکس العمل ویژه ای به گوگرد داشته و نسبت به گندم و محصولات مشابه، نیاز بیشتری به این عنصر دارد البته مقدار بالای این عنصر، اثرات نامطلوبی بر کلزا دارد، زیرا باعث تغییر pH خاک می شود، در حالی که اسیدیته مطلوب برای کلزا بین ۷- ٦ می باشد (میرز، ۲۰۰۲). متوسط مصرف کود گوگردی در فرانسه حدود ۳۰ کیلوگرم در هکتار است (عزیزی، ۱۳۷۸). امروزه ارقام متعددی از کلزا توسط مراکز ذیصلاح به بازار عرضه گردیده است که ضمن داشتن حداقل میزان اسیداروسیک وگلیکوزینولات، حاوی مهمترین ترکیبات اسیدهای آمینه بوده و به عنوان یکی از منابع غنی تولید روغن شناخته می شوند (لاری، ۱۹۹۱). نیتروژن یکی از مواد غذایی است که معمولا تولید کلزا را تحت تاثیر قرار می دهد. نیاز کلزا به نیتروژن بویژه در کشت پائیزه به دلیل شسته شدن و عدم امکان مصرف سریع زیاد بوده و به کارگیری مطلوب کود نیتروژن برای تولید قابل توجه کلزا ضروری است. نیتروژن به مقدار قابل توجه در بافت های گیاه دیده می شود زیرا این ماده از اجزای اصلی ترکیبات حیاتی گیاه نظیر پروتئین ها، اسید های آمینه، نوکلئوئیدها، اسید های نوکلئیک و کلروفیل می باشد. بررسی های به عمل آمده نشان گر این نکته

است که کلزایی با عملکرد ۲۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در اندام های هوایی خود حاوی ۱۲٤ کیلوگرم نیتروژن در هکتار می باشد (گرانت، ۱۹۹۰).

۱-۱- پیشینه

دانه های روغنی پس از غلات؛ دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می دهند. این محصولات علاوه بر دارا بودن ذخایر غنی اسید های چرب، حاوی پروتئین نیز می باشند. استفاده از پروتئین های گیاهی به جای گوشت و نیز معرفی دانه های روغنی جدیدی چون کلزا، کرامب[۱] و هوهوبا[۲] به بازار های جهانی؛ سبب اهمیت روز افزون این محصولات شده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). در این میان کلزا به عنوان یکی از مهمترین گیاهان روغنی در سطح جهان مطرح می باشد و کشت و کار آن درکشور به طور روز افزون استمرار دارد. آخرین ارقام منتشره از سوی سازمان خوار و بار و کشاورزی جهانی (FAO) در سال ۱۹۹۹ نشان می دهد، کلزا پس از سویا و نخل روغنی، سومین منبع تولید روغن نباتی جهان به شمار می رود. به نظر می رسد منشاء کلزای امروزی، جنوب اروپا است و در اوایل قرن ۱۸ به آسیا وارد شده است. کشت تجاری کلزا از سال ۱۹٤۲ در قسمت شمالی قاره آمریکا یعنی کشور کانادا شروع شد. با افزایش سریع سطح زیر کشت این محصول، در حال حاضر چین و کانادا بزرگ ترین تولید کنندگان کلزا به شمار می روند (اسکاریس بریچ، ۱۹۸٦).

۱- Cramb(Cramb abysssinica)

۲- Jojoba(Simmondesia chinensis)

در اروپا تولید روغن از کلزا و سایر گیاهان جنس براسیکا به قرن پانزدهم (فیوزل، ۱۹۸۵) بر می گردد ولی در هندوستان و احتمالاً چین قبل از آن نیز کشت می شده است. کلزا یا دانه خردل در حدود سه هزار سال قبل از میلاد در دره ایندوس وجود داشته و استفاده از روغن آن به چند قرن قبل از میلاد مسیح بر می گردد (مهرا، ۱۹۸٦). امروزه در تمام قاره های جهان روغن کلزا تولید می شود. بیش از نیمی از سطح زیر کشت کلزا در کشور چین و هندوستان می باشد و بیش از یک سوم آن نیز در کشور های کانادا، بنگلادش، پاکستان و شمال اروپا کشت می گردد. از کشور های عمده اروپایی که کلزا در آنها کشت می گردد می توان به فرانسه، آلمان، لهستان و سوئد اشاره کرد (جدول۱-۱). کلزا به عنوان دانه روغنی سنتی مناطق معتدل شمالی شناخته می شود و در گذشته به دلیل نا مطلوب بودن ترکیبهای روغن و ارزش غذایی آن، مورداستفاده قرار نمی گرفت. این دو مشکل بعضاً به مدد پیشرفت درزمینه دانش فرآوری و شاید مهمتر از ان، به برکت دست یابی به ابزار ژنتیکی برای تغییر ترکیب روغن و کنجاله تا حد زیادی مرتفع شده است. با رفع این مشکل زمینه افزایش مداوم تولید روغن کلزا و تامین نیاز فزآینده به روغن خوراکی فراهم آمده و بسیاری از کشورها می توانند آن را جایگزین واردات پرهزینه روغن گیاهی از منابع خارجی نمایند.

جدول۱-۱- سطح زیر کشت کلزا در مناطق مختلف جهان(۱۰۰۰ × ha).

کشور	۱۹۹۳	۱۹۹٤	۱۹۹۵	۱۹۹٦	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰
جهان	۱۹۹۹۵٦۹۰	۲۲۸۳۰۱۰۳	۲۳۹٤۱۳۲۸	۲۱۷۷۸۸٦۹	۲۳۵۸۱۸۷۹	۲۵۹٦۱۱۰۲	۲۷۵۸۷۱۹۸	۲٦۸٤٤٦۷۸
چین	۵۳۰۰۱۰۳	۵۷۸۳۱۳٦	٦۹۰۷۰۱۲	٦۷۳۳۷٦۰	٦٤۷۵۰۰٦	٦۵۲۷۰۱۷	٦۸۹۹۰۱۷	۷۸۰۰۰۱۷
کانادا	٤۱۲٤۰۰۰	۵۷۵٤٦۰۰	۵۲۷۱۰۰۰	۳٤۵۱۰۰۰	٤۸۷۰۰۰۰	۵٤۲۸۸۰۰	۵۵٦٤۳۰۰	٤۸۵۵۱۰۰
هند	٦۱۹۳۰۰۰	٦۲۸۸۹٤۰۰	٦۰٦۰۰۰۰	٦۵٤٦۰۰۰	٦۵٤۵٤۰۰	۷۰٤۱۰۰۰	٦۵۹۷۸۰۰	٦۳۲۰۰۰۰
فرانسه	۵۵۰۰۰۰	٦۷۱۰۰۰	۸٦٤۰۰۰	۸۷۵۰۰۰	۹۸۸۰۰۰	۱۱٤۵۰۰۰	۱۳٦۹۰۰۰	۱۲۲۰۰۰۰
آلمان	۱۰۰۷۰۰۰	۱۰۵۷٦۰۰	۹۷۳۸۸٦	۸۵۳٦۰۰۰	۹۱۳۹۷۱	۱۰۰۷۲۲۵	۱۱۹۸۰۳۸	۱۰۸۰۲٤۲
استرالیا	۱۷٦۵۳۲	۳۵٦۲۳٤	۳۷٦۵۵۸	٤۰۷۰۰۰	٦۹۷۰۰۰	۱۲۷۰۰۰۰	۱۷۸۲۰۰۰	۱۵۱۲۰۰۰
انگلستان	٤۱۸۰۰۰	٤۹٦٤۰۰	٤۳۹۰۰۰	٤۱٤۰۰۰	٤۷۳۰۰۰	۵۳۱۰۰۰	۵٤۲۰۰۰	٤۵۰۰۰۰
امریکا	۷۸۱۵۰	۱٤۰۳۰۰	۱۷٤۵۸۰	۱٤۱۹۱۰	۲۸۳۰۸۰	٤۳۷۳۵۰	٤۲٤۲۸۰	۵۹۲۲۲۰
لهستان	۳٤۸٤٤۱	۳۷۰۲۷۵	٦۰٦۳۸۲	۲۸۲٦۲۵	۳۱۷۳۵۲	٤٦۵۹۹۵	۵٤۵۲۷۳	٤۵۳۰۰۰
دانمارک	۱٦٤۰۰۰	۱٦۹۵۸۰	۱۵۲۷۳	۱۰٦۰۰۰	۱۰٤۰۰۰	۱۱۷۲۷۸	۱۱۳۰۰۰	۷۸۰۰۰
ایران	–	۹٤۰۵	٤٦۸/۵	۲۵۰۰	۱۰۵٦۲	٦۳۷۹/٦	۵۱۰۹/۵	۱۷۲٤۰
درصد سهم ایران از سطح جهانی	–	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	۰/۰٤۵	۰/۰۲۵	۰/۰۱۹	۰/۰٦٤

با انجام تحقیقات و بررسی نتایج حاصله، مشخص شده است توسعه کشت کلزا در کشور میسر است (احمدی، ۱۳۷۸) و می تواند به موازات توسعه کشت زیتون در کاهش میزان وابستگی به خارج کشور، در زمینه روغن گیاهی موثر باشد. به همین دلیل بر اساس برنامه های وزارت جهاد

کشاورزی در سال زراعی (۸۰-۷۹) برنامه ای برای کشت حداقل ٤٤ هـزار هکتـار کلـزا در دسـت اجرا است (شرکت توسعه دانه های روغنی، ۱۳۷۸).

۱-۲- ترکیبات دانه

در تجزیه شیمیایی دانه کلزا می توان مقادیر زیـادی روغـن مـشاهده نمـود. همـان گونـه کـه در جدول۱-۲ مشاهده می شود ارقام اولیه کلزا مقادیر زیادی اسید اروسیک داشتند که با اصلاح ارقـام جدید، میزان این اسید چرب مضر تقلیل یافت، به طوری که در ارقام امروزی تقریبا به صفر رسیده است (خداپرست، ۱۳۷۳).

جدول ۱-۲- اسید های چرب مهم برخی از دانه های روغنی.

گیاه	پالمیتیک	اولئیک	لینولئیک	لینولنیک	اروسیک
ارقام قدیمی شلغم روغنی	۳	۳۲	۱۹	۱۰	۲۳/۵
ارقام قدیمی کلزا	۳/۵	۲۲	۱۲	۷	٤۰
نخل روغنی	٤٦	۳۸	۱۰	ناچیز	---
سویا	۱۱	۲۵	۵۰	۸	---
ذرت	۱۲	۲۷	۵۷	۱	---
آفتابگردان	۸	۲۰	٦۸	ناچیز	-----
ارقام HEAR	۲	۱۲	۱٤	۸	۵۵
کلزای امروزی	٤	۵۷	۲٤	۹	----

جدول ۱-۳- تجزیه مواد تشکیل دهنده بذر کلزا (خداپرست، ۱۳۷۳).

ترکیبات	پروتئین	چربی	رطوبت	هیدرات کربن	مواد معدنی	گلیکوزینولات
مقدار (٪)	۱۷-۲۵	٤۰-٤۵	۵/۵-۷/۳	۲۰-۲۵	۳/۲-۵/۳	۱-٤

کنجاله کلزا دارای ۴۳-۳۸ درصد پروتئین و ۱۳ درصد فیبر است. درصد بالای فیبر از عوامل کاهش کیفیت کنجاله و محدودیت استفاده مستقیم از آن در جیره غذایی دام می باشد(جدول۱-۳).

۱-۳- گیاهشناسی

کلزا با نام علمی *Brassica napus.L* از تیره شب بو یا چلیپائیان یک گونه آمفی دیپلوئید حاصل از تلاقی فرم هایی از گونه کلم با شلغم در طبیعت می باشد. گیاهی است علفی با دوره رشد یکساله که به دو تیپ بهاره و پاییزه تقسیم می شود. علاوه بر گونه *B.napus* (کلزا به معنی اخص)، دانه گونه های شلغم روغنی (*B.compestris*)، خردل هندی (*B.juncea*) خردل سیاه (*B.nigra*) و خردل حبشی (*B.carinata*) نیز در بازارهای جهانی تحت نام کلزا شناخته می شود (احمدی، ۱۳۷۰).

۱-۳-۱- ریشه

کلزا دارای ریشه عمودی و بلندی است که در شرایط مناسب تا عمق ۸۰ سانتی متری خاک و حتی بیشتر نفوذ می کند. عمق نفوذ و گستردگی ریشه نقش بسزایی در مقاومت گیاه به خشکی دارد و همچنین دارای ریشه های جانبی متعددی است که معمولا در لایه های بالایی خاک پراکنده هستند و کمتر به عمق خاک فرو می روند.

۱-۳-۲- ساقه

کلزا دارای یک ساقه اصلی است و تقریبا مدور می باشد. که از شاخه های فرعی زیادی منشعب می شود. ارتفاع نهایی بوته بین ۵۰ تا ۲۰۰ سانتی متر متغیر است و پس از به گل نشستن ساقه اصلی، رشد ساقه های فرعی آغاز می شود. تشکیل ساقه های فرعی علاوه بر نوع رقم به تراکم بوته ها و وجود مواد غذایی کافی در خاک بستگی دارد. در تراکم های بالا، میزان شاخه های

فرعی کم و ارتفاع آنها بیشتر می شود. شاخه ها از محل اتصال برگ به ساقه اصلی منشعب شده و به یک گل آذین ختم می شوند.

۱-۳-۳- برگ

برگ های کلزا به سه فرم چسبیده ساقه آغوش، چسبیده ساقه معمولی و دارای دمبرگ مشاهده می شوند. برگ های روزت، اغلب بیضوی و چند قسمتی با یک لوب بزرگ در راس برگ بوده و دارای دمبرگ هستند. رنگ برگها سبز متمایل به آبی است و در متن آن رگبرگ ها مشاهده می شوند. برگ های روزت و برگ های پایینی ساقه کمی کرک دارند، ولی برگهای میانی و بالایی فاقد کرک و دمبرگ و لوب هستند و لبه آن ها ممکن است دندانه دار یا صاف باشد. این برگ ها به شکل قلب بوده و در محل اتصال با ساقه، یک سوم تا نصف محیط ساقه را می پوشانند. برگ های کلزا به صورت متناوب روی ساقه قرار می گیرند. در صورت کشت بسیار متراکم یا گرم شدن هوا در پاییز ممکن است بوته ها رشد طولی کرده و از حالت روزت خارج شوند که در این حالت در معرض خطر سرمازدگی قرار می گیرند. پس از رفع سرمای زمستان، ابتدا ساقه اصلی رشد می کند و پس از به گل نشستن ساقه اصلی، رشد ساقه های فرعی آغاز می شود.

تعداد برگ های ساقه ی اصلی بسته به نوع واریته از ۵ تا ۱۲ عدد در بوته های تیپ بهاره تا ٤٠ عدد در بوته های تیپ پاییزه تغییر می کند. میزان تولید برگ به طول دوره گلدهی (از ابتدا تا پایان گلدهی) مربوط می باشد.

ریزش برگ به دلیل برخی عوامل از جمله آفات در نواحی گرمسیری شایع است. چنانچه ریزش برگ ها در ابتدای گلدهی رخ دهد، تاثیر منفی بر عملکرد نهایی می گذارد اما پس از گلدهی اثر قابل ملاحظه ای بر آن ندارد (معتمدی، ۱۳۷۹).

۱-۳-٤- گل آذین

گل آذین به شکل خوشه بلندی است که در آن گل ها از قسمت پایین خوشه شروع به شکفتن می کنند. کلزا گیاهی است عمدتاً خودگشن که میزان خودگشنی آن بیش از ۷۰٪ می باشد. گل ها دوجنسی (هرمافرودیت) بوده و هر گل شامل ٤ کاسبرگ، ٤ گلبرگ، ٦ پرچم و مادگی دوبرچه ای می باشد. دو پرچم کوتاهتر از سایر پرچم هاست و رنگ گلبرگ ها نیز از پرتقالی تا زرد کم رنگ متغیر است. طول دروه گلدهی در شرایط آب و هوای معمولی ٢٤ تا ۳۰ روز است. رنگ گلبرگ ها و شهد فراوانی که در گل ها تولید می شود با عث جذب زنبور ها می گردد. تاثیر مثبت فعالیت زنبور ها در مزرعه کلزا در آزمایشات متعدد به اثبات رسیده است. بر اساس برآورد های انجام شده پتانسیل تولید عسل کلزا در طول یک فصل به ۱۰۰ تا ۵۰۰ کیلو گرم در هکتار می رسد. در انگلستان، سطح زیر کشت کلزا از درختان میوه فراتر رفته و این گیاه را به منبع اصلی تغذیه زنبورهای عسل تبدیل نموده است (احمدی، ۱۳۷۹). بسیاری از زنبور داران برای تولید عسل بیشتر، کلنی های زنبور خود را به مزارع کلزا منتقل می کنند. عسل کلزا سفید رنگ و کم عطر می باشد و به همین دلیل آن را با عسل های معطر مخلوط نموده سپس به بازار عرضه می کنند (احمدی، ۱۳۷٤).

۱-۳-۵- میوه

میوه کلزا، غلاف یا به عبارت علمی خورجینی به طول ۵ تا ۱۰ سانتی متر است که فاقد کرک بوده و در انتها به یک منقار منتهی می شود. هر خورجین دارای یک غشای میانی است که دانه ها روی آن قرار دارند، در حالی که در غلاف این غشای میانی وجود ندارد و دانه ها روی دیواره اصلی قرار می گیرند. در هر خورجین ممکن است ۱۵ تا ٤۰ دانه تشکیل شود. خورجین ها پس از

رسیدن، از قسمت پایینی باز می شوند و دانه ها می ریزند. با اصلاح ارقام مقاوم به ریزش، تا حدی از این خسارت جلوگیری شده است. شرایط آب و هوایی نیز بر میزان ریزش تاثیر زیادی دارد.

۱-٤- مراحل فنولوژی

کشاورزانی که می دانند کلزا چگونه رشد می کند و عملیات زراعی چه تاثیری بر مراحل رشد آن می گذارد می تواند مدیریت موثرتری در زراعت آن اعمال کنند. برای تشریح مراحل رشد و نمو کلزا می توان از روش کد گذاری استفاده کرد. این عمل توسط دانشمندی همچون هارپر و برکن کمپ و سیلوستر و برادلی صورت گرفته است (کیمبر، ۱۹۹۵).

بر اساس آخرین روش کد گذاری که توسط انجمن کلزای کانادا انجام گرفته (۱۹۹۸) مراحل رشد و نمو کلزا به صورت زیر تقسیم بندی می شود (کیمبر، ۱۹۹۵؛ اسکارریس بریچ، ۱۹۸٦):

کد مرحله	نام مرحله	مراحل فرعی
۰	مرحله جوانه زنی	
۱	مرحله گیاهچه	
۲	مرحله روزت	
۲-۱		نخستین برگ حقیقی گسترش می یابد
۲-۲		دومین برگ حقیقی گسترش می یابد
۲-۳		سومین برگ حقیقی گسترش می یابد

۳ مرحله غنچه دهی

۳-۱ گل آذین در وسط روزت قابل رویت می شود

۳-۲ گل آذین به بالاتر از سطح روزت رشد می کند

۳-۳ غنچه های پایینی به زردی می گرایند.

٤ مرحله گلدهی

٤-۱ نخستین گل می شکفد

٤-۲ تعداد زیادی گل می شکفند و غلافهای پایینی دراز می شوند

٤-۳ غلافهای پایینی شروع به دانه بندی می کنند.

٤-٤ گلدهی به پایان می رسد و دانه های غلافهای پایینی متورم می شوند

۵ مرحله رسیدگی

۵-۱ دانه های غلافهای پایینی به حد نهایی رشد رسیده و حالت شفاف دارند.

۵-۲ دانه های غلافهای پایینی سبز رنگند

۵-۳ دانه های غلافهای پایینی زرد متمایل به قهوه ای یا سبز متمایل به زرد شده اند

٤-٥ دانه های غلافهای پایینی زرد یا قهوه ای شده اند.

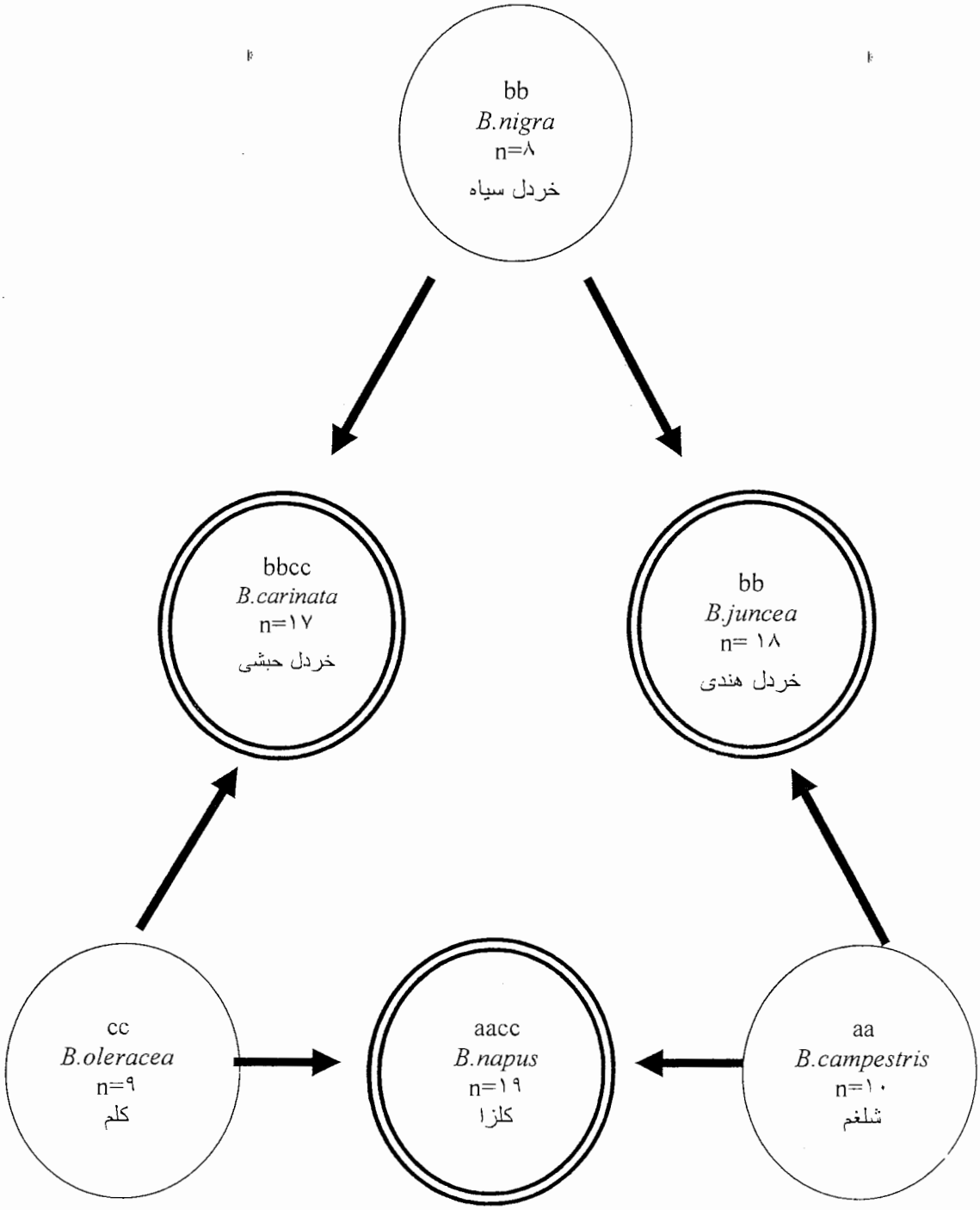
٥-٥ دانه های کلیه ی غلاف ها قهوه ای شده روی بوته می میرد.

١-٥- علل انتخاب کلزا و توسعه کشت آن

از جمله علل انتخاب این محصول و توسعه کشت آن در ایران می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- تجارت ارزنده کشورهای پیشرفته جهان و موفقیت های چشم گیر آن ها، در نتیجه امکان دسترسی به یافته های تحقیقاتی و اجرایی آن ها (عزیزی و همکاران، ١٣٧٨).
- پاییزه بودن آن و در نتیجه امکان استفاده از نزولات آسمانی و نیاز کمتر به آبیاری.
- به علت پاییزه بودن بر خلاف سایر دانه های بهاره در رقابت با محصولات پر درآمد بهاره نیز قرار می گیرد.
- در تناوب زراعی با غلات و تعدادی از محصولات زراعی موجب افزایش عملکرد می شود.
- دارای تیپ های پاییزه و بهاره بوده و سازگاری خوبی با شرایط متفاوت اقلیمی و خاک دارد .
- در توسعه صنعت زنبور داری نقش مهمی می تواند ایفا کند.
- به علت این که برداشت آن بر خلاف سایر دانه های روغنی در طول بهار انجام می شود، می تواند با پر کردن ظرفیت کارخانجات روغن کشی در فصل بیکاری موجب بالا رفتن بهره وری و درآمد آنها گردد.

- به علت بقایای گیاهی مطلوب، علاوه بر تاثیر مثبت در میزان ماده آلی خاک، در تامین علوفه مورد نیاز زارعین نیز موثر است.
- در مقایسه با بعضی از دانه های روغنی مرسوم، درصد روغن بالایی دارد.
- با اعمال مدیریت صحیح استفاده از روش های ساده، امکان کاشت، داشت، برداشت آن در هر شرایط و با هر امکانات محلی وجود دارد. به عنوان مثال در کشور چین سالانه ۷ میلیون هکتار کلزا در قطعات اکثراً زیر یک هکتار به صورت دستی کاشت، داشت و برداشت می شود.
- کلزا با تقدم برداشت در مقایسه با گندم زمینه ی لازم برای کشت دوم محصولات تابستانه را فراهم می سازد.
- در مناطقی که در بهار به علت محدودیت آب و همزمانی آبیاری و محصولات بهاره با آخرین آب غلات مشکلاتی در آبیاری دارند می توان با کشت کلزا (به ویژه ارقام زودرس) و برداشت زود هنگام آن این مشکل را حل نمود.
- امکان کشت ارقام زودرس کلزا در حد فاصل تناوب غله – ذرت، غله -- سویا، غله – پنبه و ما بین ۲ شالی وجود دارد
- با کشت ارقام زود رس کلزا در مناطق دیم که بارندگی پاییزه مطلوب داشته ولی در بهار با خشکی مواجه می شود، نتایج بهتر از غلات عاید می گردد (احمدی، ۱۳۷۸).



شکل ۱-۱- رابطه ژنومی گونه های متعلق به جنس براسیکا

۱-٦- موارد استفاده از دانه کلزا

در قرون وسطی در اروپا و خاور دور از روغن کلزا به عنوان روغن چراغ استفاده می شده وظاهراً برای این کار بسیار مناسب بوده است (خداپرست، ۱۳۷۳). کنجاله ی آن نیز جهت تغذیه دام و گاهی به عنوان کود به کار می رفته است. در قرن نوزدهم زراعت کلزا دراروپا تقریباً تا حد صفر کاهش یافت که دو علت برای آن ذکر گردید اول آغاز استفاده از نفت برای مصارف روشنایی و دوم واردات دانه های روغنی مناطق استوایی بود که روغن ارزان قیمت خوراکی و صنعتی از آن ها تهیه می شد. کشف دوباره روغن کلزا در اروپا و توسعه آن در مقیاس وسیع پس از جنگ جهانی دوم در کانادا باعث شد که این گیاه روغن عمده این مناطق را تامین نماید. کلزا و خردل در طول چندین قرن در آسیا مورد کشت قرار می گرفت و علاوه بر مصرف خوراکی روغن، از آن به عنوان چاشنی غذا، ضد عفونی کننده ونیز در مراسم مذهبی استفاده می شده است (مهرا، ۱۹۸٦).

۱-۱۰- کنجاله کلزا

اگر چه کنجاله کلزا به عنوان خوراک دام نسبت به روغن آن از ارزش اقتصادی کمتری بر خوردار است ولی بعضی از جنبه های مربوط به ترکیب کنجاله، ارزش غذایی و مطلوب بودن آن را به عنوان خوراک دام تحت تاثیر قرار می دهد. کنجاله که معمولاً در حدود ۵۵ تا ٦۵ درصد از دانه کلزا را تشکل می دهد دارای مقادیر بالایی پروتئین با کیفیت مطلوب می باشد. از آنجا که کنجاله کلزا به عنوان خوراک دارای پروتئین بالا در تغذیه دام به کار می رود، هر گونه تغییر در پروتئین آن حائز اهمیت است (احمدی، ۱۳۷۸ و ۱۳۷۹). میزان پروتئین عملاً با روغن (وگل و همکاران، ۱۹٦۸) همبستگی منفی شدید داشته و عوامل محیطی و ژنتیکی نیز بر پروتئین دانه همانند روغن تاثیر می گذارد. میزان پروتئین همچنین با میزان فیبر دانه که خود از درصد پوست تبعیت می کند،

همبستگی دارد. درصد پوست واریته هایی که دانه زرد دارند به مقدار قابل ملاحظه ای کمتر بوده و از این خاصیت ژنتیکی می توان استفاده کرد ولی در مورد اثر عوامل محیطی بر میزان فیبر اطلاعاتی موجود نیست. استفاده از کنجاله کلزا برای تغذیه دام به میزان گلیکوزینولات آن بستگی دارد.گلیکوزینولات ها بر اثر هیدرولیز آنزیمی توسط میروزیناز (تیوکوزیداز) به ترکیبات سیانو، اوکسازولیدینتیون و ایزوتیوسیانات ها تبدیل می شود. مواد حاصله از هیدرولیز گلیکوزینولات ها موجب بروز گواتر شده و اثر منفی در رشد و تولید مثل دارند که با استفاده از حرارت آنزیم میروزیناز تخریب شده بنابراین از تولید مواد سمی جلوگیری می شود، ولی هر گونه اختلاط بعدی با کنجاله ای که با دما تیمار نشده باشد ممکن است موجب بروز مجدد گردد. پیشرفت های جدید در زمینه به نژادی ثابت نموده که میزان گلیکوزینولات کنجاله کلزا توسط ژن ها کنترل می شود و ارقام جدید کمتر از نیم درصد گلیکوزینولات در کنجاله دارند، در حالی که ارقام قدیمی دارای پنج درصد یا بیشتر از این ماده می باشند. این وضعیت در حالی است که حتی وجود نیم درصد اثر تغذیه ای گلیکوزینولات ها باید با اهمیت تلقی شود. نتایج آزمایشات وتر و همکاران در مورد تاثیر عوامل محیطی بر میزان گلیکوزینولات، که در چهار ناحیه ایالات ساسکاچوان کانادا صورت گرفته است نشان داد که میزان گلیکوزینولات ها تحت تاثیر عوامل محیطی تا ۱۰۰ درصد متغیر بوده است (معتمدی و همکاران، ۱۳۷۹).

فصل II

بررسی منابع

۲-۱- نیتروژن

۲-۱-۱- اهمیت نیتروژن و نقش آن در کلزا

نیتروژن یکی از اجزا مهم تشکیل دهنده پروتئین می باشد که در گیاه با جذب آن به شکل معدنی –آمونیوم یا نیترات– موجب تشکیل پروتئین می گردد. افزایش مصرف نیتروژن، میزان پروتئین و در نتیجه میزان پروتوپلاسم را افزایش می دهد. در نتیجه، اندازه سلول و سطح برگ بزرگ تر شده، و فعالیت فتوسنتزی بیشتر می گردد. تاثیر کلی آن (در صورت نبود سایر عوامل محدود کننده) افزایش سریع رشد گیاه خواهد بود که در قالب آن تعداد گل و احتمالاً غلاف بیشتری تشکیل خواهد شد.

۲-۱-۲- علایم کمبود نیتروژن

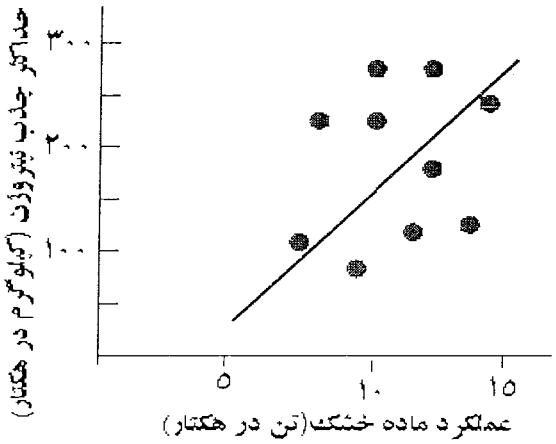
علایم اولیه کمبود نیتروژن معمولاً در ابتدا به صورت رنگ سبز روشن درساقه و برگ ها دیده می شود. برگ ها ممکن است کلروزه شده، به رنگ ارغوانی در آیند و برگ های مسن تر ممکن است پژمرده گردند. رشد گیاه اندک و ساقه اصلی ضعیف و کوتاه با انشعابات کم و زراعت ضعیف و کم پشت باقی می ماند. تعداد غلاف ها کم شده و دوره گل دهی محدود می شود، بنابراین گیاه در مقایسه با شرایط دریافت نیتروژن کافی، دوره رشد را زودتر تکمیل می کند.

علایم کمبود نیتزوژن بطور کامل قابل تشخیص نبوده و با کمبود گوگرد (که گوگرد در سنتز پروتئین موثر می باشد) شباهت هایی را دارد، ولی کمبود این ماده غذایی اغلب با گل دهی نامحدود همراه است. شاید ساده ترین روش رفع علایم کمبود نیتروژن، استفاده از کود سرک نیتروژن باشد که در صورت عدم رفع علایم، به ویژه تغییر رنگ برگ ها به سبز تیره طی حدود ۱۰ روز بایستی سایر عوامل را جستجو کرد. نیتروژن در تمامی اسیدهای امینه، پروتئین ها و اسید

نوکلئیک وجود دارد و بیشتر از هر عنصر دیگری به جز هیدروژن، اکسیژن و کربن در گیاهـان لازم است (احمدی و همکاران، ۱۳۸۰).

۲-۱-۳- مراحل جذب

کلزای پاییزه مقدار قابل توجهی نیتروژن در پاییز جذب می کند (جـدول۲-۱). مقـدار واقعـی بیشتر تحت تاثیر کود نیتروژن می باشد، به طوریکه از ۹ کیلوگرم در هکتار بـدون اسـتفاده از کـود نیتروژن تا ٤٦ کیلوگرم در هکتار با استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن تغییـر مـی کنـد (لفوره و همکاران، ۱۹۷۰). گاهی در کلزای پاییزه مقدار نیتروژن در زمستان کاهش می یابد که ایـن امر احتمالاً به دلیل خسارت پرنده یا یخبندان به گیاه است. در ادامه این مرحله بـا شـروع رشـد در بهار افزایش سریع در جذب صورت می گیرد: زراعت های سـوئد (اندرسـون و همکـاران، ۱۹۸۵) بیش از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در بهار قبل از شروع گلدهی جذب می کنند در حـالی کـه یک زراعـت در فرانسه (لفـوره و همکـاران، ۱۹۷۰) بـه فاصـله ۲۱ روز بـین ۱۲ فـروردین و ۱۹ اردیبهشت، ۱۳٤ کیلوگرم در هکتار نیتروژن جذب کرد.



شکل ۲-۱- همبستگی بین حد اکثر میزان جذب نیتروژن و ماده خشک تولیدی .

جدول ۲-۱- حداکثر جذب نیتروژن در ارتباط با تولید ماده خشک.

منبع	کشور	زراعت	بیشینه جذب نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	کل ماده خشک تولیدی (تن در هکتار)
اندر سون و همکاران	سوئد	کلزای پائیزه	۲۲۲	--
بریوکس	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۰٤	۱۰/۰۹
لفوره ولفوره	فرانسه	کلزای پائیزه		
		نیتروژن ۰	۱۵۸	۹/٦
		نیتروژن ۱۰۰	۱٦۲	۷/۷
		نیتروژن ۲۰۰	۲۵۷	۱۳/٦۵
لوئیس و پیکارد	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۵٦	۸/۱۲
پییره	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۳۱	۸/٤٦
رادت	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۵۱	۱۰/۷۳
رادت	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۳۸	۷/۸۳
شولتز	دانمارک	کلزای پائیزه		
		(۱)	۲۳۰	۱۳/۸
		(۲)	۲۵۰	۱۰/۵

جدول ۲-۲- میزان جذب نیتروژن در ارتباط با مرحله رشد

منبع	کشور	زراعت	زمان یا مرحله رشد	جذب نیتروژن کیلو گرم در هکتار		
آندرسون و همکاران	سوئد	کلزای پائیزه	اواخر پاییز			۵۶
			اوایل بهار			۲۸
			شروع گلدهی			۱۸۶
			بعد از گلدهی			۲۲۰
			رسیدن			۱۶۵
بریرکس	فرانسه	کلزای پائیزه	اواخر پاییز			۱۳
			اوایل بهار			۹۷
			شروع گلدهی			۷۷
			بعد از گلدهی			۱۰۴
			رسیدن			۹۸
لفوره ولفوره	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۲ آذر	۹	۱۴	۴۶
			۱۹ فروردین	۳۴	۳۸	۸۴
			۹ اردیبهشت	۱۱۰	۱۴۰	۲۱۴
			۱۱ خرداد	۸۴	۱۶۲	۲۳۹
			۱ تیر	۱۸۵	۱۵۳	۲۵۷
لوئیس و پیکارد	فرانسه	کلزای پائیزه	۲۴بهمن			۴۶
			۲۲ اسفند			۱۲۹
			۱۹ فروردین			۱۲۳
			۱۸ اردیبهشت			۱۵۶
			۱۸ خرداد			۱۳۰
			۷ تیر			۱۱۰
پییره	فرانسه	کلزای پائیزه	۲ فروردین			۸۸
			۱۳ فروردین			۹۳
			۱۶ اردیبهشت			۱۳۱
			۱۶ خرداد			۱۲۴
			۳۰ خرداد			۱۱۷
			۲۲ خرداد			۱۴۹
			۳۱ تیر			۱۵۱

۲-۱-٤- میزان نیتروژن بوته های کلزا

بیشترین میزان نیتروژن در بوته های کلزا به صورت درصد ماده خشک، در مرحله روزت می باشد که در آن هنگام بیشترین ماده خشک در برگ ها بوده و بعد از آن پیوسته کاهش می یابد. به عنوان مثال کلزای پاییزه (جدول۲-۳) در پاییز ۳ تا ٤/٥ درصد نیتروژن دارد که این میزان در مرحله رسیدن به ۱/۲ تا ۱/۹ درصد کاهش می یابد (لفوره و همکاران، ۱۹۷۰؛ رادت، ۱۹۵۵). زراعت هایی که مقادیر کافی کود در یافت کرده اند دارای ٥/ ۳ تا ٤/٥ درصد نیتروژن در پاییز و ۱/٥ تا ۱/۹ درصد در مرحله رسیدن می باشد. مقادیر کمتر، کمبود نیتروژن را نشان می دهد و مقادیر بالاتر یک عامل محدود کننده جهت تولید ماده خشک می باشد.

جدول ۲-۳- میزان نیتروژن کل گیاه در مراحل مختلف رشد.

منبع	کشور	زراعت	زمان	میزان نیتروژن (درصد ماده خشک)
آندرسون و همکاران	سوئد	کلزای پاییزه	آبان	٤/٥۲
			فروردین	٥/۷۸
			اردیبهشت	۳/٤۸
			خرداد	۱/٦۳
			تیر	۱/۷٦
پییره	فرانسه	کلزای پاییزه	۲ فروردین	۲/۳۷
			۱۳ فروردین	۲/۱۷
			۱٦ اردیبهشت	۱/٥٥
			۱٦ خرداد	۱/۳٥
			۳۰ خرداد	۱/۲۷

جدول ۲-٤- انتقال نیتروژن به دانه. در زراعت هایی که مقادیر متوسط یا زیاد کود نیتروژن دریافت کرده اند.

منبع	کشور	زراعت	انتقال نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
آندرسون و همکاران	سوئد	کلزای پائیزه	۱۳٤	٤
بریوکس	فرانسه	کلزای پائیزه	٦۸	۲/٤
کورپرون و همکاران	فرانسه	کلزای پائیزه	۸۵	--
ورسیلیس	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۰۹	--
دیجون	فرانسه	کلزای پائیزه	۸۵	--
هولمز و اینسلی	بریتانیا	کلزای پائیزه	۹۵	۲/۸۵
رادت	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۲۷	---
مولهاوس	فرانسه	کلزای پائیزه	۱۰۱	--

جدول ۲-۵- اثر نیتروژن بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه و کل ماده خشک تولیدی در توریا.

میزان نیتروژن (کیلو گرم در هکتار)	ارتفاع گیاه (سانتی متر)	تعداد شاخه های اولیه	تعداد شاخه های ثانویه	کل ماده خشک تولیدی (تن در هکتار)
۰	۱۱٤	٦/٦	۷/٦	۵/۲٤
۳۳	۱۲۵	۷/۱	۷/٦	٦/٤٦
٦٦	۱۲۹	۷/۷	۱۰/۳	۷/٦
۹۹	۱۳۰	۷/۹	۱۱/۲	۸/۰۵

با فرض این که کود نیتروژن تاثیر مهمی بر تعداد بوته ندارد، بنابراین مهمترین اجزای عملکرد را تعداد غلاف در واحد سطح، اندازه غلاف و اندازه دانه تشکیل می دهند. اثرات نیتروژن بر این سه جزء عملکرد در کلزای پاییزه اندازه گیری شده است. در انگلستان مصرف کود نیتروژن در سه فصل متوالی اثرات متفاوتی بر اجزای عمکرد کلزای پاییزه داشته است (جدول۲-٦).

جدول ۲-٦- کلزای پاییزه: تاثیر کود نیتروژنه بر عملکرد و اجزای عمکرد رقم ویکتوریا در انگلستان.

سال	مقدار نیتروژن	تعداد غلاف (در متر مربع)	دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
۱۹٦۷-٦۸	۱۰۰	۲۵۲۰	۱٦/۷	٤/۲۳	۱/۷۸
	۲۰۰	۲۹۹۰	۱۷/۹	٤/۲٤	۲/۳۲
۱۹٦۸-٦۹	۰	۱۵۲۰	۱۵/۳	۵/۰٤	۱/۱۷
	۱۰۰	۳۵۵۰	۱۵/۷	۵/۲۹	۲/۹۵

۲-۲- نیاز کلزای پاییزه به کود نیتروژن

۲-۲-۱- مصرف کود نیتروژن در پاییز

مقدار رشدی که کلزای پاییزه قبل از شروع زمستان انجام می دهد، تعیین کننده است. اگر در این مرحله رشد گیاه خیلی کم باشد انگیزش تشکیل گل آذین ممکن است در طول زمستان و قبل از اینکه گیاه رشد رویشی کافی انجام داده باشد، صورت گیرد و در نتیجه اندازه نهایی گل آذین

خسارت دیده و عمکرد کاهش می یابد. در صورت رشد بیش از حد گیاه در پاییز (بویژه اگر ساقه در پاییز شروع به طویل شدن کند) بافت های نرم گیاه ممکن است در اثر یخبندان آسیب دیده و یا از بین بروند. با توجه به این که مقدار نیتروژن قابل دسترس در میزان رشد گیاه در پاییز موثر می باشد بنابراین میزان آن ممکن است در واکنش گیاه به شرایط زمستان نیز تاثیر گذارد.

اهمیت نیتروژن بر مقاومت به سرما به شدت سرمای منطقه و شرایط آب هوایی فصلی بستگی دارد. این امر به وضوح در آزمایشات سوئد و لهستان اثبات شده است.در سوئد (اندرسون و همکاران، ۱۹۸۳) افزایش مقدار نیتروژن در بستر بذر در اکثر سال ها تاثیر کمی در زمستان گذرانی بوته ها داشته است. معذالک استفاده از کود نیتروژن در یک سال که پاییز گرم موجب پیش افتادن زراعت گردید و به دنبال آن یک سرمای طولانی در دی و بهمن حادث شد، استفاده از نیتروژن در بستر بذر خسارت زیادی را موجب گردید (جدول۲-۷).

جدول۲-۷- تاثیر نیتروژن بستر کاشت بر مقاومت به سرمای کلزای پاییزه در سوئد در یک زمستان سخت.

مقدار نیتروژن در پائیز (کیلو گرم در هکتار)	مقاومت به سرما
۰	۵/٤
۲۵	٤/۲
۵۰	۲/۸
۷۵	۲/٤
۱۰۰	۱/۹

۲-۲-۲- مصرف کود نیتروژن در بهار

کلزای پاییزه رشد خود را در اوخر زمستان و هنگامی دوباره آغاز می کند که دمای محیط پایین بوده و نیتروژن خاک تا آن حد معدنی نشده است که نیاز غذایی آن را به قدر کافی تـامین کنـد. در واقع، حتی در اوج معدنی شدن نیتروژن خاک نیز فقط نسبت اندکی از خاک ها توانایی تـامین نیـاز زراعت را دارند. برای تقویت و هم سویی با رشد سریع گیاه در بهار لازم است قسمت عمده کـود نیتروژن بصورت کود سرک مصرف گردد. تمام محققان بدون استثناء بر تاثیر قابل ملاحظـه کـاربرد نیتروژن در بهار بر افزایش عملکرد تاکید کرده اند (جدول ۲-۸). فرم واکنش گیاه به نیتروژن از سه جز خاص تشکیل شده است که عبارتند از یک قسمت خطی صعودی طولانی برای مصرف مقادیر کم نیتروژن که به یک منحنی با انحنای ملایم ویا تند منتهی می شود و در انتها به حداکثر عملکـرد می رسد.

جدول ۲-۸- تاثیرکاربرد نیتروژن در پاییز و بهار بر عملکرد کلزای پاییزه در دو آزمایش در خاک های سبک و سنگین در لهستان.

میزان و زمان مصرف (کیلوگرم در هکتار)		عملکرد دانه (تن در هکتار)	
پائیز	بهار	خاک سبک	خاک سنگین
۰	۰	۲/۲۱	۱
٦۰	۰	۲/٦۸	۱/۲٦
٤۰	۲۰	۲/۷۰	۱/۳۳
۲۰	٤۰	۲/٦۹	۱/۳۹
۰	٦۰	۲/۵٤	۱/٤٦
۱۲۰	۰	۳/۲۲	۱/٦۱
۸۰	٤۰	۳/۲۵	۱/۷۲
٤۰	۸۰	۳/۲۵	۱/۸۰
۰	۱۲۰	۳/۱۲	۱/۹۰

نه تنها هیچ یک از مباحث ارایه شده در این گزاش ها بیان گر میانگین نتایج حاصل از یک مجموعه آزمایشی نیست، بلکه در عین حال نشان دهنده کاهش عملکرد کلزا براثر مصرف زیاد نیتروژن (مشابه موارد مشاهده شده در زراعت های غلات و سیب زمینی) می باشد. ولی در برخی آزمایش های انجام شده در انگلیس چنین تاثیری مشاهده شده است (هولمز و همکاران، ۱۹۷۹).

۲-۳- نیتروژن وکیفیت محصول

۲-۳-۱- میزان روغن

افزایش میزان نیتروژن برای زراعت تقریباً همیشه با کاهش میزان روغن دانه همراه است. مکانیزم این فرآیند ساده می باشد بدین صورت که با افزایش مقدار نیتروژن، تشکیل پیش زمینه های پروتئینی نیتروژن دار بیشتر شده و بنابراین تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر می گردد و در نتیجه مقدار مواد در دسترس برای سنتز اسید های چرب کاهش می یابد.

در کلیه گزارش های مربوط به کلزای پاییزه در کشورهای لهستان، دانمارک، آلمان و بریتانیا که چکیده آن در جدول ۲-۹ ارائه گردیده، کود نیتروژن میزان روغن دانه را کاهش داده است. نتایج جدول۲-۹ از آزمایشات لهستان (گورالسکی و همکاران، ۱۹۷۰) نشان می دهد که مقادیر بالای نیتروژن خاک نیز تاثیری مشابه دارد، به طوری که در کلزای بعد از چاودار میزان روغن نسبت به کلزای بعد از شبدر در تمام سطوح کود نیتروژن بیشتر بود. به جز موارد مصرف فوق العاده زیاد نیتروژن در سایر موارد تاثیر مقادیر افزایش نیتروژن اساساً خطی است. روغن دانه کلزا به ازای مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بین ۰/۸ تا ۲٪ کاهش می یابد. در بریتانیا (هولمز و همکاران، ۱۹۷۹) مقدار کاهش اندک بوده ودر حدود ۰/۸ درصد می باشد. در اکثر آزمایشات با کاربرد ۲۷۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن کاهش میزان روغن در محدوده صفر تا ۲٪ آزمایشات مقدار

کاهش از٤٪ نیز فراتر می رفت، که علت آن را در اکثر موارد باید خسارت ناشی از خشکی و پرندگان و کود دهی بیش از اندازه دانست.

جدول ۲-۹- تاثیر کود نیتروژن بر میزان روغن در کلزای پاییزه.

منبع	کشور	تعداد آزمایشات	شرایط	میزان روغن(٪)							
گورالسکی و مریل	لهستان	۱۰		۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰				
		۳	بعد از شبدر	٤۹/۷	٤۸/٤	٤٦/۹	٤۵/۷				
		۳	بعد از چاودار	٤۸/٤	٤۷/۲	٤۵/۹	٤۵/۱				
هانس	دانمارک	۲۰		۰	٦۲	۱۲٤	۱۸٦	۲٤۸			
				٤٤/۳	٤۳/۵	٤۲/۲	٤۰/٦	٤۰			
هرمان و همکاران	آلمان	۲		۰	۷۰	۱٤۰	۲۱۰	۲۸۰	۳۵۰		
				٤۸/۲	٤٦/٦	٤۵/۱	٤٦/۸	٤٦/٦	٤۵/٦		
هولمز واینسلی	بریتانیا	۳۹		۰	۹۰	۱۸۰	۲۷۰				
				٤۲/٤	٤۲/۱	٤۱/۱	٤۰/۲				

۲-۳-۲- ترکیب روغن

ترکیب اسید های چرب روغن کلزا عمدتاً تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می باشد ولی کود نیتروژن هم می تواند تاثیر ناچیزی داشته باشد، اما در بسیاری ازگزارش ها (کولـودزیچ و همکـاران، ۱۹۷۳؛ بچمن، ۱۹۹٤؛ بمبینسکی و همکاران، ۱۹۹۷؛ لامبرینک، ۱۹۹۸) هیچ تاثیری مشاهده نـشده اسـت و در مواردی که موثر بوده این اثر زیاد نمی باشد. تعدادی از آزمایشاتی که در ذیل توضیح داده مـی شود در ظروف کشت انجام شده و ممکن است که در شرایط رشد به ویژه در مرحلـه رسـیدن، در سنتز اسید های چرب در شرایط محیطی متفاوت با شرایط مزرعه ای، موثر می باشد. با این شـرط، نتایج آزمایشی در سوئد (اپل ویست، ۱۹۸۹)، نشان داد که سطوح کافی نیتروژن طـول رشـته هـای اسید های چرب و نیز اسید های چرب غیر اشباع را افزایش می دهد. مصرف نیتروژن زیاد نـسبت به اسید اروسیک (۲۲:۱) را به جای ایکوسنوئیک (۱۸:۱) افزایش داده و همچنـین بـه مقـدار کمـی اسید های ۱۸ کربنه غیر اشباع لینو لنیک (۱۸:۳) و لینولئیک (۱۸:۲) را که دارای دو پیوند مـضاعف می باشند افزایش می دهد. در آزمایشات مزرعه ای لهـستان (بابورزسکا، ۱۹۷۳) بـا مـصرف زیـاد نیتروژن میزان اسید اروسیک روغن کلزای پاییزه در حدود ۵٪ بالا رفـت در حـالی کـه در سـطوح اولئیک و ایکوسنوئیک کاهش یافت که این امر تاثیر نیتروژن برافزایش طول رشته کربن را تائید می کند. البته در همین آزمایشات اسید های لینولئیک و لینولنیک نیز کاهش یافتنـد کـه در ایـن حالـت تولید اسید های چرب غیر اشباع با دو و سه پیوند مضاعف افزایش نیافت. در آزمایشات گلخانه ای روی خردل سفید (گوپتا و همکاران، ۱۹۷۵) نیتروژن زیـاد مـانع تـشکیل اسـید هـای لینولئیـک و اولئیک گردید اما تشکیل اسید اروسیک افزایش نیافت.

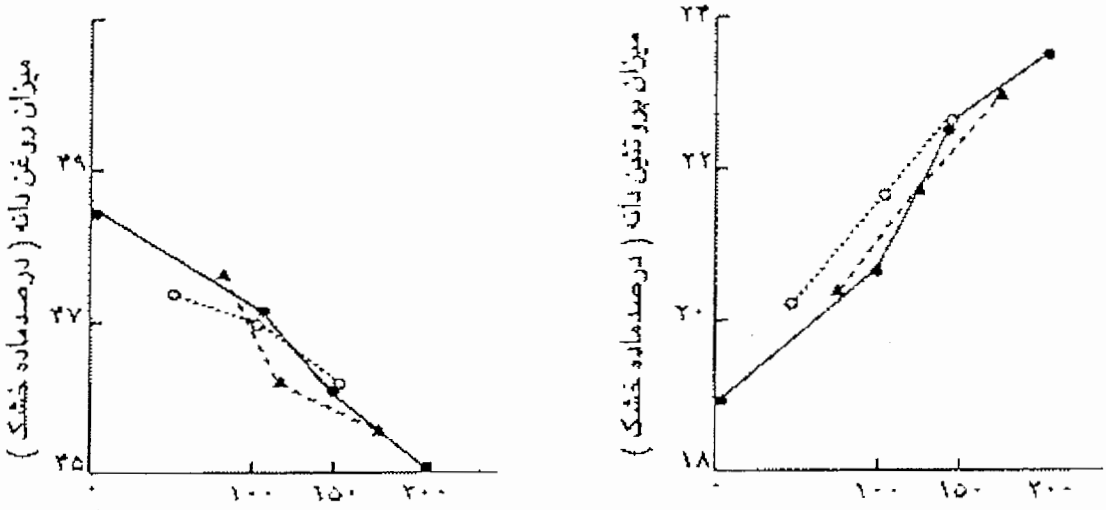
۲-۳-۳- میزان پروتئین

بهبود تغذیه نیتروژن گیاه تقریباً همیشه میزان پروتئین دانه را افزایش می دهد. افزایش موجودی نیتروژن خاک ناشی از زراعت قبلی نیز همین تاثیر را دارد، چکیده سایرنتایج ارائه شده در جدول (۲-۱۰) نیز بیان گر این امر است که کود نیتروژن میزان پروتئین را در کلزای پاییزه، افزایش می دهد. این افزایش عموماً در مقادیر بالای نیتروژن (بیشتر از ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار) خطی بوده و مقدار آن تقریباً یک درصد پروتئین به ازای هر ۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن می باشد.

جدول۲-۱۰- تاثیر نیتروژن بر میزان پروتیین دانه (۶/۲۵ × N درصد ماده خشک).

منبع	کشور	تعداد آزمایشات	شرایط	میزان پروتئین دانه(٪)				
				۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰	
گورالسکی و مریک	لهستان	٤	بعدازچاودار	۱۷/۲	۱۸/٦	۲۰/۹	۲۲/۱	
		٤	بعدازشبدر	۱۸/۹	۲۰/٦	۲۲/۲	۲۳/٤	
هانسن	دانمارک	۲۰		۰	٦۲	۱۲٤	۱۸٦	۲٤۸
				۱۹/٤	۱۹/٦	۲۱/۷	۲۲/۹	۲۳/۸
هرمان و همکاران	آلمان	۲		۰	۷۰	۱٤۰	۲۱۰	۲۸۰
				۲۲	۲۲/٤	۲۳/۵	۲۳/۷	۲۵/۱
هولمز واینسلی	بریتانیا	۲۹		۰	۹۰	۱۸۰	۲۷۰	
				۲۰/۷	۲۱	۲۲/٤	۲۳/٤	

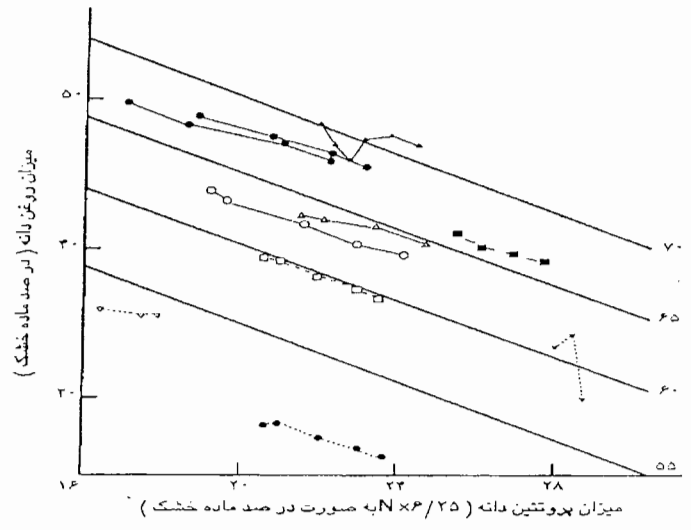
میزان عملکرد کلزای پاییزه، از زمان مصرف نیتروژن نیز تاثیر می پذیرد. درلهستان، کاربرد در بستر بذر بدون تاثیر بود یا تاثیر کمی داشت (شکل۲-۲). در آزمایشاتی که نیتروژن در بهار بکار برده شد، میزان پروتئین به طور قابل ملاحظه افزایش یافت، به طوریکه در بریتانیا افزایش نیتروژن در بستر بذر (هولمز و همکاران، ۱۹۷۸) نسبت به کاربرد آن در بهار تاثیر به مراتب کمتری داشت. از طرف دیگر زمان مصرف کود سرک بهاره درآزمایشات بریتانیا (هولمز و همکاران، ۱۹۷۹) ازاواسط اسفند تا اواسط اردیبهشت تاثیر اندکی داشت. درکلزای بهاره دربریتانیا (هولمز و همکاران، ۱۹۷۷)تقسیط نیتروژن و یا کاربرد تمام نیتروژن دربسترتاثیری بر میزان پروتئین نشان نداد.



شکل۲-۲- تاثیر مصرف نیتروژن در پاییز بر میزان روغن و پروتئین در کلزای پاییزه در لهستان. ●—●عدم استفاده از نیتروژن در بستر بذر، ▲—▲ ۲۰ کیلو گرم نیتروژن در هکتار در بستر بذر، o—o ٤٠ کیلوگرم در هکتار نیتروژن در بستر بذر.

۲-٤- همبستگی میزان روغن و پروتئین

بین میزان روغن وپروتئین همبستگی منفی وجود دارد که این امر برای مثال در واریته های مختلف سوئیس مشخص می باشد. این مفهوم می تواند به صورت مجموع روغن و پروتئین نیز بیان گردد (به صورت درصد بیان می شود) که این عدد تقریباً ثابت بوده و برای کلزای پاییزه در طیف گسترده ای از شرایط کشت تقریباً برابر٦٤٪ می باشد. خشکی شدید به عنوان یک استثنای مهم در نظر گرفته می شود و در طی آن مجموع روغن و پروتئین بسیار پایین تری تولید می گردد که در نتیجه ی کاهش میزان روغن است. شکل۲-۳ مفهوم مجموع روغن و پروتئین و تاثیر کود نیتروژن بر آن برای یک واریته در زراعت کشورهای مختلف را نشان می دهد. میانگین مجموع روغن و پروتئین در گروه های مختلف آزمایشات برای کلزای پاییزه در محدوده ٦٤ تا ۷۰ درصد می باشد. از نظر اقتصادی افزایش درصد پروتئین به طور قابل توجه نسبت به کاهش روغن کم ارزش تر است و به ندرت بر روی قیمت دانه موثر می باشد.



شکل۲-۳- تاثیر کود نیتروژن بر همبستگی بین میزان روغن و پروتئین. ●گورالسکی و مریک، ○هانسن، ▲هرمان و همکاران و Δ هولمزواینسلی.

۲-٤-۱- کیفیت پروتئین

ارزش ترکیب اسید های آمینه کنجاله کلزا بطور کلی رضایت بخش می باشد. گرچه تحقیقات کمی در مورد تاثیر کود نیتروژن روی اسید های آمینه موجود در دانه صورت گرفته ولی بعید به نظر می رسد که تغییرات مهمی ایجاد گردد. تنها اطلاعات موجود در سوئد می باشد که طبق آن ها مصرف زیاد و کم نیتروژن تاثیر قابل ملاحظه ای بر ترکیب اسیدهای آمینه نداشته است. نظیر اغلب زراعت های دیگر، سطوح بالای کود نیتروژن ممکن است مقدار نیترات و آمید ها را در کنجاله کلزا افزایش دهد، ولی اطلاعات اختصاصی در مورد کلزا موجود نیست.

۲-٤-۲-گلیکوزینولات ها

در آزمایش هایی روی کلزای پاییزه در لهستان (ترزبنی، ۱۹۸٤) و کلزای بهاره در کانادا (وتر و همکاران، ۱۹۷۰) صورت گرفت؛ مشخص گردید که کود نیتروژن معمولاً میزان گلیکوزینولات کلزا را کاهش می دهد. این کاهش با کاهش مقدار گوگرد همراه می باشد و به نظر می رسد که غلظت گوگرد در نتیجه افزایش تولید ماده خشک کاهش یابد (اتون، ۱۹۷۲). معمولاً مقدار کاهش نسبتاً اندک است، به عنوان مثال در لهستان از ٤/٤٤ میلی گرم به ۳/۹۷ میلی گرم ایزوتیوسیانات های فرار در هرگرم ماده خشک کنجاله می باشد (والش، ۱۹۵۱). اهمیت این مقدار کاهش در مقابل دستاوردهای ژنتیکی در زمینه کاهش میزان گلیکوزینولات های کنجاله کلزا کمتر است. بنابراین امکان تاثیر احتمالی نیتروژن بر میزان گیلکوزینولات ها را نباید هنگام تعیین میزان مصرف نیتروژن مورد توجه قرار داد.

بر خلاف کاهش گلیکوزینولات ها در زراعت های اروپا و کانادا، برخی از پژوهش گران هندی (آرورا و همکاران، ۱۹۷۰؛ سینگ و همکاران، ۱۹۷۰؛ سینا و همکاران، ۱۹٦۰) افزایش میزان

گلیکوزینولات ها در کنجاله کلزا گزارش کردند. علت بروز ایـن امـر در زراعـت هـای هندوسـتان کاملاً مشخص نیست ولی احتمال دارد کود نیتروژن به نحوی بر افزایش جذب گوگرد موثر باشـد. در واقع یک آزمایش انجام شده در این زمینه که طی آن میزان گوگرد کنجاله تیمارها تعیین گردید، مشخص شد که با افزایش مصرف نیتروژن میزان گوگرد موجود در کنجاله افزایش می یابد (سینگ و همکاران، ۱۹۷۰).

۲-۵- گوگرد

۲-۵-۱- اهمیت گوگرد و نقش آن در گیاه کلزا

گوگرد برای کلزا همانند سایر زراعت های جنس براسیکا و لگوم یک ماده غذایی مهم به شمار می رود. واکنش عملکرد با کاربرد گوگرد و مسائل مربوط بـه آن در بـسیاری از کـشورها ازجملـه کانادا، فرانسه و سوئد گزارش شده است. البته، تامین گوگرد کافی برای زراعت بستگی به برخی از عوامل مانند مقدار گوگرد خاک، مقدار گوگرد منتقل شده به خـاک توسـط بـاران یـا مقـدارگوگرد جذب شده از اتمسفر دارد که این عوامل عمـدتاً بـا دودهـای گـوگرد دار کارخانجـات و اسـتفاده ازکودهای گوگرد دار نظیر سولفات آمونیوم یا سوپر فسفات مرتبط می باشد.

گیاهان گوگرد را به شکل سولفات، که از طریق معدنی شدن ترکیبات آلی به وسیله با کتری ها حاصل می شود، جذب می کنند. بیشتر گوگرد موجود در خاک معمولاً به شکل آلـی بـوده و قابـل جذب سریع گیاه نمی باشد. با توجه به این که معدنی شدن یک فرایند بیولـوژیکی بـوده و بـا دمـا مرتبط می باشد، در مناطق معتدل یا قاره ای این فرایند آهـسته بـوده یـا اساسـاً انجـام نمـی گیـرد. سولفات خاک همچنین به سرعت شسته می شود و اگر از طریق سایر منابع نظیر اتمسفر، کودآلی یا معدنی جبران نگردد، مقدار گوگرد قابل دسترس در خاک در سراسر فصل رشـد و بـویژه در بهـار

کاهش خواهد یافت. بویژه خاکهای کم عمق و زمین هایی که از حیث مواد آلـی فقیرنـد، سـولفات اندکی دارند.

کمبود گوگرد در مناطق صنعتی به ندرت روی می دهد ولی در سایر مناطق ممکن است اتفـاق افتد که این امر بستگی به وضع خاک و در شرایط اقلیمی دارد. گوگرد ناشی از احتراق مواد نفتی و سوختی در سطح نسبتاً وسیعی در اتمسفر پخش می شود که به عنوان مثال در بریتانیا هر سال بیش از ۲۰ کیلو گرم در هکتار گوگرد از این منبع تامین می گردد.

در دو دهه اخیر، گوگرد بیشتر در منابع نیتروژن و فسفر (نیترات آمونیوم، اوره، فسفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل) که دارای مقدار گوگرد اندک یا فاقد گوگرد می باشند، گنجانده شده است. در نتیجه بسیاری از زراعت های کلزا مقـادیر نـاچیزی گـوگرد از طریـق کـود هـای مـذکور دریافـت می کنند و در این وضعیت مقدار گوگردی که از منابع اتمسفر یا در خاک تامین می گـردد، اهمیـت بیشتری می یابد. دلایل متعددی دال بر اهمیت گوگرد، در زراعت کلزا وجود دارد، که از جملـه آن؛ کلزا عملکرد پروتئین بالایی دارد و پروتئین های آن حاوی مقادیر زیادی اسید های آمینه گوگرد دار نظیر متیونین، سیستئین و سیستین می باشند. کلزا همچنین برای سنتز گلیکوزینولات ها بـه گـوگرد نیازمند است، که حاوی مقادیر قابل توجهی از این ماده غذایی می باشد (احمدی، ۱۳۸۰).

۲-۵-۲- کمبود گوگرد

کمبود گوگرد اثرات چندی بر رشـد و ترکیـب دانـه کلـزا دارد. گـوگرد بـا اینکـه در ترکیـب کلروفیل وجود ندارد ولی برای تشکیل کلروفیل ضروری می باشد و کمبود آن باعث کم رنگ شدن برگها و کلروز اندام های رویشی می گردد. کمبود گوگرد مانع سنتز پروتئین ها (اتون، ۱۹۷۲؛ فـین لایسون، ۱۹۷۰) و در نتیجه موجب کاهش نسبی اسید های آمینه گوگرد دار می گردد (جوزفسون،

۱۹۸۰) و این دو عامل از ارزش غذایی کنجاله برای تعلیف دام می کاهند. مقدار گلیکوزینولات دانه کلزا و ترکیبات مرتبط با آن در سایر گونه های براسیکا با کمبود تغذیه گوگرد کاهش می یابند (اتون، ۱۹۷۲؛ اتون، ۱۹۷٦؛ جوزفسون، ۱۹۸۰). گوگرد در اسیدهای امینه سیستئین، سیستین و متیونین و بنابراین در تمامی پروتئین ها وجود دارد. گوگرد همچنین در تری پپتید گلوتاتیون یافت شده است، قسمت عمده نیاز به گوگرد مربوط به این ترکیبات است. گوگرد از اجزای کوآنزیم های متعددی مانند کوآنزیم A و فرودکسین می باشد، اما غلظت این ترکیبات نسبتاً کم است (احمدی، ۱۳۸۰).

علائم کمبود گوگرد قابل تشخیص می باشد ولی در برخی از موارد با کمبود نیتروژن مشابهت دارد (دجو و همکاران، ۱۹٦۷؛ مارابی، ۱۹٦۸؛ نیبورنگ و همکاران، ۱۹۷٤؛ پولیر و همکاران، ۱۹۸۰). علائم کمبود گوگرد در مراحل اولیه رشد نیز می تواند مشاهده شود ولی در مراحل ساقه دهی و گلدهی بیشتر است. زیرا نیاز کلزا برای گوگرد اغلب در این مراحل زیاد می باشد. در حالی که رگبرگ ها کلروزه می شوند. برگ های جوان بیشتر متاثر می گردند. گل ها اغلب نسبت به حالت طبیعی کم رنگ تر می شوند، به طوری که در واریته هایی که گل های زرد تیره دارند، گل ها به رنگ زرد کم رنگ در می آیند و گل های زرد کم رنگ به صورت سفید دیده می شوند.

۲-۵-۳- جذب گوگرد، مقدار گوگرد در گیاه و انتقال آن

گرچه گزارش های کمی در مورد تغذیه گوگرد در کلزا، مقدار جذب گوگرد توسط گیاه و میزان آن در گیاه وجود دارد، ولی همه ی این گزارش ها موید بالا بودن مقدار آن می باشد. جدول ۲-۱۱ جذب گوگرد توسط زراعت کلزای پاییزه فرانسه را در پاییز نشان می دهد. مقدار جذب در پاییز اندک بوده و در طول زمستان به آرامی افزایش می یابد و در ماه های فروردین و اردیبهشت به

سرعت افزایش یافته و معمولاً در مرحله رسیدن به حداکثر مقدار خود می رسد در بهار مقدار جذب گوگرد در یک دوره ۷۱ روزه از ۱۱ فروردین تا ۲۰ خرداد خیلی زیاد بیش از ٦٦ کیلوگرم در هکتار می باشد، که اهمیت تامین گوگرد برای دوره را نشان می دهد. مقدار گوگرد گیاه. کامل در مراحل مختلف رشد و در ارتباط با جذب گوگرد در جدول۲-۱۲ ارایه گردیده است. این مقدار به طور قابل توجهی از محلی به محل دیگر و همچنین در طول فصل رشد در یک محل خاص متفاوت می باشد.

اطلاعات در زمینه حداکثر جذب گوگرد توسط زراعت های کلزای پاییزه فرانسه و سویس در جدول۲-۱۲ محدوده ای از ۵۳ تا ۹۸ کیلوگرم در هکتار را نشان می دهد این نتایج برای زراعت هایی می باشند که عملکردهای مطلوب بین ٤-۲ تن در هکتار داشته و گوگرد کافی دریافت کرده اند، در حالی که در زراعت هایی با عملکرد پایین و در کلزای بهاره، مقدار جذب گوگرد اندک می باشد (وایتد، ۲۰۰۰) .

جدول ۲-۱۳ مقدار گوگرد در اندام های مختلف بوته های رسیده کلزای پاییزه در سوئیس را نشان می دهد. هر چند دانه حاوی گوگرد بیشتری نسبت به سایر اندام ها می باشد، ولی انتقال گوگرد به دانه ها فقط ٤۰٪ گوگرد موجود در بوته های رسیده را شامل می شود (کورپرون، ۱۹۹۲). به نظر می رسد که کمبود گوگرد مانع افزایش طول رشته اسیدهای چرب از ۱۸ به ۲۲ اتم کربن گردیده، و میزان اسیدهای چرب ۱۸ کربنه غیر اشباع را نیز تا حد ناچیزی کاهش می دهد بابرزسکا و همکاران (۱۹۷۳) نیز در شرایط مزرعه ای مشاهده کردند که در کلزای پاییزه بدون استفاده از گوگرد مقدار اسید اولئیک بیشتر و اسید اروسیک کمتر بود، ولی اختلافات مشاهده شده در آزمایش های این پژوهشگران فقط در حدود ۱٪ بود. در مقابل بابوچوفسکی در یافت که بدون مصرف گوگرد مقداراسید اروسیک قدری بیشتر بوده و دامنه تفاوت مقادیر اسید اروسیک و اولییک واریته

های مختلف بیشتر از اثرات مصرف گوگرد بوده است، بنابراین می توان بیان کرد کـه مـاده غـذایی گوگرد در ترکیب اسیدهای چرب نسبتاً غیر موثر می باشد. در مورد اثرات دیگر گوگرد بـر کیفیـت روغن اطلاعاتی در دست نیست.

جدول۲-۱۱- جذب گوگرد کلزای پاییزه در مراحل مختلف رشد

منبع	کشور	زمان	جذب گوگرد (کیلو گرم در هکتار)
بریوکس	فرانسه	٦ آبان	۲
		۲۰ اسفند	۲۷
		۲۲ فروردین	۳۰
		۱۵ خرداد	٤۹
		۱۷ تیر	۸۰
رادت	فرانسه	۱۱ آذر	۱۳
		۱۳ فروردین	۲٤
		۱۵ اردیبهشت	۵۹
		۲۲ خرداد	٦٦
		۳۱ تیر	۸۲
رادت	فرانسه	۱۲ آذر	۵
		۲٤ فروردین	۱۷
		۱٤ اردیبهشت	۳۵
		٦ خرداد	٤۸
		۱ تیر	۵۵

جدول۲-۱۲- میزان گوگرد کلزای پاییزه در مراحل مختلف رشد.

منبع	مرحله رشد	زمان	میزان گوگرد کل بوته (درصد ماده خشک)
بریوکس	بعد از کشت	٦ آبان	۱/۷٤
	شروع رشد فعال	۲۰ اسفند	۱/۸۱
	شروع گلدهی	۲۲ فروردین	۱/۵۷
	اواخر گلدهی	۱۵ خرداد	۱/۰۹
	مرحله رسیدن	۱۷ تیر	۱/۳٤
رادت		۱۱ آذر	۰/۹۰
		۱۳ فروردین	۱/۰۷
		۱۵ اردیبهشت	۰/۷٦
		۲۲ خرداد	۰/٦۷
	مرحله رسیدن	۳۱ تیر	۰/۷٦
رادت		۱۲ آذر	۰/۹۹
		۲٤ فروردین	۰/۹۲
	شروع گلدهی	۱٤ اردیبهشت	۱/۳۰
	اواخر گلدهی	٦ خرداد	۱/۱٤
		۱ تیر	۱/۲۰
	مرحله رسیدن	۲۸ تیر	۱/۰٦

جدول۲-۱۳- جذب گوگرد توسط کلزای پاییزه.

منبع	کشور	جذب گوگرد (کیلوگرم در هکتار)
بریوکس	فرانسه	۸۰
گیسگر و بونجور	سوئیس	۵۳
رادت	فرانسه	۸۲
رادت	فرانسه	۸۸
رولیر و فریف	فرانسه	۹۸
استار	فرانسه	٦٦

جدول۲-۱٤- .تاثیر کاربرد گوگرد بر جذب آن توسط اندام های مختلف گیاه کلزا در مرحله رسیدن(گیسیگر و بونجور، ۱۹٦۷).

اندام	جذب گوگرد (کیلوگرم در هکتار)	
	بدون گوگرد	با کاربرد گوگرد
ریشه ها	٤	٤
برگها	٦	۱۱
ساقه	۱۱	۱٦
غلافها	۸	۱۱
کاه (ساقه ها و غلاف ها)	۲۲	۳۱
دانه	۲۲	۲۲

جدول۲-۱۵-. تاثیر کاربرد گوگرد بر میزان آن در بوته های کلزا.

منبع	کشور	اندام و مرحله رشد	میزان گوگرد (درصد ماده خشک)	
			بدون گوگرد	با مصرف گوگرد
کورپرون و همکاران	فرانسه	ساقه و برگها در:		
		شروع گلدهی	۰/۱۷	۰/٦۷
		اواخر گلدهی	۰/۱۷	۰/۵۵
		تولید دانه	۰/۰۹	۰/۲۱
		غلاف ها	۰/۲۷	۰/٤۵
گیسیگر و بونجور	سوئیس	مرحله رسیدن:		
		ریشه ها	۰/۲۸	۰/۳۳
		برگ ها	۰/۸۷	۱/۳۷
		ساقه ها	۰/۲۸	۰/۳۹
		غلاف ها	۰/۲۸	۰/۳۷
		کاه	۰/۳۰	۰/٤۱
والکر و همکاران	نیوزیلند	بوته های کامل جوان:		
		آزمایش اول	۰/۵۰	۰/۷۸
		آزمایش دوم	۰/۲٦	۰/۵۰

جدول۲-۱۶- انتقال گوگرد به دانه کلزا در ارتباط با سطوح عملکرد.

منبع	گوگرد در دانه (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
بریوکس	۲۳/۲	۳/۰۳
	۱۵/٦	۱/۷۷
رادت	٤۱/۵	۲/۳۱
گسیگر و بونجور	۲۱/٦	۳/۱۰
استادر	۲۱/۳	۲/٦۱
	۲٦/۳	۲/۷۱
	۲۲/٦	۲/۷۰
رادت	۲۵/۵	۲/۰٦

۲-٦- مصرف همزمان گوگرد و نیتروژن

آسرو اسکاریس بریک (۱۹۹۵)، دو آزمایش با بررسی تاثیر کودهای نتیروژن و گوگرد روی مرفولوژی، ساختار تولید ثانویه و کیفیت بذر ارقام جدید کلزا انجام دادند. واکنش عملکرد و اجزای عملکرد بین سالها و ارقام ثابت نبود. برای کاشت گیاه درسال ۱۹۸۸، کاربرد کود نیتروژن به میزان ۲٤۰ کیلوگرم در هکتار، کل ماده خشک تولیدی و بذر تولیدی را افزایش داد. به طور کلی افزایش عملکرد بذر ناشی از تعداد بیشتر غلاف در خوشه انتهایی و سنگین تر شدن وزن بذر بود. در حالی که تعداد بذر در غلاف تغییری نکرده بود استفاده از کود گوگردی افزایش معنی داری در ماده خشک تولیدی گیاه ، تعداد بذر در غلاف و وزن تک بذر نداشت. اختلاف قابل ملاحظه ای بین ارقام و سالهای مختلف در غلظت گلیکوزینولات بذر با استفاده از کودهای نیتروژن و گوگردی حاصل شد. مقادیر بالای کود نیتروژن عامل افزایش معنی دار در غلظت گلیکوزینولات بذر در سال ۱۹۸۹ که یکی از سالهای خشک سالی بود شده است. اما در سال ۱۹۹۰ چنین اتفاقی رخ نداد همچنین به طور مشابه افزایش معنی دار با کاربرد کود گوگردی در سال ۱۹۹۰ رخ داده است. به طور کلی مقدار پروتئین بذر با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی، افزایش یافت و این موضوع با کاهش در مقدار روغن بذر بی ارتباط نبود. مصرف کود گوگردی تاثیری بر مقدار روغن و پروتئین بذر نداشت.

یک پژوهش مزرعه ای در طول زمستان سالهای ۱۹۸۹-۱۹۸۸ و ۱۹۹۰-۱۹۸۹ روی اثرات کمبود نیتروژن و گوگرد در خاک شنی- لومی با بررسی اثر نیتروژن و گوگرد روی ارقام گوبی و سارسون نشا کاری شده صورت گرفت. داده های مشترک هر دو سال افزایش خطی عملکرد دانه را از ۰/۸۵ در تیمار شاهد به ۱/۷۸ در تیماری که از ۱۰۰ کیلو گرم کود نیتروژن استفاده شده بود نشان

می داد. بدین معنی که حداکثر عملکرد هنگامی که نیتروژن و گوگرد با هم به کار برده شدند به دست آمد.

استفاده ترکیبی از نیتروژن و گوگرد به طور معنی داری غلظت و جذب آن ها را در دانه، همراه با اثر متقابل و معنی دار بین گوگرد و نیتروژن را افزایش داده است. مقدار پروتئین دانه از ۲/۷ ٪ در تیمار شاهد به ۲٤/۲ ٪ در تیمار ۱۰۰ کیلو گرم نیتروژن و۲۰ کیلو گرم گوگرد در هکتار افزایش نشان داد. عملکرد روغن تا ۹۹۹ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با ٤٥۲ کیلوگرم در تیمار شاهد افزایش نشان می دهد (آلاخ و همکاران،۱۹۹٥).

اثرات افزایش مصرف گوگرد بر رشد کلزا و گندم در مزرعه در سال ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ و مقادیر بحرانی و تشخیص شاخص های کمبود گوگرد بررسی شد. مقادیر بحرانی برای غلظت گوگرد در برگ ، سولفات و گلوتاتیون بیش از هر زمانی تغییر کرده و برای تشخیص کمبود گوگرد در مراحل ابتدایی رشد مناسب نیست. نسبت نیتروژن به گوگرد بیشتر قابل اطمینان است، اما شامل ۲ مرحله آنالیز می باشد. شاخص های قابل اطمینان و واقعی برای کمبود گوگرد نسبت به بالاترین مقدار سولفات : مالات چنانچه که به وسیله کروماتوگرافی یونی اندازه گیری شده می باشد. که فقط یک بار آنالیز لازم است و مستقل از زمان نمونه برداری یا کالیبره کردن نمونه هاست. نسبت مالات به سولفات کمتر یا برابر با یک، کمبود گوگرد را در زمان نمونه برداری نشان می دهد در حالی که نسبت بیشتر از یک برای کمبود گوگرد در زمان نمونه برداری را نشان می دهد. نسبت مالات : سولفات در مراحل رشدی ۷،۳ - ٦،۳ (نمو ساقه گل دهنده تا ظهور اولین گل زرد) برای کلزا و در مراحل رشد ۲٥-۲۲ (مرحله تولید ساقه اصلی تا تولید ۲ الی ٥ پنجه) برای گندمی که در ابتدای فصل رشد کود گوگرد دریافت کرده بودند قابل اطمینان است (بایلی،۱۹۸٦).

نمونه گیری مداوم از کل قسمت های هوایی گیاه کلزا در ۲ هفته قبل از توسعه ساقه تا رسیدگی انجام شد (بوت و همکاران ۱۹۹۱). گیاهان را به منظور کروماتوگرافی اندام های رویشی، اندام گل، غلاف و بذر (هنگام ظهور این اندام ها) به آزمایشگاه منتقل کردند و فقط درصد کمی گلیکوزینولات به وسیله کروماتوگرافی مایع[1] تعیین شد. واریته رافال با گلیکوزینولات بالا و واریته کبری با گلیکوزینولات کم مقایسه شدند. اثر گوگرد (۳۲ کیلوگرم در هکتارگوگرد خالص در شروع ساقه دهی روی اندام های مختلف گیاه بررسی شده است. غلظت گلیکوزینولات کل در همه اندامهای گیاه در رقم رافال بیشتر از کبری بوده است. غلظت گلیکوزینولات به طور قابل ملاحظه ای در مرحله رشد رویشی کاهش یافته، هنگامی که گلها و بذر ها تولید شده بودند، و همچنین غلظت گلیکوزینولات در بذر های رسیده کاهش یافت. کود گوگردی غلظت گلیکوزینولات کل را در اندام های هوایی و گل ها افزایش داد و همچنین یکی از عوامل موثر بر مقاومت کلزا به بیماری ها دادن کود گوگردی است.

توزیع گوگرد و گلیکوزینولات در اندام های زایشی و رویشی در یک سری از ارقام کلزا (بینوکسا، آریانا، کبری و کاپریکورن) در هنگامی که مقدار گوگرد خاک کافی است در ردامستد در ۱-سال ۱۹۸۸-۱۹۸۷ آزمایش گردید. مقادیر متفاوت گلیکوزینولات اختلاف معنی داری را در توانایی ارقام برای سنتز گلیکوزینولات نشان داد و همچنین نشان داد که تفاوت های بیوسنتزی، با نمو غلات بیش از اندام های رویشی ارتباط داشت. نهایتاً نشان می دهد که پتانسیل توزیع گلیکوزینولات از اندام های رویشی به بذر ها به طور مشابه کم بوده است، اما از توانایی اندام های رویشی که منبعی سرشار از گلیکوزینولات هستند جلوگیری نکرده است. اندازه گیری غلظت گوگرد نشان می دهد که مقدار گلیکوزینولات ها فقط نسبت کوچکی از کل گوگرد گیاه را شامل

۱-High Performance Liquid Chromatography

می شوند و این که آنها منبع اصلی باز چرخش یا بازیافت گوگرد هستند و حتی در شرایطی که کمبود شدید گوگرد وجود دارد (فیلدسند، ۱۹۹٤).

گیاهان صنعتی شرایطی را برای استفاده از فلزات سنگین آلوده کننده خاک فراهم می کنند. شناخت فاکتور های مؤثر در جذب فلزات سنگین توسط گیاه در گروی درک مفاهیم مدیریت خاک می باشد. در گلدانهای آزمایشی جذب روی توسط کلزا افزایش قابل ملاحظه ای با توجه به روی فراهم شده مشاهده شده است. افزایش جذب روی با گوگرد خنثی می شود. اگر چه این اثر حفاظتی گوگرد ارتباطی با نگه داری روی در ریشه ها ندارند (هلال، ۱۹۹۵) .

تحت شرایط کمبود گوگرد، گوگرد در گلیکوزینولات های گونه های براسیکا می تواند توسط فرایند شکافت آنزیمی[۱] انتقال مجدد[۲] افزایش یابد. چنین فرض می شود که مکانیسم احیاء[۳] برای کنترل فعالیت میروزیناز[٤] با سیکل آسکوربات/گلوتایتون[٥] مرتبط است. مطالعات انجام شده تاثیر فراهمی سولفور را روی غلظت های گلیکوزینولات، گلوتاتیون و آسکوربات در اندام های رویشی گیاه که ارتباط نزدیکی بین وضعیت گوگرد و گلیکوزینولات دارد را مشخص می سازد. مقادیر گلوتاتیون به علت وابستگی به آسکوربات تفاوت کمی دارد.

تاثیر گوگرد و نیتروژن روی عملکرد و کیفیت بذر ارقام دو صفر (مقدار گلیکوزینولات و اسید اروسیک پایین) کلزای پاییزی در تحقیقات مزرعه ای هر دو وضعیت گوگرد کافی و کمبود گوگرد در سال ۱۹۹۳ توسط زاهو بررسی شد. در وضعیت گوگرد کافی استفاده از گوگرد تاثیر نامطلوبی روی عملکرد بذر، اجزای عملکرد، مقدار پروتئین و روغن بذر، و در نتیجه افزایش اندکی در مقدار

۱- Enzymatic cleavage
۲- Remobilization
۳- Trigger
٤- Myrosinase
٥- Ascorbate/Glutathione

گلیکوزینولات بذر داشته است. استفاده از نیتروژن عملکرد بذر و مقدار پروتئین را افزایش داده اما به طور همزمان مقدار روغن را کاهش داده است. افزایش معنی دار مقدار گلیکوزینولات بذر در پاسخ به افزایش نیتروژن حاصل شده به این وضعیت، افزایش محسوس در این تیمار ها به همراه گوگرد به نسبت تیمار بدون گوگرد داشته است. به طور کلی در حالت کمبود گوگرد اثرات معنی داری بین نیتروژن و گوگرد روی عملکرد بذر، مقادیر پروتئین و گلیکوزینولات داشته است. افزایش نسبت نیتروژن، به بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اثری روی افزایش عملکرد بذر در عدم حضور گوگرد را نشان داده اگر چه با کاربرد ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن عملکرد بذر تا ۷٪ تا ۱۰٪ همراه با ۵۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد افزایش داشته است. اثر نیتروژن روی عملکرد بذر از طریق طولانی کردن دوره تشکیل غلاف بوده و این که گوگرد دوره تشکیل غلاف را کوتاه تر کرده است. همچنین استفاده از گوگرد در هنگامی که از مقادیر بالای نیتروژن هم استفاده شد میزان پروتئین را افزایش داده است. و مقدار متیونین در آسپاراتیک اسید به شدت افزایش داشته است. مقدار گلیکوزینولات در قبال استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد در تیمار کمبود گوگرد افزایش یافت. همچنین استفاده از نیتروژن مقدار گلیکوزینولات بذر در صورت عدم استفاده از گوگرد کاهش داده، اما هنگامی که از کود گوگردی هم استفاده شده این مقدار را کاهش داد (زاهو و همکاران، ۱۹۹۳) . وجود گوگرد در گیاهان زراعی نقش مهمی در استراتژی های دفاعی گیاهان بر ضد پاتوژن ها ایفا می کنند. اگر چه مکانیسم های مقاومت القایی گوگرد[۱] (SIR) هنوز شناخته نشده اند. با فعالیت های رها سازی سولفوردی هیدروژن آنزیم های مشابه به دی سولفید راز *L-systeine* (Ec٤,٤,١.-) و أ – استیل سرین لیاز اندازه گیری شدند و کل مقدار گوگرد به وسیله اشعه X مشخص شد. افزایش مقدار گوگرد فعالیت دی سولفید راز *L-systeine* را کاهش و فعالیت أ –

۱- Sulfur Induced Resistance

استیل سرین لیاز را افزایش داد. (بورانت ۲۰۰۱).

در پژوهشی تغییر در غلظت گوگرد دیواره غلاف و بذر های کلزا در طی نمو غلاف مطالعه شد. (زاهو و همکاران ۱۹۹۳). غلظت گوگرد در بذر های رقم کبری بین ٤٧ الی ٦١ روز بعد از گلدهی افزایش یافت و درمقابل غلظت گوگرد بذر *Bienvenx* در شروع افزایش بیشتر و این افزایش تا پایان دوره نمونه برداری ادامه یافت (از ٥٧ تا ١٠٨ روز پس از گلدهی). این اختلافات در غلظت گوگرد به تفاوت در الگوی تجمعی گلیکوزینولات در بذر ها برمی گردد.

چنانچه که غلظت گوگرد در دیواره غلاف رقم کبری در هنگام رسیدگی دو برابر *Bienvenx* بود.

عکس العمل ارقام کلزای با اسید اروسیک و گلیکوزینولات پایین به نیتروژن بهاره در کلارک پارک در سه فصل متوالی (۹۰-۱۹۸۷) بررسی شد. عملکرد بذر و میزان پروتئین در واکنش به افزایش نیتروژن افزایش یافت. در هر فصل بیش از ۸۵٪ از کل عملکرد مورد انتظار به دست آمد (در تیماری که از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استفاده شد). در تیمار عدم استفاده از نیتروژن بهاره عملکرد بذر در هر سه فصل به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. غلظت گلیکوزینولات بذر با استفاده از نیتروژن بین ۱۵۰-۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. افزایش مصرف نیتروژن به میزان بیشتر از ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار هیچ اثری و یا اثر چندانی بر غلظت گلیکوزینولات بذر نداشت (بیلزبرو، ۱۹۹۳).

برناکس(۲۰۰۰) اثر کود نیتروژن را روی غلظت روغن و پروتئین بذر کلزا بررسی کرد. واکنش غلظت پروتئین و روغن کلزا به کاربرد نیتروژن (اوره ٤٦٪) در ۲۱۰ پلات آزمایشی در سالهای ۱۹۹٤ تا ۱۹۹٥ در جنوب شرقی استرالیا مطالعه شد. کلزا در محدوده ای از انواع خاکهای فاقد نیتروژن به منظور حصول عملکرد رشد یافت. غلظت روغن در بذر کاهش ولیکن میزان پروتئین افزایش یافت. در کل آزمایشات، در هر ۲ سال اثر متقابلی بین عملکرد بذر و غلظت نهایی روغن و

پروتئین مشاهده نشد. مجموع پروتئین دانه کلزا به صورت ثابت و برابر ٦٢ درصد در هر دو سال گزارش شد.

کلزا در مزرعه آزمایشی در مرکز نیوساوت ولز برای تعیین اثر تاریخ کاشت بر نیتروژن – نیترات (NO_3-N) و غلظت نیتروژن کل به منظور تشخیص وضعیت نیتروژن گیاه از نمونه برداری هایی که در مرحله ٥ الی ٦ برگی روزت شروع طویل شدن ساقه و در شروع گلدهی صورت گرفت. پتیول جوان ترین برگ رسیده است. برای تعیین غلظت NO_3-N و نیتروژن کل مشخص شده در پتیول و پهنک برگ و کل اندامهای هوایی استفاده شد. غلظت نیتروژن بحرانی از ارتباط بین NO_3-N یا نیتروژن کل در این اندام و وزن خشک تولیدی در زمان نمونه برداری یا عملکرد بذر در هنگام رسیدگی منشاء گرفته است. غلظت نیتروژن کل در همه اندامهای آزمایشی با افزایش سن کاهش یافته است. غلظت های هر دو نیتروژن کل و NO_3-N در کلیه اندامهای آزمایشی برای تشخیص وضعیت نیتروژن گیاه جوان کلزا مناسب بوده است. در اثر تاخیر در کاشت عملکرد بذر ٥٠-٤٥ ٪ کاهش یافته است. در نهایت می توان نتیجه گرفت که تاریخ کاشت و تشخیص مراحل نموی گیاه دو فاکتور مهم در آزمایش تعیین غلظت نیتروژن کل و NO_3-N در کلزا می باشد. (هوکینگ ٢٠٠١).

آزمایشات مزرعه ای در طی دو فصل ٩٨-٩٧ در گرین تروپ و کانووییندرا در ناحیه کورا به منظور تشخیص وضعیت نیتروژن در کلزا صورت گرفت. پتیول جوان ترین برگ رسیده یک اندام مهم به منظور آزمایش NO_3-N در این اندام می باشد. قسمت های مناسب برای آزمایش غلظت نیتروژن کل در پهنک یا نوک برگ یا کل اندام هوایی است. کود نیتروژن سبب افزایش ماده خشک شده است. افزایش *LAI*، *RGR*، *CGR*، *NAR* و *LAD* منجر به افزایش عملکرد دانه می شود. (هوکینگ ١٩٩٧).

ایسلام و ایوانز(۱۹۹٤) اثرات بارگیری[۱] و نسبت نیتروژن در کلزا در یک مزرعه آزمایشی مطالعه کردند. میزان بارگیری بذر (۱٦٪) در مقایسه با گیاهی که در شرایط عادی رشد کرده کاهش یافته است. علت افت عملکرد کاهش در هر یک از اجزای عملکرد به ازای کاهش تراکم گیاهی به دلیل شکستگی ساقه در نزدیک سطح زمین بوده است. همچنین بارگیری به هنگامی که ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار به نسبت ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن به کار برده شده کاهش یافته است. در کل کاهش در تعداد غلاف درواح سطح، تعداد بذر در غلاف و وزن بذر عوامل تاثیر گذار بر افت عملکرد بوده اند. استفاده از ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن توزیع خوشه انتهایی و شاخه های جانبی هم سو با عملکرد بذر تغییر داده است. میزان نیتروژن بذر و عملکرد درزمانی که از ٤۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن استفاده شده افزایش یافته، و در هر دو مورد میزان روغن بذر و عملکرد روغن کاهش یافته است.

کلزا در پاییز (دوره رکود) فقط با سرما دهی می تواند محصول خوبی را درمناطق نیمه خشک چمن زارهای کانادا تولید کند. موضوع این تحقیق تعیین مقادیر کودی نیتروژن و عمل آن بر روی تاریخ های مختلف کشت کلزا می باشد. تنش علف کش، تراکم گیاه، نمو فنولوژیکی، عملکرد بذر، وزن بذر، غلظت روغن و پروتئین برای سه مرحله تقسیط کود نیتروژن یعنی هنگام کاشت، اوایل بهار و مرحله گل دهی تاثیر بسزایی دارند (جانستون و همکاران ۲۰۰۲). کام و همکاران (۲۰۰۵) رشد ریشه و فعالیت جذب نیتروژن واریته های کلزا درشرایط نیتروژن کافی را بررسی کردند. جذب NO_3-N از خاک به رشد ریشه و فعالیت جذب بستگی دارد. اگر چه تحت شرایط مزرعه ارزیابی فعالیت جذب نیتروژن به مراتب مشکل تر از خاک فاقد نیتروژن است. در شرایط کمبود

۱- Loading

میزان نیتروژن صفر و در شرایط مناسب میزان ۲۲۷ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود. در فوریه (بهمن و اسفند) ۲۰۰۲ لوله های pvc را بین ردیف ها در عمق۰/۳-۰ و۰/٦-۰ متر و زاویه ٤٥ درجه قرار دادند. در هنگام ظهور اندام های هوایی، شروع گلدهی و شروع پر شدن دانه لوله ها را با همان ضخامت ولی در عمق ۰/۳-۰ و ۰/٦-۰/۳ قرار دادند و ریشه ها به سمت لوله ها رشد کردند. تبادل آنیونی رزین در زیر این لوله ها برابر میزان آبشویی نیتروژن در نظر گرفته شد.بعد از ۲۱ روز از ظهور اندام های هوایی، ١٦ روز پس از گلدهی و مرحله پر شدن دانه NO_3-N از داخل لوله ها تخلیه شد. محاسبه تخلیه NO_3-N از طریق مقایسه با شاهد صورت گرفت. میزان تخلیه نیتروژن از لوله ها بطور معنی داری با تراکم طولی ریشه همبستگی نشان داد (کام و همکاران۲۰۰۵).

اثر دمای پایین جذب نیترات و انتقال متوالی نیتروژن و چرخه آن در دماهای°C ۷ به مدت ۹ روز و آن را تا دمای بالا (°C ۲۰) ادامه می دهند. هر قدر دما از°C ۲۰ تا °C ۷ پایین می آید جذب نیتروژن کاهش می یابد. دمای پایین همچنین انتقال نیتروژن را در آوندهای آبکش در حدود ٦۰٪ در چاودار ۳۰٪ در کلزا کاهش می دهد. همچنین تجمع نیتروژن در ریشه ها (در نتیجه ممانعت بیشتر از جریان نیتروژن در آوند آبکش به نسبت جذب نیترات ممکن است) مانع جذب نیترات و یا امینو اسید در تارهای کشنده شود (لاین و همکاران ۱۹۹٤).

مالاگولی، لاین و همکاران(۲۰۰۵) جریان نیتروژن کل بین اندامهای زایشی و رویشی در ارتباط با ریزش برگ و کاهش نیتروژن آنها بررسی کردند. بازیافت نیتروژن در اندام های زایشی در شرایط مزرعه خیلی کم است. بخش قابل قبولی از کاهش نیتروژن درخاک را می توان برگهای مرده در طول دوره رشد گیاه در نظر گرفت. بیشتر نیتروژن از مرحله رویشی به مرحله زایشی انتقال می یابد (۷۳٪ از کل نیتروژن). ارزیابی جریان نیتروژن اندام های داخلی نشان می دهد که انتقال خالص

نیتروژن به غلاف از برگها ۳۶٪ ، ساقه ۳٤٪ ، گلها ۲۲٪ و قسمت فوقانی ریشه ۸٪ می باشد. مطالعه دقیق نیتروژن برگها در گره های مختلف مشخص می کند که دو گروه مهم برگها از زمان ظهورشان توانایی انتقال نیتروژن را دارند؛ ۳۰ تا ٦۰٪ و ۷۰ تا ۸۰٪ از مقدار نیتروژن در طی گل دهی و پر شدن غلاف انتقال می یابد.

مک گرات و زاهو(۱۹۹٦) آزمایشات مزرعه ای به منظور بررسی عملکرد بذر کلزای پاییزه به تجمع مقادیر مختلف گوگرد در ۳ سطح نیتروژن در خاک شنی لومی در سالهای ۹۱-۹۰؛ ۹۲-۹۱ و ۹۳-۹۲ انجام دادند. افزایش بیشتر عملکرد بذر، در محدوده ای از ۱٦۰۰ کیلوگرم در هکتار تا ۷۰۰ کیلوگرم در هکتار یا ۲٦۷-٤۲٪ در پاسخ به ٤۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد با ۱۸۰ و ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن حاصل شد. عملکرد اقتصادی از مصرف ۱۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد به دست آمد و افزایش عملکرد از مقادیر بیشتر از ٤۰ کیلوگرم در هکتار گوگرد حاصل شد. افزایش نیتروژن از ۱۸۰ به ۲۳۰ کیلوگرم در هکتار عملکرد بذر را کاهش داد و این در حالی بود که از کود گوگرد استفاده شده بود. در مقابل عملکرد بذر با استفاده از کود گوگردی و مقادیر خیلی کم (۵۰ یا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) نیتروژن افزایش عملکردی را در بر نداشت. اثرات متقابل بین گوگرد و نیتروژن بر روی افزایش عملکرد بذر در سطح ۵٪ معنی دار بود. استفاده از کود گوگردی همچنین عملکرد روغن بذر را افزایش داده بود. در تیماری که از گوگرد استفاده نشده بود مقادیر زیادی از نیتروژن در برگها تجمع یافته بود. این نشان می دهد که متابولیسم نیتروژن در اثر کمبود گوگرد به هم می خورد. غلظت های گوگرد و نسبت گوگرد: نیتروژن در بافت های مختلف و کل گیاه با زمان تغییر می کند، غلظت گوگرد در برگها در ابتدای گل دهی بهترین شاخص در پیش بینی کمبود گوگرد در عملکرد بذر است و مقدار بحرانی آن ۳/۸ میلی گرم در گرم ماده خشک بدست آمد. در مقابل

نسبت گوگرد: نیتروژن در برگها در ابتدای گل دهی بیشتری کاهش ناشی از کمبود گوگرد را نشان می دهد.

آزمایشی در طی سالهای ۲۰۰۱-۲۰۰۰ به منظور مطالعه عملکرد و کیفیت بذر کلزا در واکنش به تراکم های ٦٧٥٠٠ بوته در هکتار با فاصله ردیف ٥٤/٥ سانتی متر)، ٩٧٥٠٠ بوته در هکتار (فاصله ردیف ۳۸ سانتی متر) و ۱۲۷۰۰۰ بوته در هکتار (فاصله ردیف ۲۹ سانتی متر) و سطوح نیتروژن ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار۰،۵۰، ۷۵ انجام شد. وزن خشک تجمعی گیاه با افزایش تراکم کاهش یافت اما با افزایش سطوح کود نیتروژن افزایش یافت. تعداد شاخه های اولیه و ثانویه با افزایش تراکم (۱۸/۲ و ۳۸/۷ ٪) کاهش یافته، اما با مصرف کود (۲۲/۲ و ۷۵ ٪) افزایش یافته است. اگر چه اختلاف معنی داری با افزایش کود نیتروژن حاصل نشد، متوسط تعداد بذر در غلاف با افزایش تراکم (۱۰/۸ ٪) و سطوح استفاده شده نیتروژن (٦/۳ ٪) و وزن بذر (۳/۵۲-۳۳/۳ میلی گرم) افزایش یافت. عملکرد بذر با افزایش تراکم های ٦٧٥٠٠ و ٩٧٥٠٠ بوته در هکتار و از ۹۷۵۰۰تا ۱۲۷۵۰۰بوته در هکتار افزایش یافت، اما افزایش کود نیتروژن از ۱۵۰ تا ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار افزایش عملکرد چندان معنی دار نبود. افزایش مقدار روغن با افزایش تراکم همبستگی مثبت داشت ولی با افزایش نیتروژن کاهش زیادی را دی پی داشت. افزایش تراکم درافزایش گلیکوزینولات بذر بی تاثیر بود ولی افزایش نیتروژن میزان گلیکوزینولات را افزایش داد.(۲۲۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن مقدار ۹٪ گلیکوزینولات را افزایش داد) (مومه، سونگ و همکاران ۲۰۰٤).

کلزا در شرایط زارعی خاک شنی برای ارزیابی گیاه و تشخیص کمبود گوگرد و به منظور پیش بینی عملکرد کشت شد. ٥ سطح کود گوگرد و ٤ سطح کود نیتروژن کشت شد. کل اندام های هوایی و جوان ترین برگها هم رفتار مشابهی در مقابل مقادیر بحرانی در گیاه در مرحله روزت نشان

دادند (پینکرتن، ۱۹۹۸). آبیاری مناسب و نیتروژن کافی عملکرد کلزا را افزایش می دهد و این زمانی حاصل می شود که میزان ۲۰۰-۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن همراه با آب کافی مصرف شده باشد. بیشترین غلظت روغن در تیمار نیتروژن صفر (٤٦/٤ ٪) و کمترین آن در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن (٤٠/٦٪) حاصل شد. اگر چه کود نیتروژن غلظت روغن را کاهش داده ولی عملکرد روغن را افزایش داده است. تجمع نیتروژن عملکرد همه تیمار ها را محدود کرده است و آن از معادله زیر تبعیت می کند:

$$Y(g) = ۸۰٦[۱-Exp(-٪۳۹*N(b))]$$

Y(g)؛ عملکرد دانه

N(b) ؛ تجمع نیتروژن

راندمان مصرف آب در کلزا Kg/ha/mm ۲۳-۵/۷ است و آن زمانی است که مقدار نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار است (تیلر و همکاران ۱۹۹۱).

انتقال نیتروژن از اندام های مختلف به وسیله برچسب گذاری غلافها ، برگها و میان گره های قسمت فوقانی ساقه با اوره N-۱۵ در مرحله گل دهی مطالعه شد. گیاهان برچسب دار یک ماه پس از گلدهی برداشت شدند و میزان N-۱۵ آنها تعیین شد نتایج آزمایش N-۱۵ به کار رفته در اندام های مختلف در طی گلدهی را نشان می دهد. انتقال N-۱۵ در غلاف از قسمت پایانی ساقه و شاخه اول کمترین مقدار بود. بیش از ۸۰٪ N-۱۵ برگها در طی گل دهی به بیرون از برگ ها منتقل شده که از این مقدار چیزی حدود ٦٧ -۳۵ ٪ به داخل غلاف ها منتقل شده است. در حدود ۵۵/۹۷ در صد از N-۱۵ میان گره ها در غلاف انتقال یافته است (زانگ و همکاران ۱۹۹۱).

غرقاب شدن در مراحل گیاهچه ای و طویل شدن ساقه عامل مهمی در کاهش مقدار نیتروژن و نسبت تجمع نیتروژن هستند. مقدار کلروفیل برگ و فعالیت آنزیم کاتالاز، قدرت اکسید کنندگی

گوگرد توسط ریشه و ترشحات ریشه در اثر غرقاب شدن کاهش می یابد. ماندابی در مراحل استقرار گیاهچه و طویل شدن ساقه، ارتفاع بوته، قطرساقه و تعداد شاخه های جانبی را کاهش می دهد. تعداد غلاف در بوته و تعداد بذر در غلاف هم در اثر غرقابی کاهش می یابند (در مقایسه با شاهد) (زاهو و همکاران ۱۹۹۷).

۲-۷- کودهای بیولوژیک

گرچه استفاده از کودهای بیولوژیک در کشاورزی از قدمت بسیاری برخوردار است و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد مصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می شده است، ولی بهره برداری علمی از این گونه منابع سابقه چندانی ندارد. اگرچه کاربرد کودهای بیولوژیک به علل مختلف در طول چند دهه گذشته کاهش یافته است ولی امروزه با توجه به مشکلاتی که مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به وجود آورده است، استفاده آنها در کشاورزی مجدداً مطرح شده است. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک دارد، از جنبه های اقتصادی، زیست محیطی و اجتماعی نیز مثمر ثمر واقع شده و می تواند به عنوان جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی باشد. در حال حاضر نگرش های جدیدی که در ارتباط با کشاورزی تحت عنوان کشاورزی پایدار، ارگانیک و بیولوژیک مطرح می باشد به بهره برداری از چنین منابعی استوار است.

کودهای بیولوژیک منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، بقایای گیاهی و غیره اطلاق نمی شود بلکه تولیدات حاصل از فعالیت میکروارگانیسم هایی که در ارتباط با تثبیت و یا فراهمی عناصر غذایی در خاک فعالیت می کنند را نیز شامل می شود.

۲-۷-۱- ویژگی های تیو باسیلوس

این باکتری ها اکسید کننده گوگرد می باشند، که به صورت اتوتروف زندگی کرده ولی فتوسنتز کننده نیستند. اکثر این باکتری ها میله ای شکل، دارای تاژک قطبی، گرم منفی و هوازی هستند، یعنی اکسیداسیون گوگرد را در شرایط هوازی انجام می دهند و رسوب گوگرد به صورت برون سلولی است (صالح راستین، ۱۳۷۷). این باکتری با اکسیداسیون گوگرد، سمیت ناشی از آن را برای سایر میکروارگانیسم ها کاهش می دهند. این باکتری در شرایط بی هوازی نیترات را به نیتریت تبدیل می کنند.

از جنس تیوباسیلوس پنج گونه تیوپاروس، دنیتریفیکانس، تیو اکسیدانس، فرواکسیدانس و نولوس به طور دقیق تر مورد مطالعه قرار گرفته اند. چهار گونه اول که به سختی در محیط های آلی رشد می کنند، اتوتروف اجباری و گونه پنجم که به خوبی قادر به رویش در این قبیل محیط ها است اتوتروف اختیاری شناخته شده است. گونه های تیوپاروس، دنیتریفیکانس و نولوس دامنه انتشار وسیع تری دارند و در اکثر خاک ها یافت شده اند، زیرا این گونه ها pH حدود خنثی را ترجیح می دهند، در حالی که دو گونه تیو اکسیدانس و فرواکسیدانس معمولا در در خاک های اسیدی و سرشار از گوگرد یا سولفورهای مختلف، یافت می شوند.

تیو باسیلوس ها قادر به هدایت واکنش های شاخص زیر می باشند:

(۱) $2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$

(۲) $Na_2S_2O_3 + 2O_2\ H_2O \rightarrow Na_2So_4 + H_2So_4$

(۳) $2Na_2S_4O_6 + 7O_2 + 6H_2O \rightarrow 2Na_2So_4 + 6\ H_2So_4$

(٤) $2Ks\ Co + 4O_2 + 4H_2O \rightarrow (NH_4)2So_4 + K_2\ So_4 + 2\ Co_2$

(٥) $5S + 6KNo_3 + 2H_2o \rightarrow 3K_2\ So_4 + 2H_2So_4 + 3N_2$

(٦) $5Na_2S_2O_3 + 8NaNo_3 + H_2O \rightarrow 9Na_2So_4 + H_2So_4 + 4N_2$

(۷) $12FeSo_4 + 3O_2 + 6H_2O \rightarrow 4Fe_2\ (So_4)_3 + 4Fe(OH)_3$

گونه تیوپاروس واکنش های ۱-٤، گونه دنیتریفیکانس ۱-٦، تیواکسیدانس۱-۳، فرواکسیدانس ۱، ۲ و ۷ و بالاخره گونه نولوس واکنش های ۲ و۳ را می توانند هدایت کنند. بطور کلی تعداد تیوباسیلوس ها در خاک چندان زیاد نیست، زیرا ترکیبات گوگردی که باید به عنوان منبع انرژی اختصاصی مورد استفاده آن ها قرار گیرند، در اکثر خاک ها به مقدار بسیار جزئی وجود دارند و برای ازدیاد سریع آن ها کافی نیستند.

بعضی از گونه های تیوباسیلوس (تیوباسیلوس تیوپاروس و تیوباسیلوس نوولوس) نیز قادر به اکسیداسیون H_2S و سایر ترکیبات گوگردی احیاء شده هستند و چون آن ها نسبت به اسید تحمل کمتری دارند رسوب دادن گوگرد را نسبت به اکسیداسیون بیشتر آن و تولید اسید سولفوریک ترجیح می دهند. باکتری های گوگردی رشته ای و گونه های تیوباسیلوس با اکسیداسیون گوگرد و دیگر ترکیبات معدنی گوگرد، سولفات تولید می کنند. گوگرد طبق واکنش زیر اکسید می شود:

$S^{\circ} + 1/2\ O_2 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$

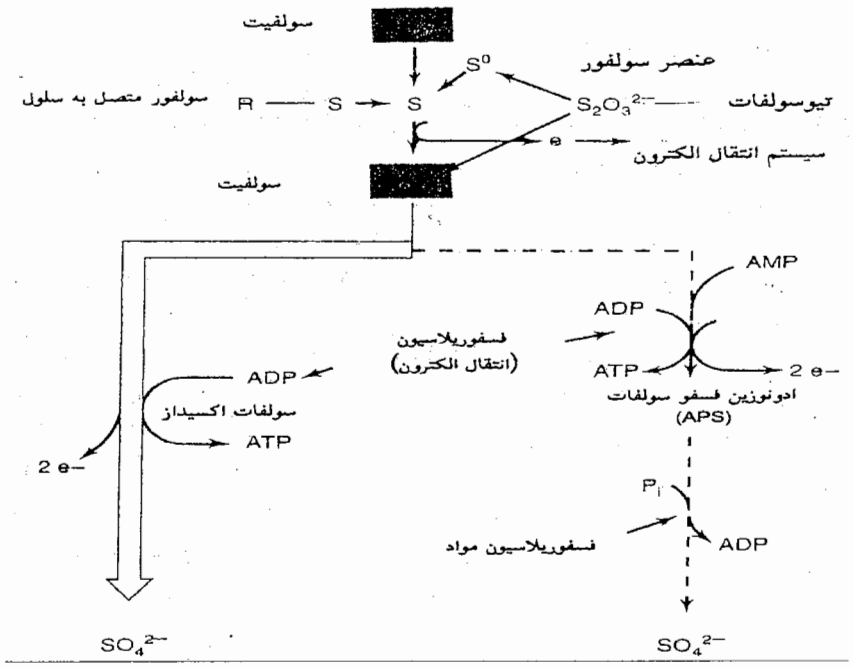
$(\Delta G^{\circ} = -149/8\ Kcal/mol = -629/2 Kj/mol)$

این تیوباسیلوس ها اسید دوست هستند و به خوبی در pH = ۲-۳ رشد می کنند. جنس های این باکتری شیمیولیتوتروف اجباری هستند که انرژی خود را منحصراً از اکسیداسیون گوگرد معدنی و منبع کربن خود را از دی اکسید کربن به دست می آورند. اکثر گونه های تیوباسیلوس هوازی اجباری هستند و مولکول های اکسیژن را برای اکسید کردن ترکیبات معدنی گوگرد لازم دارند. تیوباسیلوس دنتیریفیکانس می تواند یون های نیترات را به عنوان گیرنده نهایی الکترون در اکسیداسیون ترکیبات معدنی به کار ببرد. در واکنش زیر این مسئله نشان داده شده است:

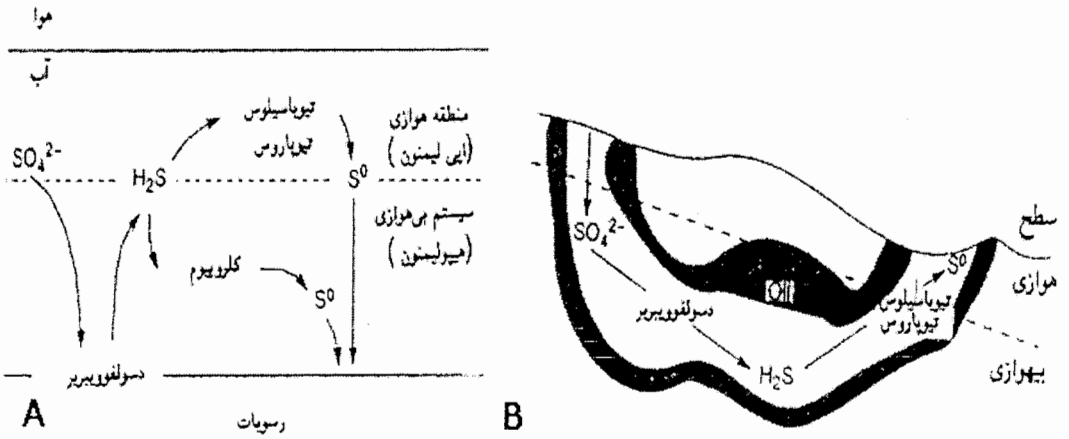
$$۳S^{۰} + ٤No_{۳}^{-} \rightarrow ۳SO٤^{-۲} + ۲N_{۲}$$

عقیده بر این است که این ارگانیسم قادر به احیاء جذبی نیترات نیست و آمونیوم را به عنوان منبع نیتروژنی نیاز دارد. باکتری های شیمیولیتوتروف اکسید کننده گوگرد، پراکنندگی زیادی دارند و در محیط های خاکی و آبی فعال هستند. میکروارگانیسم های هتروتروف دیگری نیز که گوگرد معدنی را به سولفات و یا تیوسولفات اکسید می کنند، وجود دارند اما به نظر می رسد که این میکروارگانیسم ها انرژی خود را از این واکنش ها به دست می آورند.

اکسیداسیون گوگرد باعث ایجاد مقادیر قابل توجهی اسیدهای معدنی قوی می شود که این اسید در خاک باعث حل شدن فسفر و سایر مواد معدنی می شود و این عمل برای میکروارگانیسم ها و گیاهان سودمند است. فعالیت تیوباسیلوس تیواکسیدانس ممکن است باعث تعدیل pH خاک شود. تیوباسیلوس تیو اکسیدانس و تیوباسیلوس فرواکسیدانس در عملیات استخراج معادن به کار می روند و موقعی که فعالیت های استخراج رگه های فلزی با برداشتن مقادیر زیادی از سنگ های سولفید احیاء شده همراه باشد. همان تیوباسیلوس موجب افزایش پساب های معدنی اسیدی می شود که یک پدیده ی مخرب است.



شکل ۲-٤- اکسیداسیون ترکیبات گوگرد.



شکل ۲-۵- رسوبات بیولوژیکی گوگرد (A) در دریاچه (B) در طبقات پوسته زمین. سولفات در منطقه ی بی هوازی به H_2S تبدیل می شود. H_2S توسط تیوباسیلوس تیوپاروس در هر دو حالت اکسید می شود که منجر به تشکیل و ایجاد گوگرد می شود. در طبقات پوسته زمین نفت یا گاز به عنوان مواد آلی که در احیاء سولفات به کار می روند می باشند.

۲-۷-۲- رابطه باکتری های تیوباسیلوس با آهن موجود در خاک

یکی از معمول ترین شکل های آهن با گوگرد در خاک، پیریت (FeS_2) می باشد که در معادن ذغال سنگ و سنگ های معدنی نیز وجود دراد. اکسیداسیون پیریت، ترکیبی از واکنش های شیمیایی و باکتریایی است. دو پذیرنده الکترون در این فرایند ممکن است عمل کنند:

- اکسیژن مولکولی (O_2) - یون های فریک (Fe^{3+})

آهن فریک فقط تا هنگامی که محلول اسیدی است، یعنی در pH کمتر از ۲/۵ در محلول وجود دارند. بنابراین هنگامی که پیریت در معرض هوا قرار می گیرد، واکنش شیمایی آهسته ای به صورت زیر با مولکول اکسیژن اتفاق می افتد:

$$FeS_2 + 3\ 1/2\ O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{+} + 2SO_4^{2-} + 2H^{+}$$

این واکنش موجب اسیدی شدن شرایط می شود.

به محض اینکه Fe^{2+} حاصل، در دسترس تیوباسیلوس ها قرار گیرد، طبق واکنش زیر به سرعت به Fe^{3+} تبدیل می شود:

$$2Fe^{2+} + 1/2\ o_2 + 2H^{+} \xrightarrow{\text{تیوباسیلوس ها}} 2Fe^{3+} + H_2O$$

Fe^{3+} حاصل، خود اکسید کننده است و می تواند پیریت باقی مانده را طبق واکنش زیر اکسید کند:

$$1Fe^{3+}\ FeS_2 + 8H_2O \rightarrow 15Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^{+}$$

و در نتیجه این واکنش Fe^{2+} مجددا برای تیوباسیلوس ها فراهم می شود. بدین ترتیب چرخه ای از واکنش های فوق به وجود می آید.

تیو باسیلوس ها به حضور ترکیبات احیاء گوگرد و آهن در محیط پاسخ می دهند، به طوری که در سطوحی که با تیوسولفات یا پیریت غنی شده است، ایجاد کلنی می کنند.

جدول ۲-۱۸- مواد معدنی سولفیدی قابل اکسید توسط تیوباسیلوس ها.

نام مادهٔ سولفیدی	ساختمان شیمیایی	نام ماده سولفیدی	ساختمان شیمیایی
Pyrite	Fes_2	Arsenopyrite	FeAsS
Chalcopyrite	$CaFeS_2$	millerite	Nis
Chalcocite	Cu_2S	Bornite	
Covellite	CuS	Marcasite	
Sphalerite	ZnS	Stibnite	
galena	PbS	Tetrahedrite	
Argentite	Ag_2S	Pentlandite	
Pyrrhotite	$Fe_{1-x}S$	Enargite	

۲-۷-۳- کاربرد های تیوباسیلوس ها در صنعت

۱- استخراج روی (Zn) از معادن

۲- استخراج سرب (Pb) از معادن

۳- استخراج اورانیوم

٤- استخراج طلا

٥- حذف فلزات پساب های صنعتی

۲-۷-٤- میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد معدنی

باکتری های اکسید کننده گوگرد، بیشتر از انواع اتوتروف هستند که برای احیاء دی اکسید کربن به منظور تامین کربن مورد نیاز خود، گوگرد و یا ترکیب های احیاء شده آن را به عنوان دهنده ی الکترون اختصاصی مورد استفاده قرار می دهند. در بسیاری از این باکتری ها، انرژی لازم برای فعالیت های حیاتی نیز از طریق همین واکنش ها فراهم می شود.

۲-۷-۵- تلقیح به وسیله باکتری

از آنجا که اکثر خاک های جهان (استرالیا به عنوان محل آزمایش)، فاقد انواع قوی اکسید کننده گوگرد هستند، این نظر عنوان شد که شاید چنین خاک هایی برای تیوباسیلوس ها حالت سمی دارند. برای آزمودن این نظریه تعدادی از خاک های استریل نشده را مرطوب کرده و با کشت خالص باکتری های اتوتروف و هتروتروف تلقیح نمودند و پس از یک هفته خواباندن به هر یک ۰/۵ درصد گوگرد اضافه کردند. تقریباً بدون استثناء گونه های تیواکسیدانس و تیوپاروس سرعت اکسیداسیون گوگرد را به نحو قابل توجهی افزایش دادند. در حالی که باکتری های هتروتروف تاثیر کمتری از این لحاظ داشتند. نتیجه آزمایش حاکی از این است که خاک ها هیچ گونه حالت سمی برای تیوباسیلوس ها و یا باکتری های هتروتروف ندارند و برای رشد این باکتری ها فقط باید ماده گوگردی فراهم باشد.

۲-۷-٦- نتایج اکسیده شدن گوگرد

به طور معمول اکسیده شدن گوگرد و سایر ترکیب های معدنی آن که به طور مداوم در خاک انجام می گیرد تغییر محسوسی در pH خاک به وجود نمی آورد. زیرا به دلیل محدود بودن مقدار این مواد، تولید سولفات چندان شدید نیست و مقدار تشکیل شده بیشتر به مصرف تغذیه ی گیاهان

می رسد و مقداری از آن در اثر آبشویی تلف می شود. در عین حال اسید سولفوریک حاصل از تجزیه مواد آلی گوگردی می تواند در مقیاس خیلی محدود یعنی در برخی مکان های کوچک داخل خاک، موثر واقع شود. در اثر افزودن گوگرد به خاک، تعداد و شدت فعالیت میکروارگانیسم های اکسید کننده آن بالا می رود و در نتیجه مقدار قابل توجهی اسید سولفوریک تولید می شود که این امر در خاک های آهکی تاثیر بسزایی در بهبود وضعیت خاک دارد. چرا که اسید سولفوریک موجبات افزایش قابلیت جذب منگنز، آهن، مس، روی، کبالت و مولیبدن پس از اکسیده شدن و تبدیل سولفات به حالت محلول را فراهم می کند. در ضمن اسید سولفوریک حاصل موجب تجمع ذرات کلوئیدی خاک به شکل دانه ای می شود و در نتیجه به اصلاح ساختمان فیزیکی آن کمک می کند. کاهش pH خاک در نتیجه اکسیده شدن گوگرد، از نظر کنترل بیماری های گیاهی که به وسیله اکتینومایست های حساس به شرایط اسیدی مانند استرپتومایسس اسکابیس به وجود می آیند نیز بسیار مفید واقع می شود. این قبیل نتایج مفید هنگامی حاصل می شود که اکسیده شدن گوگرد در حد متعادل باشد زیرا شدت این عمل ممکن است سبب اسیدی شدن خاک گردد و رشد گیاهان کشت شده را دچار مخاطره سازد. چنین حالتی در تاکستان های جنوب غربی فرانسه مشاهده شده است، زیرا در آن ناحیه به دلیل تکرار مصرف گوگرد به منظور مبارزه با بیماری های قارچی، تیوباسیلوس ها به شدت تکثیر و به تعدادی بیش از یک میلیون در هر گرم خاک رسیده اند. به طوری که حالت اسیدی ناشی از فعالیت آن ها موجب ضعیف شدن شدید درختان گشته است.

۲-۷-۷- مدت و سطح اکسیداسیون گوگرد در خاک ها

اصولا واکنش اکسایش گوگرد کند صورت می گیرد. در آزمایشات انجام شده در استرالیا ظرف مدت ۱۰ هفته در ٤۲/۱ درصد از خاک های مورد مطالعه (۲۸۸ نوع خاک مطالعه شده) کمتر از ٤ درصد گوگرد استعمال شده در خاک اکسید شده است. در مواقعی که گوگرد عنصری را برای

اصلاح خاک های شور و محتوی کربنات های زیاد به کار می برند نیز انجام عمل شستشو را حداقل ۳-۲ ماه پس از استعمال گوگرد انجام می دهند (عبادی، ۱۳٦۵).

۱-۷-۸- نسبت گوگرد به نیتروژن خاک

مطالعات استیوارت (۱۹٦۷) نشان می دهد که وقتی میزان گوگرد مواد آلی که به خاک اضافه می شود کمتر از ۰/۱۵ درصد باشد پوسیدگی مواد آلی خاک به خوبی انجام نمی شود. مگر آنکه باکتر ها مقداری از گوگرد خاک را جذب کنند. مشاهدات این دانشمند با تحقیقات سایر دانشمندان در این زمینه تطبیق می کند و وقتی که میزان گوگرد از ۰/۱۵ درصد بیشتر باشد لطمه ای به محصول وارد نمی شود زیرا این باکتری ها میزان گوگرد مناسبی را برای پوساندن مواد آلی در دسترس دارند.

۲-۷-۹- همیاری تیوباسیلوس با آزوسپریلیوم

آزوسپریلیوم ها باکتری های گرم منفی، خمیده و هوازی هستند. ویژگی آن ها تثبیت نیتروژن در شرایط میکروآئروفیلیک می باشد. این موجودات نه تنها خود تثبیت نیتروژن را انجام می دهند بلکه قادرند با تثبیت کننده های دیگر نظیر آزوموناس، ازتوباکتر و در پاره ای از اوقات با تیوباسبلوس زندگی همیاری داشته باشند.

۲-۷-۱۰- باکتری های فیتولیتوتروف

این باکتری ها دارای نوع خاصی از کلروفیل به نام باکتریوکلروفیل بوده و فتوسنتز (غیر هوازی) انجام می دهند (بشارتی، ۱۳۷۷). به منظور فتوسنتز و تثبیت CO_2 از نور خورشید به عنوان منبع

انرژی و از سولفیدها و سایر ترکیبات گوگردی به عنوان دهنده الکترون و هیدروژن استفاده می کنند (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰).

۲-۷-۱۱- باکتری های شیمیولیتوتروف

این باکتری ها از نظر تغذیه ای به سه گروه شیمیولیتوتروف اجباری، اختیاری و میکسوتروف تقسیم می گردند. انواع اجباری فقط از CO_2 به عنوان منبع کربن استفاده می کنند در حالی که انواع اختیاری می توانند هم از CO_2 و هم از ترکیبات آلی به عنوان منبع کربن استفاده کنند و انواع میکسوتروف از این دو منبع به طور همزمان استفاده می کنند.انواع هوازی از اکسیژن به عنوان گیرنده الکترون استفاده می کنند و انواع بی هوازی اختیاری در شرایط هوازی از اکسیژن و در شرایط بی هوازی از نیترات به عنوان پذیرنده الکترون استفاده می کنند.

مهمترین باکتری های شیمیولیتوتروف اکسید کننده گوگرد در اکثر خاک ها از جنس تیوباسیلوس می باشند. این باکتری ها از ترکیبات احیاء شده گوگرد (سولفید هیدروژن، پلی سولفیدها، گوگرد عنصری، تیوسولفات، تتراتیونات و ...) به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و با اکسیداسیون این ترکیبات، مقداری انرژی کسب می کنند (بشارتی، ۱۳۷۷).

۲-۷-۱۲- عوامل موثر بر اکسیداسیون گوگرد در خاک

از آنجا که اکسیداسیون شیمیایی گوگرد بسیار کند است و قسمت اعظم گوگرد موجود در خاک توسط میکروارگانیسم ها اکسید می شود، بنابراین هر عاملی که بتواند رشد و نمو و فعالیت میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد را تحت تاثیر قرار دهد، روی میزان اکسیداسیون گوگرد خاک نیز اثر خواهد گذاشت. میزان اکسیداسیون بیولوژیک گوگرد به اثرات متقابل سه فاکتور اصلی جمعیت میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد، مشخصات ترکیبات گوگردی و شرایط محیطی موجود در خاک بستگی دارد (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰).

۲-۷-۱۲- عوامل موثر بر اکسیداسیون گوگرد در خاک

از آنجا که اکسیداسیون شیمیایی گوگرد بسیار کند است و قسمت اعظم گوگرد موجود در خاک توسط میکروارگانیسم ها اکسید می شود، بنابراین هر عاملی که بتواند رشد و نمو و فعالیت میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد را تحت تاثیر قرار دهد، روی میزان اکسیداسیون گوگرد خاک نیز اثر خواهد گذاشت. میزان اکسیداسیون بیولوژیک گوگرد به اثرات متقابل سه فاکتور اصلی جمعیت میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد، مشخصات ترکیبات گوگردی و شرایط محیطی موجود در خاک بستگی دارد (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰).

۲-۷-۱۳- مکانیسم اثر باکتری های اکسید کننده گوگرد

می توان گفت که مکانیسم اثر باکتری ها در اکسایش گوگرد و تولید اسید سولفوریک، به روش تغذیه ای آنها بستگی دارد. در باکتری های فتولیتوتروف که دارای نوع خاصی از کلروفیل هستند برای تثبیت CO_2 و انجام عمل فتوسنتز از نور خورشید به عنوان منبع انرژی استفاده می گردد و از سولفیدها و سایر ترکیبات گوگردی، به عنوان دهنده الکترون و هیدروژن استفاده می شود.

$$CO_2 + H_2S \rightarrow (CH_2O) + H_2O + 2S$$

$$2S^{\circ} + 3CO_2\ 5H_2O \rightarrow 3CH_2O + 2H_2SO_4$$

باکتری های شیمیولیتوتروف از ترکیبات احیاء شده گوگرد به عنوان منبع انرژی استفاده کرده و با اکسیداسیون این ترکیبات، مقداری انرژی کسب می کنند. منبع انرژی در اینجا یا CO_2 و یا ترکیبات آلی است و گیرنده الکترون، اکسیژن یا نیترات است (بشارتی ،۱۳۷۷).

جدول۲-۱۹- مقدار انرژی تولید شده در اثر اکسیداسیون برخی از ترکیبات احیاء گوگرد (بشارتی ، ۱۳۷۷).

واکنش اکسیداسیون	تغییر انرژی آزاد (Kcal/mol)
$H_2S + 1/2O_2 \rightarrow S^{\cdot} + H_2O$	-۵۰
$S^{\cdot} + 3/4O_2 \rightarrow 1/2S_2O_3^{2-}$	-٦٤
$1/2S_2O_3^{2-} + 3/4O_2 \rightarrow SO_3^{2-}$	-۵۵
$SO_3^{2-} + 1/2\ O_2 \rightarrow SO_4^{2-}$	-۵۹
$S^{\cdot} + 1/2\ O_2 + 2H_2O \rightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$	-۱٤۹/۸

۲-۷-۱٤- تاثیر مصرف گوگرد و تلقیح خاک با باکتری های تیوباسیلوس

پنکین (۱۹۷۷) در طی آزمایشات مختلف نشان داد که میزان فسفر قابل استفاده خاک فسفات، در نتیجه ی مخلوط کردن آن با گوگرد افزایش می یابد. بنابراین وی مخلوط کردن خاک فسفات را با گوگرد جهت کاهش pH خاک و فراهم نمودن یک منبع فسفر قابل جذب برای گیاه توصیه کرد.

اسوابی (۱۹۷۵) در مورد تولید و مصرف بیوسوپر (گوگرد + آپاتیت + تیوباسیلوس) تحقیقات زیادی انجام داد و اثر این کود را در شرایط گلخانه و مزرعه بر روی چند محصول از جمله شبدر آزمایش کرد. او ابتدا گوگرد پودری و آپاتیت را به نسبت ۱:۵ با هم مخلوط کرده و یک بار بدون

افزودن باکتری تیوباسیلوس آن را گرانوله و سولفافس[1] نامید و بار دیگر خاک حاوی باکتری های تیوباسیلوس را به آن افزوده و آن را گرانوله و بیوسوپر[2] نامید؛ بررسی کرد. آزمایشات او در سه سال متوالی روی چند محصول مختلف انجام شد. نتایج بررسی های او نشان داد اگر در گلخانه، میزان عملکرد و فسفر جذب شده حاصل از مصرف سوپرفسفات تریپل به ترتیب ۱۰۰ و ۱۰۰ در نظر گرفته شود این ارقام در مورد بیوسوپر ۸۱ و ۷۲ و در مورد سولفافس ۲۶ و ۳۱ می باشد. او همچنین به بیوسوپر و سولفافس، ۱۰ درصد سوپرفسفات تریپل افزود و آنها را به عنوان یک کود مصرف کرد و دریافت که عملکرد و کود فسفر جذب شده حاصل از مصرف بیوسوپر + سوپرفسفات تریپل به ترتیب ۱۵۰ و ۸۲ و در مورد سولفافس + سوپر فسفات تریپل ٤٧ و ۱۵ بود.

روسا (۱۹۸۹) خاک فسفات، گوگرد ماده آلی، و باکتری های تیوباسیلوس را به خاک اضافه کرده و قابلیت جذب فسفر را هفت هفته پس از کشت سورگوم در گلدان ها بررسی کرد. حلالیت فسفر و جذب آن توسط سورگوم به حدی بود که عملکرد ناشی از تیمار گوگرد + تیوباسیلوس+ ماده آلی به اندازه عملکرد ناشی از سوپرفسفات تریپل بود.

۱- Sulphaphos
۲- Biosuper

بود ولی عملکرد و فسفر جذب شده ناشی از تیمار گوگرد + آپاتیت + تیوباسیلوس بیشتر از تیمار آپاتیت بود.

در تحقیقی که توسط رابینز و همکاران (۱۹۸٤) بر روی لگوم های مرتعی انجام گرفت مشخص گردید پس از ۲۰ ماه، غلظت نیتروژن، فسفر و گوگرد در تیمار بیوسوپر (خاک فسفات، گوگرد و تیوباسیلوس) کمتر از سوپر فسفات ساده بود، ولی پس از گذشت ۳۷ ماه، غلظت فسفر و گوگرد در این دو تیمار مشابه بوده و این نشان می دهد که با گذشت زمان قابلیت دسترسی فسفر و گوگرد در بیوسوپر افزایش می یابد.

کیتامز و اتوئه (۱۹٦٥) در یک آزمایش گلخانه ای امکان استفاده از مخلوط خاک فسفات و گوگرد را به عنوان کود فسفری، مورد بررسی قرار دادند. در این آزمایش گوگرد و سنگ فسفات با نسبت های مختلف با یکدیگر مخلوط شده و به صورت پودر یا گرانول به خاک اضافه شدند. تیمارهای دیگری شامل استفاده از کود سوپرفسفات تریپل و تلقیح با باکتری های تیوباسیلوس بودند. پس از اعمال تیمارها تعداد ۵۰ عدد بذر ری گراس در هر گلدان کاشته شد. پس از هشت هفته گیاهان برداشت شده و میزان عملکرد و فسفر جذب شده در تیمارهای مختلف اندازه گیری شدند. نتایج این آزمایشات نشان داد که مخلوط خاک فسفات و گوگرد به طور معنی داری عملکرد و میزان فسفر جذب شده را در مقایسه با خاکی که فقط فسفات در آن مصرف شده بود، افزایش داد. میزان این افزایش در خاک هایی که آهک بیشتری داشتند کمتر، ولی معنی دار بود. حداقل گوگرد اکسید شده (حدود ۱۰ درصد) مربوط به گوگرد گرانوله و حداکثر آن مربوط به گوگرد پودری (۸۲ درصد) بود. میزان عملکرد و فسفر جذب شده با نسبت خاک فسفات به گوگرد رابطه عکس نشان داد. مصرف گوگرد و خاک فسفات نسبت به شاهد، عملکرد را ٤/۸ درصد افزایش داد، در حالی که مصرف خاک فسفات تنها، فقط ۲/۵ برابر و کود سوپر فسفات ٤/۹ برابر نسبت به

فصل III

مواد و روش ها

۳-۱- زمان و محل اجرای آزمایش

این آزمایش در سال ۸۵-۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی بسطام دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود به اجرا در آمد.

۳-۲- موقعیت شهرستان شاهرود از نظر جغرافیایی

شهرستان شاهرود در عرض جغرافیایی ۳٦ درجه و ۲۵ دقیقه شرقی و ٥٤ درجه و ٥۷ دقیقه طول شمالی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳٤۹/۱ متر است.

جدول ۳-۱- مختصات جغرافیایی محل مورد آزمایش.

مختصات مملکتی			موقعیت جغرافیایی	
X	Y	Z	عرض(λ)	طول(φ)
٥۲٦/۸	۱۳۲٥	۱۳٤۹/۱	**۳٦ درجه، ۲۵ دقیقه شرقی**	**٥٤ درجه، ٥۷ دقیقه شمالی**

۳-۳- ویژگی های آب و هوایی

بر اساس تقسیم بندی های اقلیمی منطقه بسطام دارای اقلیم سرد و خشک است. میانگین بارندگی سالانه بین ۱٦۰-۱٥۰ میلی متر بوده و بارندگی ها عمدتاً در فصل بهار و پائیز رخ می دهد. بر اساس اطلاعات ثبت شده در ایستگاه هواشناسی شاهرود میانگین سالانه دما در این منطقه ۱٤/٤ درجه سانتی گراد گزارش شده است. میانگین درجه حرارت در سال آزمایش ۱٥/۲ درجه سانتی گراد و میزان بارندگی ۱۳۰-۱۲۸ میلی متر گزارش شد. متوسط بارندگی در سال گذشته در جدول ۳-۲ اشاره شده است.

جدول ۳-۲- میزان بارندگی در ماه های سال ۸۵-۱۳۸٤ بر حسب میلیمتر.

خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
۱	۸/٤	٦۳	۱۵/۸	۱۳	۳٤	۲٤/۱	۲٤/٤	۳/۸

- زمان شروع بارش برف در تاریخ ۸٤/۱۱/۱۷ بوده و تا تاریخ ۸٤/۱۲/۱۵ ادامه داشته است.

همچنین مقادیر درجه حرارت در سالی که طرح در آن اجرا شد به قرار زیر است:

جدول ۳-۳- متوسط درجه حرارت در ماه های سال ۸۵-۱۳۸٤ بر حسب درجه سانتی گراد.

خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر
۲۲/٤	۱۸/٤	۱۱/۲	۸/۸	٤/٤	۱/۸	۰/۲	۸/٤	۱۳/۵

۳-٤- خصوصیات خاک مزرعه مورد آزمایش

قبل از انجام عملیات آماده سازی و اجرای نقشه آزمایش به منظور تعیین بافت خاک و وضعیت عناصر غذایی از جمله NPK از عمق ۲۵-۰ سانتی متری در ۱۰ نقطه از خاک مزرعه نمونه برداری هایی صورت گرفت. برای این منظور محوطه کشت را به صورت مشبک فرض کرده و از هر نقطه معادل یک کیلوگرم خاک جدا کرده، سپس نمونه های جمع آوری شده را روی هم ریخته و به صورت مخروط در آورده و هر بار قسمتی از خاک را که در اطراف مخروط جمع می شود حذف نمودیم. نهایتاً یک نمونه یک کیلوگرمی که در برگیرنده کل نمونه هاست به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه مکانیکی و شیمیایی خاک در جدول (۳-٤) نشان داده شده است . با توجه به تجزیه مکانیکی و درصد هر یک از اجزای خاک بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

جدول۳-٤- نتایج تجزیه شیمیایی و مکانیکی خاک مزرعه در دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی شاهرود.

عوامل مورد تجزیه (دسی زیمنس)	قابلیت هدایت الکتریکی(EC)	واکنش خاک(pH)	درصد کربن آلی	درصد مواد آلی	کلسیم و منیزیم (me/l)	کلسیم قابل جذب(me/l)	منیزیم قابل جذب(me/l)	نیتروژن قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	پتاسیم قابل جذب (ppm)
نتیجه آزمون	۰/٦۹	۷/۹۹	۰/۱۹	۰/۳۳	۵۵	۳۳	۲۲	۰/۰٤	۱۰	٦/٤

بافت خاک از نوع لومی تعیین گردید.

۳-۵- تناوب زراعی

همان طور که می دانیم آگاهی از نوع کشت گیاهان سال های گذشته از اهمیت بالایی برخوردارد. تناوب زراعی محدوده زیر کشت به قرار جدول ۳-۵ می باشد.

جدول ۳-۵- تناوب زراعی در محدوده محل اجرای طرح.

۳سال قبل	۲سال قبل	سال قبل	سال جاری	تناوب زراعی
گندم	کلزا	نکاشت	کلزا	کشت پاییزه
نکاشت	نکاشت	نکاشت	نکاشت	کشت بهاره

۳-٦- مشخصات طرح آزمایشی

آزمایش به صورت اسپیلت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ٤ تکرار اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل۳ رقم اوکاپی، اس ال ام۰٤٦ و ریجنت در کبری به عنوان فاکتور اصلی، تلقیح بذر با تیوباسیلوس و عدم تلقیح بذر، کاربرد اوره و سولفات آمونیوم

(هریک به میزان ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار) به عنوان فاکتورهای فرعی بـر عملکـرد و اجـزای آن در کلزای پائیزه می باشد.

۳-۷- عملیات اجرایی

۳-۷-۱- نقشه کشت

این طرح آزمایشی به صورت اسپیلت پـلات فاکتوریـل و در قالـب طـرح بلـوک هـای کامـل تصادفی در٤ تکرار انجام گرفت.

الف- تیمارارقام شامل:

۱- اوکاپی (C۱)

۲- اس ال ام ۰٤٦ (C۲)

۳- ریجنت در کبری (C۳)

ب- تیمار تلقیح بذر با کود بیولوژیک تیوباسیلوس شامل:

۱- مصرف کود بیو لوژیک تیو باسیلوس به صورت تلقیح بذر (S۱)

۲- شاهد (بدون کود) (S۲)

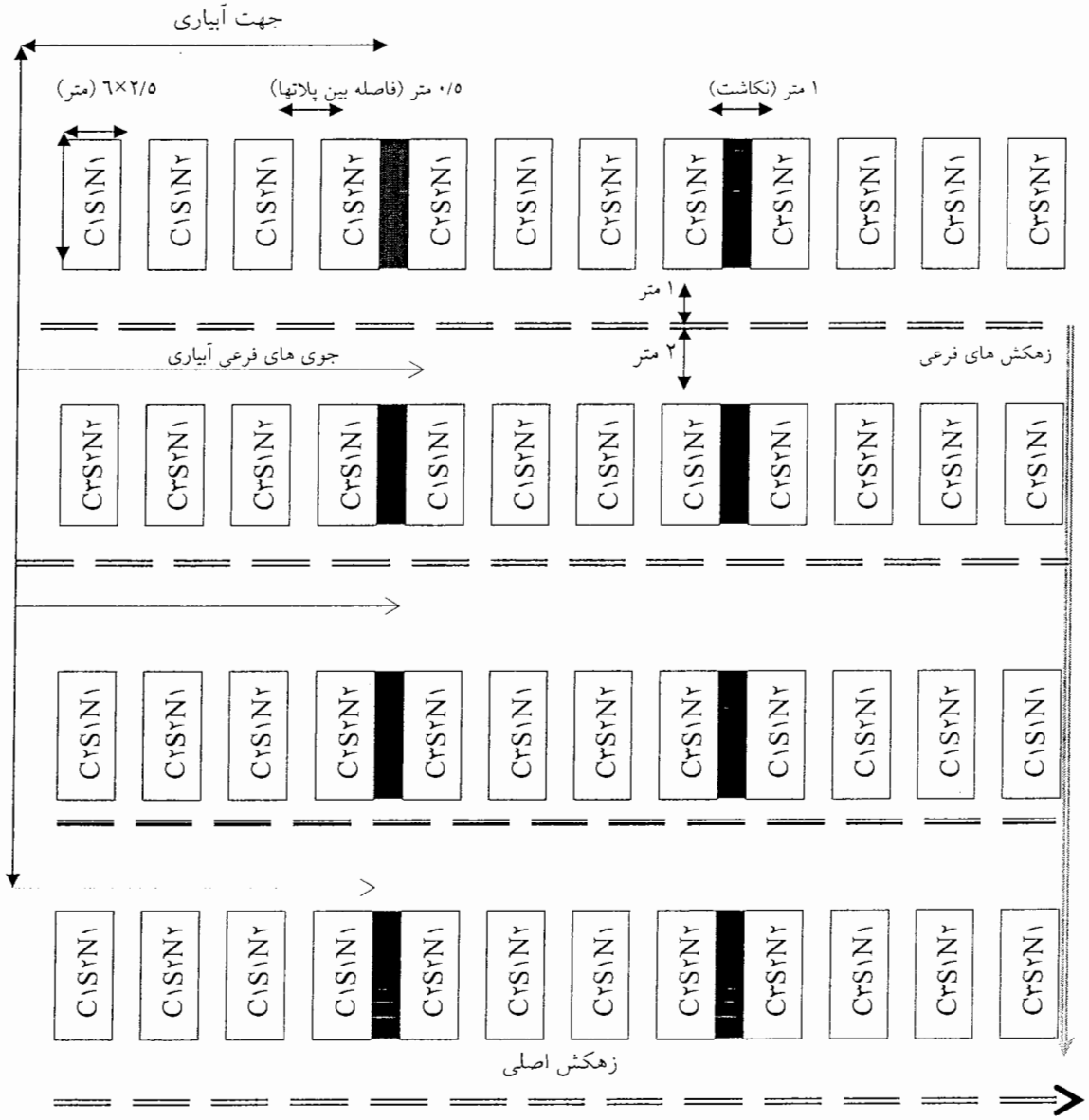
پ-تیمار اشکال کود نیتروژن شامل:

۱- ۲۰۰ کیلو گرم در هکتار کود اوره (N۱)

۲- ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات آمونیوم (N۲)

ابعاد هر بلوک (تکرار) ٦×۳۷/۵ متر انتخاب شد که در مجموع ۱٤۲۵ متر مربـع زمـین بـا احتساب حواشی و نهرها و فاصله ۳ متری بین تکرار ها بـه اجـرای ایـن آزمـایش اختـصاص یافت. هر بلوک شامل ۱۲ کرت به مساحت ۱۵ متر مربع (۲/۵×٦ متر) و هر کرت شامل ۵ خط

دو ردیفه کاشت و فاصله بین ردیف های ۵۰ سانتی متر بود. هر تکرار ۱۲ پلات و با احتساب ٤ تکرار تعداد پلات ها ٤٨ عدد می باشد



شکل ۳-۱- نقشه کشت.

نکته: C؛ C_1 (اوکاپی)، C_2 (اس ال ام ۰٤٦) و C_3 (ریجنت در کبری): رقم (فاکتور اصلی)، S؛ مصرف (S_1) و عدم مصرف (S_2) تیوباسیلوس (فاکتور فرعی اول)، N؛ N_1 (اوره) و N_2 (سولفات آمونیوم): سطوح کود شیمیایی (فاکتور فرعی دوم).

۳-۷-۲- آماده سازی زمین و کوددهی

زمین آزمایش در سال قبل (۸۴-۸۳) به صورت آیش بود. به منظور آماده سازی زمین یک شخم عمیق در شهریور و یک شخم سطحی در اوایل مهر انجام گردید، سپس معادل ۱۰۰ کیلوگرم کود پایه فسفات آمونیوم و پتاس نیز به همین مقدار به زمین اضافه شد و به کمک دیسک با خاک مخلوط گردید. با استفاده از لولر نیز عمل تسطیح صورت پذیرفت. در پایان به وسیله فاروئر پشته هایی به عرض ۵۰ سانتیمتر ایجاد گردید.

زمین مورد نظر در دو جهت گونیا گردید و سپس اندازه کرت ها در آن مشخص شد. پس از آن جوی های آبیاری تعبیه گردیدند. زمین آزمایش آبیاری شد و پس از رسیدن به حد ظرفیت زراعی، در زمان مناسب و در طرفین هر پشته (روی خط داغاب) کاشت بذور به فاصله ۵ سانتیمتر انجام گرفت. مرز بین کرت ها در هر بلوک با یک پشته کاشته نشده مشخص گردید و به منظور تعیین مرز بین پلات های اصلی دو خط نکاشت در نظر گرفته شد.

جدول ۳-۶- مقادیر کود مصرفی در محل مورد آزمایش بر حسب کیلوگرم در هکتار.

سولفات آمونیوم	اوره	پتاس	فسفات آمونیوم	انواع کود
۲۰۰	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	مقدار مصرف (کیلوگرم در هکتار)
اوایل ساقه رفتن	اوایل ساقه رفتن	قبل از کاشت	قبل از کاشت	زمان مصرف

۳-۷-۳- مشخصات ارقام مورد بررسی

۳ رقم اوکاپی، اس ال ام۰٤٦ و ریجنت در کبری دارای مشخصاتی به شرح جدول ذیل می باشند:

جدول ۳-۷- مشخصات ارقام مورد بررسی.

نام رقم	نوع رقم	کد رقم	عملکرد دانه	درصد روغن	سازگاری
ریجنت در کبری	پاییزه	۰۰	٤/۳- ۲/۱	٤۱/۳-٤۱	سرد و معتدل سرد
اوکاپی	پاییزه	۰۰	۳	٤۳	معتدل سرد و سرد
اس ال ام۰٤٦	پاییزه	۰۰	۳	٤۳	سرد

بخش تحقیقات دانه های روغنی، دستور العمل تولید کلزا در اقلیم های مختلف کشور.

۳-۷-٤- کاشت بذر کلزا

قبل از شروع کاشت، آزمایش جوانه زنی بذور کلزا در آزمایشگاه انجام شد. قوه نامیه رقم اوکاپی ۸۹ درصد، اس ال ام ۰٤٦، ۸۵ درصد و ریجنت در کبری ۹۵ درصد بود. به دلیل وجود تیمارهای کود بیولوژیک و لزوم تلقیح بذور با این میکروارگانیسم ها به یک سری اقدامات مقدماتی قبل از عمل کاشت نیاز داشت و آن اجرای این تیمارها بود. نحوه اعمال تیمارهای بیولوژیک به طور کلی بدین صورت بود که: میکروارگانیسم های اکسید کننده گوگرد ابتدا از آزمایشگاه بیولوژی مؤسسه تحقیقات پل سبز دزفول تهیه شدند. در تیمارهایی که با آغشته کردن بذور با این میکروارگانیسم ها تلقیح می شدند پس از ریختن بذور کلزا در داخل یک کیسه پلی اتیلنی، مقدار ۳۰ میلی لیتر محلول شکر ۲۰ درصد به آن اضافه شد آنگاه کیسه حاوی بذر و ماده چسباننده برای مدت ۳۰ ثانیه به شدت تکان داده شد تا سطح کلیه بذرها بطور یکنواخت چسبناک شود پس از آن به مقدار کافی از مایه تلقیح به بذرهای چسبناک اضافه شد تا حدی که کل سطح

بذر پوشانده شود. پس از ٤٥ ثانیه تکان دادن و اطمینان از چسبیدن یکنواخت مایه تلقیح به بـذرها، بذرهای آغشته به مایه تلقیح بر روی ورقه ی آلومینیومی تمیز در زیر مکان سـایه پهـن گـشته، تـا بذور خشک شوند سپس سریعاً نسبت به کاشت بذور اقدام شد. لازم به ذکر است که طبق محاسبه صورت گرفته در موسسه خاک و آب میزان باکتری بکار برده شده برای ارقام کلزا ۳۰۰ گرم به ازاء ۷/۲ کیلوگرم از هر سه رقم کلزا بود. کاشت بذور بر روی خطوط در عمق ۲ تا ۳ سـانتیمتری و بـا فاصله روی ردیف ٥ سانتیمتر و بین ردیف ۲٥ سـانتیمتر انجـام گرفـت. سـپس کاشـت در تـاریخ ۱۳۸٤/۷/۲ به صورت دستی انجام شد.

۳-۸- عملیات داشت

۳-۸-۱- مبارزه با علف های هرز و دفع آفات

وجین علفهای هرز در دو مرحله اوایل جوانه زنی و مرحله به ساقه رفتن (اوایل بهار) بصورت دستی انجام شد. در مرحله گلدهی به منظور حذف علف های هرز داخل جـوی هـای آبیـاری بـا استفاده از وجین کن انجام گرفت. مهمترین گونه های علفهای هرز به ترتیب کثرت در جدول ۳-۸ آمده است. در طول فصل رشد بیماری خاصی مشاهده نشد. تنها آفت مشکل ساز شته مـومی بـود که در اواخر اردیبهشت ماه ظاهر شد ولی خسارتی در پی نداشت. سوسک گرده خوار کلزا نیـز در مرحله گلدهی بر روی تعدادی از بوته ها دیده شد. این حشره از دانه گـرده تغذیـه کـرده و بـرای دستیابی به آن در گل های باز نشده، گلبرگ ها را باز کرده و به تخمـدان آسـیب مـی رسـاند و در نهایت سبب عقیم شدن گل می گردد (شهیدی، ۱۳۷۳). مبارزه با این آفت به صـورت جمـع آوری آن ها از سطح مزرعه بود.

جدول ۳-۸- برخی از علف های هرز و آفات محل مورد آزمایش.

نوع علفهای هرز	۱- خردل وحشی	۲- گل گاو زبان	۳- طوق	٤- پیچک صحرایی
نوع آفات	۱- شته مومی	۲- سوسک گرده خوار	۳- تریپس	٤- زنبور وحشی

جدول ۳-۹- سموم دفع آفاتی که در طی اجرا طرح مورد استفاده قرار گرفت.

سموم دفع آفات		سموم بیماری ها		سموم علفکش		انواع سم
سموم آفت کش		سموم قارچکش		پهن برگ	باریک برگ	
مرحله دوم	مرحله اول	مرحله دوم	مرحله اول			
متاسیس توکس	متاسیس توکس	-	ویتاواکس	-	۲-٤-D	نام سم
۲×۱۰۰۰	۲×۱۰۰۰	-	۰/۵×۱۰۰۰	-	۲×۱۰۰۰	مقدار مصرف در هکتار
اواسط غلاف دهی	اوایل غلاف دهی	-	قبل از کاشت	-	اوایل غلاف دهی	زمان مصرف

۳-۸-۲- آبیاری

بلافاصله پس از کاشت کلزا آبیاری سنگینی به صورت نشتی انجام شد تا پشته ها کاملاً نم کشیده و تیره شود.آبیاری های بعدی در پاییز هر ۱۰ روز (۳ مرتبه) و سپس در بهار در مدار ۷ روز انجام گرفت.

۳-۹- نمونه برداری و اندازه گیری ها

با توجه به زمان کاشت، در اواخر زمستان یک مرحله نمونه برداری و در بهار هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری به شرح ذیل صورت گرفت :

۱- ۸٤/۱۲/۲۵ روزت

۲- ۸۵/۱/۱۵ ساقه دهی

۳- ۸۵/۱/۳۱ گلدهی

٤- ۸۵/۲/۱۵ اوایل غلاف دهی

۵- ۸۵/۲/۳۱ اواسط غلاف دهی

٦- ۸۵/۳/۱۵ اواخر غلاف دهی

۷- ۸۵/۳/۲۰ برداشت نهایی

در هر مرحله نمونه برداری از هر کرت ٤ بوته را با احتساب حاشیه ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت به نحوی انتخاب می شدند که بتوانند تا حد زیادی خصوصیات واحد آزمایشی مربوطه را نشان دهند. قطع بوته ها از سطح خاک و از ناحیه طوقه انجام گرفت.پس از انجام نمونه برداری بوته ها در نایلون های شماره گذاری شده قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه قسمت های مختلف گیاه جدا گشته و صفات زیر مورد ارزیابی قرار گرفتند.

۱) سطح برگ؛ اندازه گیری سطح برگ با دست و به روش وزنی صورت گرفت، یعنی برگ ها را روی کاغذ پهن کرده و شکل برگ ها را روی کاغذ منتقل کرده، سپس با قیچی برگ های کشیده شده روی کاغذ را جدا کرده و توزین کرده، از طرف دیگر وزن و مساحت کاغذ را قبلاً محاسبه کرده و با یک تناسب ساده مساحت برگ را تخمین می زنیم.

۲) تعداد برگ؛ برگ هایی که به حداقل ۵۰ درصد سطح کامل خود رسیده بودند، شمارش شدند.

۳) طول ساقه اصلی؛ ارتفاع گیاه از ناحیه طوقه (محل برش) تا نوک خوشه اصلی به عنوان طول ساقه اصلی بر حسب سانتی متر با دقت ۰/۱± سانتی متر ثبت گردید.

٤) طول شاخه فرعی؛ طول شاخه های فرعی از محل اتصال شاخه های فرعی به ساقه تا رأس خوشه آن ها محاسبه گردید. این معیار نیز بر حسب سانتی متر و با دقت ۰/۱± سانتی متر اندازه گیری شد.

۵) تعداد شاخه های فرعی.

٦) وزن خشک برگ؛ برگ ها در داخل پاکت شماره دار گذاشته شده، سپس به آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت منتقل شدند. پس از اعمال زمان لازم، پاکت ها به مدت ۲۰ تا ۲۵ دقیقه در هوای آزمایشگاه نگهداری شدند تا با محیط به تعادل دمایی برسند و در نهایت با ترازوی حساس به دقت ۰/۰۱ ± گرم توزین شدند.

۷) وزن خشک ساقه اصلی و شاخه های فرعی؛ این اندازه گیری ها نیز مانند وزن خشک برگ انجام شد.

۸) وزن خشک غلاف؛ در مرحله ای از رشد که غلاف ها نیز ظاهر شدند نمونه برداری از آن ها نیز آغاز شد و نحوه توزین ان ها نیز به مانند وزن خشک برگ بود.

۹) تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف؛ این صفات نیز در طول دوره ظهور غلاف ها اندازه گیری شد.

۳-۱۰- بر آورد شاخص های رشد

برای ارزیابی شاخص های رشد، از مقدار ماده خشک اندام های هوایی به دست آمده از واحد سطح (متر مربع) برای هر کرت در هر بار نمونه برداری استفاده شد. در محاسبه CGR و RGR از تقویم زمان، معادلات زیر به کار گرفته شدند (راسل و همکاران، ۱۹۸٤):

$$CGR= (W_2 - W_1) / (T_2 - T_1)$$

$$NAR=RGR/LAR$$

$$LAR =LA /TDW$$

$$RGR=(1/W_1)\times(dw/dt)$$

$$LAID = \{(LA_1 + LA_2)/GA\} \times \{(T_2 - T_1)/2\}$$

LAR: نسبت سطح برگ

$T_2 - T_1$ فاصله زمانی بین دو نمونه برداری

NAR: سرعت جذب خالص

dw /dt تغییرات وزن خشک در واحد زمان

GA: سطح زمین

LA۱: سطح برگ گیاه در نمونه برداری اول

TDW: کل ماده خشک گیاه

W_1: وزن خشک در نمونه برداری اول

W_2: وزن خشک گیاه در نمونه برداری دوم

CGR : سرعت رشد محصول

RGR: سرعت رشد نسبی

LAID: دوام سطح برگ بر اساس LAI

۳-۱۰-۱- شاخص سطح برگ (LAI)

اندازه گیری شاخص سطح برگ در طول رشد گیاه به صورت تخریبی انجام شد و سطح برگ چهار بوته از هر کرت آزمایش در بین دو ردیف وسط در شش مرحله از رشد گیاه اندازه گیری شد.

۳-۱۰-۲- سرعت رشد گیاه (CGR)

سرعت رشد محصول، افزایش وزن یک اجتماع گیاهی در واحد سطح در واحد زمان می باشد . در هر ۱۵ روز یکبار نمونه برداری، ٤ بوته کلزا به صورت تصادفی ، باحذف حاشیه ها از خطوط میانی واحدهای آزمایشی برداشت شد و بوته های مذکور در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد به مدت ٤۸ ساعت قرار داده شدند و پس از ٤۸ ساعت وزن خشک آنها از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$CGR= (W_2-W_1)/(T_2-T_1)$$

۳-۱۰-۳-دوام شاخص سطح برگ (LAID)

دوام شاخص سطح برگ (LAID) بیان کنندهٔ بزرگی و دوام سطح برگ یا پـر برگـی در طـول زمان رشد محصول است .

$$LAID=\{(L_{A1}+L_{A2})/2\}(T_2-T_1)$$

سطح برگ در زمان T_1 $=LA_1$

سطح برگ در زمان T_2 $=LA_2$

۳-۱۰-٤- کل ماده خشک (TDM)

بوته های کلزا از سطح سه متر مربع از خطوط مرکزی هر کرت برداشت شدند سپس به مـدت ٤٨ ساعت در آون در دمای ۷۲ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پـس از ٤٨ سـاعت نمونـه هـا از آون بیرون آورده شد و وزن خشک آنها اندازه گیری شد. پس از محاسبه وزن خشک برگ و ساقه با جمع کردن آنها با وزن خشک دانه عملکرد بیولوژیکی هر نمونه محاسبه گردید.

۳-۱۰-۵- سرعت اسیمیلاسیون خالص (NAR)

سرعت اسیمیلاسیون خالص(NAR) عبارت است از مقدار مـواد سـاخته شـده خـالص (غالبـاً فتوسنتزی) در واحد زمان.که از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ در هر بـار نمونـه برداری محاسبه گردید.

CGR=NAR/LAI

۳-۱۰-٦- برداشت نهایی

در مرحله ای که بیشتر برگ های کلزا ریخته و غلاف ها زرد شده بودند کلزا به صورت دستی برداشت شد جهت تعیین اجزای عملکرد کلزا پس از رسیدگی فیزیولوژیک دانه یعنی قبل از ریزش کامل برگ های گیاه و در مرحله ای که انتقال مواد به دانه ها متوقف شده بود ضمن قطع آبیاری از

بوته های حاصل از سطح برداشت نهایی، به مدت چند روز در معرض آفتاب قرار داده شدند تا خوب خشک شوند. پس از کوبیدن، کاه و کلش و دانه مجزا شده و صفات زیر اندازه گیری شدند:

۱) عملکرد دانه: پس از مجزا کردن کاه و کلش از دانه، عملکرد دانه در سطح برداشت نهایی با ترازوی حساس و با دقت ۰/۰۱ ± گرم توزین گردید و سپس بر حسب کیلوگرم در هکتار ارائه گردید.

۲) عملکرد کاه و کلش: از تفاضل عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه حاصل شد.

۳) عملکرد بیولوژیک (بیوماس هوایی): عملکرد بیولوژیک به کمک ترازوی حساس و با دقت یکصدم گرم توزین گردید و سپس به کیلوگرم در هکتار تبدیل شد.

٤) شاخص برداشت: نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک در هر پلات آزمایشی به عنوان شاخص برداشت آن پلات در نظر گرفته شد:

شاخص برداشت(HI) = [عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)/عملکرد بیولوژیک]×۱۰۰

البته چون بسیاری از برگ های کلزا در زمان برداشت ریزش می کنند، بنابراین محاسبه ی دقیق عملکرد بیولوژیک و به تبع آن شاخص برداشت در آخر فصل امکان پذیر نیست.

۵) وزن هزار دانه: این معیار پس از جدا کردن ٤ تکرار ۱۰۰ تایی از هر تیمار، به کمک ترازوی حساس و با دقت یکصدم گرم اندازه گیری شد.

۳-۱۱- تجزیه و تحلیل اطلاعات

داده های حاصل از آزمایش و نمونه برداری های مختلف هر یک جداگانه و به روش آنالیز واریانس (PROC ANOVA) تجزیه وتحلیل شد. لذا از امکانات نرم افزاری MSTATC و SAS

استفاده گردید. اشکال موجود با استفاده از نرم افزار Excell رسم گردید. میانگین صفات مورد بررسی توسط آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۱ درصد و ۵ درصد مقایسه گردیدند (سلطانی، ۱۳۷۷؛ علیزاده و تاری نژاد، ۱۳۸۰).

فصل IIII

نتایج و بحث

٤-١- مقدمه

در این پژوهش مهمترین شاخص هایی که به نظر می رسد کـاربرد بیـشتری در کـار هـای تحقیقاتی آینده دارند مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند. اولین مطلبی که به آن اشاره مـی شـود منحنی های رشدی گیاه، سپس نتایج فاکتورهای را اعمال شده در طرح شامل (سه رقـم اوکـاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری، مصرف و عدم مصرف کود بیولوژیک تیوباسیلوس و همچنین مطالعه اثر متقابل تیوباسیلوس با کودهای اوره و سولفات آمونیوم) مطرح می شود.

٤-٢- بررسی منحنی های رشد در کلزا

به روش هایی که رشد را از دیدگاه کمی ارزیابی می کنند، تجزیه و تحلیل رشد گفته مـی شود. این روش ها جهت توجیه و تفسیر واکنش گیاه نسبت به شرایط محیطی به کار می رونـد و شناخت بهتری را از انتقال مواد فتوسنتزی در گیاه نشان می دهند (سرمد نیـا و همکـاران، ١٣٦٨؛ کریمی و همکاران، ١٣٦٦؛ تزار، ١٩٨٤). شاخص های رشد که در این پژوهش مورد بررسی قـرار گرفته اند عبارتند از: ماده خشک کل (TDM)، شاخص سطح برگ (LAI)، سـرعت رشـد نـسبی (RGR)، سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت آسمیلاسـیون خـالص (NAR) و دوام شـاخص سطح برگ (LAID).

٤-٢-١- ماده خشک کل (TDM)

عملکرد دانه بالا مشروط به تولید ماده خشک زیاد در واحد سطح می باشد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان می دهد که روند تجمع ماده خشک در طول دوره رشد کلزا متفاوت است (شکل ٤-١)، ولی سه مرحله عمده ی رشد در منحنی شکل های ٤-١، ٤-٢، ٤-٣ و ٤-٤ قابل تفکیک است:

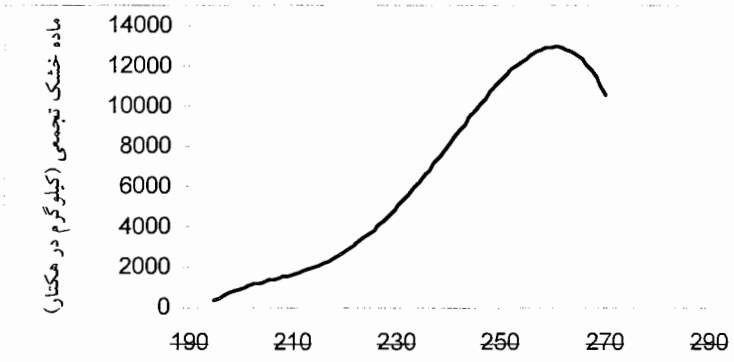
مرحله اول) مرحله رشد آهسته که به علت پایین بودن دمای هوا، گیاه وارد حالت روزت می شود و در انتهای این مرحله با افزایش دمای هوا، گیاه از حالت روزت خارج می گردد.

مرحله دوم) مرحله رشد سریع است که به سبب فتوسنتز برگ ها و ماده سازی، وزن خشک گیاه افزایش می یابد.

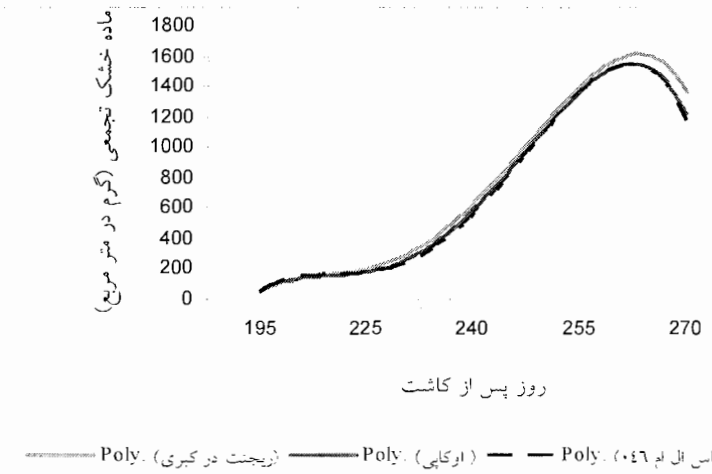
مرحله سوم) در این مرحله همزمان با انتقال مواد از اندام ها به دانه ها، به علت ریزش برگ ها در اثر سایه اندازی، پیری و عدم توانایی کافی جهت فتوسنتز و ماده سازی، تجمع ماده خشک در گیاه ثابت شده و حتی کاهش می یابد (ماژور وهمکاران، ١٩٧٨).

همچنین در کلزا به علت همزمانی طویل شدن ساقه با تولید گل و نیز همزمانی طویل شدن محور گل آذین با تشکیل غلاف، بین اندام های مختلف گیاه برای جذب مواد فتوسنتزی رقابت صورت می گیرد (برکن کمپ، ١٩٧٣؛ هارپر و همکاران ١٩٧٥؛ سیلوستر، ١٩٨٤). حال اگر گیاه دارای روزت قوی و با تعداد برگ مناسب نباشد، کاهش مقدار مواد فتوسنتزی علاوه بر ممانعت از طویل شدن ساقه و محور گل آذین، تشکیل گل و غلاف را نیز محدود خواهد کرد (مندهام، ١٩٨١؛ تایو و همکاران، ١٩٧٩). به عبارت دیگر، ظرفیت مخزن و ظرفیت تولید مواد فتوسنتزی

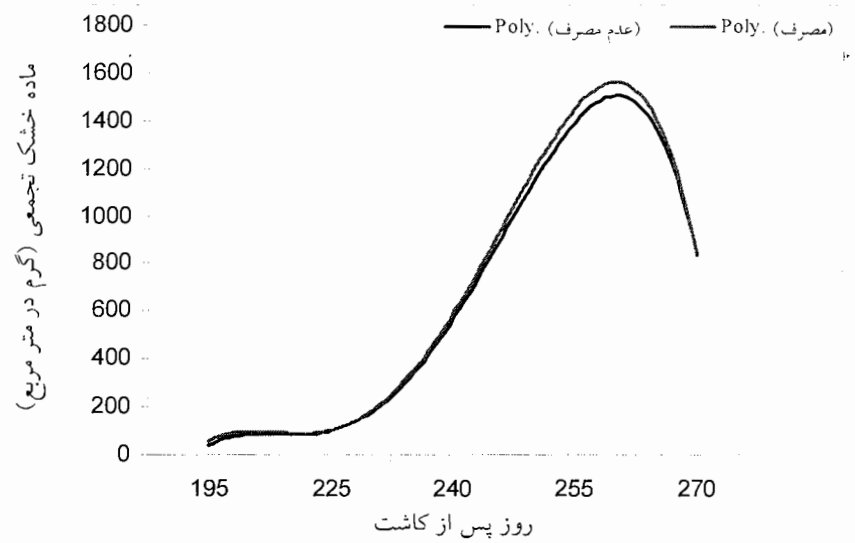
کاهش می یابند. زیرا در زمان پر شدن دانه ها، برگ ها شروع به ریزش کرده و بنابراین تنها غلاف ها و ساقه های سبز، تولید کننده عمده ی مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه ها می باشند (برکن کمپ، ۱۹۷۳؛ چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤؛ ماژور و همکاران، ۱۹۷۸).



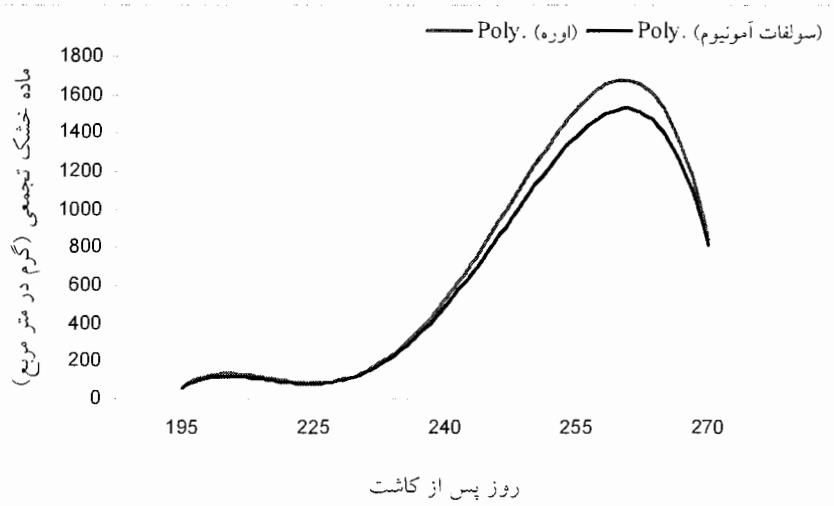
شکل ٤-۱- روند تجمع ماده خشک در کلزا.



شکل ٤-۲- مقایسه ارقام از نظر ماده خشک تجمعی در کلزا.



شکل ٤-٣- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر ماده خشک تجمعی در کلزا.



شکل ٤-٤- تاثیر کود اوره و سولفات آمونیوم بر ماده خشک تجمعی در کلزا.

همان طور که در شکل ٤-٢ مشاهده می شود رقم ریجنت در کبری ماده خشک بیشتری تولید می کند و این نشان می دهد که این رقم از خاصیت کود پذیری بالاتری برخوردار است و همچنان که

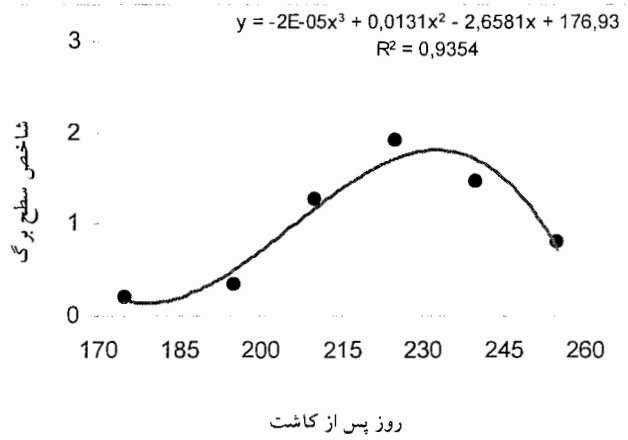
در بخش های بعدی نیز مشاهده می شود این رقم از ارتفاع بیشتری هم برخوردار است و این می تواند گواه بر این موضوع باشد. بر اساس شکل ٤-٣ مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس تاثیر بر افزایش ماده خشک تجمعی ندارد و دلیل افزایش ماده خشک تجمعی در تیمار مصرف تیوباسیلوس به نسبت عدم مصرف آن کاربرد کود نیتروژن دار همراه با این کود بیولوژیک می باشد.

همچنین در شکل ٤-٤ مشاهده می گردد که تاثیر کود اوره به نسبت کود سولفات آمونیوم بر ماده خشک تجمعی بیشتر است. از یک طرف نیتروژن سبب افزایش رشد دوره رشد رویشی می شود و از طرف دیگر کود اوره حاوی مقادیر بالایی نیتروژن است و در نتیجه تجمع ماده خشک در گیاه به نسبت کاربرد کور سولفات آمونیوم بیشتر می شود. به طور کلی می توان گفت که عدم مصرف کود نیتروژن، دوره رشد گیاه را کوتاه تر کرده و ماده خشک تولیدی نیز کاهش می یابد (دگن هارت و همکاران، ۱۹۸۱؛ گراس، ۱۹٦۳).

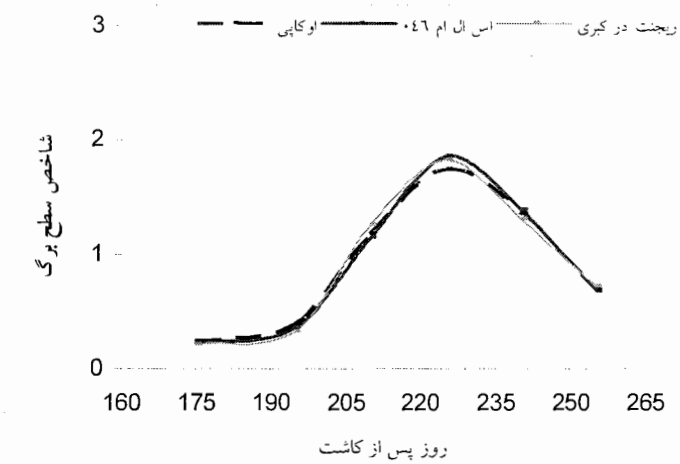
٤-۲-۲- شاخص سطح برگ (LAI)

برگ ها مهم ترین اندام فتوسنتزی گیاه می باشند. شاخص سطح برگ توسط واتسون (سرمد نیا، ۱۳٦۸) به عنوان بهترین معیار ظرفیت تولید ماده خشک پیشنهاد شده است. در کلزا از شروع رشد گیاه تا شروع رشد زایشی، برگ ها مهم ترین اندام فتوسنتز کننده در گیاه هستند و پس از گلدهی، ساقه ها و غلاف ها سهم عمده ای از وظایف برگ را به عهده می گیرند و برگ ها به علت سایه اندازی اندام های فوقانی و پیری، شروع به ریزش می کنند (برکن کمپ، ۱۹۷۳؛ چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤). با وجود این برگ ها پس از گلدهی، سهمی در حدود ٦ ٪ از ماده خشک دانه ها را به خود اختصاص می دهند (فریمن و همکاران، ۱۹۷۳).

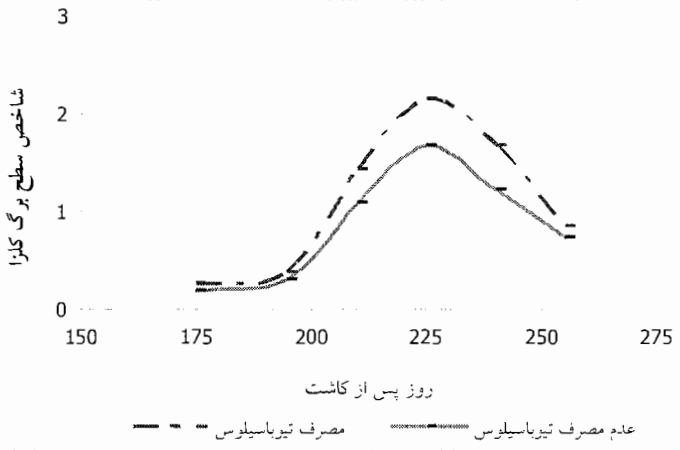
همان طور که در شکل ٤-٥ مشاهده می شود در اوایل رشد به علت شرایط نامطلوب محیطی، گیاهان سطح برگ کمی داشته و وارد مرحله روزت می شوند. با مساعد شدن هوا در بهار، سطح برگ گیاهان افزایش یافته و در حدود ۲ هفته پس از گلدهی به حداکثر مقدار خود می رسد (آلن و همکاران، ۱۹۷۱؛ تایو و همکاران، ۱۹۷۵ و ۱۹۷۹). سپس بر اثر سایه اندازی اندام های فوقانی مانند گل ها، غلاف ها و شاخه ها، سطح برگ به شدت کاهش می یابد. کاهش سطح برگ در ارقام مختلف، سرعت متفاوتی دارد (آلن و همکاران، ۱۹۷۱؛ برکن کمپ، ۱۹۷۳؛ چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤؛ مندهام، ۱۱۹۸۱).



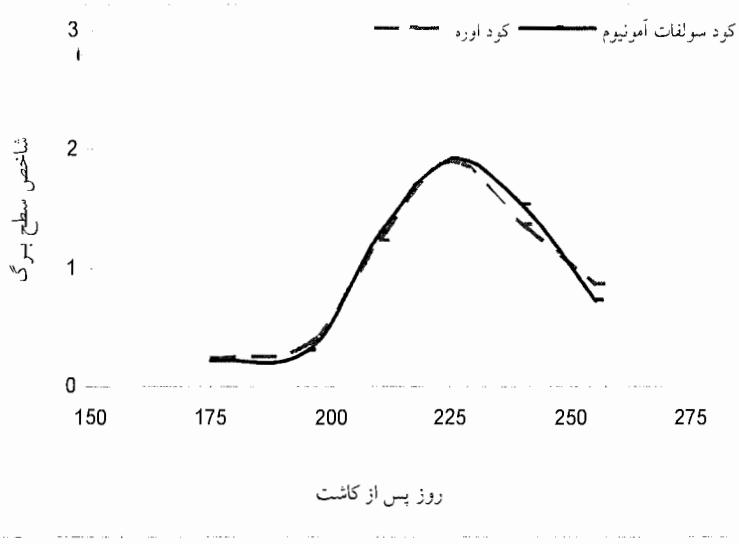
٤-٥- منحنی شاخص سطح برگ در کلزا.



شکل ٤-٦- منحنی شاخص سطح برگ کلزا در ارقام مورد بررسی.



شکل ٤-٧- منحنی شاخص سطح برگ کلزا در صورت مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس.



شکل ٤-٨- تاثیر کودهای اوره و سولفات آمونیوم بر منحنی شاخص سطح برگ کلزا..

همان طور که در فصل مواد و روش ها نیز اشاره شد تاریخ کاشت کلزا در ۸۳/۷/۲ صورت گرفت و اولین نمونه برداری نیز در اواخر زمستان انجام شد، در این زمان (۱۷۵ روز پس از کاشت) گیاه در مرحله روزت قرار داشت و لذا شاخص سطح برگ آن برابر ۰/۲۱ بود. بیشترین شاخص سطح برگ در ۲۲۵ روز پس از کاشت (مصادف با گلدهی تا اوایل غلاف دهی) بود که بعد از آن شاخص مذکور با اتمام دوره رشد گیاه کاهش یافت، چرا که گیاه در مرحله انتقال از فاز رویشی به زایشی قرار داشته و مواد غذایی بیشتری را صرف اندام های زایشی می کند (شکل ٤-٥). شاخص سطح برگ در سه رقم اوکاپی، اس ال ام و ریجنت در کبری نیز مورد بررسی قرار گرفت. دو رقم ریجنت در کبری و اس ال ام نسبت به اوکاپی از شاخص سطح برگ بیشتری برخوردار بودند (شکل ٤-٦).

در بررسی منحنی شاخص سطح برگ برای دو سطح مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس نتایج جالب توجهی مشاهده شد، به گونه ای که در تیمار کاربرد تیو باسیلوس بیشترین شاخص سطح برگ

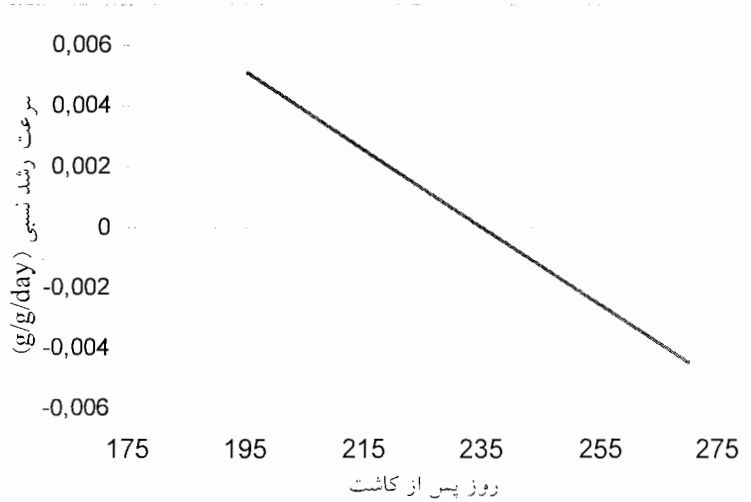
برابر ۲/۱۵ و در تیمار عدم مصرف برابر ۱/٦۸ بود که با توجه به اینکه تیوباسیلوس در جذب نیتروژن، فسفر، پتاسیم و همچنین ریز مغذی ها یی نظیر روی، منگنز و آهن، نیز تاثیر دارد (حامدی، ۱۳۸۱)، قابل توجیه می باشد (شکل ٤-۷).

تاثیر کود های شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم نیز برای این صفت بررسی شد. نتایج نشان داد که کود سولفات آمونیوم و اوره تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند و آن مقدار افزایش شاخص سطح برگ در اثر کاربرد اوره در ابتدای دوره رشد مربوط به تاثیر این کود در رشد رویشی گیاه می باشد (شکل ٤-۸).

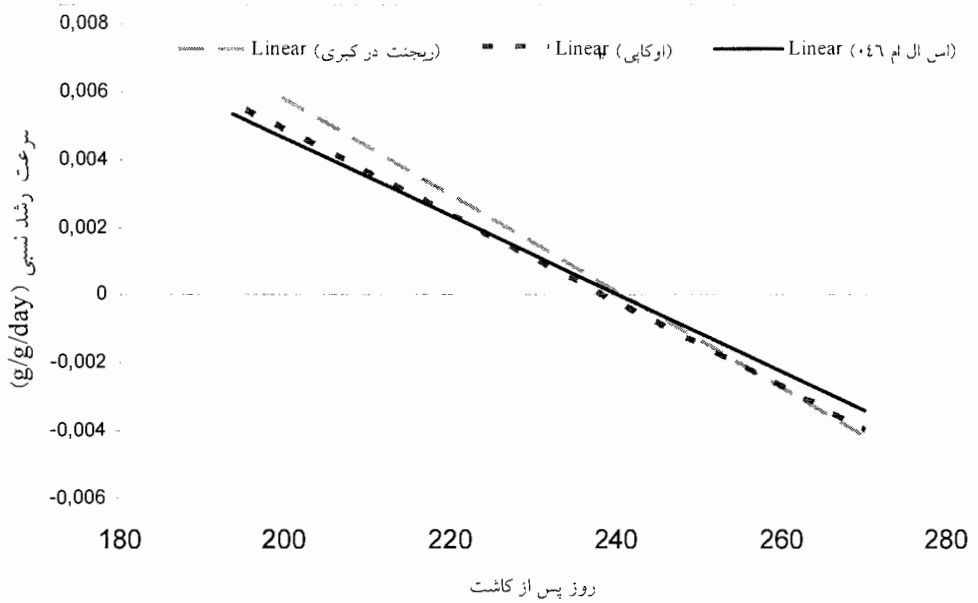
نبوی (۱۳۷٦) همبستگی مثبتی در حدود ۹٤٪ بین حداکثر شاخص سطح برگ و عملکرد دانه گزارش کرد. محققین دیگر (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤؛ کلارک و همکاران، ۱۹۷۸؛ فریمن و همکاران، ۱۹۷۳؛ رائو و همکاران، ۱۹۹۱) وجود این رابطه را مورد تایید قرار داده اند. از آنجایی که حداکثر شاخص سطح برگ در زمان گلدهی حادث می شود (چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤؛ کلارک، ۱۹۷۸، ۱۹۷۹؛ مندهام و همکاران، ۱۹۸۱b)، هر اندازه سطح برگ گیاه در این موقع بیشتر باشد به همان اندازه نیز گیاه قادر به استفاده بهتر و بیشتر از تشعشع خورشیدی بوده و توان تولید مواد فتوسنتزی بیشتری پیدا می کند (رائو و همکاران، ۱۹۹۱)، که در نهایت بر تعداد بالقوه غلاف ها و عملکرد دانه تاثیر می گذارد (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ کلارک و همکاران، ۱۹۷۸؛ فریمن و همکاران، ۱۹۷۳).

٤-٢-٣- سرعت رشد نسبی (RGR)

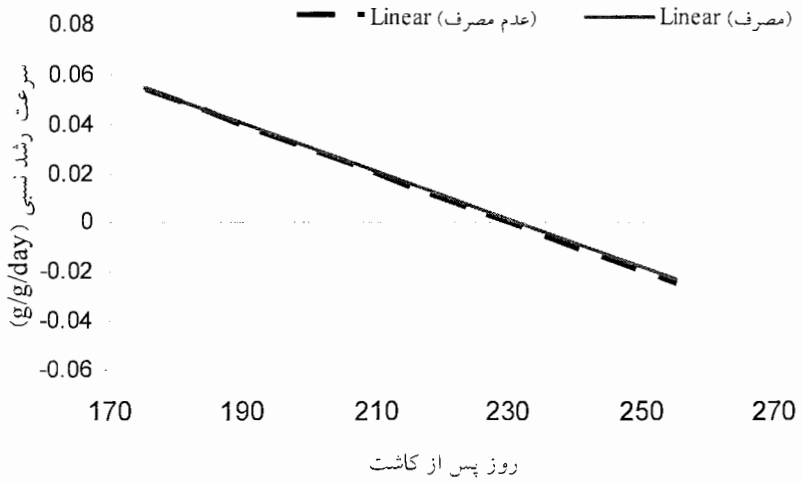
بلاکمن (کریمی، ١٣٧٣) سرعت رشد نسبی را شاخص کارایی نامید. سرعت رشد نسبی رشد را بر حسب سرعت افزایش اندازه در واحد زمان بین می کند. کاهش سرعت رشد نسبی گیاهان در طی فصل رشد (سرمدنیا و همکاران، ١٣٦٨)، به دلیل افزایش بافت های ساختمانی نسبت به بافت های فعال متابولیکی است. همچنین سایه اندازی برگ ها و افزایش سن برگ های پایین تر نیز تا اندازه ای بر این افت اثر دارد (کوچکی و همکاران، ١٣٦٧). همان گونه که در شکل های ٤-٩ و ٤-١٠ دیده می شود با گذشت زمان سرعت رشد نسبی در ارقام کلزا کاهش یافته و حتی در انتهای فصل رشد منفی شده است. دلیل این کاهش، ریزش شدید برگ ها در انتهای فصل رشد و زمان رسیدگی گیاه می باشد. از طرفی کاهش شدیدتر سرعت رشد نسبی در اوایل فصل رشد نسبت به اواخر آن به دلیل قرار گرفتن برگ های پایینی در سایه می باشد که با نتایج عباس دخت (١٣٨٠) همخوانی دارد.



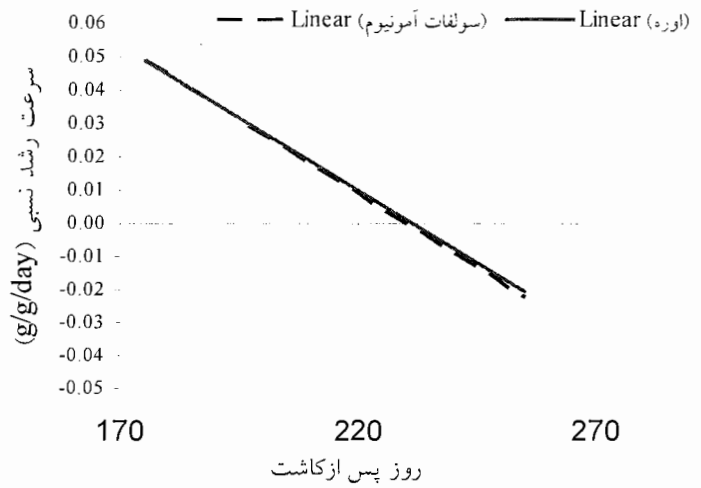
شکل ٤-٩- تغییرا سرعت رشد نسبی کلزا.



شکل ٤-١٠- تغییرات سرعت رشد نسبی ارقام کلزا.



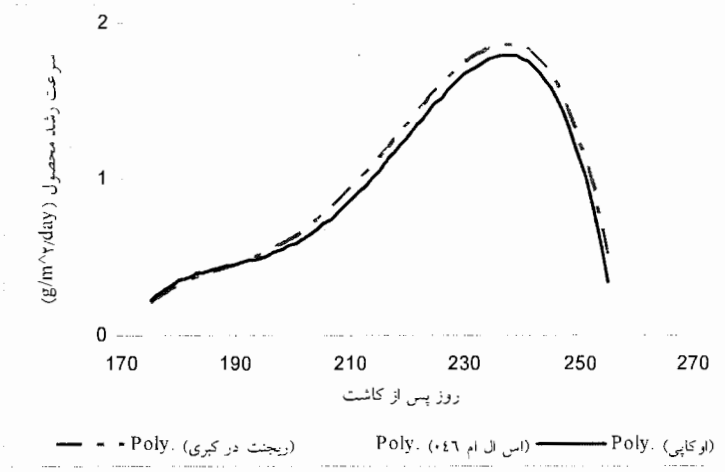
شکل ٤-١١- تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس در کلزا.



شکل ٤-١٢- تغییرات سرعت رشد نسبی در تیمار کود اوره و سولفات آمونیوم در کلزا.

٤-٢-٤- سرعت رشد محصول (CGR)

در این بررسی سرعت رشد محصول در مراحل اولیه رشد و حالت روزت، به دلیل کافی نبودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد جذب نور، کوتاه بودن روزها و دمای کم محیط روند کندی داشت. با خروج از مرحله روزت و افزایش سطح برگ و در نتیجه بهره گیری بهتر از نور خورشید، میزان تولید ماده خشک در واحد سطح افزایش یافته و به تبع آن سرعت رشد محصول نیز روند افزایشی داشته است. مقدار سرعت رشد محصول در مراحل اولیه پر شدن دانه به حداکثر رسیده است. در این زمان گیاه حداکثر شاخص سطح برگ را نیز دارا بوده است. با رسیدن گیاه به حد نهایی رشد در اثر سایه اندازی اندام های فوقانی بر روی برگ ها، کاهش قدرت فتوسنتزی گیاه، پیری و ریزش برگ ها، سرعت رشد محصول شدیداً کاهش یافته است (شکل ٤-١٣). این روند با نتایج محققین دیگر نیز مطابقت دارد (ابوزید و همکاران، ١٩٨٩؛ آلن و همکاران، ١٩٧١؛ ماژور، ١٩٧٧).

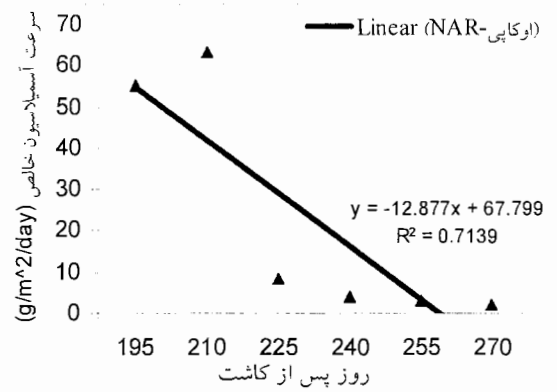


شکل ٤-١٣- تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام کلزا.

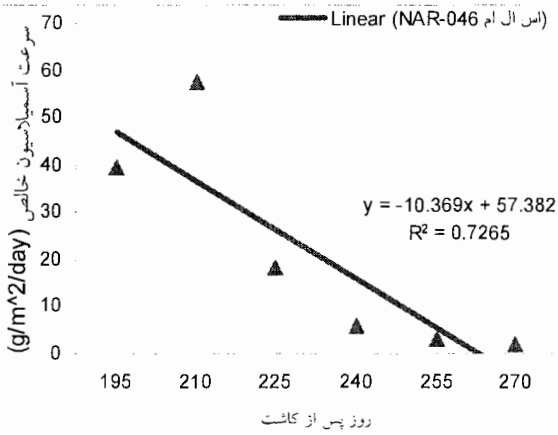
لازم به ذکر است که سرعت رشد محصول بین ارقام کلزا متفاوت بود، رقم ریجنت در کبری با ۱/۹ گرم بر متر مربع در روز پس از کاشت، دارای بیشترین CGR و ارقام اوکاپی و اس ال ام ۰٤٦ به ترتیب برابر با ۱/۸۵ و ۱/۸۱ گرم بر متر مربع در روز پس از کاشت در رده های بعدی قرار داشتند.

٤-۲-۵- سرعت آسمیلاسیون خالص (NAR)

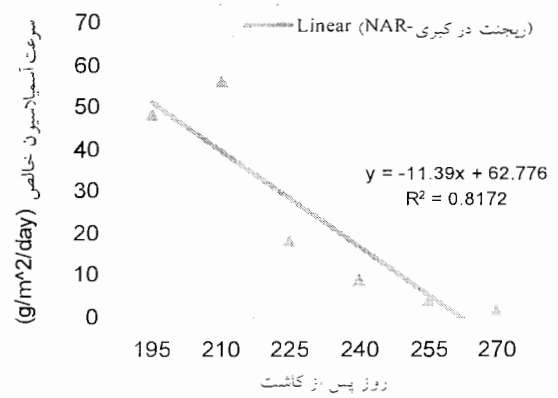
سرعت آسمیلاسیون خالص(NAR) عبارت است از مقدار مواد ساخته شده خالص (غالباً فتوسنتزی) در واحد زمان (کریمی و همکاران، ۱۳۷٦)، که از تقسیم سرعت رشد گیاه بر شاخص سطح برگ برای هر رقم در هر بار نمونه برداری محاسبه گردید (شکل ٤-١٤، ٤-١٥ و ٤-١٦).



شکل ٤-١٤- سرعت آسمیلاسیون خالص در رقم اوکاپی.



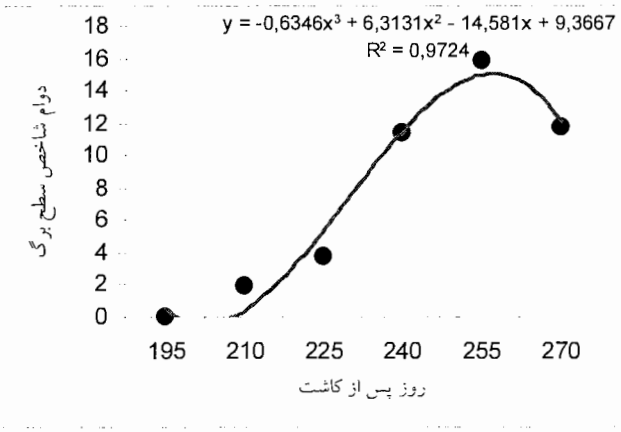
شکل ٤-١٥- سرعت اسمیلاسیون خالص در رقم اس ال ام ٠٤٦.



شکل ٤-١٦- سرعت اسمیلاسیون خالص در رقم ریجنت در کبری.

٤-٢-٥- دوام شاخص سطح برگ (LAID)

دوام شاخص سطح برگ (LAID) بیان کنندهٔ بزرگی و دوام سطح برگ یا پر برگی در طول زمان رشد محصول است. این شاخص در ارقام مورد بررسی در این پروژه در شکل ٤-١٧ آمده است.



شکل ٤-١٧- دوام شاخص سطح برگ در ارقام کلزا.

٤-٣- تجزیه واریانس و مقایسه صفات مورد مطالعه

داده های حاصل از اندازه گیری صفات مورد بررسی، پس از تجزیه و تحلیل آماری (جدول ٤-١)، مورد مقایسه قرار گرفته اند و کلاس میانگین ها، با حروف کوچک لاتین مشخص شده است.

جدول ٤-١- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه.

جدول تجزیه واریانس	درجه آزادی	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	طول ساقه اصلی	طول شاخه فرعی	تعداد غلاف ساقه اصلی	تعداد غلاف شاخه فرعی	تعداد شاخه فرعی گروه یک	تعداد دانه غلاف ساقه اصلی
تکرار	٣	٢٤٨٥٤٨٤/٦$^{n.s}$	٠/١٥$^{n.s}$	٣٨٥/٢*	٤٠/٨**	٨١/٣*	٣١/٧*	٠/٤٦$^{n.s}$	٦/١$^{n.s}$
رقم	٢	٤٢٥٧٣٦٢/٦*	٠/٢٣*	٩٦٩/٠٩**	٥٤/٥**	٣٩/٢$^{n.s}$	٧/٦$^{n.s}$	١/٦*	٣٠/٩$^{n.s}$
رقم×تکرار(خطای ١)	٦	٩١١٨٢٨٩/٢	٠/٠٦	٢٥٧/٧	٦٠	١٨/٥	١٧/٢	٠/٧٤	١٧/٥
تیوباسیلوس	١	٣٤٣٢٩٨٨/٦**	٠/٠١**	١٣٤٩/٤**	٩٠/٢**	١٠٢٦/٧**	٥٨/٥**	٢/٠٨*	٦٧/٧*
کود شیمیایی	١	٤٠٧٤٨٧/٣$^{n.s}$	١/٤٢$^{n.s}$	٧٣/٨$^{n.s}$	١٢/٢$^{n.s}$	١٤/٠٨$^{n.s}$	١٣/٠٢$^{n.s}$	٠$^{n.s}$	٢٠/٠٢$^{n.s}$
رقم×باکتری	٢	٤٢٧٥٩٥/٣*	٠/٠٥$^{n.s}$	١٣٨/٣$^{n.s}$	٢٩/٧**	١$^{n.s}$	٢/٠٨$^{n.s}$	١/٠٨$^{n.s}$	٣١/٢$^{n.s}$
رقم×کود	٢	٢٦٥٢٩٤/٧$^{n.s}$	٠/٠٣$^{n.s}$	٤/٦$^{n.s}$	٤/٤$^{n.s}$	٤٤/٣$^{n.s}$	٣/٠٨$^{n.s}$	٠/٢٥$^{n.s}$	٢٦/٣$^{n.s}$
کود×باکتری	١	٢٩٣٠٤/٠٨$^{n.s}$	٠/٠٢$^{n.s}$	١٧/٤$^{n.s}$	٧/٥$^{n.s}$	٥/٣$^{n.s}$	٠/١٨$^{n.s}$	٠/٣٣$^{n.s}$	٤٢/٢$^{n.s}$
رقم×باکتری×کود	٢	١٤٦٧٧٦٥/٦$^{n.s}$	٠/٠٤$^{n.s}$	١٨٨/٦$^{n.s}$	٦/٦$^{n.s}$	٦/٠٨$^{n.s}$	٠/٧٥$^{n.s}$	٠/٠٨$^{n.s}$	٩/٨$^{n.s}$
خطای ٢	٢٧	١٤٩٠٨/٥	٠/٠٣	١٠٤/٢	٩/٧٨	١٨/٥٤	٧/٥	٠/٥	١٣/٨
کل	٤٧								
ضریب تغییرات(CV)	-	١٨/٠٧	١٢/٣	١٢/٠٣	١٥/٠٣	١١/٤	١٦/٨٧	١٤/٣٢	١٢/٧٧

جدول تجزیه واریانس	درجه آزادی	طول غلاف ساقه اصلی	طول غلاف شاخه فرعی	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	وزن خشک بوته	وزن خشک دانه در بوته	وزن خشک ساقه در بوته	وزن خشک پوسته غلاف در بوته
تکرار	٣	٠/٣٧$^{n.s}$	٠/١٣$^{n.s}$	٤٨٥٦٠٠/٧$^{n.s}$	٤/٦$^{n.s}$	٢٦/٨$^{n.s}$	١٩/٨$^{n.s}$	٣٥/٧$^{n.s}$	٢/٦$^{n.s}$
رقم	٢	١/٢*	٠/٤٢*	١٠٥٨٣٩٦١/٢$^{n.s}$	٢٧٩/٥*	١٩٨/٨$^{n.s}$	٥٨/٧**	٦٠/٧*	١٤/٨$^{n.s}$
رقم×تکرار(خطای ١)	٦	٠/٢٥	٠/٣٣	٢٠٣٢١٧١٩/٨	١٤/٧	٢٢٢/٤	١٠/٩	٢٨/٣	٠/٩٥
تیوباسیلوس	١	٠/٠٠٣$^{n.s}$	٠/٠٦$^{n.s}$	٦٣٤٥٩١٠/٨$^{n.s}$	١٢٦/٦*	٧٨/٦$^{n.s}$	١٤/١*	٧٦/٨$^{n.s}$	٥/٥$^{n.s}$
کود شیمیایی	١	٠/٠٥$^{n.s}$	٠/٢٤$^{n.s}$	١٣٦٥٢٩٤٢/٢*	٢٦/٤$^{n.s}$	٨٠/١$^{n.s}$	٤٥/٤$^{n.s}$	٦٨/١$^{n.s}$	٦/١$^{n.s}$
رقم×باکتری	٢	٠/٣١$^{n.s}$	٠/٦*	٢٠١٣٠٢٧/٥$^{n.s}$	١١٧/٩$^{n.s}$	٩٣/٦$^{n.s}$	٩٥/٣$^{n.s}$	٧٢/٦$^{n.s}$	١/٣$^{n.s}$
رقم×کود	٢	٠/٠٨$^{n.s}$	٠/٥٥$^{n.s}$	١٠٧٢٦٦٨١/٦$^{n.s}$	٢٤٥/٢$^{n.s}$	٦٠/٧$^{n.s}$	٣١/٤$^{n.s}$	٣٠/١$^{n.s}$	١/٥$^{n.s}$
کود×باکتری	١	٠/٤٨$^{n.s}$	٠/٣٣$^{n.s}$	٥١٩٦٦٤٢$^{n.s}$	١٦٤/٨$^{n.s}$	٧٧/٠٧$^{n.s}$	٨٤/٦$^{n.s}$	٣٨/٦$^{n.s}$	٢/٥$^{n.s}$
رقم×باکتری×کود	٢	٠/١٧$^{n.s}$	٠/٢١$^{n.s}$	١٣٦٣١٧٧/٤$^{n.s}$	٢٦٥/٨$^{n.s}$	١٤٥/٩$^{n.s}$	٩٠/٧$^{n.s}$	٢١١/١$^{n.s}$	١٥/٢$^{n.s}$
خطای ٢	٢٧	٠/٠٣	٠/٠١٥	٧٧٥٩٦٧٠٧/٣	٣٢٤/٥	١٩٤	٣٥/٥	٢١٢/٣	٩/٢
کل	٤٧								
ضریب تغییرات(CV)	-	٧/٠٧	٦/١٧	١٥/١	١١/٨	١٩/٢٧	١٧/٨	٢٢/٢٥	٣٥/٥٧

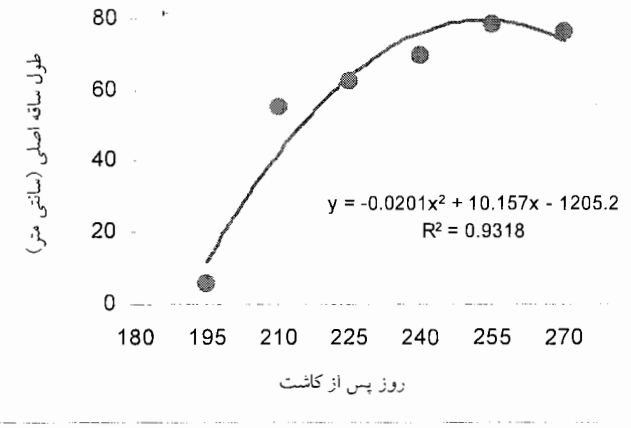
● n.S غیر معنی دار، * معنی دار در سطح ٥٪ و ** معنی دار در سطح ١٪.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها (جدول ٤-١) نشان داد که کلیه صفات مورد مطالعه به استثنای تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی، تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و وزن خشک غلاف، به طور معنی داری تحت تاثیر رقم قرار گرفته اند. بنابراین می توان گفت که این صفات (تعداد دانه در غلاف) بیشتر در کنترل ساختار ژنتیکی بوده اند (آینه بند، ١٣٧٣؛ نبوی، ١٣٧٦). کلیه صفات به جز طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی، وزن خشک غلاف و ساقه تحت تاثیر کاربرد تیوباسیلوس قرار گرفته اند. کود شیمیایی فقط بر عملکرد دانه و ماده خشک تاثیر داشته است و در بقیه صفات بی تاثیر بوده است.

اثرات متقابل رقم × تیوباسیلوس برای عملکرد دانه ($P>0/05$)، طول شاخه فرعی ($P>0/01$) و طول غلاف شاخه فرعی ($P>0/05$) معنی دار بوده است. اثر فاکتورهای مختلف بر روی هر یک از صفات، ذیلاً مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.

٤-٤- طول ساقه اصلی

طول ساقه اصلی در ابتدای دوره رشد سیر صعودی داشته و پس از ٢٥٠ روز پس از کاشت به بیشترین مقدار خود و بعد از آن سیر نزولی آن آغاز می شود، چرا که گیاه مرحله رویشی را به اتمام رسانده و مواد غذایی بیشتری را صرف اندام های زایشی خود، به خصوص غلاف و دانه می کند (سرمدنیا و همکاران، ١٣٦٨). جزئیات بیشتر در شکل ٤-١٨ ارایه شده است.

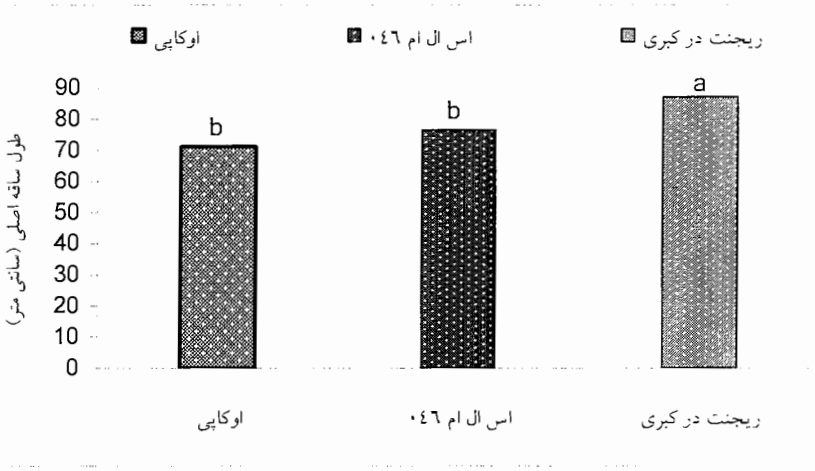


شکل٤-١٨- سیر صعودی و نزولی طول ساقه اصلی گیاه کلزا.

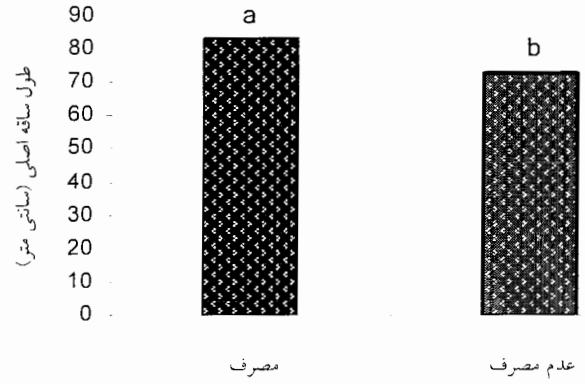
بر اساس نتایج تجزیه واریانس بین ارقام کلزا از نظر صفت طول ساقه اختلاف معنی دار مشاهده شد. رقم ریجنت در کبری با میانگین ٨٦/٧٧ سانتی مترداری بیشترین طول ساقه اصلی و اختلاف معنی داری با ارقام اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ به ترتیب با میانگین های ٧١/٤٦ و ٧٦/٦٩ سانتی متر داشت (شکل ٤-١٨)، یکی از دلایل آن تاثیر پذیری بیشتر رقم ریجنت در کبری از کود بیولوژیک تیوباسیلوس باشد، چنانچه که در شکل های ٤-٢٠ و ٤-٢١ اشاره خواهیم کرد تاثیر کودهای شیمیایی بر ارتفاع بوته چندان معنی دار نیست و این تیوباسیلوس است که به دنبال عوامل ژنتیکی تاثیرگذار بر طول ساقه اصلی، به عنوان یک عامل تاثیر گذار دیگر در نظر گرفته می شود. بر اساس نتایج تحقیقاتی اثر مصرف تیوباسیلوس به همراه گوگرد در افزایش طول ساقه اصلی در سطح احتمال ٥٪ معنی دار بوده است (حامدی،١٣٨١).

از آنجا که طول ساقه اصلی بلندتر گیاه با داشتن محور گل اذین بلندتر یا به عبارتی دارا شدن تعداد بالقوه بیشتری گل و غلاف در ساقه همراه است و ریزش برگ ها در مرحله ی پر شدن دانه نیز باعث می شود که فتوسنتز گیاه منحصراً توسط پوسته ی غلاف ها و شاخه ها انجام پذیرد، بنابراین

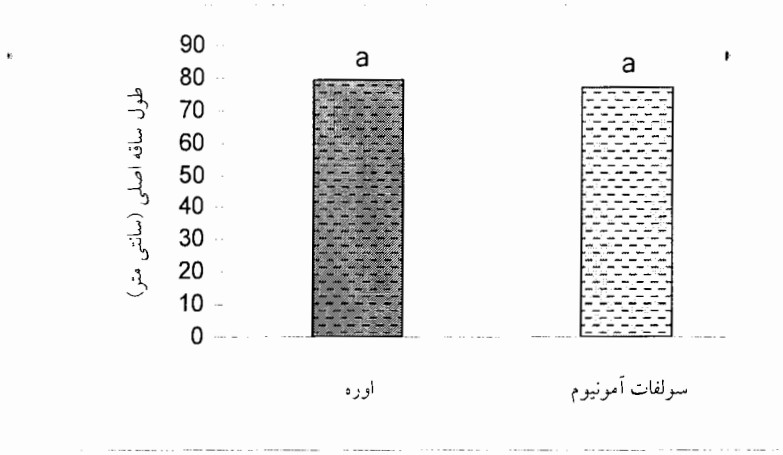
داشتن ساقه ای طویل تر به معنی داشتن سطح فتوسنتز کننده و تولید مواد فتوسنتزی بیشتر جهت پر کردن غلاف ها و دانه ها می باشد (چاپمن و همکاران، ۱۹۸٤؛ نورتون و همکاران ۱۹۹۱).



شکل ٤-۱۹- طول ساقه اصلی در سه رقم اوکاپی، اس ال ام ۰٤٦ و ریجنت در کبری.



شکل ٤-۲۰- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر طول ساقه اصلی.



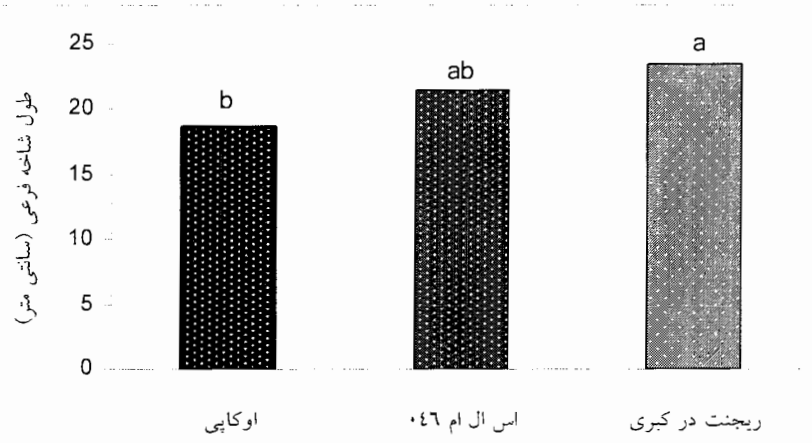
شکل ٤-٢١- تاثیر کودهای شیمیایی بر طول ساقه اصلی.

بین کودهای شیمیایی از نظر تاثیر بر طول ساقه اصلی اختلاف معنی داری وجود ندارد (شکل ٤-٢١)، چرا که هر دو نوع کود دارای مقادیر بالایی نیتروژن هستند، ولی کود اوره به دلیل داشتن مقادیر فراوان (٤٦ درصد) نیتروژن اثر کمی بر فاکتور مورد بررسی داشت. کودهای نیتروژن دار از طریق افزایش طول میانگره و افزایش تولید مواد فتوسنتزی باعث افزایش طول ساقه اصلی گیاه می شوند. آزادی چگنی (١٣٨٠) و سید لوس کاس و گیف (١٩٩٨) نشان دادند که طول ساقه اصلی با افزایش نیتروژن افزایش یافت. کجا استروم (١٩٩٣) اظهار داشت که نیتروژن روی تمام خصوصیات رشدی کلزا به جز طول ساقه اصلی و تعداد دانه در غلاف موثر بوده است.

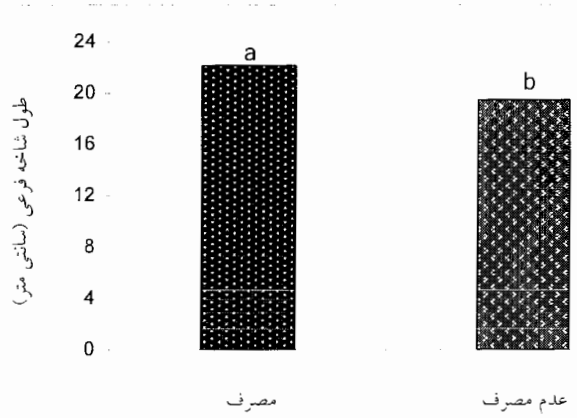
٤-٥- طول شاخه فرعی

طول شاخه فرعی نیز مانند طول ساقه اصلی از تیوباسیلوس تاثیر می پذیرد. در ارقام مورد بررسی چنان که در شکل ٤-٢٢ مشاهده می شود، بیشترین طول شاخه مربوط به رقم ریجنت در کبری می باشد (٢٣/٥ سانتی متر). امیدی و همکاران (١٣٨١) گزارش کردند که رقم ریجنت در

کبری به نسبت ارقام اوکاپی و اس ال ام ۰٤٦ بیشترین طول ساقه اصلی (۱۵۷ سانتی متر) و فرعی (۲۷/٦ سانتی متر) دارا می باشد (p>۰/۰۱).



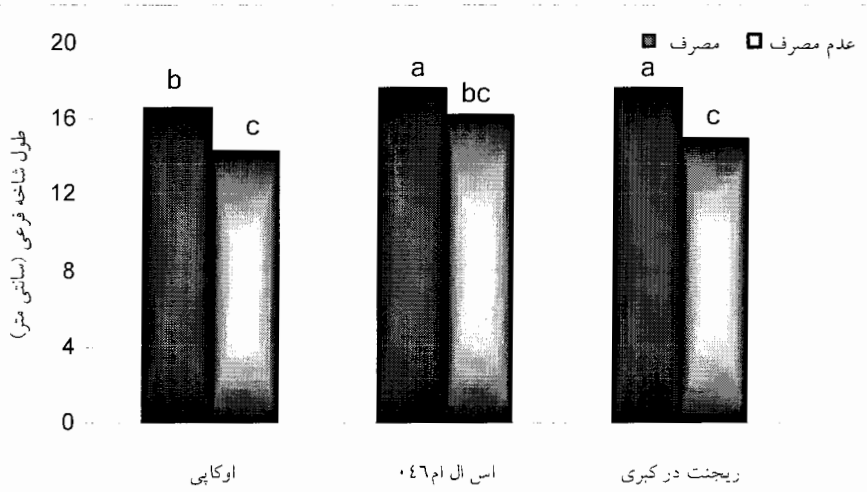
شکل ٤-۲۲- طول شاخه فرعی در سه رقم اوکاپی، اس ال ام ۰٤٦ و ریجنت در کبری..



شکل ٤-۲۳- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر طول شاخه فرعی.

آزادی چگنی (۱۳۸۰) گزارش کرد که در سرایط آب و هوایی شیراز طول ساقه اصلی با افزایش نیتروژن افزایش یافت، اما تاثیری بر افزایش شاخه دهی در کلزا نداشت؛ یعنی با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن فقط طول ساقه اصلی افزایش نشان داد.

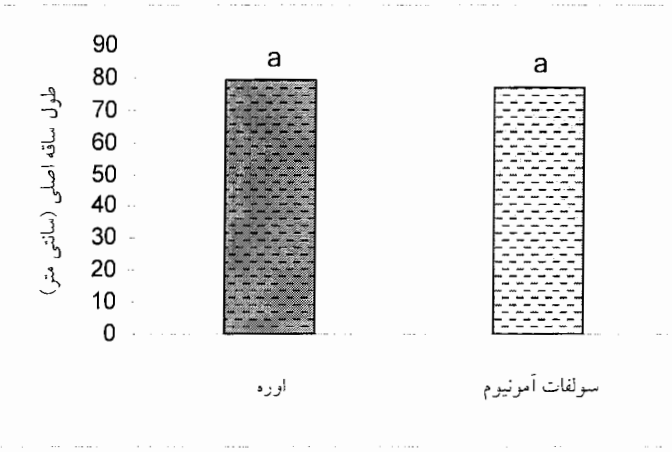
بین ارقام نیز از نظر طول شاخه فرعی در صورت مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس اثرات متقابلی وجود داشت. در صورت مصرف تیوباسیلوس بین دو رقم اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری اختلاف معنی داری مشاهده نشد. گرچه رقم اوکاپی در تیمار مصرف تیوباسیلوس به نسبت دو رقم دیگر نتیجه خوبی نشان نداد، اما در مقایسه با تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس تاثیر بیشتری پذیرفته بود و این نشان می دهد که مصرف تیوباسیلوس با توجه به نوع رقم تاثیرات خود را نمایان کرده است ولیکن این تاثیرات در بین ارقام متفاوت بوده است. نتایج مربوط به اثرات متقابل کود بیولوژیک تیوباسیلوس و رقم بر طول شاخه فرعی معنی دار بوده که نتایج آن در شکل ٤-٢٤ آمده است.



شکل٤-٢٤- اثرات متقابل بین مصرف کود بیولوژیک تیوباسیلوس با ارقام بر طول شاخه فرعی.

همچنین نتایج حاصل از کاربرد کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر طول شاخه فرعی در شکل ٤-٢٥ نشان داده شده است. چنان که طول شاخه فرعی در دو کود اوره و سولفات آمونیوم بترتیب برابر ٢١ و ٢٠ سانتی متر گزارش شده، که اختلاف بین تیمارها معنی دار نیست.

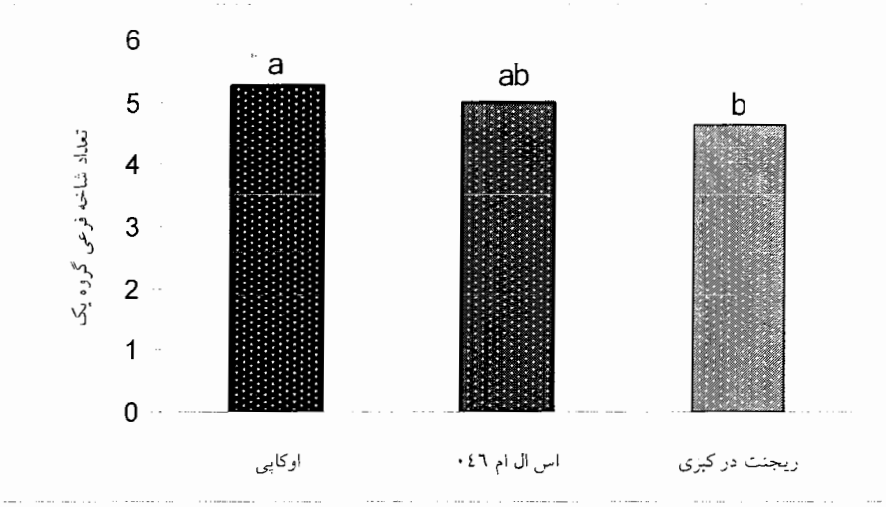
آزادی چگنی در شیراز (۱۳۸۰) گزارش کرد که طول ساقه اصلی با افزایش نیتروژن افزایش یافت، اما تاثیری بر افزایش شاخه دهی در کلزا نداشت؛ یعنی با افزایش مقدار مصرف کود نیتروژن فقط طول ساقه اصلی افزایش نشان داد.



شکل ٤-٢٥- تاثیر کودهای شیمیایی بر طول شاخه فرعی در گیاه کلزا.

٤-٦- تعداد شاخه فرعی گروه یک

از دیگر فاکتورهایی که در این طرح مورد بررسی قرار گرفت تعداد شاخه فرعی گروه یک بود. نکته جالب توجه در مورد ارقام وجود رابطه معکوس بین طول ساقه اصلی و تعداد شاخه فرعی گروه یک بود (شکل ٤-٢٦ و ٤-١٩)، بدین جهت که با افزایش طول ساقه اصلی، تعداد شاخه فرعی گروه یک کاهش چشمگیری داشت. به گونه ای که رقم ریجنت در کبری با وجود ارتفاع بیشتر تعداد شاخه فرعی گروه یک کمتری را تولید کرده بود.

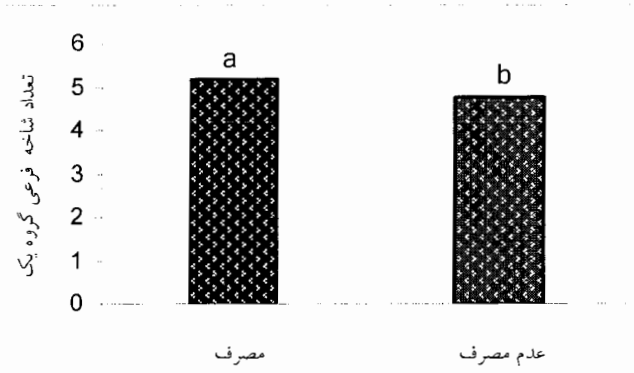


شکل ٤-٢٦- تعداد شاخه فرعی گروه یک در سه رقم اوکاپی، اس ال ام٠٤٦ و ریجنت در کبری.

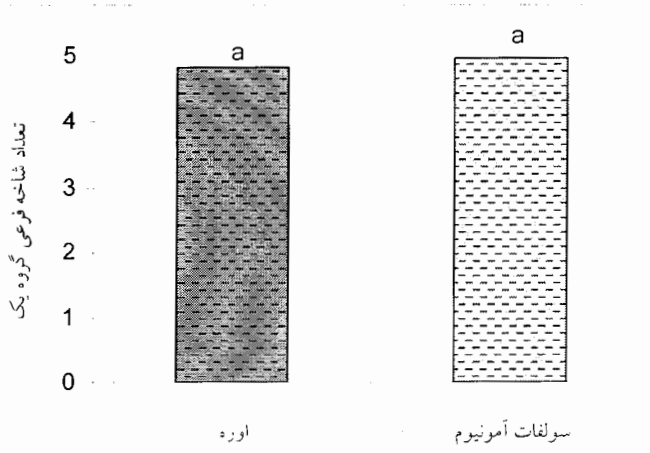
بین ارقام از نظر تعداد شاخه فرعی گروه یک اختلاف معنی داری مشاهده شد (شکل ٤-٢٦). رقم اوکاپی با ۵/۲۵ بیشترین و رقم ریجنت در کبری با ٤/٦٢ کمترین تعداد شاخه فرعی گروه یک را به خود اختصاص دادند. رقم اس ال ام ٠٤٦ نیز به طور متوسط ۵ شاخه فرعی را تولید کرده بود. به نظر می رسد که کمتر بودن شاخه های فرعی در گیاه سبب کاهش تعداد غلاف در گیاه می شود، چون اغلب شاخه های فرعی به گل آذین ختم می شود (نبوی ١٣٧٦؛ بائور و همکاران، ١٩٨٤؛ تامی و همکاران، ١٩٩٢).

تاثیر مصرف و یا عدم مصرف تیو باسیلوس بر تعداد شاخه فرعی گروه یک معنی دار بود (شکل ٤-٢٧) و بین مصرف (۵/۲ عدد) و عدم مصرف آن (٤/٤ عدد) اختلاف معنی داری مشاهده شد. ولیکن اختلاف بین دو کود شیمیایی اوره (٤/٨) و سولفات آمونیوم (٤/٩) معنی دار نبود. کود اوره با تاثیر بر افزایش طول ساقه اصلی، اثر کمی بر افزایش تعداد شاخه فرعی گروه

یک داشت در حالی که کود سولفات آمونیوم حد متعادلی از شاخه فرعی را بوجود آورده بود (شکل ٤-٢٨).



شکل ٤-٢٧- اثر مصرف تیوباسیلوس و عدم مصرف آن بر تعداد شاخه فرعی گروه یک.

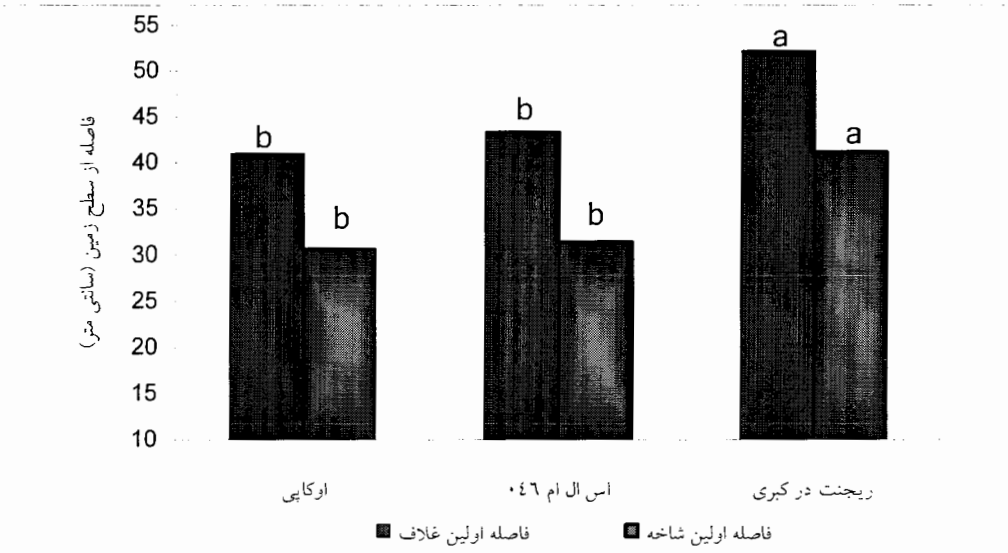


شکل ٤-٢٨- اثر کود های اوره و سولفات آمونیوم بر شاخه دهی کلزا.

٤-٧- فاصله پایین ترین غلاف و شاخه فرعی از سطح خاک

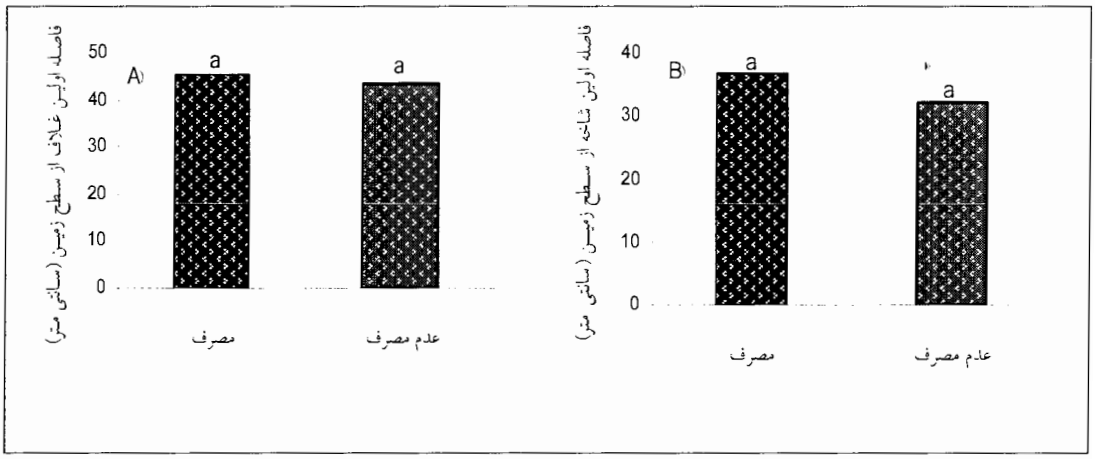
این دو صفت جهت برداشت مکانیزه و پیش بینی تلفات مطرح هستند. به طوری که اگر پایین ترین غلاف در فاصله بالاتری تشکیل شود، تعداد بیشتری غلاف در برداشت مکانیزه به

دست آمده و تلفات ناشی از برداشت مکانیزه کاهش خواهد یافت. نتایج نشان می دهد کـه رقـم ریجنت در کبری به دلیل داشتن طول ساقه اصلی بیشتر، اولین غلاف یا شاخه فرعی را در فاصـله بیشتری از سطح زمین تشکیل داده است (شکل ٤-٢٩). شاید یکی از دلایل آن این است که ایـن رقم کود پذیری بیشتری داشته و از شرایط محیطی استفاده بیشتری کرده است.

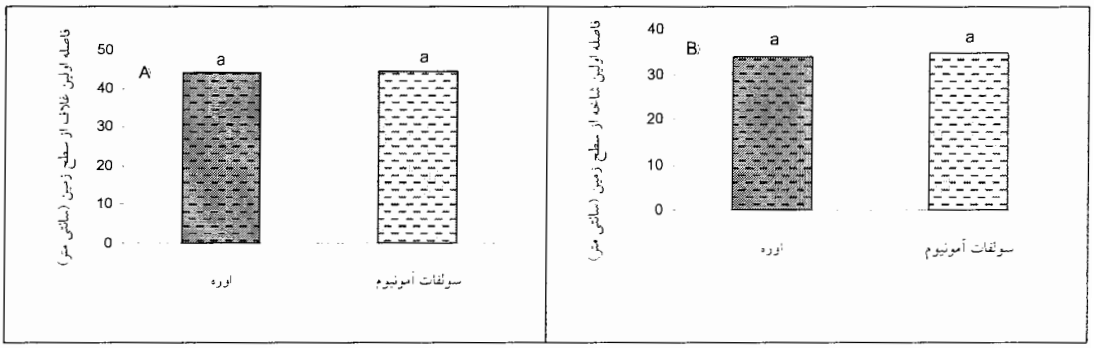


شکل ٤-٢٩- مقایسه ارقام اوکاپی، اس ال ام٠٤٦ و ریجنت در کبری در تشکیل اولـین غـلاف و شـاخه فرعـی از سطح زمین در گیاه کلزا.

مصرف و یا عدم مصرف تیوباسیلوس تاثیری بر فاصله تشکیل اولین غلاف و شاخه فرعی از سطح زمین نداشته است (شکل ٤-٣٠). نتایج حاصل از تحقیق نشان می دهد که کودهای شیمیایی نیز تاثیر چندانی بر موارد مذکور ندارند، ولیکن تاثیر کود سولفات آمونیوم بیشتر از کود اوره می باشد (شکل ٤-٣١).



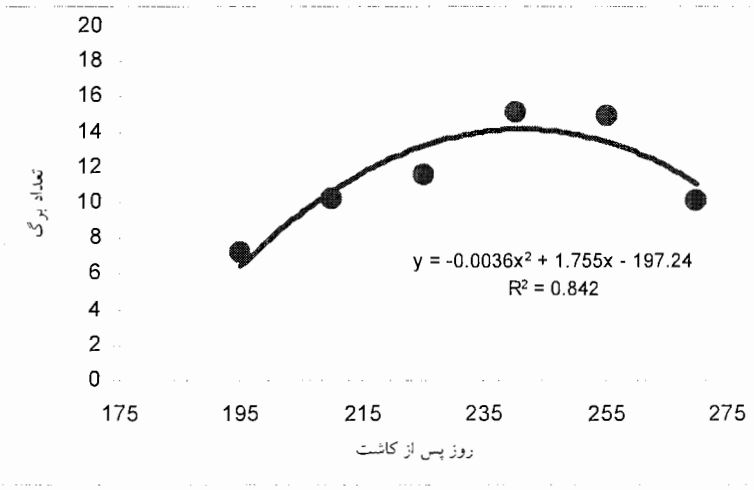
شکل ٤-٣٠- تاثیر مصرف یا عدم مصرف تیوباسیلوس بر فاصله تشکیل اولین غلاف (A) یا شاخه فرعی (B)از سطح زمین در گیاه کلزا.



شکل ٤-٣١- تاثیر دو کود اوره و سولفات آمونیوم بر تشکیل اولین غلاف (A) یا شاخه فرعی (B)از سطح زمین در گیاه کلزا.

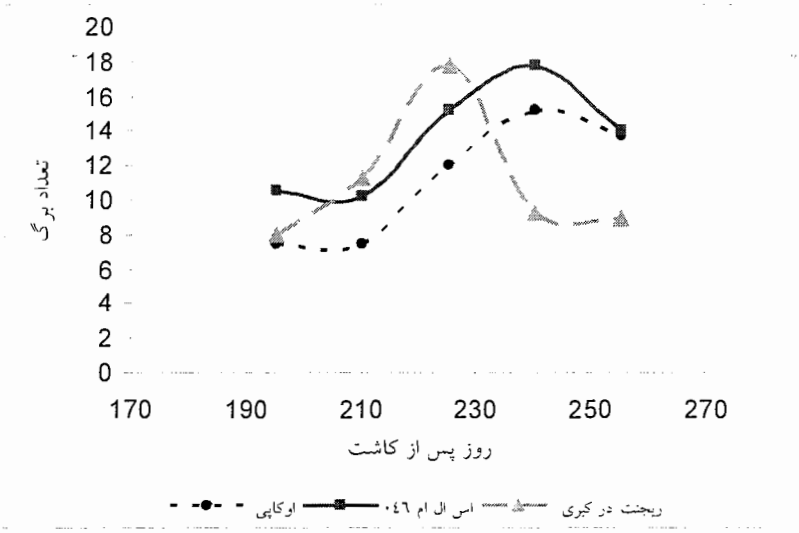
٤-٨- تعداد برگ

تعداد برگ در طول دوره رشد کلزا در شکل ٤-٣٢ نشان داده شده است. کند، به طوری که در فاصله روزهای ٢٥٥-٢٣٥ (گلدهی) بیشترین تعداد برگ را شاهد هستیم و بعد از این مرحله تولید برگ کمتر شده (دلیل کاهش تعداد برگ؛ زرد شدن و ریزش برگ ها به دلیل حرکت مواد فتوسنتزی به سمت غلاف است) و در اواسط غلاف دهی دیگر برگی تولید نمی شود.



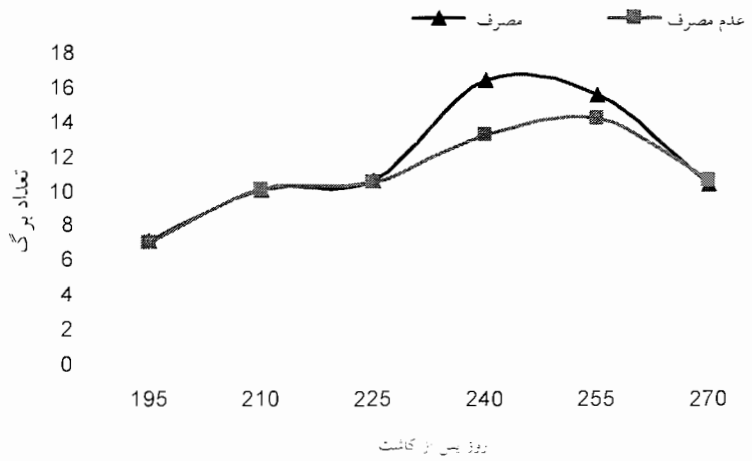
شکل ٤-٣٢- روند تعداد برگ در گیاه کلزا.

تعداد برگ در سه رقم مورد بررسی تفاوت آشکاری داشت. چنان که در شکل ٤-٣٣ مشاهده می شود رقم ریجنت در کبری به دلیل زودرس تر بودن نسبت به دو رقم دیگر مرحله رویشی را زودتر به پایان می رساند و بنابراین زودتر هم وارد مرحله زایشی می شود (کاتالوگ آموزشی، ١٣٨٤).



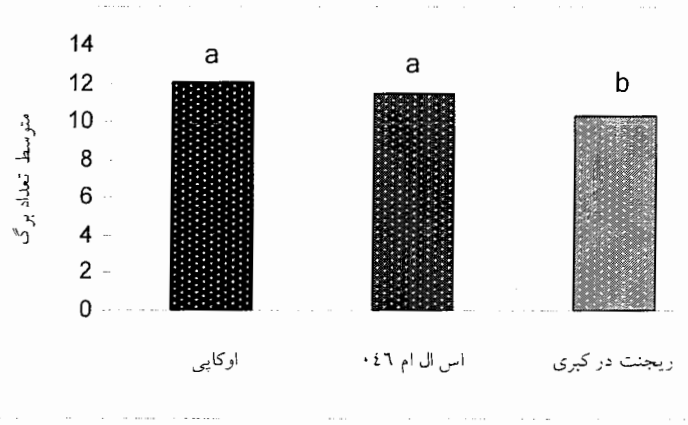
شکل ٤-۳۳- روند تعداد برگ در سه رقم اوکاپی، اس ال ام۰٤٦ و ریجنت در کبری.

در شکل ٤-۳٤ روند تعداد برگ، در دو تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس مشاهده می شود. در تیمار مصرف تعداد برگ بیشتر و ریزش دیرتر برگ ها در مرحله زایشی مشاهده می شود، به همین دلیل سطح فتوسنتز کننده هم بیشتر شده و در نتیجه مواد غذایی بیشتری هم تولید و لذا انتظار می رود عملکرد بیشتر باشد.

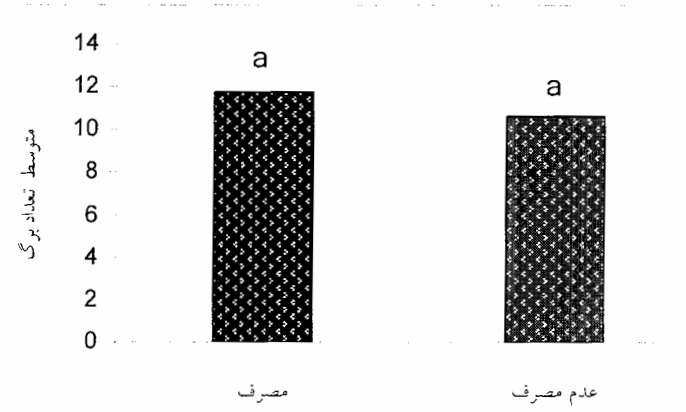


شکل ٤-۳٤- تعداد برگ در دو تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس.

دو رقم اس ال ام ۰٤٦۹ و اوکاپی (بترتیب ۱۲/۰٤ و ۱۱/٤٥ عدد) به نسبت رقم ریجنت در کبری (۱۰/۳ عدد) تعداد برگ بیشتری را تولید کرده اند (شکل ٤-۳٥).



شکل ٤-۳٥- متوسط تعداد برگ در ارقام مورد بررسی



شکل ٤-۳٦- متوسط تعداد برگ در تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس

مصرف و یا عدم مصرف تیوباسیلوس (شکل٤-۳٦) و همچنین کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر متوسط تعداد برگ در گیاه تاثیر نداشته و هیچ گونه اختلافی مشاهده نشد. در تیمار کاربرد کود اوره متوسط تعداد برگ ۱۰/۲ عدد و برای تیمار کاربرد کود سولفات آمونیوم ۱۰/٥ عدد بوده است

که از نشان دادن شکل آن صرف نظر شده است. آزادی چگنی (۱۳۸۰) و سید لوس کاس و گیف (۱۹۹۸) نشان دادند که تعداد برگ با افزایش سطوح نیتروژن افزایش یافت.

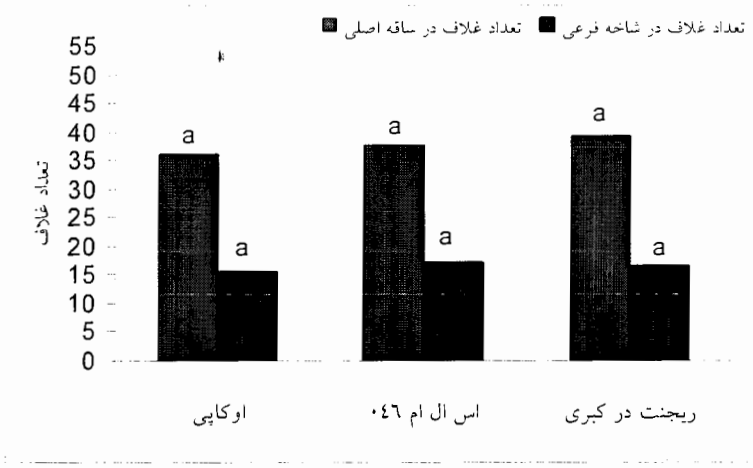
٤-۹- اجزای عملکرد

عملکرد دانه و اجزای عملکرد آن همبستگی زیادی با هم دارند (کمبل و همکاران، ۱۹۷۸؛ هادجسون، ۱۹۷۹؛ ماژور و همکاران، ۱۹۷۸؛ تورلینگ، ۱۹۷٤b). کلارک و سیمپسون (۱۹۷۸) و تایلور و اسمیت(۱۹۹۲) اظهار داشتند که عملکرد دانه تابعی از تعداد غلاف در واحد سطح، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه می باشد.

٤-۹-۱- تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی

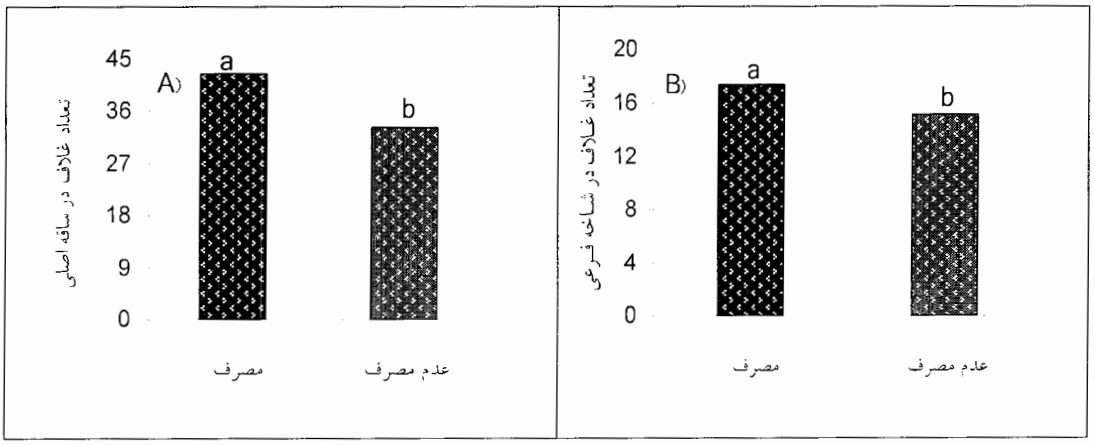
تعداد غلاف در بوته را می توان یکی از اجزای مهم تشکیل دهنده عملکرد به حساب آورد (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ هادجسون، ۱۹۷۹؛ مندهام و همکاران ، ۱۹۷۱a؛ ماژور و همکاران، ۱۹۷۸)، زیرا غلاف ها در بر گیرنده ی دانه ها بوده و تولید کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه ها و تا حدودی شاخصی برای وزن دانه ها می باشند (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ چاپمن، ۱۹۸٤؛ کلارک و همکاران، ۱۹۷۸؛ ماژور و همکاران، ۱۹۷۸).

صفت تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی فقط تحت تاثیر تلقیح بذر با تیوباسیلوس قرار گرفت که با نتایج حامدی (۱۳۸۱) مطابقت دارد و سایر عوامل مورد مطالعه و اثرات متقابل آن ها بر این صفت معنی دار نشد (جدول ٤-۱).



شکل ٤-۳۷- تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی گیاه کلزا.

رقم ریجنت در کبری با تولید ٤٠ غلاف در شاخه اصلی به نسبت دیگر ارقام نتایج بهتری را نشان داد (شکل ٤-۳۷). رقم اس ال ام۰٤٦ نیز با تولید ۱۷ غلاف در شاخه فرعی از دو رقم دیگر پیشی گرفته بود.



شکل ٤-۳۸- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر تعداد غلاف در شاخه اصلی (A) و شاخه فرعی (B) در گیاه کلزا.

نتایج نشان داد که اثر کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم نیز بر تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی غیر معنی دار است (جدول تجزیه واریانس). لتو و همکاران (۱۹۹٤) نشان دادند که تعداد

غلاف با افزایش مقدار نیتروژن واکنشی مشابه عملکرد دارد. کجل استروم (۱۹۹۳) اظهار داشت که نیتروژن روی تمام خصوصیات رشدی کلزا به جز طول ساقه اصلی و تعداد دانه در غلاف موثر بود. در آزمایش خواجه زاده (۱۳۷۷) مشخص شد که برخورداری گیاه از عنصر نیتروژن موجب افزایش چشمگیر رشد رویشی و افزایش عملکرد کلزا شد. این افزایش عملکرد حاصل تعداد غلاف بیشتر در هر گیاه بود. نتایج سایر محققین (کایام و همکاران، ۱۹۹۱؛ کجل استروم، ۱۹۹۳؛ لانگ و همکاران۱۹۸۷، بیلس بارو، ۱۹۹۳؛ استر، ۱۹۹۵) نیز نشان می دهد نیتروژن عمدتاً باعث افزایش تعداد غلاف در گیاه می گردد. بیلس بارو(۱۹۹۳) بیان داشت، این افزایش ممکن است به علت تخصیص بیشتر مواد فتوسنتزی برای قسمت های زایشی باشد. آزادی چگنی(۱۳۸۱) و فتحی و همکاران (۱۳۸۱) از تاثیر نیتروژن بر افزایش تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی خبر دادند.

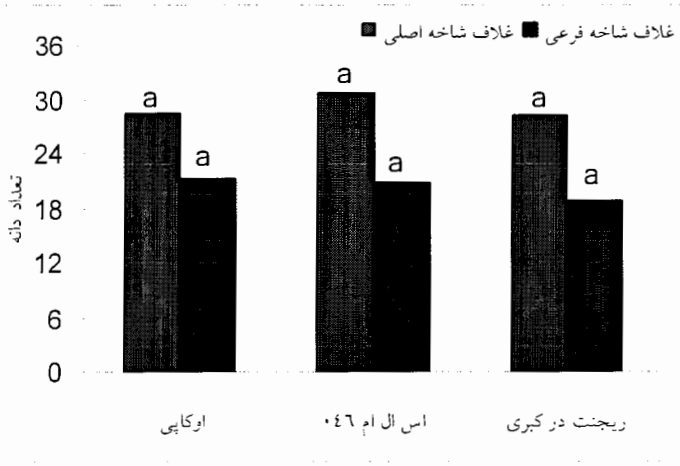
٤-۹-۲- تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی

این صفت یکی از معیارهای تعیین کننده عملکرد محسوب می شود (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ هادجسون، ۱۹۷۹؛ مندهام و همکاران ، a۱۹۷۱؛ ماژور و همکاران، ۱۹۷۸). هر چه تعداد دانه بیشتر باشد، مخزن بزرگ تری برای مواد متابولیکی به وجود آمده و هر عاملی که باعث افزایش این معیار شود، باعث افزایش عملکرد خواهد شد (ماژور و همکاران، ۱۹۷۸؛ تامی و همکاران، ۱۹۹۲). البته افزایش تعداد دانه در غلاف محدود است و بیشتر بستگی به طول غلاف دارد که خود تحت کنترل ساختار ژنتیکی است (چای و همکاران، ۱۹۸۹؛ دگن هارت و همکاران، ۱۹۸۱؛ رائو و همکاران، ۱۹۹۱).

تحقیقات دانشمندان مختلف حاکی از این امر است که دوره ی گرده افشانی و یک هفته بعد از آن، زمان بحرانی تعیین تعداد دانه در غلاف می باشد. شرایط محیطی مناسب در این موقع، باعث انجام

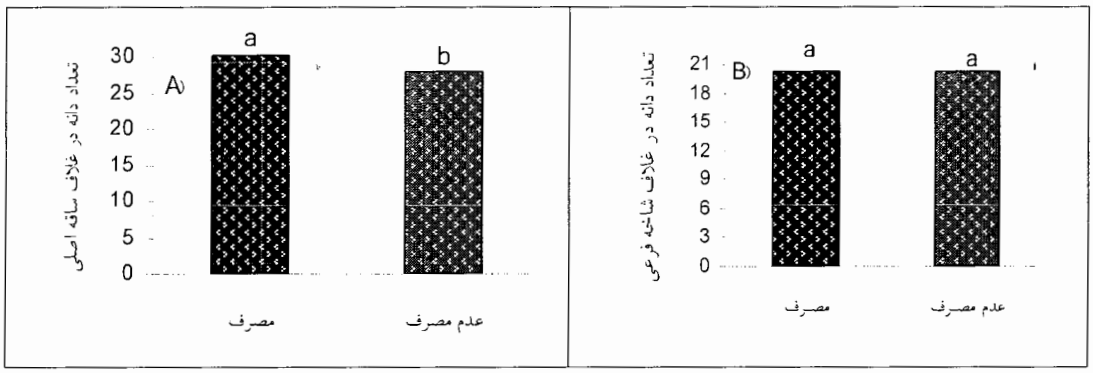
گرده افشانی مطلوب و تلقیح گلچه ها شده و تعیین کننده تعداد دانه در غلاف می باشد (آلن و همکاران، ۱۹۷۵؛ هابکوت، ۱۹۹۳؛ مندهام و همکاران ، a۱۹۷۱؛ تائو و همکاران، ۱۹۷۵).

بین ارقام از نظر تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی اختلاف معنی داری وجود ندارد. ولیکن رقم اس ال ام ۰٤٦ ۳۰/۷۵ دانه در غلاف ساقه اصلی و رقم اوکاپی با ۲۰/۸ دانه در غلاف شاخه فرعی بیشترین دانه را در غلاف تولید کرده بودند شکل ٤-۳۹). اختلاف تعداد دانه ی غلاف در بین ارقام، احتمالاً مربوط به طول غلاف می باشد (رائو و همکاران، ۱۹۹۱). این نتیجه با یافته های آینه بند (۱۳۷۳) و نبوی (۱۳۷٦) هماهنگی دارد.



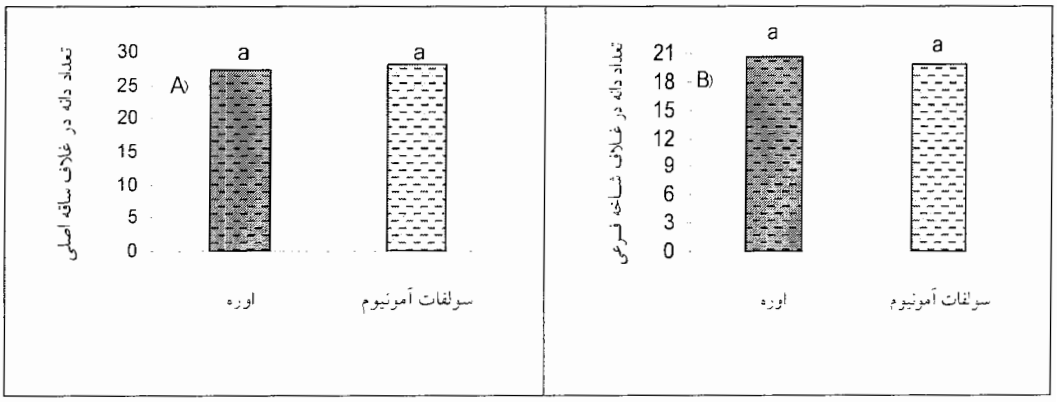
شکل ٤-۳۹- تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی و فرعی گیاه کلزا.

تاثیر تیوباسیلوس برتعداد دانه در غلاف ساقه اصلی معنی دار بوده است (شکل ٤-A ٤۰)، اما این تیمار بر تعداد دانه در غلاف شاخه فرعی بی تاثیر بوده است (شکل ٤-B ٤۰)، که با نتایج حامدی (۱۳۸۱) همخوانی دارد



شکل ٤-٤٠- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس در تعداد دانه غلاف شاخه اصلی (A) و فرعی(B).

بین کودهای شیمیایی از نظر تاثیر بر تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی اختلاف معنی داری حاصل نشد که با نتایج برخی از محققین که در زیر به آن اشاره می شود مطابقت دارد (شکل ٤-٤١).



شکل ٤-٤١- تاثیر کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر تعداد دانه در غلاف شاخه اصلی (A) و فرعی (B).

بر اساس آزمایشات استار و همکاران (١٩٩٥) مشخص شد که تعداد دانه در غلاف تحت تاثیر کود نیتروژن دار قرار نمی گیرد، اما رائو و همکاران (١٩٩١) ثابت کردند که کود دهی همراه با آبیاری کامل عملکرد دانه را هم از طریق افزایش تعداد غلاف های بارور و هم از طریق افزایش تعداد دانه در غلاف افزایش داده است. فتحی و همکاران (١٣٨١) و آزادی چگنی(١٣٨١) نتایج مشابه با رائو و همکاران (١٩٩١) را گزارش کرده اند.

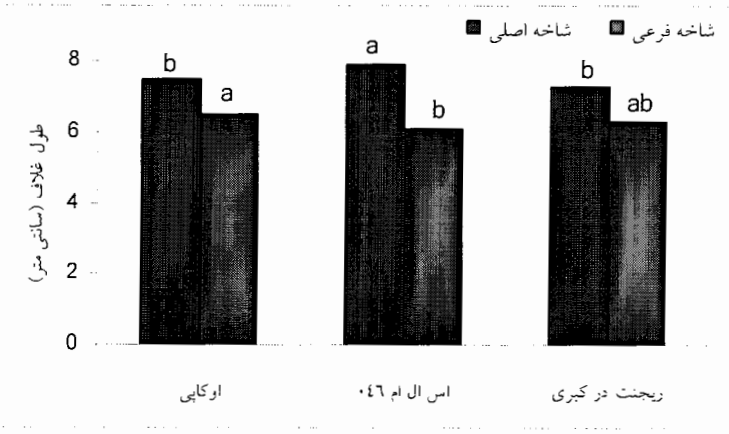
٤-٩-٣- طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی

طول غلاف یکی از پارامترهایی است که به طور غیر مستقیم بر عملکرد دانه تاثیر دارد (چاپمن و همکاران، ١٩٨٤؛ چای و همکاران، ١٩٨٩). به نظر برخی از دانشمندان (مندهام و همکاران، ١٩٨٤؛ رائو و همکاران، ١٩٩١؛ تامی و همکاران، ١٩٩٢) ارقامی از کلزا که دارای تعداد کمتری غلاف بوده و در عوض طول غلاف های آن ها بلندتر است، ارجحیت دارند، چون غلاف های بلندتر قادر به گنجایش تعداد بیشتری دانه در خود هستند (رائو و همکاران، ١٩٩١).

غلاف های کلزا و ساقه ها باید سهم عمده ای در فتوسنتز و پر شدن دانه ها داشته باشند، چون برگ های کلزا با شروع رشد غلاف ها شروع به ریزش می کنند (کسرائی، ١٣٧٢). در آزمایش های دیگر این مطلب تایید و مشخص شده که غلاف های کلزا دارای روزنه می باشند و قادر به جذب و تحلیل کربن اتمسفر هستند. بنابراین می توان تصور نمود رقمی که غلاف های بزرگتر و طویل تری داشته باشد کارایی بیشتری در تولید دارد.

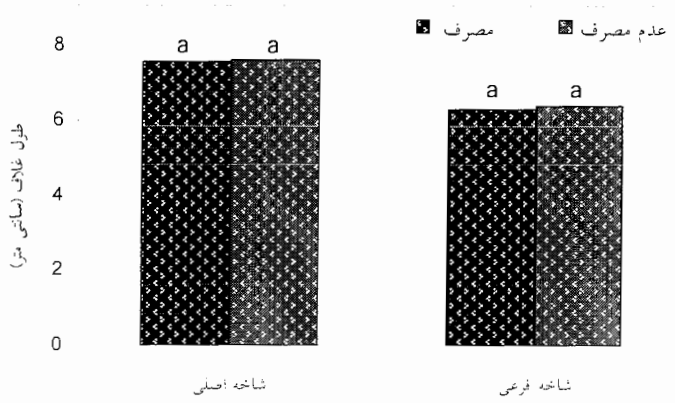
همان طور که انتظار می رفت طول غلاف در ارقام مورد بررسی متفاوت بود (شکل ٤-٤٢). بیشترین طول غلاف در ساقه اصلی مربوط به رقم اس ال ام ٠٤٦ با ٧/٩ سانتی متر، که با دیگر ارقام اختلاف معنی داری داشت و بیشترین طول غلاف در شاخه فرعی مربوط به رقم اوکاپی با ٦/٥ سانتی متر بود. همان طور که در شکل٤-٤٢ هم مشاهده می شود با افزایش طول غلاف در ساقه اصلی، طول غلاف در شاخه فرعی کاهش می یابد، مثلاً رقم اس ال ام ٠٤٦ بیشترین طول غلاف در ساقه اصلی را دارد، ولیکن این رقم به نسبت دو رقم دیگر طول غلاف کمتری در شاخه فرعی خود تولید کرده است.

در برخی نتایج هم عدم وجود اختلاف معنی دار در بین ارقام گزارش شده است. امیدی و همکاران (۱۳۸۱) هیچ گونه اختلاف معنی داری بین ارقام ریجنت در کبری، اس ال ام ۰٤٦ و اوکاپی از نظر طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی گزارش نکردند.



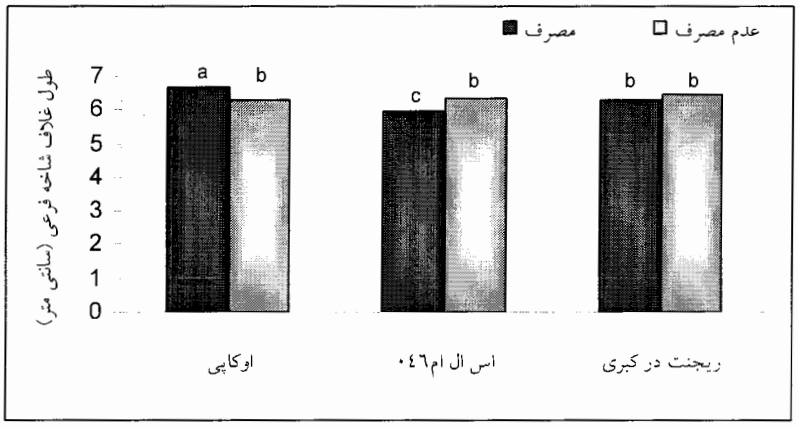
شکل ٤-٤٢- اختلاف ارقام اوکاپی، اس ال ام ۰٤٦ و ریجنت در کبری از نظر طول غلاف در شاخه اصلی و فرعی.

مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر طول غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی بی تاثیر بوده است (شکل ٤-٤۳)، که با نتایج حامدی (۱۳۸۱) کاملاً هم خوانی دارد.



شکل ٤-٤۳- تاثیر مصرف و یا عدم مصرف تیوباسیلوس بر افزایش طول غلاف در شاخه اصلی و فرعی.

اثر متقابل رقم × تیوباسیلوس بر متوسط طول غلاف شاخه فرعی معنی داری بود. به طوری که رقم اوکاپی در تیمار مصرف تیوباسیلوس بیشترین طول غلاف در شاخه فرعی را تولید کرده و این در حالی است که عملکرد آن کمتر از رقم ریجنت در کبری می باشد. نتایج اثرات متقابل بین کود بیولوژیک تیوباسیلوس و ارقام مورد بررسی در شکل (٤-٤٤) آمده است.



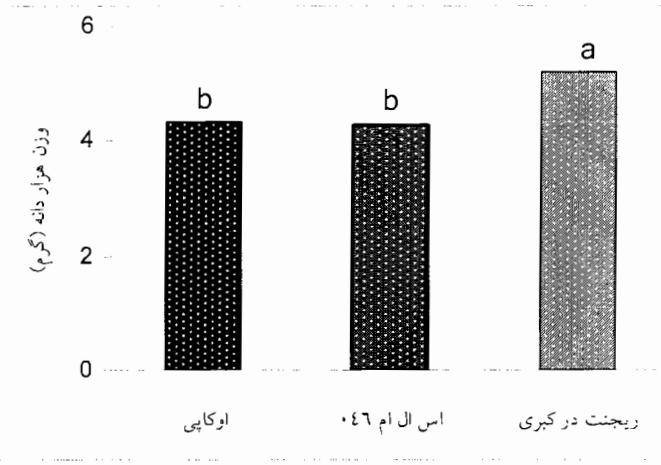
شکل٤-٤٤- اثرات متقابل کود بیولوژیک تیوباسیلوس و رقم بر طول غلاف در شاخه فرعی.

طول غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی در تیمار کودهای شیمیایی تحت تاثیر قرار نگرفته است (به همین دلیل از ارایه شکل آن خودداری گردید)، که با نتایج فتحی و همکاران (١٣٨١) و آزادی چگنی (١٣٨١) مطابقت دارد.

٤-٩-٤- وزن هزار دانه

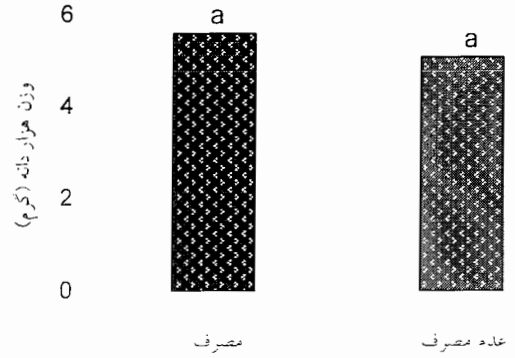
یکی دیگر از اجزای مهم عملکرد، وزن هزار دانه است. بین ارقام از نظر وزن هزار دانه تفاوت وجود داشت (شکل ٤-٤٥). رقم ریجنت در کبری با وزن هزار دانه حدود ٥/٢ گرم بیشترین و وزن هزار دانه دو رقم اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ به ترتیب برابر ٤/٣٢ و ٤/٢٨ گرم بود. رقم ریجنت در کبری

به دلیل داشتن غلاف کوتاه تر و تعداد دانه کمتر در هر غلاف، بیشترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص داد (یوسوف و همکاران، ۱۹۹۳).



شکل ٤-٤٥- وزن هزار دانه ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری.

در تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس از نظر وزن هزار دانه تفاوت معنی داری وجود نداشت، به گونه ای که در صورت کاربرد تیوباسیلوس وزن هزار دانه برابر ٥/٦ گرم و در صورت عدم کاربرد تیوباسیلوس برابر ٥/١ گرم بود (شکل ٤-٤٦) همچنین بین تیمارهای کاربرد کودهای شیمیایی از نظر تاثیر بر وزن هزار دانه کلزا اختلاف معنی داری مشاهده نشد.



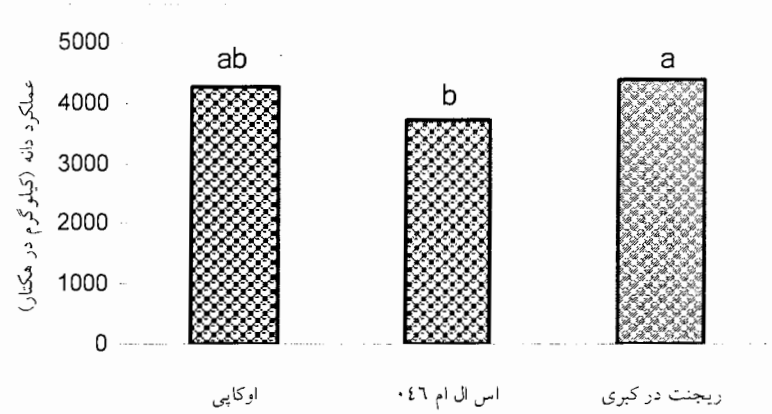
شکل ٤-٤٦- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر وزن هزار دانه کلزا.

بین تیمارهای کود شیمیایی از نظر تاثیر بر وزن هزار دانه هیچ گونه اختلافی مشاهده نشد، اما کود اوره به نسبت کود سولفات آمونیوم افزایش جزئی بر وزن هزار دانه گذاشته بود. در آزمایش لتو و همکاران (۱۹۹٤)، وزن هزار دانه تحت تاثیر کود نیتروژن قرار نگرفت. در آزمایشات دیگر کود نیتروژن تعداد غلاف را افزایش داد، اما تاثیر کم ولی غیر معنی دار بر تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه داشت (خواجه زاده، ۱۳۷۷؛ کایام، ۱۹۹۱).

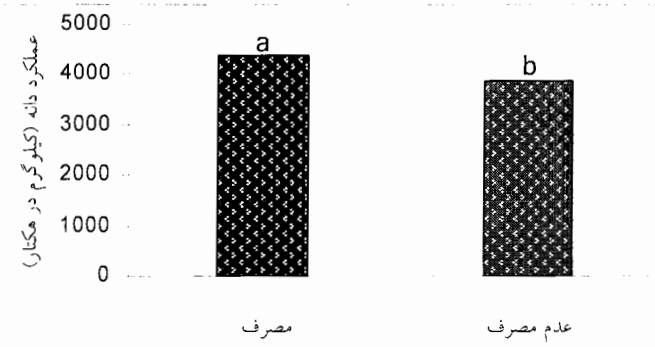
٤-۱۰- عملکرد

٤-۱۰-۱- عملکرد دانه (عملکرد اقتصادی)

بین ارقام نیز از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی دار وجود داشت. رقم ریجنت در کبری با میانگین ٤٤۰۰ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داده بود. ارقام اوکاپی و اس ال ام ۰٤٦ نیز به ترتیب با تولید ٤۲٦۱ و ۳۷۰۹ کیلوگرم در هکتار در رتبه های بعدی قرار گرفتند (شکل ٤-٤۷). امیدی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی خود مبنی بر مقایسه عملکرد ارقام، عملکرد ارقام ریجنت در کبری، اس ال ام ۰٤٦ و اوکاپی را به ترتیب ۳۸۷۱، ٤۳۳۲ و ۳۸۸۱ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. به دست آمدن این نتیجه با توجه به بیشتر بودن تعداد غلاف در ساقه اصلی و شاخه فرعی، کمتر بودن طول غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی و در ازای آن بیشتر بودن وزن هزار دانه و عدم وجود اختلاف معنی دار در تعداد دانه در غلاف قابل توجیه است.

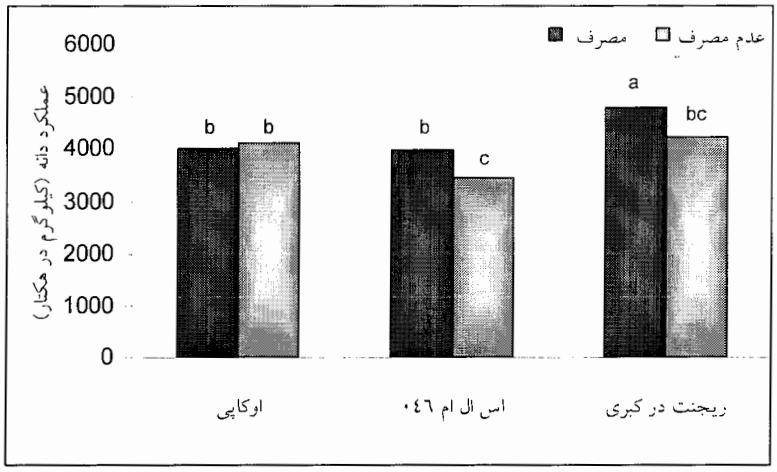


شکل ٤-٤٧- عملکرد ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری.



شکل ٤-٤٨- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر عملکرد بذر و وزن خشک پوسته غلاف کلزا.

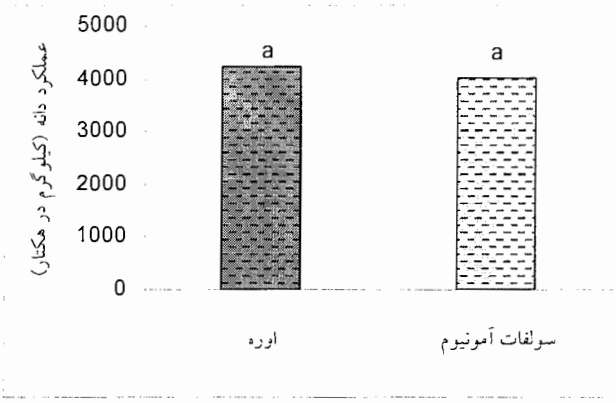
همانطور که در شکل ٤-٤٨ نیز مشاهده می شود بین مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس اختلاف معنی دار وجود دارد. در صورت کاربرد تیوباسیلوس عملکرد دانه ٤٣٩٠ و در صورت عدم کاربرد آن ٣٨٥٥ کیلوگرم در هکتار بوده است که اختلاف بین آن ها ١٢/٢٪ بوده است، که با نتایج به دست آمده از تحقیقات حامدی (١٣٨١) همخوانی دارد.



شکل٤-٤٩- اثرات متقابل بین کود بیولوژیک تیوباسیلوس و رقم بر عملکرد دانه.

همان طور که در شکل ٤-٤٩ نیز مشاهده می شود بین تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس و ارقام اثر متقابل وجود دارد؛ در رقم ریجنت در کبری که تیوباسیلوس در آن به کار رفته بیشترین تاثیر را پذیرفته (٤٧٧٢ کیلوگرم در هکتار) و این در حالی است که همین عملکرد دانه رقم ریجنت در کبری، در تیمار عدم کاربرد تیوباسیلوس ٤٢١٥/٥ کیلوگرم در هکتار تولید کرده است. در رقم اس ال ام و اوکاپی بین تیمار مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس نیز اختلاف معنی دار وجود دارد. ارقام اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ در صورت کاربرد تیوباسیلوس ٤٠١٤ و ٣٩٧٥ و در تیمار عدم کاربرد تیوباسیلوس به ترتیب ٤١٠٨ و ٣٤٤٤ کیلوگرم در هکتار دانه تولید کرده اند (شکل ٤-٤٩).

در تیمار کاربرد کود شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم اختلاف معنی دار مشاهده نشد. ولیکن تاثیر کود اوره (٤٢١٥ کیلوگرم در هکتار) بیش از کود سولفات آمونیوم (٤٠٣١ کیلوگرم در هکتار) بود (شکل ٤-٥٠).



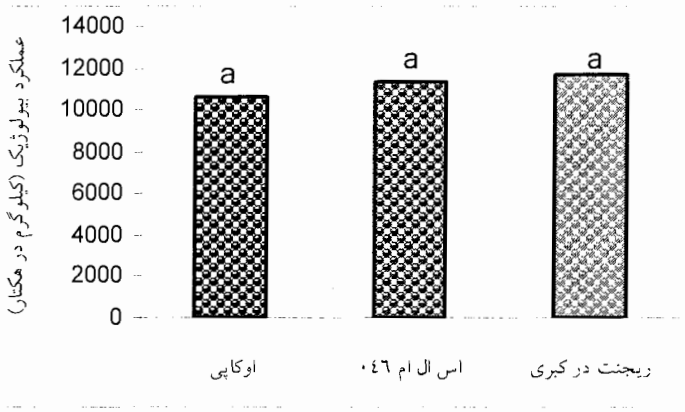
شکل ٤-٥٠- تاثیر دو کود شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر عملکرد دانه.

رائو و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که کود نیتروژن از طریق تاثیر بر تعداد غلاف های بارور و هم از طریق افزایش تعداد دانه در غلاف، عملکرد دانه را افزایش داده است، که با نتایج فتحی و همکاران (۱۳۸۱) و آزاد چگنی (۱۳۸۱) مطابقت دارد. اما دلیل این که در این پژوهش اختلاف عملکرد به چشم نمی خورد؛ به نظر می رسد کافی بودن مقدار نیتروژن در هر دو کود مذکور می باشد.

٤-۱۰-۲- عملکرد بیولوژیک

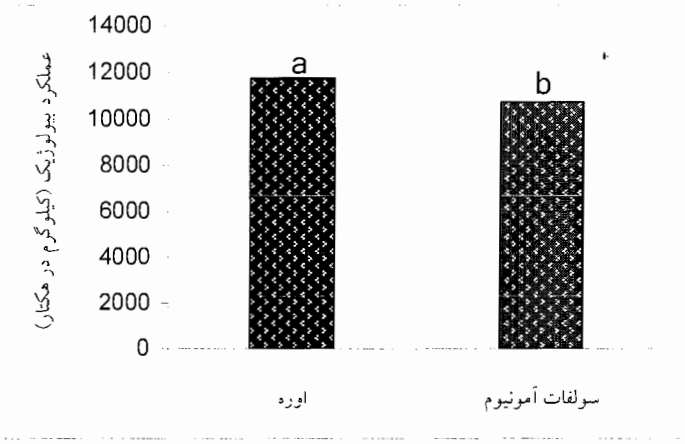
یکی از اصطلاحاتی که برای بیان تخصیص ماده خشک در گیاه به کار می رود عملکرد بیولوژیک می باشد. عملکرد بیولوژیک توسط فیکی پروویچ در سال ۱۹٦۰ برای نشان دادن تجمع ماده خشک در سیستم گیاهی به کار گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد که بین ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی دار وجود ندارد. رقم ریجنت در کبری با ۱۱۷۳۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشته و ارقام اس ال ام و اوکاپی به ترتیب با ۱۱۳۳۲ و ۱۰٦۰۱ کیلوگرم در هکتار در ردیف های بعدی قرار گرفته اند (شکل ٤-٥۱). بر اساس نتایج امیدی و همکاران (۱۳۸۱) رقم اس ال ام ۰٤٦ زمستان گذرانی بهتر و در نتیجه گیاه چه های قویتر و عملکرد بیولوژیک بیشتری داشته است. ولیکن

رقم ریجنت در کبری به دلیل داشتن طول ساقه اصلی بیشتر، وزن غلاف بیشتر و عدم وجود سرمای شدید محیط عملکرد بیشتری داشته است.



شکل ٤-٥١- مقایسه ارقام از نظر عملکرد بیولوژیک.

مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس تاثیری بر عملکرد بیولوژیک نداشت (جدول تجزیه واریانس)، که با نتایج حامدی (١٣٨١) مطابقت دارد. بین تیمار کاربرد کودهای شیمیایی از نظر عملکرد بیولوژیک اختلاف معنی داری مشاهده شد (شکل ٤-٥٢). در تیمار کاربرد کود اوره، عملکرد بیولوژیک ١١٧٥٦ و در تیمار کاربرد کود سولفات آمونیوم ١٠٦٨٩ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کود اوره به دلیل دارا بودن مقادیر بالایی از نیتروژن و تاثیر آن برطول ساقه گیاه عملکرد بیشتری را تولید کرده بود. این مشاهدات با نتایج حاصل از تحقیقات آزاد چگنی (١٣٨١) و فتحی و همکاران (١٣٨١) مطابقت داشت.

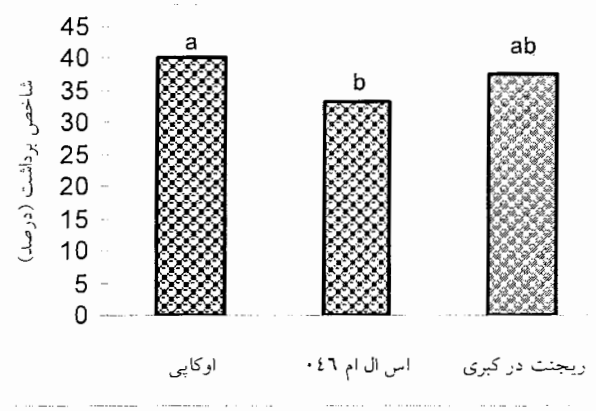


شکل ٤-٥٢- تاثیر کودهای شیمیایی بر عملکرد بیولوژیک.

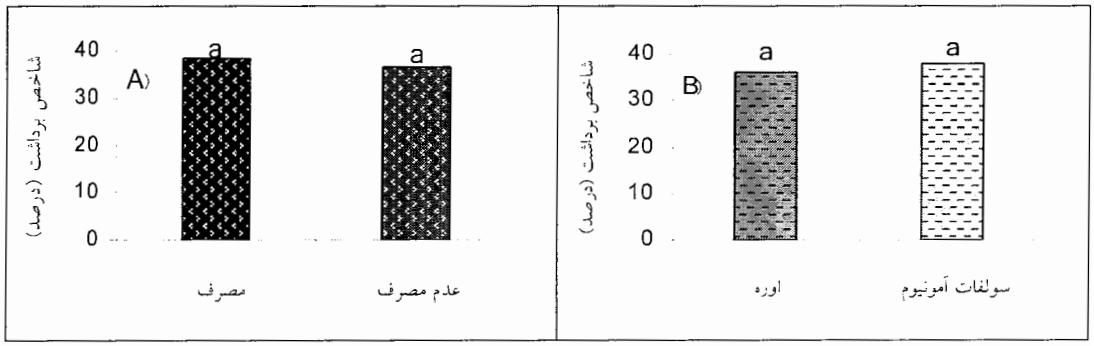
٤-١٠-٣- شاخص برداشت (HI)

آن قسمت از عملکرد بیولوژیک که عملکرد اقتصادی را تشکیل می دهد شاخص برداشت نامیده می شود (سرمدنیا و همکاران، ١٣٦٨). شاخص برداشت معیاری برای نشان دادن درصد انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن است. رقم اوکاپی دارای بیشترین شاخص برداشت (٤٠٪)، و شاخص برداشت ارقام ریجنت در کبری و اس ال ام ٠٤٦ نیز به ترتیب ٣٧/٦٨ و ٣٣/١١ بود (شکل ٤-٥٣).

بین مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس از نظر تاثیر بر شاخص برداشت اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ٤-٥٤A) کاربرد کود شیمیایی اوره و یا کود سولفات آمونیوم از نظر شاخص برداشت نتیجه تفاوتی نداشت (شکل ٤-٥٤B).



شکل ٤-٥٢- شاخص برداشت در ارقام اوکاپی، اس ال ام ٠٤٦ و ریجنت در کبری.



شکل ٤-٥٤- شاخص برداشت در صورت مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس (A)، کاربرد کود شیمیایی اور و سولفات آمونیوم (B).

با توجه به شکل ٤-٥٤B تاثیر سولفات آمونیوم بر شاخص برداشت می توان نتیجه گرفت که در تیمار کاربرد این کود به دلیل کم بودن عملکرد بیولوژیک به نسبت تیمار کاربرد کود اوره، شاخص برداشت بیشتری را تولید کرد.

٤-١١- وزن خشک گیاه

٤-١١-١- وزن خشک بوته

بین ار قام از نظر وزن خشک بوته تفاوت معنی دار مشاهده نشد (شکل ٤-٥٥A). رقم ریجنت در کبری با ۹/۰۷ گرم در رتبه اول، و دو رقم اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ به ترتیب ۸/۳۵ و ۷/۵ گرم در بوته مشاهده شد. در صورت مصرف و یا عدم مصرف تیوباسیلوس وزن خشک بوته معنی دار نگردید (شکل٤-٥٥A). در صورت مصرف تیوباسیلوس وزن خشک بوته۸/۷۱ و در صورت عدم مصرف ۷/۹ گرم در بوته مشاهده شد. از نظر تاثیر کاربرد کودهای شیمیایی بر وزن خشک بوته نیز تفاوت معنی داری مشاهده نگردید (شکل ٤-A ٥٥).

٤-١١-٢- وزن خشک دانه در بوته

بین ارقام از نظر وزن خشک دانه اختلاف معنی دار گردید (شکل ٤-٥٥B)، به طوری که رقم ریجنت در کبری دارای بیشترین وزن خشک دانه (٤/٤ گرم) و از رقام اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ به ترتیب ٤/٢٦ و ۳/۷۱ گرم در بوته گزارش گردید. از نظر تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر صفت مذکور نتایج معنی دار شد (شکل ٤-٥٦B)، به گونه ای که در صورت مصرف تیوباسیلوس وزن خشک دانه معادل ٤/٣٩ و در صورت عدم مصرف برابر ۳/۸۵ گرم در بوته گزارش گردید. از تاثیر کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم اختلاف معنی داری مشاهده نشد (شکل ٤-٥٧B).

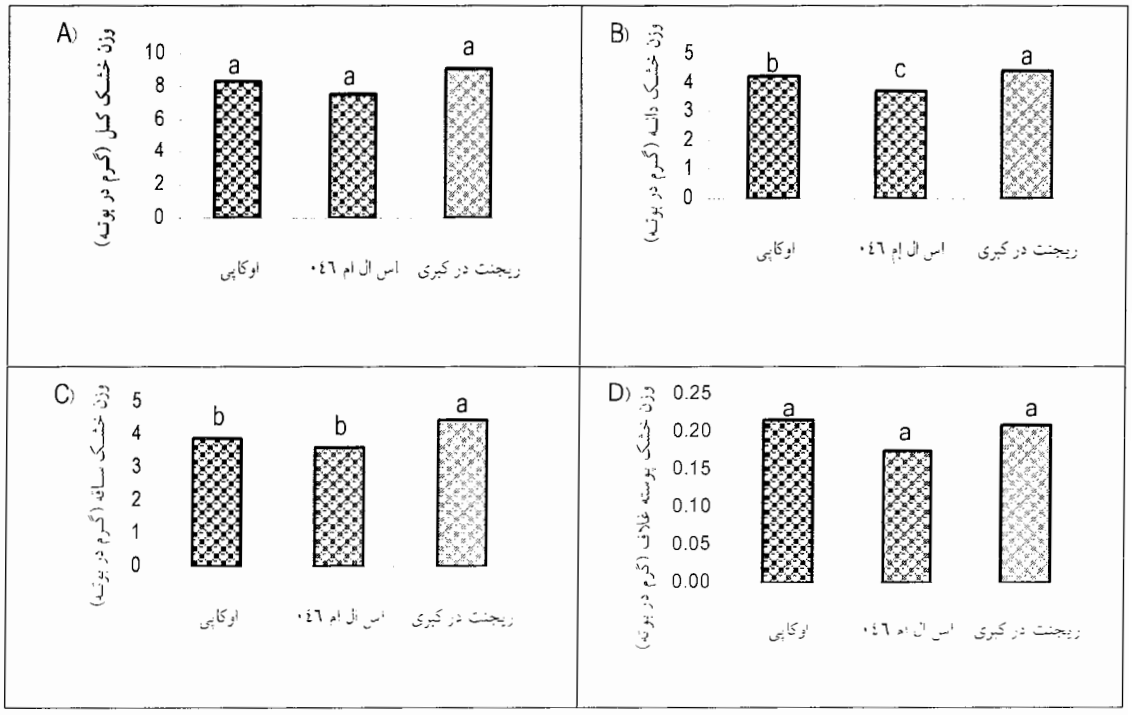
٤-١١-٣- وزن خشک ساقه در بوته

ارقام از نظر وزن خشک ساقه نیز با یکدیگر اختلاف معنی دار داشتند (شکل ٤-٥٥C)، به گونه ای که رقم ریجنت در کبری ٤/٤٦ گرم در جای اول و دو رقم اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ نیز در جای دوم قرار گرفتند. از نظر تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس و همچنین تاثیر کاربرد کودهای

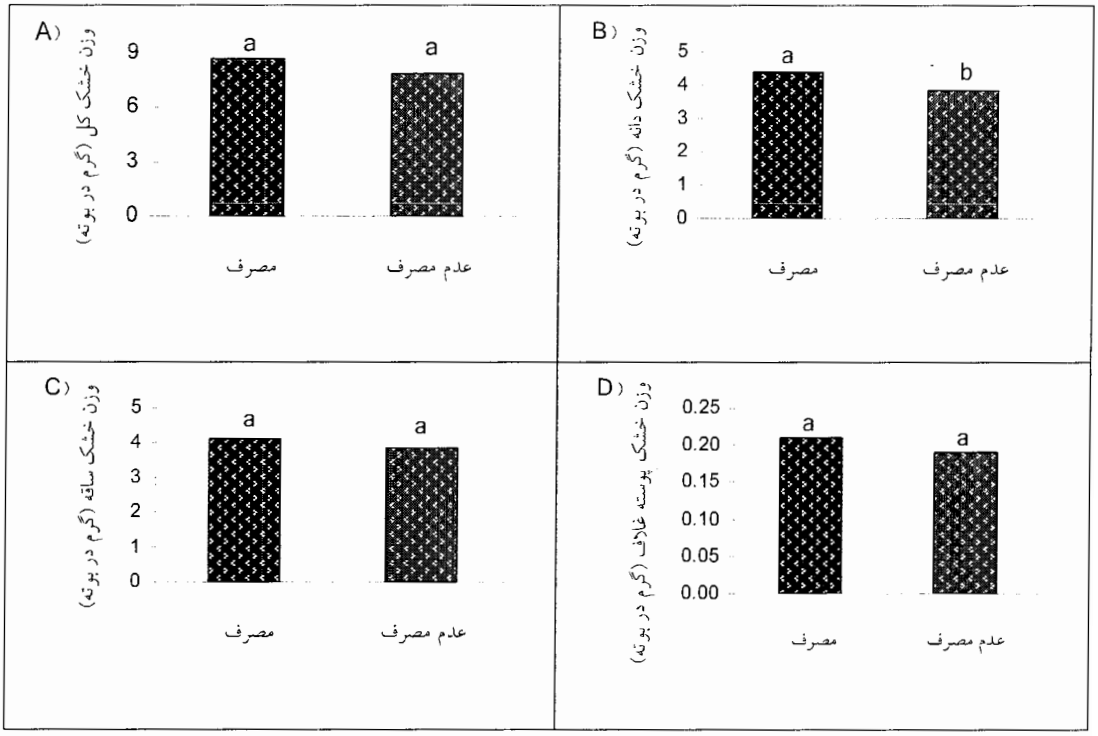
شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم بر وزن خشک ساقه اختلاف معنی دار مشاهده نشد (شکل های ٤-٥٦C و ٤-٥٧C).

٤-١١-٤- وزن خشک پوسته غلاف در بوته

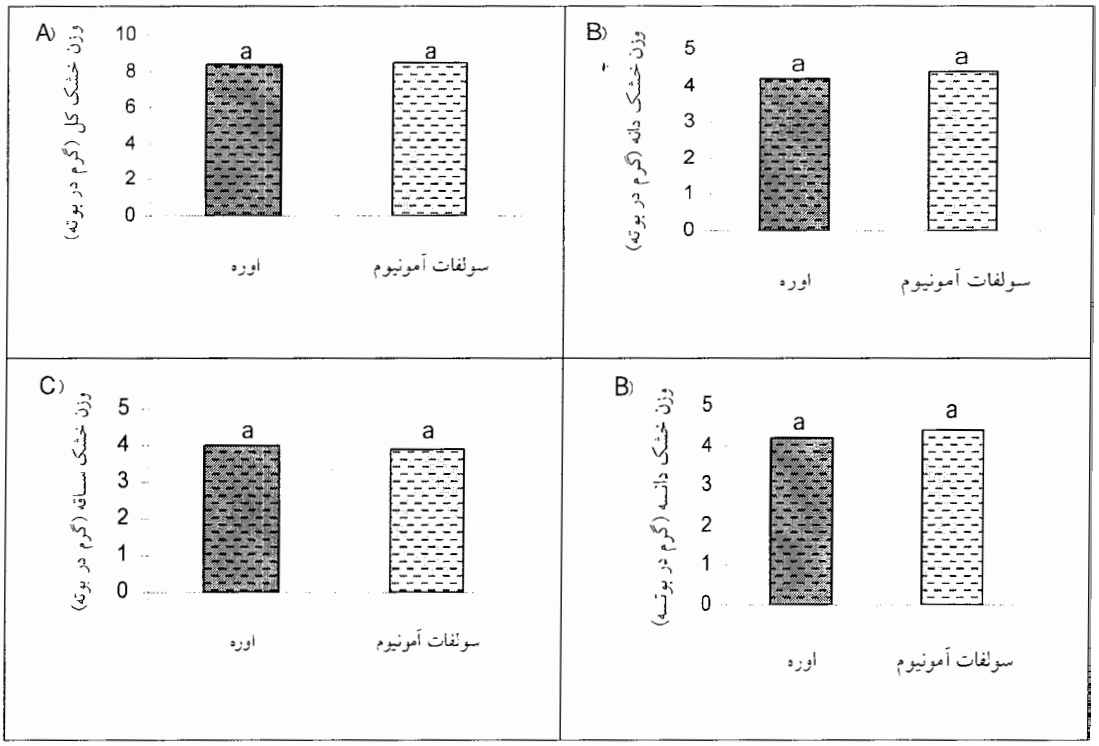
همان طور که قبلاً اشاره شد، غلاف ها در بر گیرنده دانه ها بوده و تولید کننده مواد فتوسنتزی مورد نیاز دانه ها و تا حدودی شاخصی برای وزن دانه ها می باشند (چاپمن و همکاران، ١٩٨٤؛ ماژور و همکاران، ١٩٧٨). بین ارقام، مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس و کاربرد کودهای شیمیایی اوره و سولفات آمونیوم از نظر تاثیر بر وزن خشک پوسته غلاف اختلاف معنی دار ملاحظه نشد، ولی بنا به ضرورت بیان موضوع شکل های آن ها به ترتیب ٤-٥٥D، ٤-٥٦D و ٤- ٥٧D اشاره شده است.



شکل ٤-٥٥- مقایسه ارقام از نظر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D).



شکل ٤-٥٦- تاثیر مصرف و عدم مصرف تیوباسیلوس بر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D).



شکل ٤-٥٧- تاثیر کاربرد کود های شیمیایی بر وزن خشک کل (A)، وزن خشک دانه (B)، وزن خشک ساقه (C) و وزن خشک پوست غلاف (D).

٤-١٢- همبستگی صفات مورد مطالعه با عملکرد دانه

برای تعیین همبستگی عملکرد دانه با معیارهای اندازه گیری شده، ضرایب همبستگی خطی برای هر یک از آن ها محاسبه شد که نتایج آن در جدول ٤-٢ منعکس شده است.

نتایج نشان داد که از بین خصوصیات مورفولوژیک گیاه، طول ساقه اصلی و فاصله اولین غلاف از سطح زمین همبستگی مثبت با عملکرد دانه داشتند. طول شاخه فرعی، تعداد شاخه فرعی و فاصله اولین شاخه از سطح زمین همبستگی معنی داری با عملکرد دانه نشان ندادند. از بین اجزای عملکرد تعداد غلاف در ساقه اصلی همبستگی مثبتی با عملکرد دانه نشان داد. وزن خشک بوته و اجزای آن همبستگی با عملکرد دانه نشان ندادند.

در بین صفات مورد مطالعه، عملکرد بیولوژیک، بیشترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت. این نوع همبستگی بین عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه، توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (کمبل و همکاران، ۱۹۷۸؛ داربی و همکاران، ۱۹۹٤؛ هادجسون، ۱۹۷۹؛ کاندرا، ۱۹۷۷؛ لیچ و همکاران، ۱۹۹٤؛ مندهام و همکاران، ۱۹۸۱، نورتون و همکاران، ۱۹۹۱؛ شارما، ۱۹۹٤؛ تیلور، ۱۹۹۲).

جدول ٤-٢- جدول همبستگی صفات.

صفات مورد بررسی	عملکرد دانه(Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک(Kg/ha)	وزن خشک کل در بوته	وزن خشک دانه در بوته	وزن خشک ساقه در بوته	وزن خشک پوسته خوردچین در بوته	طول ساقه اصلی (Cm)	طول شاخه فرعی (Cm)	تعداد غلاف ساقه اصلی	تعداد غلاف شاخه فرعی	تعداد شاخه های فرعی گروه بک	تعداد دانه درغلاف ساقه اصلی	تعداد دانه درغلاف شاخه فرعی	طول غلاف در ساقه اصلی (Cm)	طول غلاف در شاخه فرعی (Cm)	فاصله پایین ترین غلاف از سطح خاک(Cm)	فاصله پایین ترین شاخه فرعی از سطح خاک(Cm)	شاخص برداشت(%)	وزن هزار دانه (gr)
عملکرد دانه(Kg/ha)	۱																		
عملکرد بیولوژیک(Kg/ha)	۰/۴۸ns	۱																	
وزن خشک کل در بوته	۰/۴۵ns	۰/۳۰ns	۱																
وزن خشک دانه در بوته	۰/۱۶ns	۰/۰۸ns	۰/۱۵ns	۱															
وزن خشک ساقه در بوته	۰/۴۳ns	۰/۲۱ns	۰/۹۶ns	۰/۵۰ns	۱														
وزن خشک پوسته خوردچین در بوته	۰/۰ns	۰/۰۸ns	۰/۳۱ns	۰/۵۷ns	۰/۲۶ns	۱													
طول ساقه اصلی (Cm)	۰/۰۲ns	۰/۰۴ns	۰/۰۰۹ns	۰/۰۱ns	۰/۰۰ns	۰/۰۲ns	۱												
طول شاخه فرعی (Cm)	۰/۰۷ns	۰/۰۸ns	۰/۰۹ns	۰/۲۱ns	۰/۰۲ns	۰/۲ns	۰/۲۸ns	۱											
تعداد غلاف ساقه اصلی	۰/۰۱ns	۰/۱۶ns	۰/۰۱ns	۰/۰۷ns	۰/۰۱ns	۰/۰۲ns	۰/۱۷ns	۰/۲۸ns	۱										
تعداد غلاف شاخه فرعی	۰/۰۴ns	۰/۰۳ns	۰/۰۲ns	۰/۰۴ns	۰/۰۱ns	۰/۰۹ns	۰/۰۹ns	۰/۰۶ns	۰/۱۵ns	۱									
تعداد شاخه های فرعی گروه بک	۰/۰۰۱ns	۰/۱۵ns	۰/۰۴۶ns	۰/۰۳۷ns	۰/۰۴۶ns	۰/۰۴۶ns	۰/۰۴۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۱								
تعداد دانه درغلاف ساقه اصلی	۰/۰۳ns	۰/۱۹ns	۰/۰۶۷ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۳ns	۰/۰۳ns	۰/۰۳ns	۰/۰۲۳ns	۰/۰۲۳ns	۰/۰۲۳ns	۱							
تعداد دانه درغلاف شاخه فرعی	۰/۰۹ns	۰/۱۹ns	۰/۰۱۷ns	۰/۰۲۸ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۰/۰۲۶ns	۱						
طول غلاف در ساقه اصلی (Cm)	۰/۰۱ns	۰/۵۰ns	۰/۰۴۷ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱					
طول غلاف در شاخه فرعی (Cm)	۰/۰۱۰ns	۰/۲۳ns	۰/۰۳۲ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱				
فاصله پایین ترین غلاف از سطح خاک(Cm)	۰/۰۴ns	۰/۰۸ns	۰/۰۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱			
فاصله پایین ترین شاخه فرعی از سطح خاک(Cm)	۰/۰۳۳ns	۰/۰۳۱ns	۰/۰۰۳ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱		
شاخص برداشت(%)	۰/۰۳۵ns	۰/۰۳۷ns	۰/۰۲۵ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱	
وزن هزار دانه (gr)	۰/۰۱۸ns	۰/۰۳۵ns	۰/۰۳۳ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۰/۰۲۴ns	۱

٤-١٣- نتیجه گیری

همان طوری که در نتایج بدست آمده نیز مشاهده شد بین ارقام از نظر عملکرد دانه اختلاف معنی داری داشت. چرا که رقم ریجنت در کبری با تولید ٤٤٠٠ کیلوگرم دانه در هکتار عملکرد مناسبی را داشته است در حالی که دو رقم اوکاپی و اس ال ام ٠٤٦ بترتیب ٤٢٦١ و ٣٧٠٩ کیلوگرم در هکتار دانه تولید کرده اند. رقم ریجنت در کبری عملکرد بیولوژیک بیشتری را نیز تولید کرده و همچنین از نظر شکل ظاهری به سطوح کودی اعمال شده واکنش بهتری را نشان داده است و می توان این رقم را در منطقه معرفی کرد. این رقم طول ساقه اصلی، طول شاخه فرعی، وزن هزار دانه و وزن خشک تک بوته بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشته است، ولیکن در سایر صفات برتری چشمگیری ندارد و در بروز برخی صفات مثل تعداد دانه در غلاف، طول غلاف و .... نسبت به دو رقم دیگر برتری نداشته است و اثرات آن ها معنی دار نگردید.

تاثیر تیمار مصرف تیوباسیلوس بر عملکرد و اجزای عملکرد معنی دار بود. در تیمار مصرف تیوباسیلوس عملکرد دانه در حدود ٤٣٩٠ و در تیمار عدم مصرف تیوباسیلوس ٣٨٥٥ کیلوگرم در هکتار بوده که افزایش ١٣/٧ درصدی را در پی داشته است. از جمله صفاتی که مصرف تیوباسیلوس بر آن ها تاثیر داشته می توان به شاخص سطح برگ، طول ساقه اصلی، طول شاخه فرعی، تعداد غلاف درساقه اصلی و شاخه فرعی، تعداد دانه در غلاف ساقه اصلی و شاخه فرعی و فاصله اولین غلاف و شاخه فرعی از سطح زمین اشاره کرد.

تاثیر دو سطح کودی اوره و سولفات آمونیوم نیز تقریباً به مانند تیوباسیلوس بوده است. مصرف کود اوره نسبت به کود سولفات آمونیوم عملکرد دانه را ٥ درصد افزایش داده است (عملکرد در

صورت مصرف کود اوره ٤٢١٥ و کود سولفات آمونیوم ٤٠٣١ کیلوگرم در هکتار بوده است). از سایر صفاتی که این دو کود بر آن ها تاثیر داشته اند می توان به عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در غلاف شاخه فرعی و اشاره کرد.

٤-١٤-توصیه و پیشنهادها

١- اثر سایر کودهای بیولوژیک مثل ازتوباکتر، نیتروکسین، بارور ٢ و را هم بر کلزا آزمایش شود تا نتایج کامل تری حاصل گردد.

٢- تاثیر کودهای بیولوژیک بر روغن دانه از نظر کیفی و کمی.

٣- تاثیر کودهای بیولوژیک بر پویایی خاک و فعالیت سایر میکروارگانیسم ها بررسی شود.

٤- مطالعه سایر ارقام و تاثیر کودهای بیولوژیک بر آن ها بررسی گردد.

٥- تاثیر کودهای بیولوژیک بر کیفیت علوفه کلزا مطالعه شود.

٦- تاثیر کودهای بیولوژیک بر مواد سمی موجود در دانه بررسی گردد.

٧- آزمایشات گلدانی در گلخانه به منظور بررسی تاثیر کودهای بیولوژیک بر طول ریشه، وزن خشک ریشه و انجام شود.

٨- سطوح مختلف کود نیتروژن بررسی گردد.

٩- این آزمایش برای چند سال در منطقه تکرار شود.

١٠- امکان کشت ارقام به صورت دیم در منطقه تحقیق شود.

١١- سایر مسائل به زراعی کلزا مانند تراکم، نیاز های آبی، علف های هرز، تنش های محیطی و ... مورد بررسی قرار گیرند.

فهرست منابع

آزاد چگنی، م.ر. و بحرانی، م.ج. (۱۳۸۱). تاثیر کود نیتروژن و تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزای پاییزه. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه ابوریحان تهران.

آینه بند، ا. (۱۳۷۵). تعیین منحنی رشد و تاثیر تاریخ کاشت بر روی عملکرد چهار واریته کلزا. ماهنامه ی زیتون. شماره ی ۱۲٤.

احمدی، ع. (۱۳۸۰). فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران.

احمدی، م.ر.(۱۳۷۰). ویژگی های گیاه شناسی و پاره ای از مسایل اساسی کشت گیاه روغنی کلزا. ماهنامه ی زیتون. شماره های ۱۰٤ و ۱۰۵.

احمدی، م.ر.(۱۳۷٤). اهمیت زراعت کلزا در پرورش زنبور عسل. ماه نامه زیتون. شماره ۱۲۵.

احمدی، م.ر.(۱۳۷۸). کشت گیاه کلزا در ایران رو به توسعه است. ماهنامه زیتون. ۱٤۱.

احمدی، م.ر.(۱۳۷۹). اهمیت زراعت کلزا در پرورش زنبور عسل. دفتر تولید برنامه های ترویجی و انتشارات فنی.

اصغر زاده، ن، ع و صالح راستین، ن. ۱۳۸۰. اهمیت قارچهای مایکوریزا در کشاورزی. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور(مجموعه مقالات). **ص:۳۵۰-۳۱۰**

امیدی، ح. طهماسبی، ز. صالحی، ا. و فصیحی، خ. (۱۳۸۱). ارزیابی و مقایسه عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام جدید کلزا در مناطق سردسیر و معتدل. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه ابوریحان تهران.

امتیازی، گ. (۱۳۸۱). میکروبیولوژی خاک. انتشارات مانی.

بهنیا، م. ۱۳۷۳. غلات سردسیری. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران، **۱۰ص.**

بشارتی کلایه، ح. (۱۳۷۷). بررسی اثرات کاربرد گوگرد همراه با گونه های تیوباسیلوس در افزایش جذب برخی از عناصر غذایی در خاک. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران. تهران، ایران. ۱۷٦ ص.

بشارتی کلایه، ح. و صالح راستین، ن. (۱۳۷۹). بررسی تاثیر کاربرد مایه تلقیح باکتری های تیوباسیلوس همراه با گوگرد در افرایش قابلیت جذب فسفر. مجله علوم خاک و آب، تهران، ایران.

بی نام، (۱۳۷۹). دستورالعمل کاشت کلزا. بخش تحقیقات دانه های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

بی نام، (۱۳۷۹). دستورالعمل برداشت کلزا. بخش تحقیقات دانه های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

حامدی، ف. (۱۳۸۱). بررسی اثر مصرف گوگرد و باکتری تیوباسیلوس بر خصوصیات کیفی و کمی کلزا. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه ابوریحان تهران.

حداد خداپرست، م. ح. (۱۳۷۳). تکنولوژی روغن های خوراکی. انتشارات گوتنبرگ.

حق پرست تنها، م. ر. (۱۳۷۲). خاکزیان و خاک های زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

خادمی،ز.(۱۳۷۹). تغذیه بهینه کلزا. نشر آموزش کشاورزی. کرج.کلزا.(۱۳۷۹).

خاوازی، ک و ملکوتی، م. ج. (۱۳۸۰). ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور (مجموعه مقالات). ٦۰۰ صفحه. شورای عالی توسعه کاربرد مواد بیولوژیک و استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی، معاونت تات وزارت جهاد کشاورزی، کرج، ایران.

خواجه زاده، ع.ر. (۱۳۷۷). بررسی اثر مقادیر مختلف کود نیتروژن و میکرو المنت ها بر عملکرد و سایر صفات زراعی کلزا. پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج، ص ٤٤۳.

دهشیری، ع. (۱۳۷۸). نشریه ترویجی زراعت کلزا. انتشارات دفتر تولید و برنامه های ترویجی معاونت ترویج .

رودی،د. (۱۳۸۲). نشریه ترویجی زراعت کلزا. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر.

سالاردینی، ع. (۱۳۷۱). حاصلخیزی خاک، چاپ چهارم، انتشارات دانشگاه تهران. تهران، ایران. ٤٤۱ ص.

سرمد نیا، غ.ح. و کوچکی، ع. (۱۳٦۸). فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). جهاد دانشگاهی مشهد.

شرکت توسعه کشت دانه های روغنی. گزارش وضعیت دانه های روغنی تا پایان اسفند ماه.(۱۳۷۸).

شهیدی، ا. و فروزان، ک. (۱۳۷۳). زراعت کلزای پاییزه، تحقیقات شرکت توسعه ی کشت دانه های روغنی.

فتحی، ق.ا. بنی سعیدی، ع.ا. و ابراهیم پور، ف. (۱۳۸۱). بررسی تغییرات عملکرد اقتصادی کلزا تحت تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و تراکم بوته. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشگاه ابوریحان تهران.

فلاح نصرت آبادی، ف. م. (۱۳۷۷). بررسی کارایی باکتری های سیلیکاتی در افزایش پتاسیم قابل جذب. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ۱۲۳ ص.

کریمی، م. خواجه پور، م. ر. (۱۳٦٦). کاربرد آمار درجه حرارت در تصمیم گیری های زراعی. مجموعه ی مقالات درباره ی آب و خاک، کشاورزی و منابع طبیعی، جلد اول.

کریمیان، ن. ۱۳۷۷. پیامدهای زیاده روی در مصرف کودهای شیمیایی فسفری. نشریه علمی پژوهشی خاک و آب. **جلد ۱۲، شماره٤.** موسسه تحقیقات خاک و آب. **۱٤٥ص.**

۲٥۳ص.

کسرائی، ر. (۱۳۷۲). چکیده ای درباره علم تغذیه ی گیاهی. انتشارات دانشگاه تبریز. ۳۷۱ ص.

کوچکی، ع. و راشد محصل، م. ح. نصیری، م. و صدر آبادی، ر. (۱۳۷٦). مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). آستان قدس رضوی. مشهد.

عبادی، ع. (۱۳٦٥). گوگرد و مصارف آن در کشاورزی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

عزیزی،م. (۱۳۷۸). کلزا (فیزیولوژی ، زراعت، بهنژادی، تکنولوژی زیستی). جهاد دانشگاهی مشهد.

عزیزی، م. و سلطانی،ا. و خاوری خراسانی، س.(۱۳۷۸). کلزا(ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

معتمدی، ب. و جاوید فر، ف.(۱۳۷۹). کاشت- داشت و برداشت کلزا. دفتر تولید برنامه های ترویجی و انتشارات فنی.

مقدم، ح. ۱۳۷۷. بررسی اثر برداشت با رطوبت های مختلف دانه برعملکرد، کیفیت (گلوتن) ودرصد سن زدگی ٤ رقم گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تربیت مدرس.

ملکوتی، م.ج. و ریاضی همدانی، س. ع. (۱۳۷۰). کودها و حاصلخیزی خاک، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ایرن. ۸۰۰ ص.

ملکوتی، م. ج. و نفیسی. م. (۱۳۷۳). مصرف کود در اراضی زراعی فریاب و دیم. چاپ اول، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ۳٤۲ ص.

ملکوتی، م.ج. و همایی، م. (۱۳۷۳). حاصلخیزی خاک های مناطق خشک ((مشکلات و راه حل ها)). چاپ اول، انتشارات دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ٤۹٤ ص.

ناصری، ف.(۱۳۷۰). دانه های روغنی (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی.

نبوی، آ. (۱۳۷٦). بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات رشدی سه رقم کلزای پاییزه در منطقه مشهد. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.

Abdellatif, A.M.M., and **R.O. Vles. (1970)**. Physiological effects of rapeseed oil and canbra oil in rats. Proceedings of the international conference on rapeseed and rapeseed products, St. Adele, Canada, 423-34.

Abuzeid, A.E., and **S.J. Wilcockson. (1989).** Effect of sowing date, plant density and year on growth and yield of Brusseels Sprouts (Brassica oleracea). J. Agric. Sci. Camb. 112: 359-375.

Allen, E.J., D.G. Morgan. and **W.J. Ridgman. (1971).** Aphysiological analysis of the growth of oilseed rape. Journal of Agricultural Science, Cambridge, 77: 339-41.

Allen, E.J., and **D.G. Morgan. (1975).** A quantitative comparison of the growth, development and yield of different varieties of oilseed rape. J.Agric Sci. 85: 159-174.

Allen, E.J., D.G. Morgan, and **W.J. Ridgman. (1972).** A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield if oilseed rape. Journal of Agricultural Science, Cambridge,78: 315-23.

Andersson, C.H. and **A.G. Kusch.(1983).** Response of rapeseed to applied nitrogen, phosphorus, potassium and sulphur mhen growth above 57^0 N latitude. Canadian Journal of Plant Science, 48, 611-6.

Andersson, G., G. Olsson., and **B. Loo. (1956).** Combined variety and nitrogen trils in winter rape. Sveriges utsadesforennings tidskrift, 66: 39-54.

Andersson, G., R. Olered, and **G. Olsson. (1985**). The upteke of nutrient by winter rape. Zeitschrift fur Acker und Pflanzenbau, 107: 171-9.

Appelqvist, L-A. (1989). Lipid in Cruciferae, I1. Fatty acid composition of *Brassica napus* seed as affeected by nitrogen, phosphorus, potassium and sulphur of the plants. Physiological Plantarum, 21: 455-65.

Arora, S.K., and **I.S. Bhatia. (1970).** Chemical composition of *Brassica juncea* as affected by nitrogen application. *Agrochimica,* 14: 198-201.

Asare, E. and **D. H. Scarisbrick. (1995).** Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica-napus L*). Field Crop Research 44(1): 41-46.

Aulakh, M. S., and **N. S. Pasricha. (1995).** Effect of nitrogen and sulphur Application on grain and yields, nutrient- uptake and protein- content in transplanted gobhi sarson (*Brassica-napus* subsp oleifera var annual). Indian Journal of Agriculture Sciences 65(7): 478-482.

Babuchowski, K. (1991). The processing value of rapeseed, cooking oil and oilcake meal as affected by sulphur notrition. Zeszyty Naukowe Wyzszej Rolniczej, Seria A (Supplement 5), 3-51.

Bachmann, F. (1994). Influence of nitrogen fertilization on the fatty acid composition of oilseed rape. Schweizerische Landweizerische Forschung 3, 67-71.

Bailey, L. D. (1986). The Sulphur Status of Eastern Canadian Prairie Soils – Sulfur Response and Requirements of Alfalfa (*Medicago Sativa L*), Rape (*Brassica-Napus L*) and Barley (*Hordeum- Vulgare-L*). Canadian Journal of Soil Science 66(2): 209-216.

Bauer, A., A.B. Frank., and **A.L. Black. (1984).** Estimation of spring leaf growth rates and anthesis from air temperrature. Agron. J. 76: 829-35.

Berkenkamp, B. (1973). A growth stage key for rape. . Can. J. Plant. Sci. 53: 473-82.

Bilsborrow, P. E., and **J. Evanse. (1993).** The influence of spring nitrogen on yield, yield components and glucosinolate content of autumn-sown oilseed rape (*Brassica-napus*). Journal of Agricultural Science 120: 219-224.

Bobrzecka, D., Krauze, A., Przeziecki, Z. and **Zorawski, A. (1973).** Effected of mineral fertilization on composition of fatty acids in winter and summer rape oil. Roczniki Nauk Rolniczych, Seria A. 99, 71-84.

Booth, E. J., and **K. C. Walker.(1991).** A time-course study of the effect of sulphur on glucosinolates in oilseed rape (*Brassica napus*) from the vegitative stage to maturity. Journal of the science of food and agriculture 55(4): 479-493.

Brennan, R. F., and **M. G. Mason. (2000).** Effect of nitrogen fertilizer on the concentrations of oil and protein in canola (*Brassica napus L*) seed. Journal of plant nutrition 23(3): 339-348.

Briox, C. (1923). Progresson of the uptake of fertilizer nutrients in winter rape. Annals de la science agronomique francase et etrangere (1923), 1-21.

Burandt, P., and **J. Papenbrock. (2001).** Genotypical differences in total sulphur contents and cysteine desulfhydrase activities in *Brassica napus L.* phyton-annales rei botanicae 41(1): 75-85.

Campbel, D.C., and **Z.P. Kondra. (1978).** Relationships among growth patterns yield components and yield of rapeseed. Can. J. Plant. Sci. 58:87-93.

Chapman, J.F., R.W. Daniels., and **D.H. Scarisbrick. (1984).** Field studies on ^{14}C assimilate fixation and movement in oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agric. Sci. Camb. 102:23-31.

Chay, P., and **N. Thurling. (1989).** Variation in pod length in spring rape *(Brassica napus)* and its effect on seed yield components. J. Agric. Sci. Camb. 113: 139-147.

Clarke, J.M. (1978). The effects of leaf removal on yield and yield components of *Brassica napus.* Can. J. Plant. Sci. 58:1103-05.

Clarke, J.M., and **G.M. Simpson. (1978).** Growth analysis of *Brassica napus* cv. Tower. Can. J. Plant. Sci. 58: 587-595.

Courpron, C., M. Menet., and **J. Tauzin. (1992).** Rapeseed crop responds to sulphur in Landes de Gascogne. Sulphur Institute Journal. 8. 15.

Courporon, C., M. Menet., and **E. Pelabon. (1993).** Fertilizing winter colza

on sandy soils of the landes de gascogne. Comptes rendus des séances de l ' Academie d ' Agriculture de France, 59, 194-205.

Darby, R.J., and **D.P. Yeoman. (1994).** Effects of methods of cereal straw disposal, seedbed preparation and sowing method on the establishment, yield and oil content of winter oilseed rape (*Brassica napus*) J. Agric. Sci. Camb. 122: 393-404.

Debowski, S. (1971). The effect of rate and time of application of nitrogen fertilizer on winter rape under different soil conditions. Zeszyty naukowe wyzszej szkoly rolniczej we wroclawiu, 28, 91-101.

Degenhardt, D.F., and **Z.P. Kondra. (1981).** The influence of seeding date and seeding rate on seed yield growth characters of five genotypes of *Brassica napus*. Can. J. Plant. Sci. 61: 185-190.

Dejou, J. and **J. Morizet. (1967).** Sympyoms of sulphor deficiency in winter rape in the Berry region. Comptes Rendus des Seances de l'Academie d'Agriculture de France, 53, 997-1005.

Dembinski, F., H. Jaruszewska., F. Krzyswnska., and **P. Krasnodebski. (1997).** Effects of various soil humidity levels and of fertilizing with nitrogen on the composition of fatty acids in seed oil of summer rape. Pamiernik Pulawski, No. 25, 241-50.

Donalld, D. (1993). Effect of nitrogen and sulphur fertilization on the yield and composition of winter oilseed rape. Communication in soil science and Analysis.24:813-826.

Eaton, S.V. (1972). Volatile sulphur content of black mustard plants. Botanical Gazette, 104, 82-9.

Freyman, S., W.A. Charnetski., and **R.K. Crookston. (1973).** Role of leaves in the formation of seed in rape. Can. J. Plant. 53: 693-694.

Eaton, S.V. (1976). Influence of sulphur deficiency on metabolism of black mustard. Botanical Gazette, 104, 306-15.

Fieldsend, J. and **G.F.J. Milford (1994).** Changes in glucosinolates during crop development in single-low and double-low genotypes of winter oilseed rape (*Brassica napus*). 1. production and distribution in vegetative tissues and developing pods during development and potential role in the recycling of sulphure within the crop. Annals of Applied Biology 124(3): 531-542.

Finlayson, A.J., C.M. Christ, and **R.K. Downey. (1970).** Chages in the nitrogenous components of rape seed (*Brassica napus*) grown on a nitrogen and sulphur deficient soil. Canadian Journal of Plant Science, 50: 705-9.

Fussell, G.E. (1985). History of cole (*Brassica spp.).* Nature, London, 176: 48-51.

Gisiger, L. and **R. Bonjour. (1967).** Fertilizer experiments with rape. Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung, 6, 286-300.

Goupta, S.K.D., and **J. Friend. (1975).** Effect of major plant nutrients on the fatty acid composition of seed oil of white mustard (*Sinapis alba*). Indian Agriculturist, 19, 275-81.

Grant. G.Abaily L.D. (1990) .Fertility management in canola production International canola conference ATLANTA.

Grombacker, A., and **L. Nelson. (1996).** Canola production .pp:1-3.

Gross, A.T.H. (1963). Effect of date of planting on yield, plant height, flowering, and maturity of rape and turnip rape. Agron. J. 56: 76-79-8.

Habekotte, B. (1993). Quantitative analysis of pod formation, seed set and seed filling in winter oilseed rape (*Brassica napus*) nnder field crop condition. Field Crop Res. 35: 21-33.

Harper, F.R., and B. Berkenkamp. (1975). Revised growth stage key *Brassica campestris* and *Brassica napus*. Can. J. Plant. Sci. 55: 657-658.

Helal, H. M., and **E. Schnug. (1995).** Uptake of zinc by brassica napus as affected by sulphur supply. Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde 158(1): 123-124.

Hermann, B., K. Ebert, and **G. Rinno. (1976).** The effect of high rates of nitrogen on the yield and quality of winter rape. Archiv fur Acker Und Pflanzenbau Und Bodenkunde, 20, 289-303.

Hocking, P.J. (2001). Effect of sowing time on nitrate and total nitrogen concentrations in field-grown canola(Brassica napus L) and implications for plant analysis. Journal of Plant Nutrition 24(1): 43-59.

Hocking, P. J., and **P. J. Randall. (1997).** Assessment of the nitrogen status of field-grown canola (Brassica napus L) by plant analysis. Australian Journal if Experimental Aagriculture 37(1): 83-92.

Hocking, P.J., P,J. Randall., and **D. Demorco. (1997).** The response of dryland canola to nitrogen fertilizer: Partitioning and mobilizayion of dry matter and nitrogen effect on yield components. Field Crop Res. 54: 201-220. (Abst).

Hodgson, A.S. (1979). Rapeseed adaptation in Norhern New South Wales. III. Yield, yield components and grain quality of *Brassica napus* and *B.campestris* in relation to planting date. Aus. J. Agric. Res. 30: 19-27.

Holmes, M.R.J., and **A.M. Ainsley. (1977).** Fertilizer requirements of spring oilseed rape. Journal of the Science of Food and Agriculture, 28, 301-11.

Holmes, M.R.J. and **A.M. Ainsley. (1978).** Seedbed fertilizer requirement of winter oilseed rape. Journal of the Science of Food and Agriculture, 29, 657-66.

Holmes, M.R.J. and **A.M. Ainsley. (1979).** Nitrogen top-dressing requirements of winter oilseed rape. Journal of the Science of Food and Agriculture, 30, 119-28.

Islam, N. and **E. J. Evanse. (1994).** Influence of lodging and nitrogen rate on the yield and yield attributes of oilseed rape (*Brassica napus L*). Theoretical and applied genetics 88(5): 530-534.

Johnston, A. M., and **E.N. Gohnston. (2002).** Nitrogen fertilizer placement for fall and spring seeded Brassica napus canola. Canadian Journal of Plant Science 82(1): 15-20.

Josefsson, E. (1980). Glucosinolate content and amino-acid composition of rapeseed (*Brassica napus*) meal as affected by sulphur and ntrogen. Journal of the Science of Food and Agriculture, 21, 98-103.

Kamh, M., and **F. Wiesler. (2005).** Root growth and N-uptake activity of oilseed rape (*Brassica napus L*) cultivars differing in nitrogen efficiency. Journal of Plant Nutrition and Soil Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde 168(1): 130-137.

Kondra, Z.P. (1977). Effect of planting date on rapeseed. Can. J. Plant. Sci. 57: 607-609.

Kimber, D.S., and **D.L. Mcgregor. (1995).** Brassica oil seeds : production and utilization. CAB International.

Kjellstsom, C. (1993). Comparative growth analysis of *Brassica napus* and *Brassica juncea* under Swedish condition. Can. J. Plant. Sci, 73: 795-801.

Kolodziej-Debowska, W. (1973). The effect of nitrogen and of granulated systemic insecticide on seed yield, 1000 seed weight, oil % and fatty acid composition in winter rape. Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wroclawiu, 30, 187-97.

Laine, P., and **J. Bigot. (1994).** Effects of low-temperrature on nitrate uptake, and xylem and phloem flows of nitrogen, in *Secale-Cereale L* and *Brassica-napus L*. New phytologist 127(4): 675-683.

Lammerrink, J. and **I.M. Morice. (1998).** The effect of nitrogen and of granulated systemic icsecticide on seed yield , 1000 seed weight, oil % and fatty acid composition of biennial rapeseed. New Zealand Journal of Agriculture Research, 13, 921-9.

Lang, Y.S., J.K. Bang., S.K. Kim., CB. Park., S.P. Rho., J.I. Lee., and **Y.J. Kim. (1987).** Seed yield and iol content of rape (*Brassica napus*) as affected by increasing application of nitrogen in spring transplant system. Res. Reports of the Rural Development Administration (Korea), 29: 162-171 (Abst).

Larry, S. (1991) .Catalogue of oilseed rape cultivars.

Leach, J.E., R.J. Darby., I.H. Williams., B.D.L. Fitt., and **C.J. Rawlinson. (1994).** Factors affecting growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*), 1985-89. J. Agric. Sci. Camb. 122: 405-413.

Lefevre, G. and **P. Lefevre. (1970).** Observations on the uptake of nutrients by winter rape. Annales Agronomiques, Serie A, 8, 125-44.

Leto, C., A. Carrubba., R. Cibella., and **P. Trapani. (1994).** Effect of nitrogen fertilizer on bioagronomic and quality characteristics of rape (*Brassica napus*) in semi, arid environment. Rivista-di-Agronomia, 28: 199-205 (Abst).

Major, D.J. (1977). Analysis of growth of irrigated rape. Can. J. Plant. Sci. 57: 193-197.

Major, D.J., J.B. Bole., and **W.A. Charnetski. (1978).** Distribution of photosynthates after 14Co2 assimilation by stems, leavs, and pods of rape plants. Can. J. Plant. Sci. 58: 783-787.

Majumdar, D.K. and **A.S. Sandhu. (1964).** Effect of time of sowing and fertilizer on the growth, development, quality characteristics and chemical composition of rapeseed (*Brassica campestris,* Brown sarson.) Indian Oilseed Journal, 8, 269-76.

Malagoli, P., and **P. Laine. (2005).** Dynamics of ninrogen uptake and mobilization in field-grown winter oilseed rape (*Brassica napus L*) from stem extention to harvest-l. Global N flows between vegetaitive and reproductive tissues in relation to leaf fall and their residual N. Annals of Botany 95(5): 853-861.

Maraby, J. (1968). Rape crop shows sulphur deficiency in France. Sulphur Insititute Journal, 4, 2-4.

Mcgrath, S. P. and **F. J. Zhao (1996).** Sulphur uptake, yield responses and the intractions between nitrogen and sulphur in winter oilseed rape (*Brassica napus L*). Journal of Agricultural Science 126: 53-62.

Mehra, K.L. (1968). History and ethno-botany of mustard in India. Advancig Frontiers of Plant Science, 19, 51-9.

Mendham, N.J., P.A. Shipway., and **R.K. Scott. (1981a).** The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus L*). J. Agric. Sci. Camb. 96: 389-416.

Mendham, N.J., P.A. Shipway., and **R.K. Scott. (1981b).** The effects of seed size, autumn nitrogen, plant population density on the response to delayed sowing in winter oilseed rape (*Brassica napus L*). J. Agric. Sci. Camb. 96: 417-428.

Momoh, E. J., and **W.J. Song. (2004).** Seed yield and quality responses of winter oilseed rape (*Brassica napus L*) to plant density and nitrogen fertilization. Indian journal of agricultual sciences 74(8): 420-424.

Myers,R.L. (2002). Canola :An Emerging Oilseed Alternative . Availableonline: WWW. Google .com.

Nordestgaard, A. (1966). Experiments on the application of increasing quantities of calcium nitrate to summer rape 1961 to 1965. Tidsskrift for Planteavl, 70, 340-5.

Nordestgaard, A, (1968). Experiments on the application of increasing quantities of calcium nitrate to black mustard (*Brassica nigra*) 1963 to 1966. Tidsskrift for Planteavl, 72, 322-6.

Norton, G., P.E. Bilsborow., and **P.A. Shipway. (1991).** Comparative physiology of divergent types of winter rape seed. Proceeding of GCIRC C ongress. 1051-1055.

Nyborg, M., C.F. Bentley., and **P.B. Hoyt. (1974).** Effect of sulphur deficincy on seed yield of turnip rape. Sulphur Insititute Journal, 10, 14-5.

Pieczka, B. (1969). The application of nitrogenous fertilizers to winter rape after previous crops of legumes and barley. Roczniki nauk rolniczych, seria A, 96, 137-50.

Pierre, I. (1960). Studies on winter rape in relation to different organs and stages of growth. Annales de chimie et de Physique, 60, 129-97.

Pinkerton, A. (1998). Critical sulphur concentrations in oilseed rape (*Brassica napus L*) in relation to nitrogen supply and to plant age. Australian journal if experimental agriculture 38(5): 511-522.

Qayyam, S.M., A.H. Ansari., M.I. Soha., N.A. Arian,. and **M.A. Arian. (1991).** Influense of nitrogen levels on the growth and yield of rape (*Brassica napus*). J.Agric, Sci. (Pakistan), 29: 473-480. (Abst).

Radet E. (1955). Fertilizing winter rape in champagne. Annual es Agronomiques, Serie A, 5, 922-35.

Radet E. (1955). Fertilization of winter rape in the Marne in 1955. Annales agronomiques, Serie A, 6,1078-88.

Rao, M.S.S. and N.J. Mendham. (1991). Comparison of chinoli (*Brassica campostris*) and *Brassica napus* oil seed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. J.Agric. Sci. Camb. 117: 177-187.

Rowsell, J. (1997). Canola seed size, seeding rate and seed Treatment .Canada Publication.pp: 1-3.

Rusell, M.P., W.W. Wilhelm., R.A. Olson., and **J.F. Power. (1984).** Growth analysis based on degree-days. Crop. Sci. 24: 28-32.

Scarisbrich, D.H., and **R.W. Daniels. (1986).** Oil seeds rape. Collins, London, 19.

Schnug, E., and **S. Haneklaus. (1995).** Relations between sulphur supply and glutathine and ascorbate concentrations in *Brassica napus*. Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde 158(1): 67-69.

Schultz, J.E.R. (1972). Investigations on the seasonal changes in dry matter production and uptake of mineral elements in winter rape (*Brassica napus*). Tidsskrift for planteavl, 76, 415-35.

Scott, R.K., E.A. Ogunremi., J.D. Ivins., and **N.J. Mendham. (1973).** The effects of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of Agricultural Science, Cambridge, 81, 277-85.

Sidlauskus, G. and **C.L. Gife. (1998).** The influense of stand density, nitrogen rate and growth stage of nitrogen application on mature stem length of spring oilseed rape (*Brassica napus*) Crucifera Newsletter. 20: 95-96 (Abst).

Singh, G.B. and **M.K. Moolani. (1970).** Influence of sulphur and nitrogen levels on yield and quality of raya (*Brassica juncea*). In: Symposium on Fertilizer Use, Bullentin No. 8, Indian Society of Soil Science, 129-33.

Sinha, N.S., M. Singh, and **P.N. Agarwal. (1960).** Effect of mode of application of nitrogen on the yield and quality of oil in yellow sarson. Journal of the Oil Technologists Association of India, 16, 45-7.

Sharma, J.J. (1994). Effect of date of sowing on Brassica species under rainfed conditions of mid-hills subhumid zone Himachal Pradesh. Ind. J. Agron. 39: 43-48.

Studer R. (1969). Sulphur fertilizing of winter rape on rendzinnas in the Champagne Berrichonne. Comptes rendus des séances de l ' Academie d ' Agriculture de France, 55, 316-27.

Sylvester-Bradley, R., and **R.J. Makepeace. (1984).** A code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus L*). Aspects of Applied Biology. 6: 399-419.

Taylor, A. J., and **C. J. Smith. (1991).** Effect of irrigation and nitrogen-fertilizer on yield, oil content, nitrogen accumulation and water-use of canola (*Brassica napus L*). Fertilizer research 29(3): 249-260.

Thomas, P. (1984). Canola growers manual. Canola council of Canada publication.

Taylor, A. J., and **C. J. Smith. (1992).** Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield coponents of irrigated Canola (*Brassica napus L*). grown on a red-brown earth in south-eastern Australia. Aus. J. Agric. Res. 43: 1929-1941.

Tayo, T.O., and **D.G. Morgan. (1975).** Quantitative analysis of the growth, development and distribution of flowers and pods in oilseed rape (*Brassica napus L*). J. Agric. Sci. Camb. 85: 103-110.

Tayo, T.O., and **D.G. Morgan. (1975).** Factors influencing flower and pod development in oilseed rape (*Brassica napus L*). J. Agric. Sci. Camb.92: 363-373.

Tesar, M.B. (1984). Physiological basis of crop growth and development. American Society of Agronomy. Madison. Wisconsin. PP. 291-321.

Thurling, N. (1974b). Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*Brassica napus L*). II. Yield and yield components. Aus. J. Agric. Res. 25: 711-721.

Tommy, A.M., and **E.J. Evans. (1992).** Analysis of post-flowering compensatory growth in winter oilseed rape (*Brassica napus L*). J. Agric. Sci. Camb. 118: 301-308.

Trzebny, W. (19^4). Effect of nitrogen fertilizing on the content of volatile isothiocyanates and thiooxazolidone in the seeds of four winter rape varieties. Pamietnik Pulawski, No. 15, 91-100.

Vogel, F., J.P. Quinche., and **T. Baer. (1967).** Study of the fatty acid composition of oil from several winter rape varieties grown in Suisse romande. La Recherche Agronomique en Suisse, 6, 213-26.

Wallker, T.W., A.F.R. Adams., and **H.D. Orchiston. (1954).** Some effects of sulphur and phosphorous on the yield and composition of rape (*Brassica napus*). New Zealand journal of science and technology, 36, 103-10.

Website addresses:

www. Canola-council.org

www. FAO.org

Wetter, L.R., H. Ukrainetz., and **Doweny, R.K. (1970).** The effect of chemical fertilizers on the content of oil, protein and glucosinolates in Brassica including rapeseed Brocsedings of the International Conference on Rapeseed and Rapeseed Products. sl Adele Canada.92-112.

Whitehead, D.C. (2000). Soil and plant nutrition aspects of sulphur cycle. Soil and fertilizers, 27, 1-8.

Yusuf, R.I., and **D.G. Bullock. (1993).** Effect of several production factors on two varieties of rapeseed in Central United States. J. Plant. Nut. PP. 1279-1288.

Zhang, Q. Z., and **A. Kullmann. (1991).** Nitrogen transportation in oilseed rape (*Brassica napus L*) plant during flowering and early siliqua developing. Journal of Agronomy and Crop Science-Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde 167(4): 229-235.

Zhao, F. J., and **P. E. Bilsborrow. (1993).** Sulphur turnover in the developing pods of single and double low varieties of oilseed rape (*Brassica napus L*). Journal of the Science of Food and Agriculture 62(2): 111-119.

Zhao, F. J., and **E. J. Evanse. (1993).** Influence of sulphur and nitrogen on seed yield and quality of low glucosinolate oilseed rape (*Brassica napus*). Journal of the Science of Food and Agriculture 63(1): 29-37.

Zhou, W., and **D. Zhao. (1997).** Effects of waterlogging on nitrogen accumulation and alleviation of waterlogging damage by application of nitrogen fertilizer and mixtalol in winter rape (*Brassica napus L*). Journal of Plant Growth Regulation 16(1): 47-53.

Abstract

In order to investigation of the effects application and non-application thiobacillus and kind of nitrogen source (urea and Amoniom-Sulphat fertilizer) on yield and yield components of Rapeseed cultivars (Okapi, SLM 046 and Reagent*Cobra) an experiment was carried out spilitplot factorial in Randomized Complete Block design with 4 replication in University of Technology Shahrood. Reagent*Cobra cultivar produced 4400 Kg/ha and in comparison to other cultivars was highest. Effect of thiobacillus on yield and some of traits was significant. Thiobacillus application improved seed yield about 12.2 percent in comparison to check. Effect of thiobacillus application on plant height, number of pods in main stem and secondary branch and number of leaf in plant was significant. Effect of application nitrogen resource (urea and amoniom-sulphat) was not significant on yield. Intraction between application and non application thiobacillus and cultivars for seed yield, length of secondary branch and length of pod in secondary branch was significant.

Keywords: Tiobacillus, canola cultivars, nitrogen fertilizer, yield and yield components.