بررسی اثرات تنش خشکی بر روند تغییرات عناصر کم مصرف (B,Zn,S) در برگ ژنوتیپ های کلزا

The effect of water stress on changes in Micro elements on physiological aspects of Rapeseed cultivars *(Brassica napus)*

محمد نصری*[1] منصوره خلعتبری[2]

۱- استاد یار زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

۲- پژوهشگر کشاورزی

* **عهده دار مکاتبات:** dr.nasri@yahoo.com

تاریخ دریافت ۸۶/۷/۱۰ تاریخ پذیرش ۸۸/۱/۲۵

چکیده

به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف آبیاری بر اساس صفر، ۲۵ ، ۵۰ ، ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه(F.C) بر میزان تغییرات عناصر غذایی کم مصرف(S, ZN, B) در۵ رقم و لاین کلزا - (Mohican Symbol, PF7045 (Hyola-42 , Syn-1 , 01 ،آزمایشی به صورت کرت های خرد شده با کمک طرح پایه بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۸۳-۱۳۸۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی ورامین اجرا شد . بر اساس نتایج تجزیه واریانس ، اختلاف عناصر در سطوح مختلف آبیاری و اثر متقابل این دو عامل ، در سطح ۱ درصد معنی دار بود ، در بین ارقام. تنها عنصر گوگرد ، اختلاف معنی دار داشت. رقم Hyola-42 وMohican به ترتیب با متوسط ۰/۱۹۴ و ۰/۱۰۳ درصد در ماده خشک برگ، اولین و آخرین کلاس آماری را به خود اختصاص دادند . ارقام از نظر مقدار درصد B, Zn در ماده خشک برگ، دارای اختلاف معنی داری نبودند . ولی سطوح مختلف آبیاری، اثرات معنی داری بر مقدار درصد دو عنصر در ماده خشک برگ داشت . با افزایش شدت تنش خشکی از ۷۵ درصد به صفر درصد، ظرفیت مزرعه میزان عناصر کاهش یافتند. گوگرد از متوسط ۰/۱۹۸ به ۰/۱۰۱ درصد در ماده خشک برگ و روی از متوسط ۲۹/۶ به ۱۵/۲ میلی گرم بر کیلو گرم در ماده خشک برگ رسید. هر چند میزان بور نیز کاهش یافت، اما این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود . عملکرد نیز تحت تاثیر ژنوتیپ و سطوح تنش خشکی قرار گرفت . با افزایش شدت تنش از ۷۵ به صفر درصد، ظرفیت مزرعه از متوسط ۳۳۴۰ کیلوگرم در هکتار به ۱۷۸۸ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت . در میان ژنوتیپ ها، Hyola-42 و Symbol به ترتیب با متوسط ۳۳۷۷/۵ کیلوگرم در هکتار و۱۹۴۷ کیلوگرم در هکتار، بالاترین و کم ترین عملکرد را به خود اختصاص دادند. درصد روغن دانه ، تحت تاثیر ژنوتیپ ها قرار نگرفت، ولی با افزایش شدت تنش خشکی ، میزان آن کاهش نشان داد و از متوسط ۴۳/۱درصد ، در تیمار آبیاری ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، به ۴۰/۲ درصد در تیمار آبیاری صفر و۲۵ درصد ظرفیت مزرعه رسید. عملکرد روغن نیز تحت تاثیر اثرات ساده و متقابل ژنوتیپ و سطوح آبیاری قرا ر گرفت و با افزایش تنش خشکی ، میزان آن درتیمار ۷۵در صد ظرفیت مزرعه، از متوسط۱۳۴۳ کیلوگرم در هکتار به ۷۵۳ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری صفر درصد ظرفیت مزرعه کاهش یافت.در نهایت، رقم Hyola-42 تیمار آبیاری۷۵در صد ظرفیت مزرعه بهترین تیمار شناخته شد .

واژه های کلیدی: کلزا ، تنش خشکی ، رقم ، عناصرکم مصرف ، عملکرد دانه ، درصد روغن

مقدمه

رشد فزاینده جمعیت کشور ، نیاز به تامین غذا را افزون تر می نماید . از این میان روغن ها جزو گروه پر ارزش غذایی جهت تامین انرژی محسوب می شود . کلزا (*Brassica napus*) از گیاهانی است که رشد آن در بیست ساله اخیر به طور قطع قابل مقایسه با سایر محصولات کشاورزی نیست . این گیاه به دلایل مختلف از جمله دارا بودن ۴۰ تا ۴۵ درصد

Archive of SID

www.SID.ir

روغن، یکی از گیاهان با ارزش است که با شرایط آب و هوایی خشک ونیمه خشک ایران سازگاری دارد . ولی شرایط تنش رطوبتی در برخی از مراحل حساس رشد، باعث کاهش عملکرد و اختلال جذب بعضی از عناصر معدنی از جمله ریز مغذی ها در این گیاه می گردد .

در شرایط تنش خشکی، به علت بسته بودن روزنه ها برای جلوگیری از تعرق، کاهش جذب CO_2 و تولید کمتر ماده خشک را در پی دارد و از عناصر غذایی با کارایی کمتری استفاده می شود . این اثر متقابل میزان رطوبت و عناصر غذایی، دو طرفه است (۱) . در این میان نقش عناصر کم مصرف بیشتر خودش را نشان می دهد . گوگرد جزو مهم ترین عناصر غذایی است و در ایجاد عملکرد مطلوب گیاهان نقش به سزایی دارد . نیاز برخی از گیاهان به آن به اندازه فسفر است (۱و۱۰). این عنصر جزء لازم متابولیکی بوده (۱۴) و در ترکیب های فعال بیولوژیکی مانند بیوتین , گلوتامین تیامین و کوآنزیم A به کار رفته است (۷). گوگرد در اکسیداسیون و سنتز اسید های چرب در کلزا و دانه های روغنی نیز نقش موثری دارد (۲۳). گوگرد، مقاومت گیاه را در برابر تنش محیطی افزایش می دهد (۲۱). اما میزان آن در گیاه در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش یافته (۳۰) وکمبود آن در اندام های هوایی مشهود می شود.

با تحقیقی که محققان در شرایط تنش رطوبتی بر گوگرد درکلزا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاهش شدید گوگرد (به کمتر از ۰/۱ درصد) در اندام های کلزا باعث کاهش تولید کلروفیل (۱۹) و کاهش فتوسنتز و تولید ماده خشک و شاخص برداشت (HI) (۲۱)می شود . نتایج تحقیقات Nuttall و همکاران (۱۹۹۳) نشان می دهدکه با کاهش جذب گوگرد در شرایط تنش خشکی، علاوه بر کاهش عملکرد ، میزان کارایی مصرف آب (WUE) در کلزا نیز به شدت کاهش می یابد و از میزان شاخص سطح برگ(LAI) نیز کاسته می شود و از این طریق باعث افزایش نسبت ریشه به اندام های هوایی می گردد (۱۸و۲۷). هر چند گوگرد با سنتز پروتئین درکلزا باعث افزایش تحمّل گیاه به خشکی می شود (۲۴) اما در شرایط تنش شدید خشکی با کاهش شدید جذب گوگرد ، سنتز پروتئین ها به شدت کاهش یافته ، عملکرد به شدت پایین می آید (۱۱و۱۶) .

عنصر روی از عناصر ریز مغذی ضروری در ساخت پروتئین است و به عنوان کاتالیست در واکنش های اکسیداسیون واحیا دربسیاری از سیستم های آنزیمی نقش دارد (۱۵) . این عنصر در کلزا باعث افزایش شاخه بندی ، تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه می شود (۱۶) . بر اثر تنش خشکی در کلزا ، Zn به علت درگیری در بین طبقات خاک ، عملاً از دسترس گیاه دور مانده و به شدت میزان آن کاهش می یابد (۲۶) . کاهش عنصر روی بر اثر خشکی، باعث کاهش میزان اکسین ها شده و از انتقال اسیداینداول –۳- استیک (IAA) جلوگیری می کند (۲) . کاهش میزان اکسین ها بر اثر افزایش فعالیت IAA اکسیداز است (۱۳) .

در تحقیقی که بر روی ۵ رقم کلزا در شرایط رطوبتی ۳۰ درصد ظرفیت مزرعه (تنش آب) و ۷۰ درصد (شاهد) انجام پذیرفت ، Vyas و همکاران(۱۹۹۵) مشاهده کردند که مقدار روی در شرایط تنش به حداقل میزان خود، یعنی حدود ۱۶ میلی گرم در کیلوگرم رسیده است و در این حالت، رشد قسمت های هوایی بسیار محدود شده و عملکرد به شدت کاهش پیدا کرده است(۳۷) .

به علت نقش حساسی که بوردر فعالیت های سوخت و ساز و فیزیولوژیکی در کلزا دارد تنش خشکی ، به شدت موجب کاهش کارایی آن می گردد(۱۷) .

یافته های Shen و همکاران (۱۹۹۸) بر روی کلزا و اثر متقابل بور و تنش رطوبتی در دو سطح رطوبتی۳۵ درصد ظرفیت مزرعه (تنش آب) و ۸۰ درصد ظرفیت مزرعه (شاهد) نشان داد که تحت تأثیر تنش خشکی، میزان بور به شدت تنزل داشته و میزان RWC ، پتانسیل آب و WUE کاهش چشمگیری یافتند(۳۱).

در شرایط تنش خشکی ، با کاهش جذب عنصر بور، میزان عملکرد در کلزا به شدت کم می شود ، هر چند بور در شرایط فاریاب، با رشد ریشه وافزایش

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت ساقه به ریشه و همچنین ساخت کربوهیدرات ها و سنتز پروتئین باعث می شود که از رطوبت، به ویژه در دوره های خشکی، به طور کارآمدتری استفاده شود (۱۲) . اما تحقیقات نشان داد با افزایش شدت تنش خشکی، میزان بور در بافت های گیاهی و برگ ها کاهش یافته و میزان فتوسنتز و هدایت روزنه ای (۲۴) به شدت افت می نماید ؛در نهایت تولید غنچه و گل و همچنین بذر و پر شدن بذر را به مقدار زیادی کاهش می دهد (۳۴).

در آزمایشی Rashid و همکاران (۱۹۹۴) روی ۱۰ رقم کلزا در منطقه دیم ، ضمن تایید نتایج فوق عنوان نمودند ، تجزیه برگی در مرحله پر شدن دانه، علایم کمبود بور را به خوبی نشان داده است(۲۸) .

در بیشتر پژوهش های ذکر شده ، اثرات عناصر کم مصرف بر فرایندهای رشد گیاهان بررسی شده اند . هدف از این بررسی، تاثیر تنش خشکی بر عناصر پرمصرف و چگونگی متاثر شدن این عناصر در شرایط تنش در کلزا و در نهایت،تاثیر آن ها برعملکرد دانه و اجزای عملکرد و درصد روغن و همچنین بررسی چگونگی تحمل یا حساسیت به خشکی، در ژنوتیپ های مختلف کلزا است.

مواد و روش ها

این تحقیق به منظور تعیین اثر سطوح مختلف آبیاری(عامل اصلی) بر اساس (صفر، ۲۵ ، ۵۰ ، ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه) بر روند تغییرات عناصر غذایی کم مصرف(B ،Zn و S) برگ و تاثیرآن ها بر خصوصیات کمی و کیفی در ژنوتیپ های کلزا (عامل فرعی) در ۵ رقم لاین کلزا (Hyola-42,Syn-1,PF7045-01,Symbol,Mohican) به صورت کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی در چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی قلعه سین دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین در سال ۸۳-۱۳۸۲ اجرا شد. محل اجرای آزمایش در مختصات جغرافیایی ۳۹َ ,۵۱ طول شرقی و ۱۹َ ,۳۵ عرض شمالی در ارتفاع ۱۰۰۰ متری از سطح دریا واقع شده است . هر ژنوتیپ در ۶ پشته بطول ۶ متر و روی هر پشته سه ردیف کاشت با فاصله ۲۰ سانتی متر کشت شدند . فاصله پشته ها ۶۰ سانتی متر و فاصله بوته ها روی ردیف ۵ سانتی متر بود. هر تکرار شامل ۲۰ کرت به ابعاد ۳/۶×۶متر و مساحت ۱۹/۶ متر مربع بود که دو خط کناری از هر طرف به عنوان حاشیه و خط دوم جهت یادداشت برداری های لازم وخط سوم به عنوان حاشیه عملکرد و خطوط چهارم به بعد به مساحت ۱۴/۸ متر مربع جهت محاسبه عملکرد نهایی در نظر گرفته شد . کشت در تاریخ ۲۰ مهر ماه ۱۳۸۲ صورت پذیرفت و کود مورد نیاز بر اساس توصیه آزمون خاک ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره و۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۱۰۰ سولفات پتاسیم استفاده گردید که تمامی کود ها به جز اوره در زمان شخم افزوده شدند ویک سوم کود اوره در زمان کاشت و باقی مانده آن به صورت دو بار سرک در ابتدای ساقه دهی و شروع گل دهی مصرف گردید .

جدول ۱- خواص شیمیایی خاک مزرعه محل آزمایش قبل از کاشت

Table1:Soil chemical characteristics before planting

عمق نمونه برداری (Cm)	Ph گل اشباع	هدایت الکتریکی ds/m	در صد مواد خنثی شوندهTNV	O.C (٪)	(میلی گرم در کیلو گرم) (mg/kg)				
					P	K	B	Zn	S
0 - 30	6.9	3	18	0.71	6.2	146	0.9	0.76	14.3
31 - 60	6.9	3.1	19	0.69	6.4	142	0.85	0.44	14.2

زمان شروع اعمال تنش کم آبی در مرحله رشدی ۴/۵ بر اساس کد گذاری دوره رشد کلزا (مرحله ۵۰ درصد کل جوانه ها روی خوشه ها گل داده اند و یا

Archive of SID

www.SID.ir

در حال گل دادن هستند)(۸) در ۴ سطح(صفر ، ۲۵ ,۵۰ و۷۵ ظرفیت مزرعه) انجام شد.

در پایان رشد از سطح نمونه گیری هر کرت به طور تصادفی در ۴ مرحله ۵، بوته جداگانه انتخاب و صفاتی نظیر تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، اندازه گیری شد . دو هفته مانده به زمان برداشت در تاریخ ۲۶ اردیبهشت ۸۳ (در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک) از هر تیمار، نمونه برگی جدا و سریع به آزمایشگاه منتقل گردید(این نمونه های برگی از برگ های وسط انتخاب شدند) . به علت حجم کار، مقداری از نمونه ها در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد قرار گرفت و به تدریج ، تجزیه نمونه های برگی، جهت محاسبه عناصر ذکر شده به شرح زیر انجام شد . درمرحله اول،برگ ها توسط آب معمولی وسپس با اسیدکلریدریک ۱درصد نرمال در مدت کمتر از ۳۰ ثانیه و در نهایت با کمک آب معمولی و آب مقطر شستشو گردیدند . خشک شدن سطح برگ ها در هوای آزاد انجام شد و برای تعیین ماده خشک، نمونه ها در دستگاه خشک کن و با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد ، به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفت. نمونه های خشک شده توسط آسیاب برقی پودر شده و بر روی نمونه های پودر شد ، میزان عناصر روی، گوگرد و بور با کمک روش اکسیداسیون خشک یا سوزاندن و قرائت به روش DTPA (۱۰)دستگاه جذب اتمی به دست آمد.

تعیین وضعیت رطوبت خاک : جهت تعیین درصد رطوبت هرکرت و در نهایت، تعیین زمان آبیاری در هر یک از تیمارها، ۲ نمونه خاک از دو عمق ۳۰-۰ سانتی متری و ۶۰-۳۰ سانتی متری برداشته شد و پس از مخلوط شدن ، یک نمونه ۱۰۰ گرمی به آزمایشگاه منتقل گردید و پس از توزین وزن تر خاک، نمونه ها در ظرف آلومینیومی دربسته به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی گراد در دستگاه آون قرارداده شدند. سپس با دقت ۴- ۱۰+ گرم توزین شده و با استفاده از فرمول زیر درصد وزنی رطوبت خاک به دست آمد:

$$\text{درصد وزنی رطوبت} = \frac{\text{وزن خاک خشک} - \text{وزن خاک مرطوب}}{\text{وزن خاک خشک}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

وزن خاک خشک

در پایان تحقیق، برای تعیین عملکرد دانه، بوته های موجود در سطحی معادل ۱۴/۸ متر مربع از هر کرت آزمایشی برداشت شد و جهت خشک شدن نهایی و رسیدن رطوبت به ۱۲ درصد، به مدت یک هفته در هوای آزاد قرارگرفت ودانه ها با روش دستی، از غلاف جدا شدند. دانه های برداشت شده از هر کرت، به طور جداگانه با ترازوی دقیق آزمایشگاهی توزین گردیدند و با تعمیم دادن به هکتار، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد و وزن هزاردانه پس از شمارش و توزین، محاسبه شد. درصد روغن دانه، به روش سوکسله، در آزمایشگاه محاسبه گردید. در نهایت، عملکرد روغن هر تیمار، از ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه هر کرت به دست آمد .

تجزیه واریانس میزان عناصر کم مصرف در چهار سطح آبیاری و ۵ رقم و لاین کلزا با کمک نرم افزار SAS(۹) و مقایسه میانگین آن ها با کمک آزمون چند دامنه ای دانکن در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد انجام گرفت. نمودارهای مربوطه با کمک نرم افزار Excel ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که ژنوتیپ های تحت بررسی از نظر درصد گوگرد موجود در ماده خشک برگ، دارای اختلاف معنی داری در سطح ۱ درصد هستند (جدول۲) . هیبرید Hyola-42 و لاین Syn-1، با متوسط ۰/۱۹۴ درصد، بالاترین میزان و ژنوتیپ Mohican با میزان ۰/۱۰۳ درصد، کمترین مقدار گوگرد را به دست آورد. همچنین تاثیرات سطوح آبیاری بر درصد گوگرد در ماده خشک برگ از نظر آماری در سطح۱ درصد معنی دار شد.تیمار آبیاری صفر درصد ظرفیت مزرعه و تیمار آبیاری ۲۵ درصد، به ترتیب با متوسط ۰/۱۰۱ درصد و ۰/۱۲۲ درصد، کمترین میزان و

Archive of SID

www.SID.ir

تیمـار آبیـاری ۷۵ و ۵۰ درصـد ظرفیـت مزرعـه بـه ترتیب با میـانگین ۰/۱۹۸ و ۰/۱۸۰ درصـد در مـاده خشک برگ، بالاترین مقدار را به خود اختصاص داد .

جدول۲- تجزیه واریانس آزمایش تنش خشکی بر ۵ ژنوتیپ کلزا

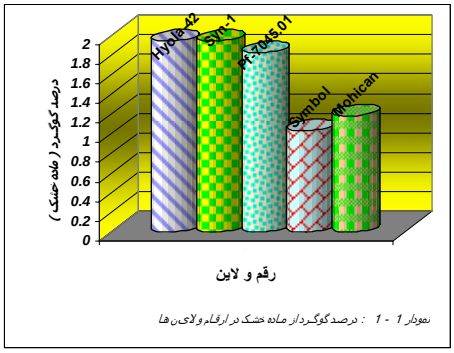
Table2. Analysis of variance of water stress 5 Genotype rapeseed

میانگین مربعات(M.S)									
منابع تغییرات SOV	درجه آزادی (df)	تعداد خورجین دربوته No.of pods per plant	تعداد دانه خورجین No.of seeds per pad	وزن هزاردانه 1000 Seeds wt(gr)	عملکرددانه Seed yield (Kg/ha)	درصدروغن دانه Oil percent %	S درصد ماده خشک Percenti in dry matter	Zn میلی گرم بر کیلوگرم (Mg/kg)	B میلی گرم بر کیلوگرم (Mg/kg)
Block بلوک	3	120.35 ns	0.89 ns	0.0029 ns	67849.3 ns	1.88 ns	5.84 ns	120.35 ns	0.89 ns
W.S تنش خشکی	3	18986.42 **	1018.31** *	11.02 **	** 984256.01	24.01 **	34.86**	18986/42**	8.31 ns
Errorاشتباه (a)	45	104.35	1.13	0.0218	53587.4	1.872	2.84	104.35	6.47
G ژنوتیپ	4	25436.20 **	** 62.18	4.59**	** 825892.45	5.26 ns	29/87**	63.20 ns	6.18 ns
W.S ×G ژنوتیپ×تنش	12	3** 21493.31	78.45 **	6.25*	872222.45 **	2.98 *	30.25**	21493/31**	1468.45 **
Error اشتباه (b)	12	186.56	۰,۷۸	0.0022	53564.8	3.99	3.097	186.56	10.78

Ns : غیر معنی دار *: معنی دار در سطح 5% **: معنی دار در سطح 1%

*,**: significant at 0.05 and 0.01 level of probability respectively. ns : Non

significant شواهدی مبنی بر واکـنش مثبـت گیاه به افـزودن کودهـای حـاوی گـوگرد در منـاطق خشک و نیمه خشک موجود است (۱۰) . دانشمندان معتقدند که گوگرد، تحمل گیاه را در برابر تنش های محیطی افزایش مـی دهـد ،امـا مقـدار آن در تـنش خشکی به شدت کـاهش یافتـه (۳۰) وکمبـود آن در اندام های هوایی (برگ ها) بـه خـوبی مـشهود اسـت (۱۸).

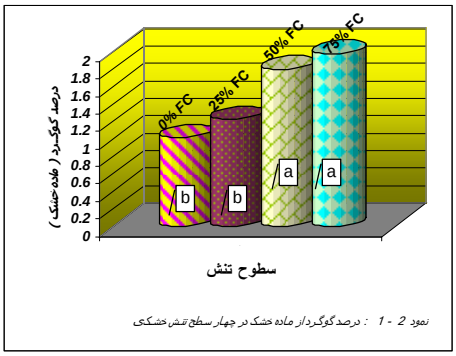


نمودار 1 - 1 : درصد گوگرد/ر ماده خشک در ارقام ولاین ها

در این پژوهش نیز با اعمال شرایط تنش از۷۵ به صفر درصد ظرفیت مزرعه،درصد گـوگرد در مـاده خشک برگ تنزل یافته و از ۰/۱۸۲ درصد به ۰/۱۰۱ کاهش پیداکرد که بـا نتـایج تحقیـق اسـت سـایرین مطابقت دارد. گوگرد چهارمین عنصر مورد نیـاز کلـزا بوده (۹) و در ساختمان پـروتئین هـا وبـه خـصوص کلروفیل ودر نهایت فتوسنتز گیاه کلزا نقش مهمی را ایفا می کند . هر چند با افزایش شدت تنش، میـزان جذب گوگرد کاهش می یابد، ولی گوگرد با هیدرولیز پـروتئین و تبـدیل آن بـه قنـد هـای سـاده (Singh,1975) درافـزایش تحمـل هیبریـد42 -Hyola و دو لایـن Syn-1 و Pf7045.01 بـه خشکی، بسیار مؤثر بوده است.

Archive of SID

www.SID.ir

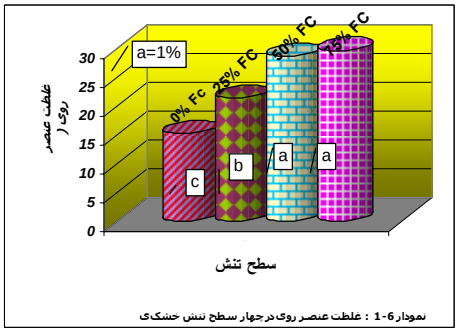


نمود 2 - 1 : درصد گوگرد(ماده خشک در چهار سطح تنش خشکی

ژنوتیپ های مختلف از نظر میزان روی در برگ، اختلاف معنی داری نداشتند و هیبرید Hyola-42 با متوسط ۲۹/۷ میلی گرم برکیلوگرم و ژنوتیپ Symbol با میانگین ۲۸/۲ میلی گرم برکیلوگرم به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار روی را به دست آوردند، ولی این اختلافات از لحاظ آماری معنی دار نبود (جدول های ۲و۳) . اما تنش خشکی، اثر معنی داری بر میزان روی در ماده خشک برگ داشته است و باعث کاهش میزان روی در گیاه شده است .دوسطح آبیاری بر اساس ۷۵ و ۵۰ درصد ظرفیت مزرعه با متوسط ۲۹/۶ و ۲۸/۶ میلی گرم بر کیلوگرم در اولین کلاس آماری قرار گرفتند. همزمان با افزایش شدت تنش، میزان روی در ماده خشک برگ کاهش پیدا کرد و به ۱۵/۲ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار آبیاری بر اساس صفر درصد ظرفیت مزرعه رسید.

محققان با آزمایشی که بر روی گیاه کلزا انجام دادند دریافتند که بر اثر تنش خشکی ،روی به علت درگیری در بین طبقات خاک، عملاً از دسترس گیاه دور مانده و مقدار آن به شدت کاهش می یابد(۲۴). گیاهانی که تحت تنش خشکی قرار دارند ، جذب عناصر غذایی را به کندی انجام می دهند ، تغییر در قابل دسترس بودن عناصر غذایی بر نیاز واقعی مواد تغذیه ای تأثیر می گذارند(۳۷) . دسترسی کلزا به عناصر پتاسیم ، فسفر ، بور ، مس و روی اهمیّت بیشتری دارد ، اگرچه جذب عنصر روی در گیاه از طریق جذب فعال صورت می گیرد (۹) وگیاه کلزا در مقایسه با گندم، به دو برابر روی نیاز دارد.

تنش خشکی ، میزان جذب این عنصر را شدیداً کاهش می دهد. کاهش عنصر روی بر اثر خشکی، باعث کاهش میزان اکسین شده و از انتقال اسید ایندول استیک (IAA) جلوگیری می کند (۲) و میزان محتوی نسبی آب برگ را به شدت تنزل می دهد(۱۳).در این بررسی نیز اعمال تیمار خشکی باعث کاهش شدید میزان روی از ۲۹/۶ به ۱۵/۲ میلی گرم در کیلوگرم شده است که بیانگر اثر منفی سطوح تنش بر روند جذب روی است.



نمودار6-1 : غلظت عنصر روی درچهار سطح تنش خشکی

بر اساس جدول تجزیه واریانس، اثرات ساده ژنوتیپ های تحت بررسی و سطوح مختلف آبیاری بر میزان تغییرات بور در ماده خشک برگ از نظر آماری اختلاف معنی داری نداشته و همگی در یک گروه آماری جای گرفتند؛ اگر چه جدول مقایسه میانگین نشان می دهد که با افزایش تنش خشکی وارده به گیاه ، میزان بور موجود در برگ ها کاهش پیدا کرد و از ۲۰/۱۸ میلی گرم بر کیلوگرم در تیمار آبیاری بر اساس ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، به ۱۹/۴۵ میلی گرم برکیلوگرم در تیمار صفر درصد ظرفیت مزرعه رسید ،ولی این کاهش از نظر آماری معنی دار نبود.در این تحقیق، بور تنها عنصری است که اختلاف های به وجود آمده در آن از نظر آماری معنی دار نبوده است. ولی تنش خشکی به شدت موجب کاهش کارایی این عنصر گردید(۱۷) . قابل دسترس بودن عنصر بور(B) برای گیاه نیز به میزان رطوبت خاک بستگی دارد و رطوبت کم باعث شده که عنصر بور دراختیار گیاه قرا نگیرد (۲).یافته های Shen و همکاران(۲۰۰۳) بر روی کلزا و اثر متقابل بور و تنش خشکی نشان داد که تحت تاثیر تنش خشکی، میزان بور کم شده و به دنبال آن میزان محتوی نسبی آب برگ و نسبت ساقه /ریشه و کارآیی مصرف آب کاهش چشمگیری پیدا می کند. خشکی، تأثیر دو گانه ای برگیاه می گذارد :۱) عدم تأمین آب و۲) عدم جذب عناصر غذایی .در این بررسی نیز یکی از دلایل کاهش عنصر

Archive of SID

www.SID.ir

بور در سطوح بالاتر تنش خشکی ، همین عوامل هستند (۳۱).

اثرات متقابل ارقام در سطوح تنش خشکی در همه عناصر ، معنی دار شده است . هر چه تنش خشکی بیشتری بر گیاه تحمیل گردید، میزان عناصر غذایی نیز کاهش بیشتری نشان داد . بیشترین میزان عناصر در اثرات متقابل بر این تیمارهای دیده شد : گوگرد (لاین Pf0745.01 و ۵۰ درصد FC) ،روی (هیبرید Hyola-42 و ۷۵ درصد FC) و بور, تیمار (لاین Syn-1 و ۵۰ درصد FC) بوده است و کمترین میزان عناصر نیز در اثرات متقابل عبارتنداز: گوگرد (رقم Symbol و صفر درصد FC) ، روی (رقم Mohican و صفر درصد FC) و بور (رقم Mohican و ۵۰ درصد FC) که در پایین ترین سطح جدول مقایسه میانگین جای گرفتند .

جدول ۳- بررسی تغییرات عناصردرسطوح مختلف تنش خشکی وپنج ژنوتیپ کلزا

Table3. Means comparison of yield and yield components of five genotype rapeseed

درصد روغن Oil percent (%)	عملکرد دانه (کیلوگرم /هکتار) Seed yield(kg/h)	وزن هزار دانه (گرم) 1000seed wt(g)	تعداد دانه در خورجین No. of seeds per pod	تعداد خورجین در بوته No. of pods per plant	بور میلی گرم/ کیلوگرم B(mg/kg)	روی میلی گرم/ کیلوگرم Zn (mg/kg)	گوگرد درصد ماده خشک S Percent in dry matter	Treatment Irrigation
40.2 b	1788.2 c	2.8 d	13.9 b	82.8 d	19.45 a	15.2 c	0.101 b	0% FC
40.2 b	2234 b	3.3 c	14.8 b	102.2 c	19.88 a	21.3 b	0.122 b	25%FC
42.3 a	3122.8 a	3.9 b	16.2 a	151.8 b	19.89 a	28.6 a	0.180 a	50%FC
43.1 a	3340.4 a	4.2 a	18.7 a	182.4 a	20/18 a	29.6 a	0.198 a	75%FC
								Cultivar
41.5 a	3377.5 a	3.9 a	15.7 a	175.4 a	21.2 a	29.7 a	0.194 a	Hyola-42(b1)
41.5 a	3111 a	3.8 b	16.2 a	161.4 a	20.8 a	28.6 a	0.194 a	Syn-1(b2)
41.6 a	2609 b	3.8 b	17.8 a	131.5 b	17.25 a	29.3 a	0.182 a	Pf7045-01(b3)
41.7 a	2062.3 c	2.7 c	12.8 b	99.2 c	19.41 a	28.6 a	0.103 b	Mohican(b4)
42 a	1974 c	2.9 c	14.3 b	149.1 ab	18.25 a	28.2 a	0.118 b	Symbol(a5)
1.9	423.3	0.091	2.7	28	5.2	3.21	0.062	SX_

میانگین های مندرج در هر ستون که دارای حروف مشابه هستند از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند .

Means with the same letters in each column are not significantly different.

عملکرد و اجزای عملکرد نیز تحت تاثیرات ساده ژنوتیپ و سطوح آبیاری و تاثیرات متقابل آن ها قرار داشت .اختلافات به وجود آمده، از نظر آماری، در سطح ۱درصد معنی دار گردید (جدول۳). تنها اختلاف درصد روغن، در میان ژنوتیپ های مختلف،معنی دار نبود . تنش خشکی، اثر معنی داری بر تعداد خورجین در بوته و دانه در خورجین گذاشته است. تعداد خورجین در بوته، با افزایش شدت تنش از تیمار آبیاری بر اساس ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه به تیمار آبیاری صفر درصد از متوسط ۱۸۲/۴ عدد به۸۲/۸ عدد کاهش یافت. نتایج فوق، با برخی مطالعات، مطابقت داشته است(۳و۳۵) . تعداد دانه در خورجین نیز تحت تاثیر ژنوتیپ و سطوح تنش قرار گرفت وژنوتیپ Pf7045-01 با متوسط۱۷/۸ عدد، در کلاس اول آماری و ژنوتیپ Mohican با متوسط ۱۲/۸ عدد ،آخرین رتبه آماری را به خود اختصاص دادند . تنش خشکی، تعداد دانه در خورجین را در۴ رتبه آماری قرار داد . سطوح آبیاری بر اساس ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه، با متوسط ۱۸/۷ عدد در بالاترین کلاس و تیمار آبیاری صفر درصد ظرفیت مزرعه، با متوسط ۱۳/۹ عدد، در آخرین سطح آماری جای گرفتند. هر چند بر اساس پاره ای تحقیقات،

www.SID.ir

رطوبت جذب شده در دوران رویشی، بسته به نوع و ساختمان خاک ،می تواند بر تعداد دانه در خورجین و تعداد خورجین در بوته تاثیر مثبت داشته باشد(۲۵). در این تحقیق، رطوبت جذب شده در دوران رشد رویشی در این میان، چندان تاثیر گذار نبوده است . وزن هزار دانه ،کاملا تحت تاثیر ژنوتیپ و سطوح آبیاری قرار گرفت. از میان ژنوتیپ های مختلف، هیبرید42-Hyola با متوسط ۳/۹ گرم و از سطوح تنش آبیاری بر اساس۷۵درصد ظرفیت مزرعه با متوسط ۴/۲ گرم، بالاترین وزن هزار دانه را به خود اختصاص دادند . ژنوتیپSymbol با متوسط ۲/۷ گرم و آبیاری بر اساس تیمار صفر درصد ظرفیت مزرعه، با ۲/۸ گرم ، در پایین ترین کلاس جدول مقایسه میانگین قرار گرفتند. بسیاری از محققان بر اختلاف معنی دار اجزای عملکرد بین ژنوتیپ های کلزا اشاره داشته اند(۵و۶) . با توجه به تنش خشکی با تیمار آبیاری بر اساس صفر درصد و ۲۵ درصد ظرفیت مزرعهکه موجب کوتاه شدن دوره رشد زایشی شده ، به نظر می رسد ژنوتیپ های متحمل به خشکی در این تحقیق، با استفاده از سازوکار فرار از خشکی و بالاتر بودن سطح گوگرد و روی در این ژنوتیپ ها، توانسته است از کاهش شدید اجزای عملکرد، جلوگیری کند که با نتایج بعضی محققان مطابقت دارد(۲۶و۲۹).

بالاتر بودن میزان سه عنصر کم مصرف در هیبرید 42-Hyola نسبت به سایر ژنوتیپ ها باعث شد که این هیبرید با متوسط ۳۳۷۷/۵ کیلوگرم در هکتار ، در اولین کلاس آماری قرار گیرد و ژنوتیپ Symbol با متوسط ۱۹۷۴ کیلوگرم در هکتار، آخرین رتبه آماری را به خود اختصاص دهد. تنش خشکی نیز باعث کاهش عملکرد دانه گردید.عملکرد دانه درتیمار آبیاری بر اساس ۷۵درصد ظرفیت مزرعه، از متوسط ۳۳۴۰ کیلوگرم در هکتار، به متوسط ۱۷۸۸/۲ کیلوگرم در هکتار در صفردرصد ظرفیت مزرعه رسید

نتایج برخی از تحقیقات (۱۲و۲۶) نشان داد که تنش خشکی، نه تنها باعث تغییرات در میزان عناصر در برگ شده، بلکه موجب کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد نیز می شود (۳۶). بر اثر کمبود روی و بور ،رشد قسمت های هوایی بسیار محدود گشته، میزان فتوسنتز کاهش یافته و عملکرد، نقصان چشمگیری می یابد (۱۵).با تحقیقی که محققان در شرایط تنش خشکی بر گوگرد در کلزا انجام دادند به این نتیجه رسیدند که کاهش شدید گوگرد به کمتر از ۰/۱ درصد در اندام های کلزا باعث کاهش تولید کلروفیل (۱۹) و کاهش فتوسنتز و تولید ماده خشک و عملکرد و شاخص برداشت (۲۱) می شود.کمبود گوگرد در کلزا می تواند عملکرد محصول را تا ۸۰ درصد کاهش دهد (۳)که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد .

در تاثیرات متقابل در بالاترین سطح تنش خشکی،هیبرید Hyola-42 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. با توجه به میزان بالاتر گوگرد و روی و بور، این هیبرید می تواند به عنوان معیاری برای سنجش ژنوتیپ های متحمل به خشکی استفاده شود .

درصد روغن در بین ژنوتیپ های مختلف، معنی دار نگردید. تنها اثر ساده سطوح آبیاری بر اساس ظرفیت مزرعه در سطح ۱درصد، معنی دارشد (جدول ۲) .بر اساس جدول مقایسه میانگین (جدول ۳) دو سطح آبیاری بر اساس ۷۵و ۵۰درصد ظرفیت مزرعه، به ترتیب با متوسط ۴۳/۱ و۳ /۴۲درصد ، بالاترین درصد روغن و دو تیمار ۲۵ و صفر درصد ظرفیت مزرعه، به ترتیب با متوسط ۴۰/۲ درصد، کمترین درصد روغن را به دست آوردند .

نتایج مشابه ، از بالاتر بودن درصد روغن ژنوتیپ های کلزای تحت آبیاری نسبت به شرایط تنش درباره تحقیقات حکایت دارند (۳۳و۲۰). همچنین ،کاهش میزان گوگرد و بور و روی در ماده خشک برگ ، تاثیر زیادی بر میزان روغن و دانه داشت.نتایج مشابه دیگری نیز گزارش شده است(۷ و ۲۹).

دراین تحقیق با افزایش شدت تنش خشکی ، به علت کاهش رطوبت موجود در خاک ، اغلب عناصر، یا در خاک تثبیت می شوند و یا قابل جذب برای گیاه هستند . همچنین، با کاهش جذب آب ، به علت پایین آمدن سطح رطوبت در خاک ، عناصر غذایی که همراه با آب وارد گیاه می شوند ، توانایی

Archive of SID

www.SID.ir

ورود به گیاه را از دست داده و درنهایت مقدار آن ها در بافت ها و برگ ها کاهش می یابد . علاوه بر این، به علت کوتاه شدن دوره رشد و زودرسی گیاه و زرد شدن برگ ها در شرایط تنش خشکی و انتقال مجدد عناصر غذایی متحرک (Mobile)وحرکت آن ها به سمت دانه ، عملاً مقدار آن ها در برگ ها در آخر دوره رشد ،کاهش یافته است (۲۲).

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص شد که جهت افزایش تولید در واحد سطح،وجودآب کافی در مراحل بحرانی رشد ضروری به نظر می رسد، حال آن که با مدیریت درست و استفاده از ارقام متحمل به خشکی می توان علاوه بر استفاده بهینه از آب ،عملکرد دانه را نیز افزایش داد .

منابع مورد استفاده

۱. آرنون ، آی . ۱۳۷۷ . اصول و عملیات کشاورزی در مناطق خشک . ترجمه عوض کوچکی . افشین سلطانی . نشر آموزش کشاورزی . کرج - ایران .

۲. حیدری شریف آباد ، ح .۱۳۷۹. گیاه . خشکی و خشکسالی. وزارت جهاد کشاورزی . معاونت آموزش و تحقیقات . مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع . شماره انتشار ۲۵۰-۱۳۷۹ .

۳. خادمی ،ز.م.ج.ملکوتی ،ح . رضایی ،پ .مهاجرانی . ۱۳۷۹ . تغذیه بهینه کلزا .نشر آموزش کشاورزی ،کرج ،ایران.

۴. راهنما ، ع . ۱۳۸۲ . ارزیابی اولیه ارقام کلزا با استفاده از شاخص های تحمل به خشکی .نتایج تحقیقات به زراعی کلزا در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ . مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر . بخش تحقیقات دانه های روغنی.

۵. شیرانی راد ، ا. ح. . ۱۳۸۲ . ارزیابی تحمل به خشکی ارقام پاییزه کلزا . نتایج تحقیقات به زراعی کلزا در سال ۸۲-۱۳۸۱ . مؤسسه اصلاح وتهیه نهال و بذر .بخش تحقیقات دانه های روغنی .صفحه ۹

۶. فرجی ، ا. . س. صادقی . ک. اسلامی . ۱۳۸۲ . بررسی تاثیر محلول پاشی نیتروژن و آبیاری بر عملکرد واجزای عملکرد ارقام کلزا در گنبد . خلاصه مقالات نخستین همایش تحقیق و توسعه کشت کلزا . استان گلستان . صفحه ۲۷ .

۷. کسرایی ، ر. ۱۳۸۰ . چکیده ای درباره علم تغذیه گیاهی . انتشارات دانشگاه تبریز . ایران .

۸. کیمبر ، دی . دی , آی . مک گرگور . ۱۳۷۸ . کلزا (فیزیولوژی , زراعت , به نژادی , تکنولوژی زیستی) . ترجمه مهدی عزیزی . افشین سلطانی . سعید خاوری خراسانی . جهاد دانشگاهی مشهد .

۹. ملکوتی ، م. ج . م. نفیسی . ۱۳۷۹ . مصرف کود در اراضی زراعی فاریاب و دیم . (ترجمه) انشارات دانشگاه تربیت مدرس . تهران - ایران .

۱۰. ملکوتی ، م . ج و ا. همایی. ۱۳۷۳ .کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه سازی مصرف کود در ایران . نشر آموزش کشاورزی . کرج . ایران .

11. Barszcask , Z.,and T. Barszcsak, and T . Gorczinsk, and A.kot. 1991 . Sensibilty of tropics of winter rapeseeding to higher Concentration. of A and units in soil . zn : MC Greyor . D . Z (ed.) proceeding of the 8'th International Rapeseed Congress. Saskatoon , Canada Organizing Committee , Saskatoon . pp 1193 – 1196.
12. Bowden, B.,R.Brennan,R. Lunt, and S. Asseng . 1999. Fertilizer nitrogen, applied late, needs in to increase grain nitrogen and protein levels in wheat. Crop Updates .1999.
13. Evans, H. J.,and sorger, G. J. 1999.Role of mineral elements with emphasis on the univalent cations. Annu. Rev.Plant Physiol 17: 47-70.
14. Foot, R.l .2001 Comparative responses of field grown crops to phosphate concentrations in soil solutions. In stress physiology in crop plants (led. H. Mussell, R.C Stapley), pp. 81-106. Wiley, Newyork
15. Graham, R.D. 1993. Effect of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to trace elements. Adv. Bot Res 10-221-276
16. Grant, G.A., and L.D. Baily . 1993. Fertility management in Canola. Production. Can. J. Plant

Archive of SID
www.SID.ir

17. Harsharn, S. G., R. D. Graham, and J. Stango alis.1998. Zinc-boron Interaction effect in oilseed rape. J. Plant Nutr. 21 (10): 2231-2234.
18. IFA M.. 2000. Water stress × Co2 effects on plants. New Phytologist. 151: 407-412.
19. Jakson.F.---Jasinka , Z. .1996. The influence of sowing detes and sowing rates on the development and Yield of winter rape varieties . Proc;7 th Int . rape seed conry poznan Poland ,pp:886-892.
20. Kajdi,F, and K. pocsia .1999. Effect of irrigation on the yield potential, protein ield of oilseed rape cultivars". Alta Ovarinsis ., 35,65-72.
21. Kimber, D. S., and D. L. MC Gregor .1995. "Basicacil seeds: production and uti lization
22. .Khan, T. G. 1991. water and plant productivity. Agricole publishing Academy. New Dehli
23. .Malhi, S; and D. leach. 2002. Restore canola yield by contacting sulphar deficiently in the growing season . xth International colloquium por the optimization of plant Nutrition. Aprill 8-13, Cario. Sheraton, Cario-Egypt.
24. .Marshner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press, New York.
25. .Mogensen, V.O., C.R. Jonsen , and H.H. poulsen. 1995. Reflectance under for early determination of water stress. International symposium of Irrigation in Australian .
26. .Mondale, R. K, and N.K. Paul .2000. Effect of oil moisture on growth attributes root characters and yield of mustard (*Brassica Juncea* L.)". Pakistan Journal of Botany. 27: 1, 143-150.
27. Nuttall , W. F ; C.C. Boswell , A.G Sinc , SOT.Ap. Moulin , L.J.Townley Smith , and G.L.
28. Rashid, A., E. Rafique, and N. Bughio. 1994. Diagosis zinc boron deficiency in rapeseed and mustard by seed analysis and soil testing . Commun Soil Sci.8 Plant Anal. 25:3405-3412.
29. Sattle.R.D,.R.Ingham,.R.Karow,.D.Kaufman,andD.McGrath.1998.Rapeseed Canadian. January 1998
30. Sharma , D.K; V.K.Khadar, R.A.Sharma , and D.Singh. 1991 . Effect of different doses and Sources of Sulphur on the quality and yield of mustard. J.Indian Soc . Soil Sci ; 39 : 2000
31. Shen,Z.G ; K.Shan, X.S. Zhang .1998. In terrastions among boron. nitrogen and growth in oilseed rape . Journal of Nanying Agricultural University . 16(1) 21- 26.
32. Singh. B.P., R.P.Singh, and T.P. yadava. 1975 . Effect of soil application of zing and Copper on the yield its attributes and oil content of toria (Brassica copestris).
33. Smith, C.J., G.C. writh, and M.R. Woodroofe. 1998. The effect of irrigation and nitrogen fertilizer of rapeseed (*Brassica napus*).production in south Eastern Australia. Irrigation Science.1 9,
34. Tandon, H.L.S. 1990. Fertiliser recommendations for oilseed crops : Aguide book. Fertilizer Development and consulatation organisation , New Dehli , India
35. Walton, G, and N. Medham , M. Robertson and , T. Potter. 2002. Phonology, Physiology and Agronomy. Australian Journal of Agricultural Research 59: 1425-39.

Archive of SID

www.SID.ir