https://www.sarj.iauk.ac.ir

بررسی برخی صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف ذرت (Zea mays) در شرایط برگ‌زدایی و حذف بلال

اسحاق حجتی پور[۱]، حمیدرضا میری[۲*]، برمک جعفری حقیقی[۳]، حمیدرضا ابراهیمی[٤]، عبدالرضا جعفری[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

۲- دانشیار، گروه مهندسی زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

۳، ٤ و ۵- استادیار، گروه مهندسی زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، ارسنجان، ایران

* ایمیل نویسنده مسئول: h.miri@yahoo.com

(تاریخ دریافت :۱٤۰۱/۸/۲۵- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۱۲/۲۹)

چکیده

به منظور بررسی برخی صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف ذرت در شرایط سرزنی برگ و بلال، این تحقیق در دو سال زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹٦ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در منطقه ظفرآباد شیراز به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای تحقیق عبارت بودند از شامل حذف برگ و بخشی از بلال در ۳ سطـح عدم برگ‌زدایی و حذف بلال (شاهد)، حذف نیمی از بلال پس از گرده‌افشانی و حذف دو برگ بالا و پایین بلال پس از گرده‌افشانی و ۷ رقم ذرت شامل S.C.704، کنسور، کوردونا، کرج ۷۰۳، کوشا، فجر و دانیال ٦۹۰. نتایج نشان داد بیشترین مقدار کلروفیل a (۹۸/٤٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار کلروفیل b (۱۳۸/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار کاروتنوئید (۷٤/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار آنتوسیانین (۱/۹۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر)، در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 حاصل گردید. بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز (۵۸/۷۳ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)، در تیمار شاهد و رقم فجر حاصل شد اما بیشترین مقدار آنزیم پراکسیداز(۱۷۳/٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه) و بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز (٦٤/۷ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه) در تیمار شاهد و رقم کوشا بدست آمد. ارقام S.C.704 فجر و کوشا به عنوان بهترین ارقام از لحاظ صفات مورد بررسی، معرفی گردید.

واژه‌های کلیدی: برگ‌زدایی، حذف بلال، ذرت، صفات بیوشیمیایی

مقدمه

ذرت با نام علمی (Zea mays L.) گیاهی است چهار کربنه که با توجه به پتانسیل تولید بالای دانه و علوفه، جهت تغذیه انسان و دام مورد توجه قرار گرفته است (Makkarian, 2000). یکی از پیش شرط‌های لازم برای دستیابی به تولید بالا در ذرت، تأمین شرایط مطلوب جهت استفاده از تشعشع به منظور تولید مواد فتوسنتزی در بالاترین حد کارایی آن است (Beheshti *et al*, 2002). از میان عوامل مدیریتی، میزان تشعشع موجود در محیط، تحت کنترل زارع نیست و به فصل سال، عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و ترکیبات اتمسفر منطقه بستگی دارد. اما میزان جذب تشعشع توسط گیاه وابسته به شاخص سطح برگ، دوام سطح برگ و آرایش فضایی اندام‌های هوایی گیاه (Tohidi *et al*, 2012).

محققین گزارش کردند که طول دوره پر شدن دانه و سرعت آن در عین حال که یک صفت ژنتیکی است، تحت تأثیر محیط و عوامل مدیریتی نیز قرار می‌گیرد، به طوری‌که دمای کمتر باعث افزایش طول دوره پر شدن دانه، سرعت کمتر رشد دانه، بذرهای بزرگتر و عملکرد بیشتر می‌شود (Valentinuz & Tollenar. 2004). محققین دیگری نیز به این موضوع اشاره داشته و آن را تأیید نموده‌اند (Tollenar & Wu, 1999, Vargas *et al*., 2002). بنابراین هر نوع تنش محیطی که باعث کاهش فتوسنتز گیاه در طول دوره پر شدن دانه شود، باعث تسریع در بلوغ فیزیولوژیکی می‌گردد (Emam, 2003). دوره تولید مواد فتوسنتزی با به تأخیر انداختن پیری، افزایش می‌یابد. ارقام با طول دوره تولید مواد فتوسنتزی طولانی‌تر، دارای سهم زیادتری از مواد فتوسنتزی جاری در پر شدن دانه هستند (Emam & Seqat-ol-Eslam, 2003).

پژوهشگران بر این اعتقاد هستند که اگر سطح برگ تا شروع تشکیل دانه حفظ شود، همبستگی مثبتی با عملکرد دانه خواهد داشت. بنابراین اگر انتگرال سطح برگ در طی دوره تشکیل دانه گرفته شود، همبستگی بهتری با عملکرد دانه بدست خواهد آمد تا حداکثر سطح برگ مشاهده شده در هر زمان، بنابراین می‌توان گفت که نه تنها عوامل مؤثر بر رشد گیاه در ابتدای فصل رشد بلکه تداوم سطح برگ نیز تعیین کننده عملکرد هستند (Stewart *et al*, 2003). کاهش تعداد دانه، افزایش میزان دی اکسید کربن محیط، حذف تعدادی از برگ‌ها، سایه اندازی و کاهش تعداد برگ از روش‌های مرسوم جهت مطالعه رابطه مبدأ و مقصد هست (Bingham *et al*, 2007).

مطالعات در زمینه محدودیت مبدأ و مقصد در ذرت نشان داده است که در شرایط مختلف آب و هوایی و مدیریت های زراعی مختلف، نتایج کم و بیش متفاوتی ملاحظه می‌شود. بطوری که در عین افزایش وزن دانه در نتیجه کاهش تعداد دانه در بلال و نیز کاهش وزن دانه در نتیجه کاهش تعداد برگ‌ها در تیمارهای مطالعه رابطه مبدأ و مقصد در ذرت، با افزایش تعداد دانه در متر مربع به عنوان مقصد مواد فتوسنتزی، عملکرد افزایش یافت. به عبارت دیگر، در کنار محدودیت مبدأ مواد فتوسنتزی جهت پر شدن دانه‌های هر بلال، محدودیت مقصد فتوسنتزی یعنی تعداد دانه در مترمربع نیز وجود دارد (Andrade *et al*, 2002؛ Gambin, 2006).

(Alen, 1983) با انجام آزمایشی به‌منظور بررسی اثر سرزنی بوته‌های ذرت به این نتیجه رسید که سرزنی باعث کاهش خوابیدگی بوته‌ها گردید و از این طریق نیز عملکرد دانه را افزایش داد. گزارش شده که قطع گل تاجی دو روز بعد از کاکل‌دهی، عملکرد دانه را ۷/٦ درصد نسبت به شاهد افزایش داد که ناشی از افزایش

وزن دانه بود (Tomitaka, 1983). در ذرت، برگ‌زدایی بعد از کاکل‌دهی، کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی را کاهش داده و در نتیجه استفاده از کربوهیدرات‌های ساقه برای پر شدن دانه افزایش یافته و باعث افزایش عملکرد می‌شود (Barnett & Pearc, 1983).

نیاز به تأمین روزافزون غذا در نتیجه افزایش جمعیت، استفاده از روش‌های مختلف، از جمله روش‌های به زراعی جهت افزایش تولید در واحد سطح را اجتناب ناپذیر نموده است. با عنایت به اینکه یکی از روش‌های افزایش عملکرد در واحد سطح زمین، برگ‌زدایی و دستکاری برگ و بلال می‌باشد، لذا هدف از پژوهش حاضر بررسی صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف ذرت در شرایط برگ‌زدایی و حذف بلال در راستای دستیابی به عملکرد مطلوب می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی متوالی ۱۳۹۷-۱۳۹۶ و ۱۳۹۸-۱۳۹۷ در اراضی زراعی روستای ظفرآباد واقع در ۸ کیلومتری جنوب شرقی شهر شیراز با مختصات جغرافیائی ۵۲ درجه و ۴۹ دقیقه طول شرقی و ۲۹ درجه و ۲۷ دقیقه عرض شمالی واقع شده و ارتفاع از سطح دریا ۱۴۹۸ متر انجام شد. شهر شیراز مرکز استان فارس است که از نظر اقلیمی جزء مناطق معتدل نیمه خشک محسوب می‌شود. به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک زمین محل اجرای تحقیق، در هر سال قبل از کاشت، از پنج نقطه خاک مزرعه از عمق‌های ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری خاک به صورت جداگانه نمونه برداری و پس از خرد و الک نمودن خاک، نمونه‌ها مخلوط و نمونه مرکب جهت تجزیه‌های خاک‌شناسی به آزمایشگاه ارسال گردید.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

خصوصیات خاک	سال اول		سال دوم	
	عمق خاک (سانتی‌متر)		عمق خاک (سانتی‌متر)	
	۰-۳۰	۳۰-۶۰	۰-۳۰	۳۰-۶۰
شوری (میلی‌موس بر سانتی‌متر)	۱/۴۴	۱/۳۲	۱/۳۶	۱/۱
اسیدیته خاک (pH)	۷/۱	۷/۲	۷/۱	۷/۳
نیتروژن (درصد)	۰/۴۱	۰/۲۲	۰/۵۴	۰/۳۴
فسفر (ppm)	۱۱/۴	۷/۰۱	۸/۲	۶/۹
پتاسیم (ppm)	۲۱۹	۱۷۴	۱۹۸	۱۶۲
رس (درصد)	۳۸	۳۵	۳۹	۳۴
لای (درصد)	۴۳	۳۹	۳۸	۳۹
شن (درصد)	۱۹	۲۶	۲۳	۲۶
مواد آلی (درصد)	۱/۱	۰/۸۷	۱/۰۸	۰/۸۹
بافت خاک	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی	لومی رسی

در این مطالعه از آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی در ۳ تکرار استفاده گردید. فاکتورهای آزمایش شامل حذف برگ و بخشی از بلال در ۳ سطح D_1 (عدم برگ‌زدایی و حذف بلال به عنوان تیمار شاهد)، D_2 (حذف نیمی از بلال پس از گرده‌افشانی) و D_3 (حذف دو برگ بالا و پایین بلال پس از گرده‌افشانی) و ۷ رقم ذرت شامل V_1 (S.C.704)، V_2 (کنسور)، V_3 (کوردونا)، V_4 (کرج ۷۰۳)، V_5 (کوشا)، V_6 (فجر)، و V_7 (دانیال ٦۹۰) که در طی ۲ سال و در ۱ مکان در منطقه ظفرآباد شیراز انجام شد.

عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل آبیاری قبل از تهیه زمین، یک شخم نیمه‌عمیق پس از گاورو شدن و دو دیسک عمود برهم، تسطیح، ایجاد جوی و پشته و کرت‌بندی بود. در بهار سال اول، در زمینی که به‌صورت آیش بود، پس از آبیاری و گاورور شدن خاک، عملیات شخم انجام و توسط دو دیسک عمود بر هم کلوخه‌ها خرد گردید. زمین مورد نظر کرت‌بندی شد. با توجه به نتایج آزمون خاک، کود نیتروژن مورد نیاز از مبدأ اوره (۲۱۵ کیلوگرم در هکتار) برای هر کدام از کرت‌ها توزین و نصف کود نیتروژن در زمان کاشت به زمین داده شد و توسط چنگک دستی با خاک مخلوط گردید. باقی‌مانده کود نیتروژن نیز در دو مرحله، ۱ و ۲ ماه پس از کاشت به‌صورت سرک مصرف شد. کود فسفره (۳۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسه (۷۰ کیلوگرم در هکتار) مورد نیاز از نوع سوپر فسفات معمولی و سولفات پتاسیم نیز قبل از کاشت در سطح کرت‌ها پخش و با خاک مخلوط گردید. بذر مورد نیاز از ارقام مختلف بر اساس ۷ بوته در هر متر مربع جهت کرتهای تحقیق تهیه و پس از ضدعفونی بذور با قارچکش کاربوکسین تیرام(ویتاواکس)، در همه کرت ها به‌طور یکسان در ردیف‌هایی به فاصله ۷۵ سانتی‌متر هم‌زمان با رسیدن میانگین دمای هوا به ۱۲ درجه سانتی‌گراد (در تاریخ ١٤ اردیبهشت در سال اول و ۱۹ اردیبهشت در سال دوم) بطور منظم با دست کاشته شد. آبیاری‌ها در همه تیمارها پس از تخلیه ۵۰ درصد آب قابل استفاده که با استفاده از تانسیومتر تعیین گردید، انجام شد. پس از اتمام مرحله گرده‌افشانی، سرزنی بر اساس تیمارهای تحقیق اجرا گردید و با استفاده از قیچی، برگ‌ها و نصف بلال جدا شده و باقی‌مانده بلال درون غلاف قرار داده شده و بسته شد. پس از طی مراحل داشت و برداشت، صفات میزان کلروفیل a, b, کاروتنوئید، محتوای آنتوسیانین، مقدار آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز، و پلی‌فنل اکسیداز. در سال دوم نیز به همین روش عملیات کشاورزی تحقیق تکرار شد و پس از جمع بندی داده‌های مورد نیاز، عملیات تجزیه مرکب واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها انجام و سپس نمودارها ترسیم و جداول همبستگی و تجزیه علیت و رگرسیون تهیه گردید.

جهت اندازه گیری غلظت کلروفیل a و b، کاروتنوئید بر اساس روش توصیه شده توسط (Arnon, 1975) و دستگاه اسپکترفتومتر (Zeletex Zx50) ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری شد. میزان غلظت کلروفیل‌های a ، b و کل و نیز کارتنوئیدها با توجه به فرمول‌های زیر بدست آمد:

کلروفیل a (میلی گرم بر گرم وزن تازه) =[12.7(D663)-2.59(D645)] × V/1000 × W

کلروفیل b (میلی گرم بر گرم وزن تازه) =[22.9(D645)- 4.69(D663)] × V/1000 × W

کاروتنوئیدها (میلی گرم بر گرم وزن تازه) =[7.6(D480) – 14.9(D510)] × V/1000×W

در روابط مذکور، D برابر با میزان جذب قرائت شده از نمونه‌ها در طول موج معین توسط دستگاه

اسپکتروفتومتر، V برابر حجم نهایی نمونه استخراج شده در استن ۸۰ درصد و W، وزن تر نمونه برگ می‌باشد.

مقدار ترکیبات آنتوسیانینی با استفاده از روش تغییر pH تعیین شد. غلظت آنتوسیانین‌ها توسط معادله زیر محاسبه می‌شود.

$$Cmg/l = (Abs\ pH\ 1 - Abs\ pH\ 4.5) \times 484.82 \times 1000/24825 \times DF$$ (Arnon, 1975)

اعداد ٤٨٤/٨٢ و ٢٤٨٥٢ به ترتیب وزن مولکولی و ضریب جذب مولی مولکول سیانیدین -۳- گلوکوزید در ۵۱۰ نانومتر در محلول بافری می‌باشد. DF نیز عامل رقت محسوب می‌شود.

برای سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز بر اساس روش (McAdam *et al*., 1992) و برای اندازه‌گیری آنزیم کاتالاز بر اساس روش (Chance & Maehli, 1995) استفاده شد. برای اندازه‌گیری آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، از پیروگالل به عنوان معرف استفاده شد. مقدار یک گرم برگ تر را وزن نموده و با استفاده از ازت مایع در هاون چینی خرد نموده و سه میلی‌لیتر مخلوط واکنش شامل بافرفسفات ۲۵ میلی‌مولار با اسیدیته ٦/٨ و پیروگالل ۱۰ میلی‌مولار به آن افزوده شد. سپس فعالیت آنزیم در طول موج ٤٢٠ نانومتر بر اساس شدت رنگ نارنجی پورپوروگالین تولید شده، اندازه‌گیری شد. ضریب خاموشی برای پورپوروگالین ٢/٤٧ میلی‌مولار بر سانتی متر در دقیقه به ازای یک میلی‌گرم پروتئین می‌باشد (Resende *et al*., 2002).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS و MSTATC انجام و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن صورت گرفت.

نتایج و بحث

کلروفیل a

بررسی نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های پژوهش نشان داد اثر سال بر کلروفیل a در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثرات ساده و متقابل سرزنی و رقم بر صفت مذکور نیز در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر کلروفیل a نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل a در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال معادل ۸۸/٤٢ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار کلروفیل a معادل ٥٩/٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار شاهد حاصل شد. اثر ساده رقم بر کلروفیل a نیز نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a در رقم دانیال٦٩٠ معادل ٨٠/٠٢ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار کلروفیل a معادل ٦٧/٣١ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در رقم فجر حاصل شد (جدول ۳).

جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات بیوشیمیایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید	آنتوسیانین
سال	۱	۱۳۲/۵**	۱۵٦۹/۹۳*	۷۱۸/٦**	۰/۰۹۹**
تکرار (سال)	٤	۰/۱۱	٤/۵٤	۳۸/۹۳	۰/۰۵
سرزنی (D)	۲	۸۷۳۵/۵**	۱۱۹۸۳/۸٦**	٦۱٤۳**	۱۰/٤**
سال × سرزنی	۲	۰/۱۱٤ns	۳۸/۲۸ns	۱/۰٦ns	۰/۰۳۷*
رقم (V)	٦	۳٤٦/۷**	٤۰۹/۲**	٦۸/۸**	۰/۵۲**
سال× رقم	٦	۰/۱۱ns	۲۱/٦۹ns	۰/۵٤ns	۰/۰۵**
سرزنی × رقم	۱۲	۲٤٦/۷**	۲٦۸/۵٤**	۳۲/۱۷**	۰/۲۹**
سال×سرزنی× رقم	۱۲	۰/۱۱ns	۳۹/۳٦*	۰/۵۵ns	۰/۰٤٤*
خطای آزمایش	۸۰	۰/۱۱	۱۵/٦۹	۰/۵۱	۰/۰۱۱
ضریب تغییرات (درصد)		٦/٤۵	۳/٦	۱۰/۲	۱۰/۹

ns غیرمعنی‌دار ، * معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر صفات بیوشیمیایی

	تیمار	میانگین صفات			
		کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
سرزنی	شاهد	۵۹/٦c	۹۲/۳c	٤۷/۲۷b	۰/٤۷c
	حذف نیمی از بلال	۷۵/۲۱b	۱۱۲/۲b	٤۷/۳b	۰/۹۳b
	حذف دو برگ بالا و پایین بلال	۸۸/٤۲a	۱۲۵/۹a	٦۰/۳۱a	۱/٤٦a
رقم	S.C.704	۷۹/۳۲b	۱۱۷/٦a	٦۱/۸a	۱/۰٤a
	کنسور	۷۲/۷e	۱۰۹/۱٦b	۵۸e	۰/۸٦c
	کوردونا	۷۳/۱۲d	۱۰۷/۱۲bc	۵٦/۷f	۰/۸۵c
	کرج ۷۰۳	۷۵/۸c	۱۰۷/۲bc	٦۰/۲c	۰/۸٦c
	کوشا	۷۲/٦٤e	۱۰۵/۹c	۵۸/۵d	۰/۸۱c
	فجر	٦۷/۳۱f	۱۰۷/٦bc	٦۱b	۰/۹٦b
	دانیال ٦۹۰	۸۰/۰۲a	۱۱٦/۳a	٦۱/۳۵ab	۱/۲۹a

جدول ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات بیوشیمیایی

سرزنی	رقم	میانگین صفات			
		کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)	آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن تر)
D۱	V۱	٦٨/١٦l	١٠٢/١g	٤٩/١٣j	١/٠٣٥ef
	V۲	٦٤/٣n	٩٧/٩٤gh	٤٨/٨٣j	٠/٤١٥ij
	V۳	٦٣/٣٦o	٩٥/١h	٤٧/٦٣k	٠/٤٥٥i
	V٤	٥٨/٥p	٨٣/٤i	٤٥/٨٧l	٠/٣٣٥ij
	V٥	٥٦/٥q	٨٠/٦i	٤٥/٥٥l	٠/٣٢٥ij
	V٦	٤٠/٩٣r	٨٢/٩i	٤٥/٣٥l	٠/٢٧٥j
	V۷	٦٥/٦m	١٠٤fg	٤٨/٥٧jk	٠/٤٣٥ij
D۲	V۱	٧٦/٩٦g	١١١/٩e	٦٤/٩٧e	١/٢١٥cd
	V۲	٧٣/٩٦j	١١٠/٣ef	٦١/٨٧f	٠/٩٠٥fg
	V۳	٧٥/٦h	١١١/٣e	٥٥/٣٢i	٠/٨٣٥gh
	V٤	٧٤/٦i	١١٢/٦e	٦١/٩٨f	١/٠٨٥de
	V٥	٧٥/٨٦h	١١١/١e	٥٨/٣١g	٠/٧٠٥h
	V٦	٧٢/٨٦k	١١٤/٤de	٥٧/٠٩h	٠/٧٦gh
	V۷	٧٦/٧٦g	١١٣/٦de	٦٢/٦٤f	١/٠٣٥ef
D۳	V۱	٩٨/٤٦a	١٣٨/٧a	٧٤/٣٣a	١/٩١٥a
	V۲	٨٠/٩٣f	١١٩/٣cd	٦٨/٠٨d	١/٢٧٥bc
	V۳	٨٤/٢٦e	١١٤/٩de	٦٧/٠٧d	١/٢٥٥bcd
	V٤	٩٤/٢٦c	١٢٥/٦bc	٧٢/٦٩bc	١/١٧cde
	V٥	٨٥/٦٢d	١٢٦b	٧١/٦٢c	١/٣٩٢b
	V٦	٨٠/٤٦f	١٢٥/٥bc	٧٢/٦٣bc	١/٤٠٣b
	V۷	٩٤/٩٦b	١٣١/٣b	٧٢/٨٣b	١/٧٩٧a
LSD%		٠/٥٤	٦/٤٥	١/١٦	٠/١٧

- D¥: D۱، D۲ و D۳ به ترتیب عدم برگ‌زدایی و حذف بلال (شاهد)، حذف نیمی از بلال و حذف دو برگ بالا و پایین بلال , V۱ (S.C.704)، V۲ (کنسور)، V۳ (کوردونا)، V۴ (کرج ۷۰۳)، V۵ (کوشا)، V۶ (فجر)، و V۷ (دانیال ۶۹۰)

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل برگ زدایی و رقم نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل a به میزان ٩٨/٤٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 و کمترین مقدار آن نیز معادل ٤٠/٩٣ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در دقیقه در تیمار عدم سرزنی و رقم فجر حاصل شد (جدول ٤).

همان‌طوری که ملاحظه شد بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌های تحقیق، ارقام S.C.704 و فجر بیشترین و کمترین واکنش را به تیمار سرزنی نشان دادند. بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌های پژوهش، در هر سه سطح تیمار سرزنی، بیشترین مقدار کلروفیل a در رقم S.C.704 بدست آمد و این موضوع نشان دهنده ظرفیت

این رقم در تولید کلروفیل در تیمارهای مختلف سرزنی است. همچنین کمترین مقدار کلروفیل a در هر سه سطح تیمار سرزنی در رقم فجر بدست آمد.

کلروفیل، رنگدانه‌ای سبزرنگ است که نور را جذب کرده و در فتوسنتز گیاهان نقش اصلی را ایفا می‌کند. میزان کلروفیل ارتباط مستقیم با سلامت و شادابی گیاه دارد و ابزار قدرتمند و موثری برای مطالعه تأثیرات تنش‌های مختلف و شرایط متغیر محیطی روی فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان می‌باشد (Jiang & Hong, 2001). بر اساس نتایج مندرج در جدول اثرات متقابل تیمارها، روند افزایش یا کاهش میزان کلروفیل به ترتیب در ارقام S.C.704 و فحر مشاهده شد و این ارقام به سرزنی واکنش نشان دادند.(Boras & Otogo, 2002) بر اساس نتایج تحقیق خود حذف برگ‌های بالایی ذرت را منجر به افزایش نفوذ نور به کانوپی و افزایش غلظت کلروفیل گزارش نمودند. با عنایت به نتایج این محققین، در تحقیق حاضر میزان کلروفیل a در شرایط حذف برگ‌های بالا و پایین بلال افزایش نشان داد، لذا نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش‌های محققین مذکور، مطابقت دارد. این محققین همچنین به افزایش غلظت رنگدانه‌های فتوسنتزی به‌ویژه کلروفیل a و b اشاره نمودند که به نوبه خود منجر به افزایش عملکرد دانه می‌گردد.

کلروفیل b

بررسی نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های پژوهش نشان داد اثر سال بر کلروفیل b در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار گردید. اثرات ساده سرزنی و رقم و اثر متقابل تیمارهای مذکور بر کلروفیل b در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی (جدول ۲) بر کلروفیل b نشان داد که بیشترین میزان کلروفیل b در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال معادل ۱۲۵/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار کلروفیل b معادل ۹۲/۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر، در تیمار شاهد حاصل شد. اثر ساده رقم بر کلروفیل b نیز نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b در رقم S.C.704 معادل ۱۱۷/٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حاصل شد و با رقم دانیال ٦۹۰ در یک کلاس آماری قرار داشت و با هم اختلاف معنی دار نداشتند. کمترین مقدار کلروفیل b معادل ۱۰۵/۹ میلی گرم بر گرم وزن تر در رقم کوشا حاصل شد که با ارقام فجر، کوردونا و کرج ۷۰۳ اختلاف معنی‌دار نشان نداد و در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۳).

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سرزنی و رقم نشان داد که بیشترین مقدار کلروفیل b به میزان ۱۳۸/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 و کمترین مقدار کلروفیل b نیز معادل ۸۰/٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی عدم سرزنی و رقم کوشا حاصل شد (جدول ٤). در بررسی واکنش ارقام مختلف به موضوع تیمار سرزنی مشخص گردید که بیشترین واکنش به تیمار سرزنی از لحاظ میزان کلروفیل b در ارقام S.C.704 و کوشا نمایان شد و بیشترین و کمترین مقادیر در این ارقام بدست آمد.

افزایش عملکرد ناشی از نور، به شرایط محیطی و ژنتیکی بستگی دارد و بررسی‌های موجود، بیانگر توانایی تأثیر ژنتیک و شرایط محیطی بر کارآیی مصرف نور است (Goldani *et al.*, 2010). عملکرد هر گیاه نتیجه فرآیندهای بسیار پیچیده‌ای است که در خلال رشد اتفاق می‌افتد. از جمله فاکتورهای دخیل در عملکرد گیاهان، کلروفیل می‌باشد که در شرایط نور مطلوب، با افزایش غلظت آن، پتانسیل آن نیز افزایش یافته و در فرآیند فتوسنتز، سبب تسهیل تولید عملکرد می‌گردد (Azadi, 2018).

امینی (۲۰۱۳) نشان داد در ژنوتیپ‌های جو، میزان کاهش کلروفیل b در شرایط تنش، بیشتر از کلروفیل a می‌باشد. زیرا در اثر تنش، مقدار کمپلکس پروتئینی جذب کننده نور موجود در فتوسیستم II به شدت کاهش پیدا می‌کند. همچنین در شرایط تنش‌های مختلف، با افزایش تشکیل رادیکال‌های اکسیژن در کلروپلاست، میزان تخریب غشاهای کلروپلاستی نیز افزایش می‌یابد.

کاروتنوئید

بررسی نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های پژوهش نشان داد اثر سال بر کاروتنوئید در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثرات ساده سرزنی و رقم در سطح ۱ درصد بر صفت کاروتنوئید معنی‌دار گردید. همچنین بررسی‌ها نشان داد که اثر متقابل تیمارهای مذکور بر کاروتنوئید در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲).

بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر کاروتنوئید نشان داد که بیشترین میزان کاروتنوئید در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال معادل ۶۰/۳۱ میلی گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار کاروتنوئید معادل ۴۷/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار شاهد حاصل شد. اثر ساده رقم بر کاروتنوئید نیز نشان داد که بیشترین مقدار کاروتنوئید در رقم S.C.704 معادل ۶۱/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حاصل شد و با رقم دانیال۶۹۰ در یک گروه آماری قرار داشت و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین مقدار کاروتنوئید معادل ۵۶/۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در رقم کوردونا حاصل شد (جدول ۳).

بررسی نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سرزنی و رقم نشان داد که بیشترین مقدار کاروتنوئید به میزان ۷۴/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 و کمترین مقدار کاروتنوئید نیز معادل ۴۵/۳۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی عدم سرزنی و رقم فجر حاصل شد که با تیمار شاهد و ارقام کرج ۷۰۳ و کوشا اختلاف معنی‌دار نشان نداد (جدول ۳). در تحقیق حاضر واکنش ارقام مختلف به سرزنی مورد بررسی قرار گرفت و نشان داده شد که بیشترین واکنش به سرزنی از لحاظ کاروتنوئید در رقم ننن و کمترین مقادیر نیز در رقم فجر در هر سه سطح سرزنی حاصل شد (جدول ۴).

سنتز کاروتنوئیدها، اگرچه ارتباط مستقمی با تابش نور خورشید ندارد اما برای تامین انرژی لازم جهت سنتز آنها به طور غیرمستقیم، به نور نیاز می‌باشد. برگ‌هایی که در معرض نور قرار می گیرند از کلروپلاست بیشتری در واحد سطح برگ برخوردارند (Jalili Marandi, 2010). این امر ناشی از افزایش ضخامت بافت میان برگ می تواند باشد و برگ‌هایی که کلروپلاست فراوان دارند، حاوی کاروتنوئید بیشتری نیز می‌باشند. کاروتنوئیدها ترکیبات تتراترپنی می‌باشند که وظیفه حفظ کلروفیل از اکسیداسیون نوری، جذب نور و انتقال انرژی به کلروفیل a را بر عهده دارند (Devlin & Whitman., 2002). همچنین به عنوان حامی رنگیزه‌های غیر فتوسنتزی شناخته شده اند که با افزایش شدت نور می توانند انرژی اضافی طول موج های کوتاه را بگیرند و اکسیژن یکتایی را به اکسیژن سه تایی تبدیل کرده و با گرفتن رادیکال های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی اکسیدانی از خود بروز دهند (Chaparzadeh *et al.*, 2012). در سلول‌های گیاهان سبز، کاروتنوئیدها به عنوان گیرنده نور عمل کرده و موجب استفاده سلول از طول موج های مختلف آن می شوند. همچنین کاروتنوئیدها

موجب می گردند که رنگیزه کلروفیل محتوی سلول از صدمات اکسیداسیون نوری در برابر تشعشعات بالا حفاظت شوند. بنابراین با افزایش شدت نور، میزان این رنگیزه‌ها همانند کلروفیل افزایش می‌یابد.. اما تحت شرایط نور شدید شدید ٤٥٠ $\mu mols^{1}m^{2}$ رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) تجمع پیدا می‌کنند، آنها می‌توانند رنگیزه‌های موجود در کلروپلاست و غشای لیپیدی را تخریب کنند، در نتیجه میزان کاروتنوئیدها را کاهش دهند (Patrosinio & Magalis, 2014).

(Hatamian *et al*., 2014) معتقدند که بیوسنتز رنگیزه های گیاهی به‌شدت تحت تأثیر عوامل محیطی به‌ویژه شدت نور قرار می‌گیرد. در گیاهان تحت وضعیت تنش نوری، تغییراتی در متابولیسم، ترکیبات فراساختاری و رنگیزه‌هایشان به منظور تحمل و ماندگاری در وضعیت پایدار رخ می‌دهد (Whatley & Whatley, 1982). در تحقیق که محققین انجام دادند با افزایش شدت نور روند افزایشی در تولید آنتوسیانین مشاهده شد. بنابراین گزارش نمودند که شدت نور، سبب افزایش میزان آنتوسیانین و فلاونوئیدها می‌گردد (Maikawa *et al*., 1980). بنابراین ملاحظه می‌گردد که همه تحقیقات انجام شده حاکی از افزایش میزان رنگدانه‌ها در اثر شدت نور می‌باشد و در تحقیق حاضر نیز در تیمارهای برگ‌زنی نیز افزایش نفوذ نور منجر به افزایش میزان رنگدانه‌ها گردید.

آنتوسیانین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر آنتوسیانین در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار گردید. اثرات ساده و متقابل سرزنی و رقم بر میزان آنتوسیانین در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر آنتوسیانین نشان داد که بیشترین میزان آنتوسیانین در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال معادل ۱/٤٦ میلی‌گرم بر گرم وزن تر و کمترین مقدار آنتوسیانین معادل ۰/٤۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار شاهد حاصل شد. اثر ساده رقم بر آنتوسیانین نیز نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین در رقم S.C.704 معادل ۱/۰٤ میلی‌گرم بر گرم وزن تر حاصل شد و با رقم دانیال٦۹۰ در یک کلاس آماری قرار داشت و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین مقدار آنتوسیانین معادل ۰/۸۱ میکرومول بر گرم وزن تر در رقم کوشا حاصل شد و با ارقام کوردونا، کنسور و کرج ۷۰۳ اختلاف آماری نشان نداد (جدول ۳).

نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل سرزنی و رقم نشان داد که بیشترین مقدار آنتوسیانین به میزان ۱/۹۱۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 و کمترین مقدار آنتوسیانین نیز معادل ۰/۲۷۵ میلی‌گرم بر گرم وزن تر در تیمار ترکیبی عدم سرزنی و رقم فجر حاصل شد و در تیمار عدم برگ‌چینی، همه ارقام در یک گروه بوده و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند (جدول ٤).

تجمع آنتوسیانین به عنوان یک رنگیزه مهم در برگ‌ها، تحت تاثیر عوامل محیطی مختلفی، نظیر مواد غذایی، دما، دسترسی به آب و به ویژه نور و شدت آن است. یکی از وظایف آنتوسیانین‌ها نقش حفاظتی آنها در مقابل تنش نوری می‌باشد. همچنین آنتوسیانین به عنوان گیرنده نور درونی موثر و تکمیل کننده اختلاف جذب کلروفیل در بخش سبز – نارنجی در طیف قابل مشاهده می‌باشند (Merzlyak & Chivkunova, 2000). گزارش شده است که شدت نور کم، دسترسی به قندها را کاهش داده است و وقتی این اتفاق در زمان تولید ماکزیمم تشکیل رنگیزه رخ می‌دهد، افت سطح رنگیزه مشاهده می‌شود.. بنابراین افزایش شدت نور قابل مشاهده، باعث افزایش تشکیل آنتوسیانین می‌شود. در ضمن، بیان و یا فعالیت

آنزیم‌های بیوسنتزی آنتوسیانین در مراحل نهایی توسط نور تحریک می‌شود (Gbadamosi & Daniel, 2004). (Mikava *et al*., 1980) به افزایش میزان آنتوسیانین در اثر نور مطلوب اشاره نمودند. (Abdi Rad, 2011) به افزایش میزان آنتوسیانین در اثر شدت نور اشاره و اظهار داشتند در شدت نور بالا میزان رنگیزه‌ها افزایش معنی‌دار نشان می‌دهد. نتایج این پژوهش در خصوص افزایش میزان آنتوسیانین در اثر برگ‌زنی و افزایش نفوذ نور به بخش‌های مختلف گیاه با نتایج این محققین مطابقت دارد.

کاتالاز

نتایج حاصل از تجزیه مرکب واریانس نشان داد که اثر سال بر میانگین آنزیم کاتالاز در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار شد. اثرات ساده رقم بر این آنزیم معنی‌دار نشد ولی اثر ساده سرزنی و همچنین اثر متقابل تیمار سرزنی × رقم بر آنزیم کاتالاز در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۵).

بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر کاتالاز نشان داد که بیشترین میزان کاتالاز در تیمار شاهد معادل ۵۵/۰۹ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار کاتالاز معادل ۳٤/۹۱ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال حاصل شد. اثر ساده رقم بر کاتالاز نیز نشان داد که بین ارقام از لحاظ میزان این صفت، اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد و همه ارقام در یک سطح قرار داشتند (جدول ٦). با عنایت به تغییر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در گیاه در اثر تنش‌های مختلف، ممکن است تغییر مقادیر این آنزیم‌ها در این تحقیق مربوط به تنش قطع برگ بوده باشد.

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار سرزنی × رقم برای میانگین این صفت نشان داد که بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز در تیمار شاهد و رقم فجر به میزان ۵۸/۷۳ میلی گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار آن نیز معادل ۳۳/۱٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال × رقم کوشا بدست آمد. همچنین بین ارقام مختلف از لحاظ این صفت در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ۷)

همان طوری که (Neto *et al*., 2005) بیان کردند، این آنزیم از طریق سم‌زدایی فرم‌های اکسیژنی فعال (ROS) مثل پراکسید هیدروژن و کاتالیز آن به آب و اکسیژن، در کاهش خسارت اکسیداتیو ناشی از تنش مؤثر است. در گیاه تحت برخی تنش‌ها، گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن (پراکسید هیدروژن، سوپر اکسید و رادیکال هیدروکسیل) تجمع می‌یابند. گونه‌های اکسیژن از طریق پراکسیداسیون لیپیدها، تخریب پروتئین‌ها و . . . ایجاد تنش ثانویه اکسیداتیو کرده که منجر به خسارات جدی به ساختارهای سلولی می‌شود (Sharma & Dubey, 2005) .یکی از مکانیسم‌های دفاع غیر آنزیمی برای مقابله با تنش اکسیداتیو القاء شده توسط تنش‌ها در گیاهان، تجمع ترکیبات فنلی است. ترکیبات فنلی به عنوان گیرنده رادیکال‌های آزاد عمل کرده و سبب مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های اکسیداتیو می‌شوند (Schaller & Kieber, 2002). نتایج بدست آمده از این تحقیق در خصوص آنزیم کاتالاز با نتایج (Sharma & Dubey, 2005) و (Amini, 2008) مطابقت دارد.

پراکسیداز

نتایج حاصل از تجزیه مرکب واریانس نشان داد که اثر سال بر میانگین آنزیم پراکسیداز معنی دار نبود. اثرات ساده و متقابل سرزنی و رقم بر آنزیم پراکسیداز در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ٦).

بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر پراکسیداز نشان داد که بیشترین میزان پراکسیداز در تیمار شاهد معادل ۱۵۹/۸٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار پراکسیداز معادل ۱۲۳/۹۳ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال حاصل شد. اثر ساده رقم بر پراکسیداز نیز نشان داد که بیشترین مقدار پراکسیداز معادل ۱٤۷/۸ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در رقم کوردونا حاصل شد و با رقم فجر در یک کلاس آماری قرار داشت و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. بنظر می‌رسد توانایی ارقام مختلف، در تولید میزان آنزیم پراکسیداز متفاوت باشد که ممکن است به ژنتیک رقم مرتبط باشد. کمترین مقدار پراکسیداز معادل ۱۳٦/۵ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در رقم S.C.704 حاصل شد و با رقم دانیال ٦۹۰ اختلاف آماری نشان نداد (جدول ۷)

مقایسه میانگین اثر متقابل تیمار سرزنی × رقم برای میانگین این صفت نشان داد که بیشترین مقدار آنزیم پراکسیداز در تیمار شاهد و رقم کوشا به میزان ۱۷۳/٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار آن نیز معادل ۱۱٦/۱ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم دانیال ٦۹۰ بدست آمد. همچنین بین ارقام مختلف از لحاظ این صفت در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول ٦). بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌های پژوهش، در هر سه سطح تیمار سرزنی، بیشترین مقدار آنزیم پراکسیداز در رقم کوشا بدست آمد و این موضوع نشان دهنده ظرفیت این رقم در تولید این آنزیم در تیمارهای مختلف سرزنی است. همچنین کمترین مقدار پراکسیداز در هر سه سطح تیمار سرزنی در رقم دانیال ٦۹۰ بدست آمد. گیاهان برای کاهش دادن اثر مخرب گونه‌های اکسیژن فعال مکانیسم‌های مختلفی دارند. از جمله این مکانیسم‌ها می‌توان به سیستم دفاع آنتی‌اکسیدان اشاره کرد. آنزیم‌هایی که به عنوان آنتی اکسیدان در پاک‌سازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن سلول نقش دارند شامل کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز، آسکوربات پراکسیداز و غیره می‌باشند (امینی و همکاران، ۲۰۰۸). کاهش فعالیت کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز می‌تواند سبب تجمع پراکسید هیدروژن شده و سبب کاهش فعالیت برخی از آنزیم‌های چرخه کالوین نظیر ریبولوز مونوفسفات، کیناز و بی‌فسفاتازها گردد (Amini *et al.*, 2008). آنزیم سوپراکسید دیسموتاز رادیکال سوپراکسید را به پراکسیدهیدروژن تبدیل می‌کند و کاهش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز، تجمع رادیکال سوپراکسید را در پی دارد. این رادیکال می‌تواند با پراکسید هیدروژن ترکیب و رادیکال فوق‌العاده خطرناک هیدروکسیل را بوجود آورند (Srivall & Khanachupra, 2004). فعالیت ویژه آنزیم پراکسیداز نشان دهنده فراوانی نسبی پروتئین می‌باشد و این امر می‌تواند ناشی از افزایش بیان ژن‌های کد کننده آنزیم پراکسیداز و یا پایداری مولکول‌های پروتئین این آنزیم در مقابل تخریب اکسنده باشد (Sharma & Dubey. 2005).

جدول ٥- خلاصه نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات بیوشیمیایی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		کاتالاز	پراکسیداز	پلی فنل اکسیداز
سال	١	٩٩/٣*	١٥١/٤٣ns	٦٠/٥٧**
تکرار (سال)	٤	٠/٢	٢٥/٢	٤/٣٩
سرزنی (D)	٢	٤٣٥٠/٨٣**	١٣٧٢٩/٢٣**	٣٤٥٢/٧**
سال × سرزنی	٢	١٠٠/٩*	٢٢٧/٦**	٥٣/٦٣**
رقم (V)	٦	٦/٦٤ns	٣٢١/٠٤**	٥٠/٦**
سال× رقم	٦	٢٦/٨ns	٣٦٦/٣٦**	٣٤/١٨*
سرزنی × رقم	١٢	١٠٠/٤٦**	٣٥٠/٧**	٦٥/٥**
سال×سرزنی× رقم	١٢	١١٢/٨٣**	٥٠٠/٨**	٨٨/٩**
خطای آزمایش	٨٠	١٣/٢٦	٢٥/١٧	٤/٤٦
درصد ضریب تغییرات		٧/٩٦	٩/٥	٧/٨٢

ns غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح ٥ درصد، ** معنی‌دار در سطح ١ درصد

جدول ٦- مقایسه میانگین اثرات ساده تیمارها بر صفات بیوشیمیایی

	تیمار	میانگین صفات		
		کاتالاز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)	پراکسیداز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)	پلی فنل اکسیداز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)
سرزنی	شاهد	a٥٥/٠٩	a١٥٩/٨٤	a٦٢/٤٣
	حذف نیمی از بلال	b٤٧/٣١	b١٤٥/٥٥	b٥٧/٢٢
	حذف دو برگ بالا و پایین بلال	c٣٤/٩١	c١٢٣/٩٣	c٤٤/٨
رقم	S.C.704	a٤٥/٢٧	e١٣٦/٥	cd٥٣/٦
	کنسور	a٤٦/٤٥	cd١٤١/٧	b٥٥/٤
	کوردونا	a٤٥/٨	a١٤٧/٨	a٥٧/٣
	کرج ٧٠٣	a٤٥/٨	bc١٤٤	ab٥٦/٢٢
	کوشا	a٤٦/١	ab١٤٥/٥٤	bc٥٥/٠١
	فجر	a٤٦/٣٢	ab١٤٧/٢	cd٥٣/٦
	دانیال ٦٩٠	a٤٤/٧٢	de١٣٩/٠٧	d٥٢/٥٤

پلی فنل اکسیداز

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال بر میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در سطح آماری ۱درصد معنی‌دار بود. همچنین اثر ساده و متقابل سرزنی و رقم بر صفت یاد شده در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵).

بررسی جدول مقایسه میانگین اثر ساده سرزنی بر پلی فنل‌اکسیداز نشان داد که بیشترین میزان پلی‌فنل‌اکسیداز در تیمار شاهد معادل ٦۲/٤۳ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار پلی‌فنل‌اکسیداز معادل ٤٤/۸ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال حاصل شد. اثر ساده رقم بر پلی‌فنل‌اکسیداز نیز نشان داد که بیشترین مقدار پلی‌فنل‌اکسیداز معادل ۵۷/۳ میلی گرم پروتئین در دقیقه در رقم کوردونا حاصل شد و با رقم کرج ۷۰۳ در یک کلاس آماری قرار داشت و با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. کمترین مقدار پلی‌فنل‌اکسیداز معادل ۵۲/٥٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در رقم دانیال ٦۹۰ حاصل شد و با ارقام S.C.704 و فجر اختلاف آماری نشان نداد (جدول ٦).

نتایج مقایسه میانگین‌اثر متقابل سرزنی و رقم نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در تیمار شاهد و رقم کوشا به میزان ٦٤/۷ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه و کمترین مقدار آن نیز معادل ۳۹/۳ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه در تیمار حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم دانیال ٦۹۰ بدست آمد (جدول ٦). بر اساس جدول مقایسه میانگین داده‌های پژوهش، در هر سه سطح تیمار سرزنی، بیشترین مقدار آنزیم پلی‌فنل‌اکسیداز در رقم کوشا و کمترین مقدار پلی‌فنل‌اکسیداز نیز در هر سه سطح تیمار سرزنی در رقم دانیال ٦۹۰ بدست آمد (جدول ۷).

(Afsharnia *et al*., 2012) به افزایش میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در اثر تنش نوری اشاره نمودند. همچنین آنها اعلام کردند که نور شدید بیشتر از نور ضعیف منجر به افزایش رشد گیاه و جذب روی در شاخساره و ریشه شده است. در خصوص تغییرات مکانیسم‌های دفاعی سلول با افزایش سن برگ و نیز شدت اکسیداسیون مواد زیستی در شدت‌های مختلف نور در سنین مختلف برگی وجود دارد. در حالی که مکانیسم‌های دفاعی سلول نقش مهمی در اجرای مطلوب متابولیسم سلول و جلوگیری از بروز اکسیداسیون مواد زیستی ایفا می‌نمایند. از سوی دیگر، شناخت این فرآیندها و الگوی رفتاری آنها می تواند اطلاعات مفیدی در خصوص نقش برگ‌ها با سن مختلف در تولید و فیزیولوژی عملکرد در اختیار فیزیولوژیست‌های گیاهان زراعی قرار دهد

جدول ۷- مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارها بر صفات بیوشیمیایی

سرزنی	رقم	میانگین صفات		
		کاتالاز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)	پراکسیداز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)	پلی فنل اکسیداز (میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)
D۱	V۱	٤٤/٦ef	١٦٠cd	٥٥/٢١b
	V۲	٥٦/٨ab	١٥٦/٨cd	٦٣/٦٤a
	V۳	٥٤abc	١٥٥/٢d	٦٣/٢a
	V٤	٥٦/٠٣ab	١٦٤/٤bc	٦٣/٧١a
	V٥	٥٨/٦٣a	١٧٣/٤a	٦٤/٧a
	V٦	٥٨/٧٣a	١٦٩/٢ab	٦٤/٢a
	V٧	٥٧ab	١٤٠fg	٦٢/٤a
D۲	V۱	٥٢/٢bcd	١٤٣/٧fg	٥٨/٢b
	V۲	٤٨/١cde	١٤٥/٥ef	٥٧/٢b
	V۳	٤٧/٨٢de	١٥٢/١de	٥٧/١٦b
	V٤	٤٦/٨٢de	١٤٥/٢ef	٥٦/٧١b
	V٥	٤٦/٤٧de	١٤٥/٩ef	٥٨/٣b
	V٦	٤٥/٩e	١٤٥/٤ef	٥٧/١٤b
	V٧	٤٣/٩٢ef	١٤١/٢fg	٥٦b
D۳	V۱	٣٩/٠٣fg	١٢٣/٧hi	٤٧/٤cd
	V۲	٣٤/٤٧g	١٢٢/٨hi	٤٥/٤de
	V۳	٣٥/٦٢g	١١٩/٦hi	٥٠/٥c
	V٤	٣٤/٥g	١٢٢/٤hi	٤٣/٢٢e
	V٥	٣٣/١٤g	١٣٦/١g	٤٨/٢٤cd
	V٦	٣٤/٣٧g	١٢٧h	٣٩/٤٢f
	V٧	٣٣/٢٧g	١١٦/١i	٣٩/٣f
LSD%		٥/٩٣	٨/١٧	٣/٤٤

- D¥: D۱، D۲ و D۳ به ترتیب عدم برگ‌زدایی و حذف بلال (شاهد)، حذف نیمی از بلال و حذف دو برگ بالا و پایین بلال و V۱ (S.C.704)، V۲ (کنسور)، V۳ (کوردونا)، V۴ (کرج ۷۰۳)، V۵ (کوشا)، V۶ (فجر)، و V۷ (دانیال ۶۹۰)

جدول ۸- ماتریس ضرایب همبستگی و سطح معنی داری بین صفات فیزیولوژیکی

صفات	کلروفیل a	b کلروفیل	کاروتنوئید	آنتوسیانین
کلروفیل a	۱			
کلروفیل b	۰/۹٦**	۱		
کاروتنوئید	۰/۹۱۹**	۰/۹٤۲**	۱	
آنتوسیانین	۰/۹۰۰**	۰/۹۳۰**	۰/۹۱۰**	۱

ماتریس همبستگی بین صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید، آنتوسیانین محاسبه و روابط بین آنها تعیین گردید. بر همین اساس، کلروفیل a با کلروفیل b، کارتنوئید و آنتوسیانین رابطه معنی دار مستقیم در سطح ۱ درصد داشت. به عبارت دیگر، این بدان معناست که در مواردی که کلروفیل b، کاروتنوئید و آنتوسیانین مقادیر بالا را کسب نموده‌اند، کلروفیل a، نیز بالا بوده و بالعکس (جدول ۸).

نتیجه‌گیری

این تحقیق به مدت دو سال زراعی جهت بررسی برخی خصوصیات بیوشیمیایی ارقام مختلف ذرت (Zea mays) در شرایط سرزنی برگ و بلال انجام شدبیشترین مقدار کلروفیل a (۹۸/٤٦ میکرومول بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار کلروفیل b (۱۳۸/۷ میکرومول بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار کاروتنوئید (۷٤/۳۳ میکرومول بر گرم وزن تر)، بیشترین مقدار آنتوسیانین (۱/۹۱۵ میکرومول بر گرم وزن تر) و بیشترین مقدار RGR (۰/۰۵٦۵ گرم بر گرم در روز) در تیمار ترکیبی حذف دو برگ بالا و پایین بلال و رقم S.C.704 جاصل گردید. بیشترین مقدار آنزیم کاتالاز (۵۸/۷۳ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه)، در تیمار شاهد و رقم فجر حاصل شد اما بیشترین مقدار آنزیم پراکسیداز (۱۷۳/٤ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه) و بیشترین میزان فعالیت آنزیم پلی فنل‌اکسیداز (٦٤/۷ میلی‌گرم پروتئین در دقیقه) در تیمار شاهد و رقم کوشا بدست آمد. مطالعات نشان داده که در شرایط برخی تنش‌ها مانند خشکی، شوری و تنش کمبود نور، با توجه به افزایش رادیکال‌های اکسیژن، مقادیر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت نیز افزایش می‌یابد.ماتریس همبستگی بین صفات کلروفیل a، کلروفیل b، کاروتنوئید ، آنتوسیانین محاسبه و روابط بین آنها نشان داد که کلروفیل a، کلروفیل b و آنتوسیانین رابطه معنی دار مستقیم در سطح ۱ درصد داشت.

REFRENCES

Abdi Rad, S., F., Rezanejad, and Kh., Manouchehri Kalantari 2011. The effect of light and darkness on callus formation of vegetative explants (leaves, petioles, and stems), flowers (petals, anthers, and pistils), and the amount of pigments (chlorophyll and anthocyanin) in *Rosa damascena* Mill. and *Rosa miniature*. Journal of Biotechnology, 3, 1, 43-65.

Afsharnia, M., A. Asgharzad, R. Haji Boland and Sh. Ostan. 2012. Light intensity, Zn deficiency and the activity of antioxidant enzymes and maize photosynthesis. In: The first national conference on agriculture in difficult environmental conditions.

Alison, J.C.S. and D.J. Watson. 1966. The production and distribution of dry matter in maiz after flowering. Ann. Bot. 30:365-381.

Allen, R.R. 1983. Topping corn and delaying harvest for field drying. Field Crop Abstract. 36:467.

Amini, S. 2013. The effect of potassium and drought stress on re-transfer of reserves from vegetative organs of barley and its contribution to grain filling. MSc thesis, Islamic Azad University of Ahvaz.

Amini, Z., R. Haddad and F. Moradi. 2008. Effect of water deficit on the activity of antioxidant enzymes in plant reproductive development Barley. Sci. Technol. Agric. Nat. Resour. 12:46-58.

Andrade, F.H., Echarte, L., Rizzalli, R., Maggiora, A.D., and Casanovas, M. 2002. Kernel number prediction in maize under nitrogen or water stress. Crop Science, 42: 1173-1179.

Arnon, D.I. 1975. Copper enzymes increased isolated chloroplast polyphenoxidase increased Beta vulgaris L. Plant Physiol. 45:1-15.

Azadi, A. 2018. The effect of planting date and cultivar yield components and morphological and physiological characteristics of lentils under water stress conditions. PhD Thesis, The Islamic Azad University of Ahvaz.

Barnett, K.H. and R.B. Pearce. 1983. Source sink ratio alteration and its effect on physiologyical parameters in maize. Crop Sci. 23:294-299.

Beheshti, A., A. Koochaki. and M. Nassiri Mahallati. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. Seed Plant. 18(4):417-431.

Bingham, I.J., Blake, J., Foulkes, M.J., and Spink, J. 2007. Is barley yield in the UK sink limited: I. Post-anthesis radiation interception, radiation-use efficiency and source–sink balance. Field Crops Research, 101 (2): 198-211.

Borras, L. and D. Otegui. 2002. Maize kernel composition and post flowering and source sink Ratio. Crop Sci. 42:780–790.

Chance, B. and A.C. Maehly. 1995. Assay of catalases and peroxidases. Meth. Enzymol. 11:764-755.

Chaparzadeh, N., L. Rahimpourshefai, M. Dolati and A. Barzegar. 2012. Age-dependent pigment changes in Rosa hybrid leaves. Plant Res. J. (Iran Biol. J.) 26(2):281-289.

Devlin, M.R. and F.H. Withman. 2002. Plant Physiology. CBs publishers and distributers.

Emam, Y. 2003. Graminea Agronomy. Shiraz Daneshgahi Press. (In Farsi)

Emam, Y. and M.J. Seghateleslami. 2003. Crop yield. Shiraz Daneshgahi Press. (In Farsi)

Gambin, B.L., Borras, L., and Otegui, M.E. 2006. Source-sink relation and kernel weight differences in maize temperate hybrids. Field Crops Research, 95: 316326.

Gbadamosi, A. and M, Daniel. 2014. Effect of light intensity on growth and yield of a Nigerian local rice variety-ofada. International Journal of Plant Research, 4(4): 89-94.

Goldani, M., P. Rezvani Moghadam, M. Nassiri Mahallati and M. Kaffi. 2010. Radiation use efficiency of maize (Zea mays L.) hybrids with different growth types in response to density. J. Iran Field Crop Res. 7(2):595-604.

Hatamian, M., M. Arab and M.R. Rozian. 2014. The effect of different light intensities on photosynthetic and non-photosynthetic pigments of two rose cultivars. Agric. Optimal. J. 16(2):259-270.

Imam, Y. and M. Niknejad. 1995. An introduction to the physiology of crop plant performance (translation). Shiraz University Press.

Jalili-Marandi, R. 2010. Physiology of environmental stresses and resistance mechanisms in garden plants. Urmia branch Academic Jihad Publications.

Jiang, Y. and N. Huang. 2001. Drought and heat sress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antiaxdant metabolism and lipid peroxidation. Crop Sci. 41:436-442.

Mac-Adam, J.W., C.J. Nelson and R.E. Sharp. 1992. Peroxidase activity in the leaf elongation zone of tall fescue. Plant Physiol. 99:872-878.

Maikawa, S., M. Terabun and N. Nakamura. 1980. Effect of Ultravioletand visible light on flower pigmentation of Ehigasa roses. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 49:251-259.

Makkarian, H., Banyan, M. and Rahimian Mashhadhi, H. 2012. The effect of planting date and density of corn on the competitive ability of corn with Amaranthus retroflexus. Agricultural research of Iran. 1 (2): 271-279.

Merzlyak, M. and O, B, Chivkunova. 2000. Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples. Journal of Photochemistery and Photobiology B: Biology, 55:155-163.

Monteith, J.L. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. J. Appl. Ecol. 9:747-766.

Neto, A., D. Gomes and E. Filo. 2005. Effect of salt stress on antioxidant and lipid peroxidation in leaves and roots of salt tolerance and salt sensitive maize genotype. Environ. Exp. Bot. 56(1):87-94.

Patrocínio, A. and S. Magalhães. 2014. Photosynthetic responses of ornamental passion flower hybrids to varying light intensities. Acta Physiol. Plant 36(8):1993-2004.

Resende, M.L.V., G.B.A. Nojosa, L.S. Cavalcanti, M.A.G. Aguilar, L.H.C.P. Silva, J.O. Perez, G.C.G. Andrade, G.A. Carvalho and R.M. Castro. 2002. Induction of resistance in cocoa against Crinipellis perniciosaand Verticillium dahliaeby acibenzolar-S-methyl (ASM). Plant Pathol. 51:621-628.

Salahi Moghadam, V. and H. Rahimian Mashhadhi. 1993. Investigating the effect of defoliation treatments in densities and different sowing dates on grain and fodder yield in maize. The final report of the research project, Research Vice-Chancellor of the Ferdowsi University of Mashhad.

Schaller, G. and J. Kieber. 2002. Ethylene. The American Society of Plant Biologists.

Sharma, P. and R.S. Dubey. 2005. Drought induces oxidative stress and enhances the activities of antioxidant enzymes in growing rice seedlings. Plant Growth Regul. 46:209-221.

Sinclair, T.R. and R.C. Muchow. 1999. Radiation use efficiency. Adv. Agron. 65:215-265.

Srivall, B. and R. Khanna-Chopra. 2004. The developing reproductive sink induces oxidative stress to mediate nitrogen mobilization during momocarpic senescence in wheat. Biochem. Biophys. Res. Commun. 325:198-202.

Stewart, D.W., C. Costa, L.M. Dwyer, R.I. Smith, D.L. Hamilton and B.L. Ma. 2003. Canopy structure, light interception and phothosynthesis in maize. Agron. J. 95:1465-1474.

Tetio Kagho, F. and F.D. Gardner. 1998. Responses of maize to plant population density: reproductive development. Yield adjustment. Agron. J. 72:225-226.

Tohidi, M., A. Nadery, S. Siadat and S. Lak. 2012. Variables productivity of light interception in grain maize hybrids at various amount of nitrogen. World Appl. Sci. J. 16:86-93.

Tollenar, M. and J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. Crop Sci. 39:1597-1604.

Tomitaka, M. 1983. Rate and period grain filling in corn effects of detasseling and defoliation. Philippines. Press. Loop. 240:50.

Valentinuz, O. and M. Tollenar. 2004. Vertical profile of leaf area and leaf senescence during the grain- filling period in maize. Crop Sci. 44:827-834.

Vargas, L.A., M.N. Andersen, C.R. Jensen and V.J. Orgenses. 2002. Estimation of leaf area index, light interception and biomass accumulation of Miscanthus sinensis ‘Goliath’ from radiation measurements. Biomass and Bioenergy 22:1-14.

Whatley, F. and F.R. Whatley. 1982. A luz e a vidadas plants: Temas de biologia. Vol. 30. EDUSP, São Paulo.

Sustainable Agricultural Science Research /Vol. 2/No. 4/Winter 2023/P: 55-73

https://www.sarj.iauk.ac.ir

Investigating Some Biochemical Traits of Different Varieties of Corn (Zea mays) Under the Conditions of Defoliation and Cob Removal

Eshagh Hojatipour[1], Hamid Reza Miri*[2], Brmak Jafari Haghighi[3], Hamid Reza Ebrahimi[4], Abdol Reza Jafari[5]

[1]Ph.D Student, Department of Agronomy, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran

[2] Associate professor, Department of Agronomy, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran

[3, 4, 5] Assistant professor, Department of Agronomy, Arsanjan Branch, Islamic Azad University, Arsanjan, Iran

* Corresponding Author's Email: h.miri@yahoo.com

(Received: November. 16, 2023 – Accepted: March. 20, 2023)

ABSTRACT

The biochemical traits of different maize varieties under leaf and cob defoliation conditions were investigated in a factorial experiment a randomized complete block design with three replications in Shiraz-Zafarabad during two crop years of 2017-18 and 2018-19. Treatments consisted of removing leaves and a part of the cob at three levels of no remove (control), removing half of the cob after pollination, and removing two upper and lower leaves of the cob after pollination as. The second factor comprised seven maize varieties including SC704, Kansor, Kordona, Karaj 703, Koosha, Fajr, and Danial 690. After preparing the substrate in the first and second years, seeds of different varies were planted in the plots based on the treatments. Leaf and cob defoliation treatments were applied after pollination. The results showed that the highest contents of chlorophyll a (98.46 mg/g fresh weight, FW), chlorophyll b (138.7 mg/g FW), carotenoids (74.33 mg/g FW), and anthocyanin (1.915 mg/g FW) were obtained in the SC704 variety under combined treatment of defoliating two upper and lower leaves of the cob. The highest amount of catalase (58.73 mg protein/min) was recorded in Fajr variety in the control, but peroxidase (173.4 mg protein/min) and polyphenol oxidase (64.7 mg protein/min) activities were uppermost in the Koosha variety of the control treatment. The varieties of S.C.704, Fajr and Kosha were the best variety.

Keywords: Defoliation, Corn removal, Maize, Biochemical properties