مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹

مجله پژوهش‌های به زراعی

بررسی اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر ضریب استهلاک نوری گیاه کلزا

علیرضا پازکی[۱]*، محمد کریمی‌نژاد[۲]**

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
۲-دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۰

چکیده

در این تحقیق برای بررسی اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر ضریب استهلاک نوری گیاه کلزا (*Brassica napus* L.)، آزمایشی در سال ۱۳۸۷ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری اجرا شد که در آن آبیاری در ۳ سطح شامل: آبیاری بر اساس ۸۰ ، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به عنوان عامل اصلی و مصرف زئولیت در سه سطح شامل: عدم کاربرد و کاربرد زئولیت به میزان ۶ و ۱۲ تن در هکتار به عنوان عامل فرعی و Okapi به عنوان رقم مورد آزمایش در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که از نظر ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد بیولوژیک و ضریب استهلاک نوری بین سطوح آبیاری، کاربرد زئولیت و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده شد. مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل آبیاری و مصرف زئولیت نشان داد، انجام آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۱۲ تن در هکتار زئولیت بیشترین میزان ارتفاع بوته (۱۴۵/۵۰)، عملکرد بیولوژیک (۱۳۶۷۹/۷ kg/ha) و ضریب استهلاک نوری (۰/۴۵) را به خود اختصاص داد. در شرایط تنش بسیار شدید و یا آبیاری بر اساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A ، افزایش کاربرد زئولیت تا ۱۲ تن در هکتار در افزایش تمامی صفات مؤثر بود و در این شرایط بیشترین میزان ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و ضریب استهلاک نوری به ترتیب برابر با ۱۰۹/۷۰ سانتی‌متر، ۴/۰۲ عدد، ۹۷۵۶/۷ کیلوگرم در هکتار و ۰/۳۳ حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: تنش کم آبی، زئولیت، ضریب استهلاک نوری، عملکرد بیولوژیک، کلزا

---

* نگارنده مسئول (pazoki_agri@yahoo.com)
** عضو باشگاه پژوهشگران جوان

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

کلزا یکی از گیاهان روغنی مهم است که کشت آن در سال‌های اخیر در کشور توسعه یافته است. در حال حاضر حدود ۹۰ درصد روغن کشور وارداتی می‌باشد. با توجه به پتانسیل عملکرد مطلوب این گیاه در کشور لزوم تحقیقات همه جانبه به ویژه استفاده صحیح و بهینه از کودها بیشتر به نظر می‌رسد. این امر علاوه بر افزایش قابل توجه عملکرد، سبب بالا رفتن کیفیت و غنی‌سازی دانه کلزا می‌شود (ملکوتی و همکاران،۱۳۸۲). خشکی به عنوان کمبود رطوبت قابل استفاده‌ی خاک به اندازه‌ای که موجب کاهش رشد گیاه شود، تعریف می‌شود. البته، این تعریف نشان دهنده‌ی وضع کیفی مقدار آب قابل استفاده در خاک می‌باشد، ولی وضع آب داخل گیاه در نظر گرفته نشده است. بعضی مواقع شدت تعرق به علت رطوبت نسبی کم هوا، گرمای زیاد و سرعت متوسط باد، با وجود رطوبت قابل استفاده زیاد در محیط ریشه، بیشتر از سرعت جذب آب است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶). از نقطه نظر زراعی، خشکی شرایطی است که آب از نظر مقدار و توزیع به اندازه‌ای نیست تا گیاه بتواند عملکرد بالقوه خود را تولید کند (Dale & Daiels, 1995). تنش‌های محیطی از راه ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم، سبب کاهش رشد اندام‌های هوایی و عملکرد بیولوژیک می‌شود (Mendham *et al*., 1990). دریافت تشعشع خورشید توسط‌گیاهان و مصرف آن در تولید زیست توده‌ی گیاهی نشان دهنده‌ی فرآیندهای بنیادینی است که رشد و عملکرد گیاهان زراعی را کنترل می‌کند (Purcell *et al*., 2002) بنابراین از دیرباز، یکی از شیوه‌های ارزیابی کارکرد گیاهان، اندازه‌گیری مقدار نور دریافتی توسط گیاه و محاسبه کارآیی تبدیل آن به ماده‌ی خشک است (Cadersa & Govinden, 1999) تا جایی که از راه پایش الگوی دریافت تشعشع توسط سایه‌انداز طی دوره‌ی رشد، می‌توان کاهش عملکرد ناشی از وقوع تنش‌های محیطی را تبیین کرد (Zanetti *et al*., 1999).

تمام شواهد نشان می‌دهد که هر چه جذب نور در جامعه‌ی گیاهی بیش‌تر باشد، عملکرد نیز بیش‌تر خواهد بود همه‌ی گیاهان حداقل در دوره‌ی رویشی خود با استفاده از نور خورشید، مواد خشک تولید کرده و در خود ذخیره می‌کند (Ramberg e*t al*., 2002). همبستگی نزدیکی بین تشعشع دریافت شده توسط یک محصول و رشد آن وجود دارد (Monteith, 1997). چنانچه آب و مواد غذایی به اندازه‌ی کافی در اختیار گیاه قرار داشته باشد، نور تنها عاملی است که روی میزان محصول هر نبات اثر تعیین کننده می‌گذارد ضریب استهلاک نوری (K) نشانگر نرخ کاهش نور در جامعه‌ی گیاهی است. برخی از محققین با رگرسیون‌گیری لگاریتمی از مقدار نور عبور کرده نسبت به شاخص سطح برگ توانستند ضریب استهلاک نوری را تعیین کنند (Jones, 1992).

رحیمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی بر روی گیاه کلزا، بیان کردند که مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار سبب افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه‌های فرعی، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین عملکرد بیولوژیک شد. فرهمند و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی که بر روی گیاه گل نرگس شیراز انجام دادند، بیان کردند که مصرف زئولیت آمیخته با خاک سبب افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، میزان کلروفیل، قطر و وزن تر و خشک ساقه‌ی گل دهنده شد اما اثر معنی‌داری بر تعداد برگ و تعداد ریشک نداشت. نظری و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایشی بر روی گل جعفری انجام دادند، اظهار داشتند که استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

زئولیت در محیط کشت سبب افزایش میزان فتوسنتز، کارآیی یاخته‌های مزوفیل، کارآیی مصرف آب، میزان کلروفیل و در نهایت افزایش عملکرد بیولوژیک شده است. خوشبخت و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش خود بر روی گیاه تربچه بیان کردند که کاربرد زئولیت سبب افزایش رشد و بهبود عملکرد شده است. Tsadilas *et al* (1993) در تحقیقی بر روی گندم دریافتند که استفاده از زئولیت، باروری کل محصول گندم (ساقه خشک و بذر) را افزایش می‌دهد. Samironof (1998) اثرات سودمند زئولیت ناشی از تأثیر آن بر مقدار رطوبت خاک و میزان تغذیه خاک را مثبت ارزیابی کرد.

Um *et al* (1998) اظهار داشتند که مصرف زئولیت در برنج سبب افزایش معنی‌داری در رشد اندام‌های هوایی و عملکرد بیولوژیک شده است. Allen & Ming (1995) بیان کردند که استفاده از زئولیت در خاک‌های با بافت متوسط سبب افزایش رشد گیاه تربچه شده است.

دریافت تشعشع اول فصل (Scott & Allan 1978; scott & Jaggard 1993) دریافت تشعشع طی آخر فصل (مهر - آبان) (Kenter *et al*., 2006) آبیاری (Hamer *et al*., 1994) خشکی (Brown *et al*., 1987) و الگوهای دریافت تشعشع و تبخیر و تعرق (Werker & Jaggard 1998) روی محصول و ضریب استهلاک نوری مؤثر است.

کاهش مقدار ضریب استهلاک نوری (برگ‌های عمودی‌تر) برای اجازه نفوذ نور به داخل کانوپی و برخورد نور به برگ‌های بیش‌تر در مقادیر کم تابش سبب افزایش سرعت تبادل کربن می‌شود. این عامل سبب افزایش راندمان مصرف تشعشع در گیاهانی که منبع در آن‌ها محدود است خواهد شد (Richards *et al*., 2000).

کوتاهی فصل رشد، در اثر تأخیر در کاشت، موجب می‌شود که گیاه نتواند به موقع تاج خود را گسترش دهد و از پتانسیل محیطی به خوبی استفاده کند و بنابراین، قبل از رسیدن به بیش‌ترین رشد رویشی، سرمای پاییزه از سرعت رشد کاسته و منجر به تولید ریشه‌های کوچک‌تر می‌شود (حبیبی و همکاران، ۱۳۸۳). بنابراین، استقرار زود هنگام محصول در سطح مزرعه با افزایش سطح برگ و ایجاد امکان دریافت تشعشع در ماه‌های اردیبهشت و خرداد که مصادف با بیش‌ترین تابش خورشیدی است، شرایط دستیابی به عملکرد بالا را فراهم می‌سازد (Fortune *et al*., 1999).

ضریب استهلاک نوری به زاویه‌ی تابش، زاویه برگ و وضعیت قرار گرفتن آن‌ها بستگی دارد و این عامل نقش مهمی در استفاده‌ی بهینه از نور دارد (Dwyer *et al*., 2000). جامی الاحمدی (۱۳۸۶) مشاهده کرد با افزایش ضریب استهلاک نوری در بادام‌زمینی کارآیی مصرف نور بر مگاژول کاهش یافت. در نتیجه این تحقیق با هدف بررسی واکنش راندمان مصرف تشعشع، تشعشع فعال جذب شده تجمعی، ضریب استهلاک نوری و تنش خشکی و محلول‌پاشی متانول در گیاه سویا به مرحله‌ی اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق برای بررسی اثر مصرف زئولیت و سطوح آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی ارقام پاییزه کلزا، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۳۸۷ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری اجرا شد که در آن آبیاری در ۳ سطح شامل: آبیاری بر اساس ۸۰ , ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به عنوان

Archive of SID

www.SID.ir

عامل اصلی و مصرف زئولیت در سه سطح شامل: عدم کاربرد زئولیت، کاربرد زئولیت به میزان ۶ تن در هکتار و کاربرد زئولیت به میزان ۱۲ تن در هکتار به عنوان عامل فرعی و Okapi به عنوان رقم مورد آزمایش در نظر گرفته می‌شود.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت ۵ متری با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی‌متر و تراکم بوته حدود۹۰ عدد پس از زمستان گذرانی بود. در این طرح برای تأمین حاصلخیزی خاک حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص به صورت پایه، ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات خالص، همراه با ۲/۵ لیتر در هکتار علفکش ترفلان در زمان آماده سازی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین کود سرک ازت خالص به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله‌ی آغاز ساقه رفتن و آغاز گلدهی مورد استفاده قرار گرفته و به منظور مبارزه با آفت شته مومی سم متاسیستوکس به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به کار رفت. در این طرح دو خط کناری هر کرت به عنوان حاشیه و در فواصل بین کرت‌ها دو خط به صورت نکاشت برای رعایت فاصله در نظر گرفته شد. از چهار خط مرکزی هر کرت آزمایشی برای بررسی و اندازه‌گیری ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، عملکرد بیولوژیک و ضریب استهلاک نوری استفاده شد. برای اندازه‌گیری ارتفاع و تعداد شاخه فرعی در بوته از ۱۰ گیاه موجود در هر کرت نمونه‌برداری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک مساحت ۴ متر مربع از منطقه برداشت نهایی در نظر گرفته شد و پس از کف بر کردن و خشک کردن توزین شدند. برای محاسبه‌ی ضریب استهلاک نوری، در مرحله‌ی تولید بیشترین میزان پوشش گیاهی، نمونه‌برداری تشعشعات فعال فتوسنتزی (PAR) دریافتی در بالای تاج پوشش و در پایین آن بر حسب میکرومول بر مترمربع در ثانیه در ساعت ۱۲ ظهر و هنگامی که زاویه خورشید عمودی و مقدار تشعشع در بیشترین میزان خود بود توسط دستگاه LCA4 اندازه‌گیری و بر اساس میزان شاخص سطح برگ پس از رعایت حاشیه و از ۴ خط میانی هر کرت آزمایشی تعیین شد. در نهایت طبق فرمول LnIi/I0=-K(LAI) مقدار Ii محاسبه شد که در آن I0= تشعشع فعال فتوسنتزی در قسمت بالای جامعه گیاهی، Ii= تشعشع فعال فتوسنتزی در زیر لایه i ام برگ‌ها، LAI= شاخص سطح برگ در لایه i ام و K= ضریب استهلاک نوری می‌باشد (Yunusa *et al* ., 1993).

نتایج

ارتفاع بوته

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر ارتفاع بوته بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱). در این شرایط متوسط ارتفاع بوته ارقام در وضعیت تنش آبی شدید ۹۸/۶، تنش آبی متوسط ۱۲۳/۳۵ سانتی‌متر و در آبیاری مطلوب ۱۳۸/۸ سانتی‌متر بود (جدول ۲). دلیل این امر تأثیر تنش کم آبی بر برخی از پروتیین‌ها، اسیدهای آمینه، آنزیم‌ها، کلروفیل و نقش آن‌ها در افزایش ساخت هورمون اکسین حاصل از شرایط مطلوب آبیاری و انجام فتوسنتز بیشتر است (پازکی، ۱۳۷۹). اثر سطوح زئولیت بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۲۸/۲۰ سانتی‌متر دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۱۰۷/۸۴ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد دلیل این امر فعالیت بیش‌تر و تقسیم سلولی قابل توجه مریستم‌های انتهایی موجود در گره‌های ساقه به دلیل ذخیره‌ی بیشتر آب توسط زئولیت نسبت به شرایط تنش باشد. این امر با نتیجه تحقیقات

Archive of SID

www.SID.ir

Singh & Saxena (1991)و Restuccia *et al* (1995) مطابقت می‌کند.

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان‌داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۴۰/۵۰ سانتی‌متر بیشترین و تیمار آبیاری در ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و عدم کاربرد زئولیت با۷۹/۵۰ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع بوته بود (شکل ۱). دلیل این امر اثر مطلوب آبیاری و تنش آب خاک از راه کاربرد زئولیت و جذب مناسب‌تر آب و عناصر غذایی، تقسیم مناسب سلولی، انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به مخزن[1]، همچنین افزایش رشد میانگره‌ها و طول دوره‌ی رشد گیاه بر اثر کاهش تنش بوده است که البته واکنش ارقام به این امر متفاوت است (جاهد و همکاران، ۱۳۸۳; Restuccia *et al*.,1995; Richards,1992 ; Singh & Saxena ,1991;).

شیخ عطایی و همکاران (۱۳۸۳) در ارزیابی ارقام متحمل به خشکی کلزا، همبستگی بسیار معنی‌داری را بین تعداد خورجین با ارتفاع بوته نشان دادند. افزایش ارتفاع و افزایش برگ یا سطح فتوسنتز کننده، میزان فتوسنتز بالاتری را در پی داشت. نتیجه‌ی این تغییرات به افزایش تعداد خورجین که جزء اصلی اجزای عملکرد است، منجر شد. ولی همبستگی بین ارتفاع بوته و وزن خشک بوته به علت ریزش برگ‌ها و فقدان شاخه‌های جانبی در شرایط تنش معنی دار نشد. در نتایج تحقیقات جاهد (۱۳۸۳) آمده است که کوتاه شدن فواصل آبیاری و افزایش مقدار آب آبیاری سبب افزایش جذب کافی عناصر غذایی و فتوسنتز مناسب می‌شود، در نتیجه آسیمسلات‌ها به نحو مطلوبی تولیده شده که با تخصیص آن‌ها به رشد رویشی، سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شوند. زیرا تنش رطوبتی سبب کاهش فتوسنتز از راه بسته شدن روزنه‌ها و سایر پارامترها می‌شود و در نتیجه رشد رویشی کاهش می‌یابد. Ramberg(2002) در بررسی ضرایب همبستگی اجزای عملکرد کلزا، اثر مستقیم ارتفاع گیاه را روی تعداد دانه در خورجین، مثبت و اثرات مستقیم طول دوره‌ی گلدهی را بر روی ارتفاع گیاه منفی اعلام کرد.

تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر تعداد شاخه فرعی در بوته بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱)، در این شرایط متوسط تعداد شاخه فرعی در بوته ارقام در وضعیت تنش آبی ۳/۷ عدد و در آبیاری مطلوب ۴/۸ عدد بود (جدول ۲).

اثر سطوح مصرف زئولیت بر تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۴/۴۷ عدد دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۳/۹۷ عدد دارای کمترین تعداد شاخه فرعی در بوته بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد دلیل این امر تأثیر مستقیم وجود آب بیشتر بر افزایش فعالیت مریستم‌های جانبی در فرآیند شاخه‌زنی و همچنین تأثیر غیرمستقیم از راه افزایش جذب نیتروژن همراه با ورود بیشتر آب از راه ریشه و جلوگیری از کاهش میزان کلروفیل‌های a ,b به عنوان رنگیزه‌های اصلی فتوسنتزی می‌باشد (Mendham *et al* .,1990;Ashraf & Mehmood).

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد شاخه فرعی در بوته درسطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

1- Sink

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۶ تن در هکتار زئولیت با ۵/۰۵ عدد بیشترین و تیمار مربوط به تنش آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با ۳/۱۷ دارای کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در بوته بود (شکل ۲). بنابراین می‌توان چنین اظهار داشت که در مجموع در شرایط آبیاری مطلوب و مصرف زئولیت از راه تأثیر بر گره، ارتفاع ساقه افزایش یافته و از محل گره‌ها شاخه‌های فرعی بیشتری تولید شد (Mendham *et al*.,1990; Cox &Jolliff , 1986;).

دلیل دیگر اثر آبیاری مطلوب و مقدار آب مصرفی در جذب مناسب‌تر آب و عناصر غذایی، تقسیم مناسب سلولی، انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی به مخازن[1]، همچنین کاهش رشد میانگره‌ها و طول دوره‌ی رشد گیاه بر اثر تنش است (Restuccia *et al*., 1995 ; Richards, 1992 ; Singh & Saxena, 1991).

Pannu & Singh (1993) در بررسی اثر تنش رطوبتی بر رشد کلزا نشان داد که تنش خشکی وزن خشک قسمت‌های هوایی را بیشتر از وزن خشک ریشه کاهش داد. همچنین سبب پایین آمدن عملکرد دانه کلزا شد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه‌ی واریانس نشان داد که تأثیر آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). متوسط عملکرد بیولوژیک درشرایط تنش آبی شدید ۹۰۷۲/۸ کیلوگرم در هکتار، تنش آبی متوسط ۱۱۰۰۴/۷ کیلوگرم در هکتار و آبیاری معمول ۱۳۳۹۷/۹ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). Li *et al*(2006) اظهار داشتند که در گیاه یونجه در شرایط تنش خشکی عملکرد بیولوژیک و رشد اندام‌های هوایی کاهش یافتند. جاهد و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند، شاخص برداشت عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیکی و متأثر از هر دو جزء یاد شده می‌باشد و با توجه به اینکه عملکرد اقتصادی یا دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی قرار می‌گیرد، با اعمال تنش‌های رطوبتی شاخص برداشت کاهش می‌یابد. اثر زئولیت بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، نتایج مقایسه‌ی میانگین‌ها نشان داد که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۱۷۵۱/۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۹۰۲/۷۷ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۲).

اثر متقابل آبیاری و زئولیت برعملکرد بیولوژیک درسطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱)، در این وضعیت انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۳۶۷۹/۷ کیلوگرم در هکتار منجربه بیشترین و تنش کم آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با ۷۷۱۵/۵ کیلوگرم در هکتار منجر به کمترین میزان عملکرد بیولوژیک شد (شکل ۳) که دلیل آن را به کاهش صفت شاخه‌زنی، تولید برگ و ارتفاع بوته‌ی حاصل از فتوسنتز از راه عواملی مانند کوتاه شدن دوره‌ی رشد (Singh & Saxena, 1991; Restuccia *et al*.,1995) در شرایط تنش، بالا بودن صفت ارتفاع بوته، شاخه‌زنی، تشکیل برگ، دوام سطح برگ، محتوی نسبی آب برگ و افزایش فتوسنتز به کاربرد زئولیت نسبت می‌دهیم (Kumar & Elston , 1993 ;Good & Maclagan, 1993 ;Dua *et al*,1994).

پازکی (۱۳۷۹) در تعیین اثرات تنش خشکی بر ارقام کلزا گزارش کرد که با کم شدن دور آبیاری (از

1-Sinks

Archive of SID

۸۵ میلی‌متر به ۴۵ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A)، عملکرد بیولوژیک افزایش یافت و در بیش‌ترین اندازه به ۷۹۰۸ کیلوگرم در هکتار رسید.

ضریب استهلاک نوری (K)

نتایج تحقیق نشان داد که از نظر ضریب استهلاک نوری بین سطوح آبیاری تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد (جدول ۱)، در این شرایط متوسط ضریب استهلاک نوری در وضعیت تنش آبی متوسط ۰/۳۳ و در آبیاری مطلوب ۰/۴۳ بود (جدول ۲). نحوه‌ی دریافت PAR توسط سایه انداز گیاه، یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین کننده فتوسنتز سایه‌انداز و عملکرد گیاه زراعی به شمار می‌رود (Stewart *et al*., 2003). ازسوی دیگر، مطالعه‌ی رشد و تجمع زیست توده (Biomass) در گیاهان زراعی مختلف نشان داده است که تولید زیست توده به شاخص سطح برگ (LAI) و مقدار تشعشع دریافت شده در طول دوره‌ی رشد (fi) وابسته است (Asseng *et al*., 2004; Wolf *et al*., 2002; Purcell *et al*., 2002). در دیگر مطالعه‌ها، تشعشع دریافت شده با اندازه‌گیری LAI (Bonhomme, 2000) و در دست داشتن شاخص کارآیی دریافت تشعشع یا ضریب استهلاک نوری یا خاموشی تشعشع (K) برآورد شده است (Lindquist *et al*., 2005). اثر سطوح مصرف زئولیت بر ضریب استهلاک نوری در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱) به صورتی که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۰/۳۸ دارای بیش‌ترین و عدم کاربرد زئولیت با ۰/۲۹ عدد دارای کم‌ترین تعداد شاخه فرعی در بوته بود (جدول ۲).

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر ضریب استهلاک نوری درسطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه‌ی میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۰/۴۵ بیشترین مقدار ضریب استهلاک نوری را به خود اختصاص داد که با مصرف ۶ تن در هکتار در یک گروه آماری قرار گرفت و تیمار مربوط به تنش آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با ۰/۱۸ کم‌ترین مقدار صفت مذکور را نشان داد (شکل ۴). توجه به معنی‌دار شدن اثر آبیاری و زئولیت برضریب استهلاک نوری مشخص شد که با کاربرد آن‌ها روند توسعه‌ی سطح برگ و زاویه‌ی و آرایش برگ مطلوب برگ‌های بالایی و در مجموع جذب کارآمد نور توسط آن‌ها برخوردار است که همین امر موجب دستیابی مطلوب‌تر برگ‌های پایینی به نور نیز شده و از تبدیل آن‌ها به برگ‌های انگل جلوگیری می‌کند. دلیل دیگر این است که جوامع گیاهی از نور به دو شکل مستقیم و غیر مستقیم استفاده می‌کنند به صورتی که برگ‌های بالایی از نور مستقیم و برگ‌های پایینی از نور غیر مستقیم استفاده می‌کنند. تشعشعات غیرمستقیم به دلیل عبور نور از بین برگ‌ها و انعکاس توسط زمین کم می‌شوند. با توجه به این که برگ‌ها بیش‌تر نور مرئی را جذب می‌کنند و بیشتر نور مادون قرمز را از خود عبور می‌دهند، بنابراین در کف کانوپی مقدار نور مادون قرمز نسبت به نور مرئی بیش‌تر است (مجدنصیری و احمدی،۱۳۸۴; Clegg *et al* ,1974). دریافت تشعشع اول فصل (Scott & Allan 1978; scott & Jaggard 1993) دریافت تشعشع طی آخر فصل (Kenter *et al*., 2006) آبیاری (Hamer *et al*., 1994)، خشکی (Brown *et al*., 1987) و الگوهای دریافت تشعشع و تبخیر و تعرق (Werker & Jaggard 1998) روی محصول و ضریب استهلاک نوری مؤثر است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱– تجزیه واریانس اثر آبیاری و زئولیت بر صفات مورد آزمون

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	عملکرد بیولوژیک	ضریب استهلاک نوری
تکرار	۳	۰/۶۳ ns	۰/۰۳ ns	۱۱۸۷۱۲۴ ns	۰/۰۳۸ *
آبیاری	۲	۱۰/۷۳**	۰/۲۲**	۵۶۳۳۱۷۸۹**	۰/۰۷۷ **
خطا	۶	۰/۷۹	۰/۰۱	۱۹۴۹۸۶۲	۰/۰۰۴
زئولیت	۲	۳/۳۶**	۰/۰۶**	۷۶۰۷۶۴۲**	۰/۰۲۷ **
آبیاری × زئولیت	۴	۰/۶۱**	۰/۰۱ **	۹۴۷۶۷۰**	۰/۰۰۴*
خطا	۱۸	۰/۰۸	۰/۰۰۳	۱۱۸۲۶۵/۶	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات (درصد)		۹/۸۶	۹/۴۶	۱۵/۵۰	۱۰/۶۵

ns : غیر معنی‌دار * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

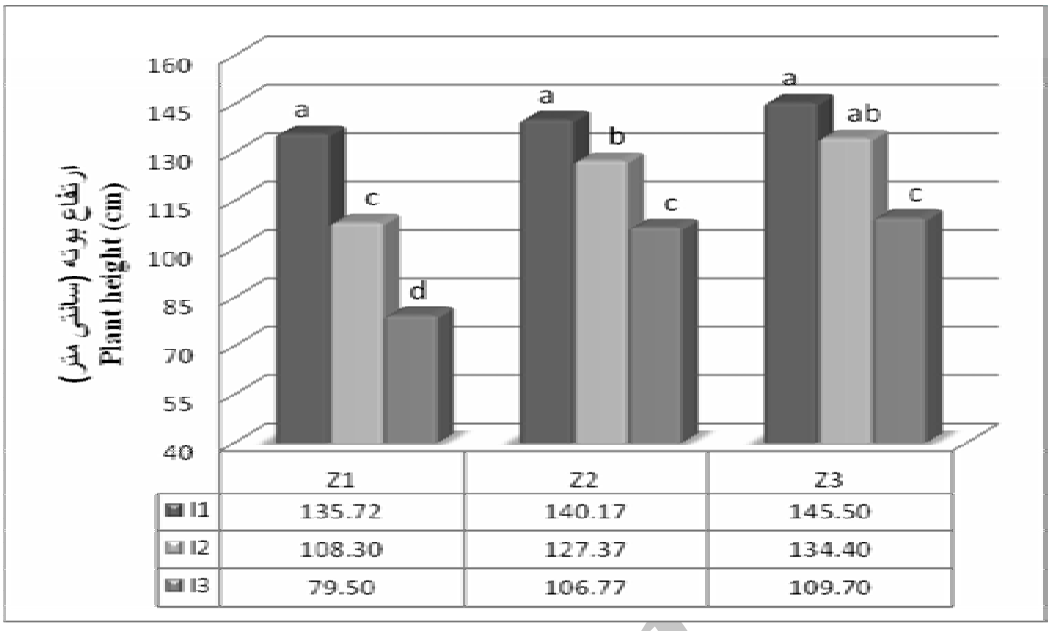
جدول ۲– مقایسه میانگین تأثیر سطوح آبیاری و مصرف زئولیت بر صفات مورد آزمون

تیمار	میانگین			
	ارتفاع بوته تعداد	تعداد شاخه فرعی در بوته	عملکرد بیولوژیک	ضریب استهلاک نوری (K)
آبیاری بر اساس میزان تبخیر از سطح تشنک تبخیر کلاسA (I)				
۸۰ میلی‌متر تبخیر (I1)	۱۳۸/۸۰ b	۴/۸۰ b	۱۳۳۹۷/۹ a	۰/۴۳ a
ابیاری بر اساس ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر (I2)	۱۲۳/۳۵ a	۴/۳۹ a	۱۱۰۰۴/۷ b	۰/۳۳ b
ابیاری بر اساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر (I3)	۹۸/۶۵ a	۳/۷۰ a	۹۰۷۲/۸ c	۰/۲۷ b
زئولیت (Z)				
صفر تن در هکتار (Z0)	۱۰۷/۸۴ a	۳/۹۷ a	۱۰۲۵۳/۴ b	۰/۲۹ b
۶ تن در هکتار (Z1)	۱۲۴/۷۷ b	۴/۴۷ b	۱۱۴۷۱/۱ a	۰/۳۶ a
۱۲تن در هکتار (Z2)	۱۲۸/۲۰ c	۴/۴۵ b	۱۱۷۵۱/۱ a	۰/۳۸ a

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

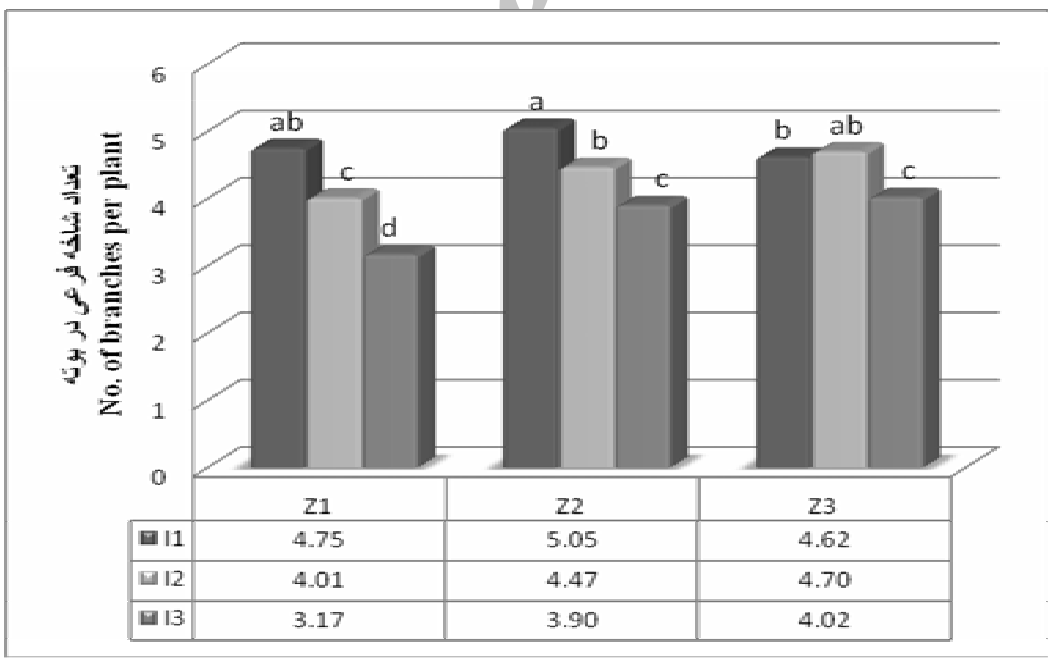
Archive of SID

www.SID.ir



	Z1	Z2	Z3
I1	135.72	140.17	145.50
I2	108.30	127.37	134.40
I3	79.50	106.77	109.70

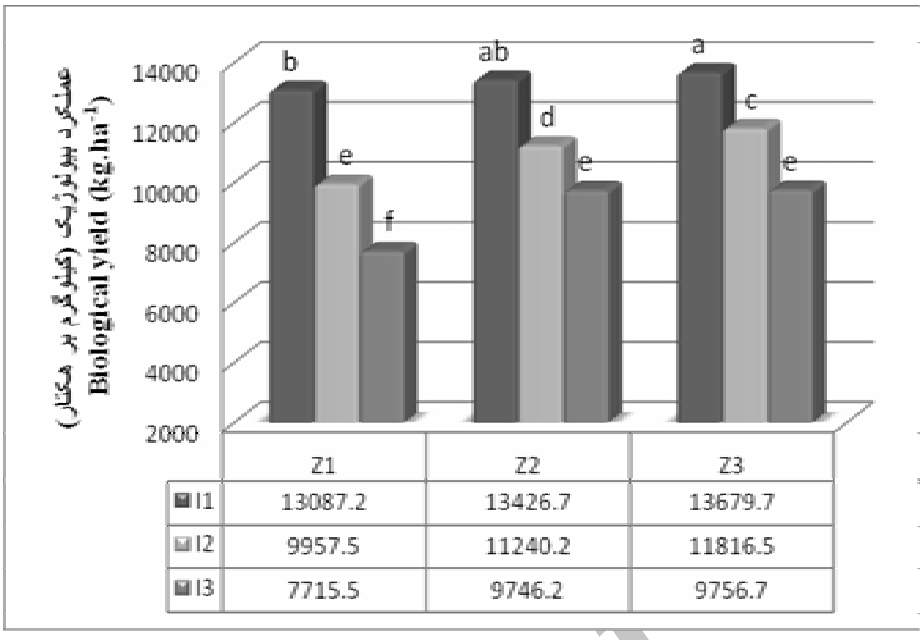
شکل ۱– مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر ارتفاع بوته



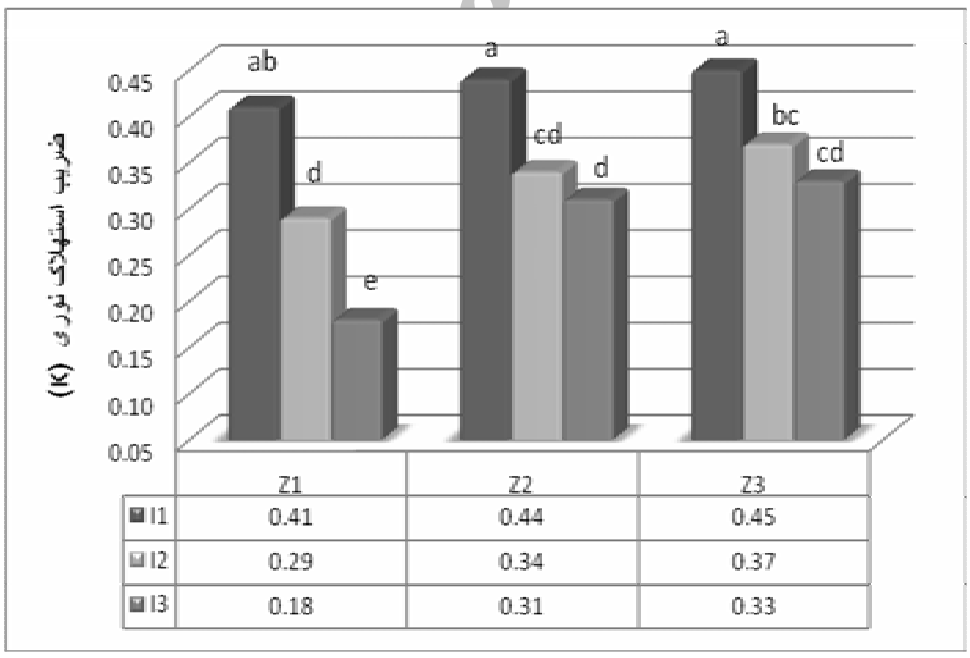
	Z1	Z2	Z3
I1	4.75	5.05	4.62
I2	4.01	4.47	4.70
I3	3.17	3.90	4.02

شکل ۲–مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد شاخه فرعی در بوته

www.SID.ir



شکل ۳–مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر عملکر د بیولوژیک



شکل ۴–مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر ضریب استهلاک نوری

www.SID.ir

منابع

پازکی ،ع. ۱۳۷۹. بررسی و اندازه‌گیری اثر تنش آب بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و شاخص‌های مقاومت به خشکی دو رقم کلزا . پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. ۲۶۰ صفحه.

رحیمی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر کاربرد زئولیت بر مصرف بهینه نیتروژن در زراعت ارقام کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد . دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه. ۱۸۰ صفحه.

سرمدنیا ، غ و ع ، کوچکی. ۱۳۷۶. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. صفحه ۳۰-۳۲.

شیخ عطایی ،ا . ۱۳۸۳. بررسی تأثیر تنش خشکی بر روی برخی از ویژگی‌های فیزیولوژیکی و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان در سه رقم نخود فرنگی .پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه ازاد اسلامی واحد کرج. ۱۲۰ صفحه.

جاهد، س، ا، ح. شیرانی راد و م ، ر. اردکانی. ۱۳۸۳ . تأثیر تنش خشکی بر شاخص‌های رشد ارقام کلزا. هشتمین کنگره‌ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.

حبیبی، د .نورمحمدی، ق .کریمی آبادچی، م.م .مجیدی هروان، ا و درویش، ف . ۱۳۸۳. اثرات تاریخ کاشت و تراکم بوته بر عملکرد ریشه و عیار چغندرقند .علوم کشاورزی، (۱) ۲۲-۳۲.

خوشبخت، د. شاکری، ف. عقدک، پ. مدرس ب. و ب، بانی نسب. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد زئولیت در بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد تربچه. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز.صفحه ۷۴.

فرهمند، ه،. ف. نظری، س. عشقی و س. خوشخوی. ۱۳۸۶. کاربرد مقادیر مختلف زئولایت طبیعی و اتفن بر تولید گل نرگس شیراز. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز. صفحه ۵۲.

کوچکی ، ع و ا، علیزاده. ۱۳۷۰.اصول زراعت در مناطق خشک،انتشارات استان قدس رضوی.۲۶۰ صفحه.

مجد نصیری ،ب و م.ر احمدی. ۱۳۸۴. تأثیر فصل کاشت و فاصله بوته در نحوه توزیع و میزان جذب نور در جامعه گیاهی ژنوتیپ‌های مختلف گلرنگ (*Crarthamus tinctorious* L.) مجله علوم کشاورزی ایران. ۶(۱): ۶۳-۷۳. صفحه ۷۸.

ملکوتی ، م . ج ،. ز . خادمی و پ . مهاجر میلانی. ۱۳۸۲ . توصیه بهینه کودی برای کلزا در کشور. مجموعه مقالات تغذیه بهینه دانه‌های روغنی. مؤسسه تحقیقات خاک و آب. تهران.

Allen, E. R., D. W. Ming. 1995. Recent progress in the use of natural zeolites in agronomyand horticulture. Natural Zeolites. 93: 477-490.

Archive of SID

www.SID.ir

Ashraf, M. and S. Mehmood. 1990. Response of four *brassica napus* species to drought stress. Environmental and experimental Botary. 30: 93-100.

Asseng, S., P.D. Jamieson, B. Kimball, P. Pinter, K. Sayre, J.W. Bowden, and S.M. Howden .2004. Simulated wheat growth affected by rising temperature, increased water deficit and elevated atmospheric CO2. Field Crops Res. 85: 85-102.

Bonhomme, R .2000. Beware of comparing RUE values calculated from PAR vs. solar radiationor observed vs. intercepted radiation. Field Crop Res. 68:247-252.

Brown, K.F., A.B. Messem, R.J. Dunham, and P.V. Biscoe .1987. Effect of drought on growth and water use of sugar beet. J. Agr. Sci. (Camb.). 109: 421-435.

Cadersa, Y. and N .Govinden .1999. Relationship between canopy cover and light interception inpotato in a tropical climate. Food and Agric. Res. Council, 137-144.

Clegg ,M.D ., W.W. Biggs, J.D , Eastin, J.W , Marvanille, and C.Y, Sulivan. 1974 .Light transmitrion in field communities of sorghum . Agron .J.66:471-476.

Cox , W . J . and G . D. Jolliff .1986 . Growth and yield of sunflower and soybean under soil water vdefficit .Agron .J . 78 : 226 -230 .

Dale, R. and A. Daiels. 1995. A weather-soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield. Agronomy Journal. 87:1115-21.

Dua, A., G. Talwar, R. H. Singal and N. R. Sing. 1994. CO_2 exchange primary photochemical reactions and enzymes of photosynthetic carbon reduction cycle in Brassica pods during water stress and recovery. Photosynthetica. 30:9:261-268.

Dwyer, L. M., D. W. Stewart, R.I. Hamilton, and L. Honwing. 1992. Ear position and vertical distribution of leaf area in corn. Agronomy Journal 8: 430-438.

Fortune , R.A., J.I. Burke, T. Kennedy, and E .O'Sullivan .1999. Effect of early sowing on the growth, yield and quality of sugar beet. Crops Res. Centre, Oak Park, No 20, 25p.

Good,A.G. and J.L. Maclagan .1993 . Effect of drought stress on the water relation in Brassica species. Canadian Journal of Plant Science.73:2,525-529.

Hakan. O. 2002. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapseed cultivars. Agron. J. 19: 453-463.

Hamer,P.J.C, M.K.V.Carr, and E.Wright. 1994. Crop production and water use. II. The development and validation of a water-use model for sugar beet. J. Agric. Sci. Camb. 123: 15-24.

Hu,H. and P.H.Brown. 1997. Absorbtion of boron by plant roots . Plant and soil . 193: 49-58.

Jones, H. G. 1992. Plants and microclimate, 2nd edition. A quantitative approach to environment plant physiology.Cambridge University press, Cambidge.

Kenter,C., C.M.Hoffmann, and B.Märländer. 2006. Effects of weather variables on sugar beet yield development (*Beta vulgaris* L.). Europ. J. Agron. 24(1):62-69.

Archive of SID

www.SID.ir

Kumar,A. and J.Elston. 1993. Leaf expansion in Brassica species in response to water stress. Indian Journal of Plant Physiology. 36 : 4, 220-229.

Li,W.R.,S.Q. Zhang, and L. Shan.2006.Effect of water stress on chlorophyll II fluorescence paramerters and activity of antioxidant enzyme in Alfaalfa(*Medicago sativa* L.) seedlings .The first international conference on the theory and practices in Biological Water Saving (ICTPB), Beijing China.

Lindquist,J.L., T.J.Arkebauer, D.T.Walters, K.G.Cassman, and A.Dobermann. 2005. Maize radiationuse efficiency under optimal growth conditions. Agron. J. 97: 72–78.

Marschner,H. 1995. Mineral nutrition of higher plants. Seconded. Academic Press, London.

Mendham , N. J ., J .Russel and N . K . Jarosz .1990 . Response to sowing time of three contrasting Australia cultivars of oil seed rape (*Brassica napus* L .). Journal of Agricultural Science . 114 : 3, 275 -283 .

Monteith,J.L. 1997.Climate and the efficiency of crop production in Britain Philosophical Transactions of the Royal Society of London 281: 277-294.

Norton,R.M. 1989. Applied nitrogen and water use efficiency of canpla . In ; Buzza , G . C .(ed) Proceeding of seventh workshop of Australian rapeseed agronomists and breeders . Toowoomba , Queenslans , Australia , pp. 107-110 .

Pageaue,D., J.Laford, and G.F.Termblay. 1999.The effect of boron on productivity of canola. Proceeding of the 10 th international rapeseed congress. Canbera. Australia.

Pannu,R.K. and D.D . Singh.1993. Effect of irrigation on water Use Efficiency , growth and yield of mungbean .Field Crops Research .31:100-187.

Purcell,L.C., R.A.Ball, J.D.Reaper, and E.D.Vories. 2002. Radiation use efficiency and biomassproduction in soybean at different plant population densities. Crop Sci. 42:172-177.

Ramberg,H.A., J.S.C.Bradley, J.S.C.Olson, J.N.Nishio, J.Markwell, and J.C.Osterman. 2002. The Role of Methanol in Promoting Plant Growth: An Update. Rev. Plant Biochem. Biotechnol. 1:113-126.

Restuccia,G., G.Maurmicale, and P.G.Litrico. 1995 . Effect of irrigation regimes on the agronomic behaviour of cotton cultivated in the mediterranean region . rivistali agronomia , 29 : 2 , 123 - 131 .

Richards,R.A. 1992. The effect of dwarfing genes in spring wheat in dry environments. II. Growth, water use and water use efficiency. Aust. J. Agri. Res. 43 : 529-539.

Richards R.A. 2000. Selectable traits to increase crop photosynthesis and yield of grain crops.J. Exp. Bot. 51:447-458.

Rinaldi , M.and A.V. Vonella. 2006 .The response of autumn and spring sown sugar beet (*Beta vulgaris* L.) to irrgation in Southern Italy: water and radiation use efficiency. Field CropsRes. 95:103-114.

Archive of SID

www.SID.ir

Rosental,T., J. Gerik, and L.J. Wade. 1993. Radiation-use efficiency among grain sorghum cultivars and plant densities. Agron. J. 85: 703-705.

Samironof ,N. 1998. Drought influence the activity of enzymes of the cholorplast hydrogenproxide system .J. Exp. Bot: 39:1097-1108.

Scott , R.K.and E.J. Allen. 1978. Crop physiological aspects of importance to maximum yields – potatoes and sugar beet. UK, Agriucltural Development and Advisory Service; Agricultural Research Council: Maximising yields of crops. Proceedings of a symposium organized jointly by the Agricultural Development and Advisory Service and the Agricultural Research Council, 25-30.

Scott , R.K. and K.W. Jaggard. 1993. Crop physiology. pp. 279-309. *In*: D.A. Cooke and R.K. Scott(*ed.*) The sugar beet crop: Science into Practice. Chapman and Hall, London.

Singh . K .B . and M .C. Saxena. 1991 . Studies on Drought tolerance in legume program . Annual report ICARDA.

Smith , C .J ,. J .G . Writh , and M . R . Woodroofe. 1988. The effect of irrigation nitrogen fertilizer on rapeseed (*Brassica napus*)production in sought eastern australia . Irrigation Science . 9: 15-25 .

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

Szeicz , G.1974.Solar radiation in crop canopies.J.Appl. Ecol.11:1117-1156.

Tsadilas, C. D., N. Voulgarakis, and M. Theophilous. 1993. Natural Agriculture researchfoundation. Institute of soil classification and maooing 41335 Larissa Greece.

Vitosh,M.L ., D. Warneke, and R.E.Lucas . 1997. Boron Michigan State university Extension soil & Soil management –Fertilizer. Available on the htpp://.Msue.Msu.Edv/.

Um, M. H., P. K. Jung, J, Im, and K. T. Um. 1988. Effect of zeolite application on rice yieldby soil texture. Research reports of the rural development administration (suweom). 29 (1 Plant environ. Mycol. And Farm Util.): 60-65.

Yang, Y.X ., Z. Ye, and K.Wong .1993. Response of genotypes to Boron application.Plant and Soil.166:321-324.

Yasari,E., A.M. Patwardhan, V.S. Ghole, O. Ghasemi Chapi, and A.Asgharzadeh. 2008. Relationship of Growth Parameters and Nutrients Uptake with Canola (*Brassica napus* L.) Yield and Yield Contribution at Different Nutrients Availability. Pakistan Journal of Biological Sciences .11:845-853

Yunusa I.A.M, K.H.M.Sidique, R.K.Leldford, and M.M. Karimi. 1993.Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during pre-anthesis period in mediterraniean type environment.Field Crop Research.35:113-122.

Werker , A.R.and K.W. Jaggard. 1998. Dependence of sugar beet yield on light interception and evapotranspiration. Agric. Forest Meteor. 89:229-240.

Archive of SID

www.SID.ir

Wolf , J., M .Van Oijen, and C. Kempenaar .2002. Analysis of the experimental variability in wheat responses to elevated CO_2 and temperature. Agric. Eco. Env. 93: 227-247.

Zanetti , P., S. Delfine ,and A. Alvino .1999. A mathematical approach for estimating light absorption by a crop from continuous radiation measurements and restricted absorption data. Comp. Electro. Agric., 22: 71-81.

Archive of SID

www.SID.ir