یافته های نوین کشاورزی
سال هفتم- شماره۳- بهار ۱۳۹۲

اثر تنش کم آبی و کاربرد مواد جاذب رطوبت بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم پاییزه در اراک

محمد فرمهینی فراهانی*، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ارشد زراعت، اراک، ایران
محمد میرزاخانی ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد فراهان، گروه کشاورزی، فراهان، ایران
نور علی ساجدی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش آبی و مصرف مواد جاذب رطوبت مانند کود دامی، زئولیت و بنتونیت آزمایشی در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شده است. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمار های آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰٪، ۸۵٪ و ۷۰٪) نیاز آبی گیاه که در تیمار اصلی، مصرف مواد جاذب رطوبت در شش سطح (شاهد، کود دامی ۳۰ تن در هکتار، کود دامی ۱۵ تن درهکتار + ٤ تن زئولیت درهکتار، کود دامی ۱۵ تن درهکتار+ ۲ تن بنتونیت در هکتار، ٤ تن زئولیت در هکتار + ۲ تن بنتونیت در هکتار و کود دامی ۱۵ تن در هکتار + ٤ تن زئولیت در هکتار + ۲ تن بنتونیت درهکتار) در کرت های فرعی روی گندم رقم الوند، انجام شد. نتایج استفاده از تیمارهای کودی نشان داده که تاثیر معنی داری بر شاخص برداشت خوشه ، تعداد سنبلچه و دانه در خوشه داشته است. در بین اثرات متقابل تیمار تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در سطح یک درصد و عملکرد دانه در سطح پنج درصد معنی دار بود. در سطح آبیاری شاهد مصرف زئولیت و کود دامی بالاترین عملکرد، درسطح آبیاری ۸۵ ٪ تنش آبی مصرف ۳۰تن کود دامی و در سطح آبیاری ۷۰٪ تنش آبی مصرف زئولیت و کود دامی بالاترین عملکرد را داشته اند. نتایج نشان داد مصرف زئولیت همراه کود دامی می تواند عملکرد را افزایش دهد. با توجه به خشک سالی های چند سال گذشته و محدویت های آبیاری که در کشور وجود دارد و قیمت مناسب زئولیت و دوام پنج ساله آن می توان برای کاهش خسارت ناشی از آبیاری به کشاورزان توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: بنتونیت، تنش آبی، زئو لیت، ، عملکرد و اجزای عملکرد، کود دامی، گندم

---

* نویسنده مسئول: E-mail: Farmahini2013@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۹۱/۷/۳۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۹۲/۳/۱۵

مقدمه

غلات یکی از مهم ترین گیاهان زراعی و حایل بین بشریت و گرسنگی بشمار می آیند و هزاران سال است که گندم، در تأمین غذای بشر نقش حیاتی ایفا می کند (۲). به طور کلی بیش از سه چهارم انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تأمین می شود (۱۳). تنش خشکی تأثیر قابل توجهی بر صفات مرتبط با مرحله رشد زایشی گیاه از جمله عملکرد دانه، اجزای عملکرد، شاخص برداشت، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و محتوای نسبی آب برگ (RWC) دارد (١٦). در غلات حساسترین مرحله به تنش خشکی حد فاصل سنبله رفتن تا گلدهی است و واریته هایی که قبل از گلدهی بتوانند بیوماس بالایی تولید و ذخیره آسیمیلات در ساقه را افزایش دهند جز واریته های متحمل به خشکی محسوب می شوند (۲۳). هنگامی که بوته گندم در معرض تنش خشکی قرار می گیرند، کاهش چشمگیری در سرعت فتوسنتز پیدا می کنند (۱۱). کاهش در فتوسنتز به علت تنش خشکی بیشتر ناشی از کاهش هدایت روزنه ای می باشد (۳٦). عملکرد دانه تحت تنش خشکی همبستگی بالایی با زودرسی، تعداد پنجه بارور، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله داشته است و رابطه سطح برگ پرچم و عملکرد دانه در مطالعات مختلف مورد تاکید قرار گرفته است (۱۹). زئولیت (بلور های آلومینیوم سیلیکات هیدارته با خلل و فرج ریز) دارای کاتیون های قلیایی قابل تبادل با ساختمان سه بعدی نا محدود هستند و فرمول کلی اکسید زئولیت به صورت زیر تعیین شده است:m2 /no.AL2 O3 . xsio2 . Yh2O هر یک از زئولیت ها دارای ساختمان بلوری واحد خاص خود هستند و بدین جهت از خواص فیزیکی و شیمیایی مجزایی بر خوردار بوده و به طور برگشت پذیر آب را جذب می کنند. وجود ساختمان کریستالی ویژه و منفذ دار که در حضور آب سخت باقی می ماند باعث شده زئولیت ها برای کاربرد های متفاوتی سازگار شود (۷). کاربرد زئولیت عملکرد محصول گندم را نزدیک به ۱۰۰٪ در مقایسه با شاهد بدون کود و نزدیک به ٤۰٪ در مقایسه با شاهد همراه کود افزایش داد (۳۳). عابدی کوپایی و اسد کاظمی (۲۰۰٦) تحقیقی در مورد تأثیر کاربرد زئولیت بر هدایت الکتریکی غیر اشباع و نگهداشت آب در خاک در بافت های مختلف انجام دادند و نتایج مثبتی گرفتند. زئولیت دارای مواد اولیه ای مانند پتاسیم، کلسیم، سدیم، آلومینیوم، منیزیم، سیلیسیم، فسفر، گوگرد، مس، آهن و منگنز است که خود تنهایی به عنوام کود کشاورزی نقش مهمی دارد. زئولیت علاوه بر کاهش آبشویی نیترات و آمونیوم و افزایش بازده مصرف نیتروژن، قابلیت نگهداری آب را در خاک افزایش می دهد و محیط مناسبی را برای جوانه زنی و استقرار گیاه آماده می سازد (١٤).

در سال های اخیر کشاورزی زیستی به دلیل تاکید بیشتر روی پایداری و کاهش اثرات زیست محیطی در جهان مورد توجه قرار گرفته است (۲۷). کاربرد کودهای دامی درخاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه بندی خاک شده و ویژگی های فیزیکی آن را بهبود می بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک رشد محصول را زیاد و در نتیجه کارایی مصرف آب را

بالا می برد (۱۷). تولیدات کشاورزی زیستی با توجه به عدم مصرف نهاده های شیمیایی و مصنوعی قابل اعتماد تر می باشد(۳٦). کاربرد کود دامی در خاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه بندی خاک شده و ویژگی های فیزیکی آن را بهبود می بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصلخیزی خاک رشد محصول را زیاد و در نتیجه کارایی مصرف آب را ارتقاء می دهد (۱۷).
کاربرد ٦۰ تن کود دامی در هکتار باعث کاهش معنی دار درصد پروتئین دانه گندم شده است. مصرف کود دامی در کلیه سطوح باعث کاهش نسبی حجم آب مصرفی شد (۲۵). بنتونیت یک فیلوسیلیکات آلومینیوم دار با فرمول (Al,Mg)2Si4O10(OH)2.nH2O(Na,Ca)0.33 که اساساً از مونت موریلونیت یا کانی های گروه اسمکتیت تشکیل شده است. از خواص مهم کانی های خانواده اسمکتیت، جانشینی یونی، خاصیت شکل پذیری، انبساط و انقباض یونی آن ها را می توان نام برد. افزایش رشد رویشی در حضور بنتونیت می تواند ناشی از بهبود ویژگی های فیزیکی بسترها و در نتیجه افزایش ظرفیت نگه داری آب و افزایش آب قابل دسترس گیاه، افزایش جذب عناصر غذایی و کاهش تبخیر سطحی بسترها باشد . مواد سوپر جاذب رطوبت هم چنین به دلیل بهبود شرایط فیزیکی بسترهای کاشت موجب بهبود رشد ریشه ها می شوند (٦). بنتونیت در تماس با آب منبسط شده به طوری که حالت ژله ای، پلاستیکی و چسبنگی بخود می گیرد. در کانی بنتونیت سدیم دار میزان یونی، شکل پذیری، انبساط و انقباض از نوع کلسیم دار آن بیشتر است (۳۰).
هدف از انجام این تحقیق بررسی بهترین مقدار و ترکیب استفاده از مواد معدنی و آلی کم هزینه برای جلوگیری از تنش های کم آبی در مراحل حساس رشد گندم و افزایش عملکرد در شرایط مزرعه می باشد.

مواد و روش ها

این تحقیق در مزرعه آموزشی – تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک درسال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. ارتفاع محل آزمایش ۱۷۰۸ متر از سطح دریا و طول جغرافیای ٤۹ درجه و ٤٥ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳٤ درجه ۰٥ دقیقه شمالی است. متوسط بارندگی سال زراعی مورد نظر ۲۸۰میلی متر ثبت شده که در فصل پاییز،زمستان و ابتدای بهار این بارندگی بوده است. البته اعمال تنش از مرحله قبل از سنبله دهی شروع شده که با توجه به آمار ۱۰ ساله هواشناسی از زمان اعمال تنش بارندگی نداشتیم. متوسط دمای سالانه شهر اراک ۱۳/۸ درجه سانتی گراد می باشد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام خواهد شد. تیمار های آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰٪، ۸٥٪ و ۷۰٪) نیاز آبی گیاه در کرت های اصلی و مصرف مواد جاذب رطوبت درشش سطح (شاهد، کود دامی ۳۰ تن در هکتار، کود دامی ۱٥ تن در هکتار + مصرف ٤ تن زئولیت در

هکتار، کود دامی ۱۵ تن در هکتار + مصرف ۲ تن بنتونیت در هکتار، مصرف ٤ تن زئولیت در هکتار + مصرف ۲ تن بنتونیت در هکتار و کود دامی ۱۵تن در هکتار + مصرف ٤ تن زئولیت در هکتار + مصرف ۲ تن بنتونیت در هکتار) در کرت های فرعی قرار داده شدند. هر کرت شامل ٤ پشته بطول ٤ متر بود. عملیات آماده سازی زمین توسط کارگر وکاشت آن بصورت دستی انجام شد .

در این آزمایش از گندم رقم الوند که مبدأ آن کرج، تیپ رشد بینابین، با متوسط ارتفاع ۹۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر، نسبتا دیررس، وزن هزار دانه ٤۰ گرم رنگ دانه زرد کهربایی، کیفیت نانوایی خوب و مقاوم در برابر خوابیدگی و ریزش، نسبتاً متحمل به شوری و خشکی و مقاوم به سرما، با میانگین عملکرد دانه۵/٤ تا ٦/٤ تن در هکتار ۱۲/۵ ٪ پروتئین دانه استفاده شد.

از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر نمونه برداری شد. بر اساس نتایج آزمایش خاک ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره بصورت یک سوم هنگام کاشت و دو سوم مابقی در مراحل پنجه زنی و ساقه دهی داده خواهد شد. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل نیز در هنگاه هنگام کاشت داده شد(جدول۱).

جدول۱: نتایج تجزیه خاک مزرعه آزمایش

عمق	درصد اشباع	هدایت الکتریکی	اسیدیته گل اشباع	درصد مواد خشی شونده	کربن آلی	ازت کل	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	شن (٪)	سیلت (٪)	رس (٪)	بافت
۳۰-۰	۳۲	۲/۵	۷/۸	۱۲/۵	۰/٦۲	۰/۰٦	۸	۱۸۰	۳۹	۳۷	۲٤	لومی

کاشت بذر بطور دستی و مقدار ۱۸۰ کیلوگرم در هکتاربذر استفاده شد. در هنگام اجرای تیمار های تنش، آبیاری بصورت دستی توسط کنتور و شلنگ های تهیه شده صورت گرفت. مبارزه با علف هرز و آفات و بیماری ها نیزدر موارد ضروری انجام گرفت. فرمول محاسبه نیاز آبی گندم و براساس جواب به دست آمده (نیاز آبی ۱۰۰٪) درصد تنش آبیاری محاسبه شد.

برحسب لیتر = ۱۰۰۰× مساحت کرت × راندمان مصرف × ضریب گیاهی× (m2) تبخیراز تشتک × حجم تشتک تبخیر : میزان آب مصرفی

حجم تشتک تبخیر=۱/۰٦۹ ،تبخیر از تشتک= اعدادی که به صورت هفتگی ازایستگاه سینوبتیک هوا شناسی دریافت شده است ،ضریب گیاهی= ۱/۱ ،راندمان مصرف= ۷۰٪ ،مساحت کرت= ۱۰

در زمان رسیدگی کامل گندم، مساحت ۲ متر مربع از هرکرت وسط با در نظر گرفتن اثرات حاشیه ای برداشت شد. و صفاتی مانند تعداد دانه در سنبله، ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، شاخص برداشت سنبله، تعداد سنبلچه و عملکرد دانه اندازه گیری و ثبت شد. سپس تمام داده ها با استفاده از نرم افزار Mstat-c تجزیه و میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تعداد دانه در سنبله

نتایج نشان داد که تأثیر آبیاری و مواد جاذب رطوبت بر تعداد دانه در سنبله در سطح احتمال یک درصد و تیمار مواد جاذب رطوبت در سطح پنج درصد معنی دار بود(جدول۲). با کاهش مقدار آبیاری تعداد دانه در سنبله در مرحله خوشه دهی کم شد. بیشترین تعداد دانه در سنبله در بین سطوح مختلف مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار مصرف کود دامی با میانگین ۵۱/۱۳ و کمترین تعداد آن مربوط به تیمار (کود دامی+ زئولیت + بنتونیت) با میانگین ٤٥/٦٤ بود (جدول۳). نتایج نشان داد در بین اثرات متقابل، بیشترین و کمترین تعداد دانه در سنبله به ترتیب با میانگین ۵۹/۱۳ و ٤۰/۹۳ عدد مربوط به تیمار (آبیاری شاهد + مصرف کود دامی) و تیمار (آبیاری بر اساس۷۰ ٪ نیاز آبی گیاه + کود دامی + زئولیت + بنتونیت) بود(جدول٤). در شرایط کم آبی، میزان رشد رویشی و مقدار مواد فتو سنتزی گیاه کاهش خواهد یافت. در نتیجه تأثیر منفی بر فاز زایشی گیاه بوجود می آید. این شرایط باعث کاهش گرده افشانی گل ها می شود و ممکن است گل ها به دانه تبدیل نشوند. اگر هم همه گل ها موفق به گرده افشانی بشوند، به دلیل شرایط تنش آبی مقدار اسیمیلات تولید شده در گیاه کاهش شدید یافته و برخی از گل های تلقیح شده موفق به دریافت کربوهیدرات کافی برای پر شدن دانه نخواهند شد و تعداد دانه ها کم می شود.

جدول۲: نتایج تجزیه واریانس صفات

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		دانه در خوشه	ارتفاع گیاه	وزن هزار دانه	شاخص برداشت خوشه	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه
تکرار	۲	۸/٦۱ns	٦/۱۰ns	۰/٦۲ns	۰/۰۰۰ns	٤/۱۰ns	۵۲۲/٦۸ns
تنش آبی	۲	۸۷/۱۳ns	٤۲۰/۹۸**	۳۸۹/۷۳**	۰/۰۱۰*	۲/۳۱ns	۱٤٤۰۰۹/۳٤**
خطای اصلی	٤	۳٦/۰۱	۹۸/۱٦	۱۱/۵۱	۰/۰۰٤	۱/۳۷	۸۲٤۵/٤۷
مواد جاذب رطوبت	۵	۳٦/٦۳*	۵۸/٦۲ns	۷/٦۷ns	۰/۰٦۳**	۱۰/۰۲**	۲٤۵٤/۹۲ns
تنش آبی × مواد جاذب رطوبت	۱۰	٦۹/۹۵**	۳۹/۷۳ns	۱۸/۵۱**	۰/۰۰۱ns	۰/۷۷ns	۹٦۹٦/٤۰*
خطای فرعی	۳۰	۱۲/۲٤	۱۷۸٤/٤۷	۳/٤۲	۰/۰۱۵	۱/۳۱	۳۹۱۱/۵۰
ضریب تغییرات (در صد)		۷/۰۷	۷/۳۱	۵/۰۳	۳/۳۱	۷/٤۷	۱۲/٦۹

**، * و ns: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ ، ۵٪ و غیر معنی‌دار

یکی از اثرات مهم تنش رطوبتی بر تعداد دانه در سنبله، افزایش درصد نر عقیمی است. معمولا در این مورد افزایش آبسیزیک اسید باعث جلوگیری از قدرت بقاء دانه های گرده می شود. کمبود آب در طی مرحله تقسیم میوزی سلول مادر دانه گرده باعث کاهش معنی دار تعداد دانه در سنبله و درصد دانه بندی

(ضریب باروری سنبله) در مقایسه با (شاهد) شرایط بدون تنش شد (۲٦). نتایج نشان داده تنش خشکی همبستگی معنی داری با تعداد دانه در سنبله دارد و می تواند تعداد دانه در سنبله را تا ۵۰٪ کاهش دهد (۳).

جدول۳: مقایسه میانگین اثرات اصلی

تیمار	تعداد دانه در سنبله	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت سنبله (٪)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (تن درهکتار)
تنش آبی						
I_1 (شاهد)	۵۲/۰٤a	۱۱۱a	٤۰/۱۹a	۰/٦۸۵a	۱۵/٦۸a	۵/۸۲a
I_2 (۰/۸۵ نیاز آبی گیاه)	٤۸/٤۳a	۱۰٤/٦b	۳۸/٦۲a	۰/٦۸۲a	۱۵/٤۰a	٤/۹۳b
I_3 (۰/۷۰ نیاز آبی گیاه)	٤۸/۰٦a	۱۰۱/۵b	۳۱/٤٦b	۰/٦٤۳b	۱٤/۹۷a	٤/۰۳c
مواد جاذب رطوبت						
S_1 شاهد	۵۱/۱۳a	۱۰۳/۱a	۳۰/۵۰b	۰/۵۰b	۱۳/۲٤b	٤/۸۸a
S2 ۳۰ تن کود دامی	۵۹/۵۳a	۱۰۷/۸a	۳٦/۸٤ab	۰/۷۱a	۱۵/۷۷a	۵/۰۱a
S_3 ۱۵تن کود دامی و ٤ تن زئولیت	۵۱/۱۲a	۱۰۹/۱a	۳۷/٦۷a	۰/۷۰a	۱۵/۹۱a	۵/۱٤a
S_4 ۱۵تن کود دامی و ۲ تن بنتونیت	٤۹/۸۳a	۱۰٤/۵a	۳۷/۱۸ab	۰/۷۰a	۱٦/۱۰a	٤/٦٤a
S_5 ٤ تن زئولیت و ۲ تن بنتونیت	٤۹/۷۸a	۱۰۲/۹a	۳۷/۵۹a	۰/۷۱a	۱۵/٤۳a	٤/۹٤a
S_6 ۱۵تن کود دامی ،٤تن زئولیت و ۲تن بنتونیت	٤۵/٦٤b	۱۰٦/٦a	۳۵/۷۷ab	۰/٦۹a	۱۵/٦۳a	٤/۹٤a

میانگین هایی که حد اقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس نشان می دهد تیمار سطوح آبیاری بر ارتفاع گیاه در سطح یک در صد معنی دار بود (جدول۲). در بین سطوح مختلف تیمار آبیاری، بیشترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۱۱سانتی‌متر و کمترین ارتفاع بوته با میانگین ۱۰۱/۵ سانتی‌متر به ترتیب مربوط به تیمار آبیاری شاهد و آبیاری بر اساس ۷۰ ٪ نیاز آبی گیاه است. نتایج نشان داد که هر چه تنش آبی بیشتر می شود اثر منفی بر ارتفاع بوته دارد. بیشترین ارتفاع بوته در تیمار های مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار (کود دامی + زئولیت) که ۷/۹۱ ٪ بیشتربوده نسبت به شاهد (جدول۳). نتایج نشان داد در بین اثرات متقابل، بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه به ترتیب با میانگین ۱۱۸/۷ و ۹۵/۳۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار(آبیاری شاهد و کود دامی + زئولیت) و تیمار (آبیاری بر اساس ۷۰٪ نیاز آبی گیاه + عدم مصرف مواد جاذب رطوبت) بود(جدول٤).

نتایج نشان می دهد در شرایط آبیاری مناسب وتنش آبی ۸۵ ٪ مصرف زئولیت تاثیر مثبتی بر اتفاع گیاه دارد. نتایج نشان می دهد کود دامی در شرایط تنش آبی باعث افزایش ارتفاع گیاه می شود که ممکن است احتمال ورس شدن را در گندم افزایش دهد. ارتفاع بوته با طول پدانکل در زمان گلدهی دارای

همبستگی مثبت و معنی دار است(۲۱). افزایش شدت تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع گیاه می شود و افزایش مصرف زئولیت موجب افزایش ارتفاع گیاه خواهد شد (۲۳). نتایج نشان داد تنش خشکی تأثیر معنی داری برصفاتی مانند عملکرد دانه و ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد دارد (۲٤).

جدول٤: مقایسه میانگین اثرات متقابل

تیمار	دانه در خوشه	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت سنبله (٪)	تعداد سنبلچه در سنبله	عملکرد دانه (تن درهکتار)
I_1S_1	۵۵/۸۰ ab	۱۰۹/۲ a-c	۳۵/۹۷ cd	۰/٤۹ d	۱۳/۸۷ b-d	۵/٦۹ a-c
I_1S_2	۵۹/۱۳ a	۱۰۸/۵ a-c	٤۱/٦۷ ab	۰/۷٤ a	۱٦/۳۷ a	٦/۲۳ ab
I_1S_3	۵۱/۵۰ b-e	۱۱۸/۷ a	۳۹/ ۲۳ bc	۰/۷۱ a-c	۱٦/٤۰a	٦/۵۹ a
I_1S_4	٤۷/ ۹۷ c-f	۱۰۹/۹ a-c	٤٤/۰۰ a	۰/۷۳ ab	۱۵/۸۳ ab	٤/۹۷ c-e
I_1S_5	٤۸/۱۳c-f	۱۰۸/۵ a-c	٤۰/۷۰ b	۰/ ۷۲ab	۱۵/۱۷ ab	۵/۱۸ b-d
I_1S_6	٤۹/۷۰ b-e	۱۱۰/۸ ab	۳۹/۵۷ b	۰/۷۱ ab	۱٦/٤۳ a	٦/۲۳ ab
I_2S_1	٤۸/۵۷ c-f	۱۰٤/۷ a-c	۳۹/۸۳ b	۰/ ۵۲d	۱۳/۰۳ cd	۵/۰۸ b-e
I_2S_2	٤۷/۰۰ d-g	۱۰۵/۵ a-c	۳۸/۵۳ bc	۰/۷۱ ab	۱٦/۱۰ab	۵/ ۳۱bc
I_2S_3	٤۷/۲۳ d-g	۱۰٦/۱ a-c	٤۰/٦۰ b	۰/ ۷۲ ab	۱۵/٦۰ab	٤/ ۸٦c-e
I_2S_4	۵۳/۷۳ a-d	۱۰٤/۱ a-c	۳٤/۹۷ d	۰/۷۰ a-c	۱٦/۷۳a	۵/۰۳ c-e
I_2S_5	٤۷/۷۳ d-f	۱۰۳/۸ a-c	۳۸/۵۳ bc	۰/۷۲ ab	۱۵/٤۷ ab	٤/٦۸ c-f
I_2S_6	٤٦/۳۰ e-g	۱۰۳/۲ bc	۳۹/۲۷ bc	۰/۷۱ a-c	۱۵/٤۷ ab	٤/٦۲ c-f
I_3S_1	٤۹/۰۳ c-f	۹۵/۳۳ c	۳۰/۷۰ ef	۰/ ٤۸ d	۱۲/۸۳ d	۳/۸۷ ef
I_3S_2	٤۲/٤۷ fg	۱۰۹/۳ a-c	۳۰/۳۳ ef	۰/٦۷ bc	۱٤/۸۳ a-d	۳/۵۰ f
I_3S_3	۵٤/٦۳a-c	۱۰۲/۵ bc	۳۳/ ۱۷ de	۰/٦۸ a-c	۱۵/۷۳ ab	۳/۹۷ d-f
I_3S_4	٤۷/۸۰ d-f	۹۹/۳۷ bc	۳۲/۵۷ de	۰/٦۷ bc	۱۵/۷۳ ab	۳/۹۳ ef
I_3S_5	۵۳/٤۷ a-d	۹٦/۵۰ bc	۳۳/ ۵۳ de	۰/٦۹ a-c	۱۵/٦۷ ab	٤/ ۹٦c-e
I_3S_6	٤۰/۹۳ g	۱۰۵/۸ a-c	۲۸/٤۷ f	۰/ ٦۵ c	۱۵/۰۰ a-c	۳/۹۵ ef

میانگین هایی که حد اقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی داری در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

وزن هزار دانه

نتایج در جدول تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مواد جاذب رطوبت و آبیاری و سطوح مختلف آبیاری تاثیر معنی داری در وزن هزار دانه درسطح یک درصد دارد (جدول۲). بیشترین وزن هزار دانه در تیمار های مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار (زئولیت + کود دامی) با ۲۳/۲٤٪ بیشتر نسبت به شاهد بوده است (جدول۳). در بین کلیه اثرات متقابل، بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب با میانگین ٤٤ و ۲۸/٤۷ گرم مربوط به تیمار (آبیاری شاهد و مصرف کود دامی + بنتونیت) و تیمار (آبیاری ۷۰٪ نیاز آبی گیاه و مصرف کود دامی + زئولیت + بنتونیت) بود (جدول٤). به نظر می رسد با کاهش مقدار رطوبت قابل دسترس گیاه، مقدار بیوماس کل و شاخص سطح برگ کاهش می یابد و در نتیجه مقدار

کربو هیدرات تولید شده در واحد زمان کاهش پیدا می کند. ارسال مواد غذایی از منابع (اندام سبز) به مخازن (دانه ها) کم شده و باعث چروکیدگی و کاهش وزن دانه می شود.

با اعمال تنش رطوبتی، همزمان با کاهش هدایت روزنه ای سرعت فتوسنتز نیزکاهش یافته است. اعمال تنش رطوبتی در مرحله رشد زایشی نسبت به رشد رویشی با کاهش بیشتری در سرعت فتوسنتز (۴۳٪ در مقابل ۲۳٪) همراه بوده است که این باعث کاهش وزن هزار دانه می شود (۲۰). در شرایط تنش خشکی، وزن هزاردانه در سنبله گندم همبستگی مثبت و معنی دار با شاخص برداشت و تعداد دانه در سنبله دارد(۲۲). بیشترین وزن هزار دانه با میانگین۳۷/۱۰ گرم مربوط به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه و مصرف ٤ تن در هکتار زئولیت و کمترین آن با ۲۹ گرم متعلق به تیمار آبیاری بر اساس ۱۰۰٪ نیاز آبی گیاه، عدم مصرف زئولیت بود (۳۲). وزن هزار دانه سومین جزء عملکرد دانه گندم است که شرایط محیطی پس از مرحله گرده افشانی بر این جزء عملکرد، تأثیر بسزایی دارد(۹). استفاده از زئولیت با توجه به قابلت تبادل کاتیونی بالای آن سبب شده است مواد غذائی بیشتری در طول دوره رشدگیاه فراهم آید و متعاقباً باعث افزایش وزن هزار دانه در این تیمار شود (۱۵). رستمی (۱۳۸۳) گزارش نموده کاهش وزن هزار دانه در شرایط تنش کم آبی به علت کوتاه بودن دوره پرشدن و پیری زودرس می باشد. تنش خشکی از گلدهی تا مرحله ی رسیدگی به ویژه اگر با دمای زیاد همراه باشد، دوره ی پرشدن دانه را در گندم کوتاه نموده و بنابر این وزن هزاردانه را کاهش می دهد(۲۹).

شاخص برداشت سنبله

نتایج نشان داد که تأثیر سطوح مختلف آبیاری در سطح احتمال پنج درصد و سطوح مختلف مواد جاذب رطوبت بر شاخص برداشت سنبله در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود(جدول۲). در بین سطوح مختلف تیمار آبیاری، بیشترین شاخص برداشت سنبله با ٦/۲۷٪ در تیمار شاهد نسبت به دیگر تیمار ها بود. بیشترین عملکرد شاخص برداشت سنبله در بین سطوح مختلف مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار مصرف (زئولیت + بنتونیت) با ۰/٤۲ نسبت به شاهد بود(جدول۳). نتایج نشان داد در بین اثرات متقابل، بیشترین و کمترین شاخص برداشت خوشه به ترتیب با میانگین ۰/۷٤ و ۰/٤۸٪ مربوط به تیمار (آبیاری شاهد + مصرف کود دامی) و تیمار (آبیاری بر اساس۷۰٪ نیاز آبی گیاه و عدم مصرف کود جاذب رطوبت) بود (جدول٤). با توجه به تنش کمبود آب و کاهش فتوسنتز، اندازه سنبله کوچکتر شده و تعداد دانه و وزن دانه ها به دلیل کاهش کربوهیدرات تولیدی کاهش می یابد که این عوامل با عث پایین آمدن شاخص برداشت خوشه می شود. نتایج نشان می دهد که مصرف کود جاذب رطوبت می تواند با کمک به جذب بهتر آب و عناصر غذای وافزایش فتوسنتز و ساختن کربوهیدرات ها در شرایط آبی مناسب باعث افزایش شاخص برداشت خوشه و در نتیجه افزایش عملکرد شود (۳۱) . اعمال تنش به ویژه پس از مرحله ی گل دهی ، کاهش معنی دار شاخص برداشت سنبله را به دنبال داشته است (۱۰).

تعداد سنبلچه در سنبله

نتایج در جدول تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مواد جاذب رطوبت تاثیر معنی داری در تعداد سنبلچه در سنبله درسطح یک درصد دارد(جدول۲). نتایج نشان داد که در بین سطوح مختلف آبیاری، بالاترین تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار شاهد با ٤/٥٢ ٪ نسبت به دیگر تیمار ها بود.(جدول۳). بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در تیمار های مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار (بنتونیت +کود دامی) با ۲۱/٦۰٪ نسبت به شاهد بود (جدول۳). در بین اثرات متقابل، بیشنرین و کمترین تعداد سنبلچه در سنبله به ترتیب با میانگین ١٦/٧٣ و ۱۲/۸۳ عدد مربوط به تیمار (آبیاری ۰/۸۵ نیاز آبی گیاه و بنتونیت + کود دامی) و تیمار (آبیاری ۷۰٪ نیاز آبی گیاه و عدم مصرف مواد جاذب رطوبت) بود(جدول٤).

در تحقیقی اثر تنش خشکی در گندم نشان داد که تعداد سنبلچه در سنبله در سطح یک درصد در شرایط تنش معنی دار بود (۲۲). هرچه تعداد سنبلچه در خوشه بیشتر باشد تعداد دانه بیشتر و در نتیجه عملکرد کل بالا می رود پس مصرف کود های جاذب رطوبت همانطور که نتایج نشان می دهد می تواند کمک کند به افزایش عملکرد دانه در هکتار. بنتونیت با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت بسترهای کاشت باعث جلوگیری از تنش رطوبتی شده و در فاصله بین دو محلول رسانی باعث ایجاد حالت بافری در بستر ها شده و با کاهش اثر تنش رطوبتی مانع کاهش رشد گیاهان خواهد شد (۵).

عملکرد دانه

نتایج در جدول تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مواد جاذب رطوبت و آبیاری در سطح پنج درصد و سطوح مختلف آبیاری تاثیر معنی داری در عملکرد دانه درسطح یک درصد دارد (جدول۲). نتایج نشان داد که در بین سطوح مختلف آبیاری، بالاترین عملکرد دانه با۳۰/۷ ٪ بیشتر نسبت به دیگر تیمار ها بود (جدول۳). بیشترین عملکرد دانه در تیمار های مواد جاذب رطوبت مربوط به تیمار (زئولیت +کود دامی) با ۵/۳۵ ٪ نسبت به شاهد بود (جدول۳). در سطح آبیاری شاهد مصرف زئولیت و کود دامی بالاترین عملکرد، به دلیل افزایش وزن هزار دانه، درسطح آبیاری ۸۵ ٪ تنش آبی مصرف ۳۰ تن کود دامی، به دلیل تعداد دانه در سنبله و در سطح آبیاری ۷۰٪ تنش آبی مصرف زئولیت و کود دامی بالاترین عملکرد را داشته اند(جدول٤). آب مهترین عامل در رشد و نمو گیاه می باشد. وقتی آب کم می شود در نتیجه فرایند چرخه فتوسنتز کاهش می یابد و کربوهیدرات که محصول فتوسنتز می باشد کاهش می یابد. در نتیجه کربوهیدرات و مواد معدنی دیگر که برای پرشدن دانه است کاهش می یابد. این عوامل تاثیر مستقیمی بر وزن هزار دانه دارند و باعث کاهش عملکرد می شوند.

کافی و رستمی (١٣٨٦) اظهار داشتند که، در هر دوسال آزمایش اثر تیمار تنش آبی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. به طوری که بیشترین عملکرد دانه در سال دوم آزمایش با میانگین ۲۵۹۱ کیلوگرم مربوط به تیمار آبیاری (شاهد) و کمترین عملکرد دانه در سال دوم با میانگین

۹٤٦کیلو گرم مربوط به تیمار تنش خشکی شدید بوده است. تنش ملایم خشکی فتوسنتز را بطور عمده از طریق عوامل قابل برگشت روزنه ای کاهش می دهد، اما درشرایط شدیدتر تنش یا درتنش های طولانی مدت، عوامل غیر روزنه ای نیز مزید بر علت می گردد (٤) .

تنش خشکی تاثیر قابل توجهی بر صفات مرتبط با مرحله رشد زایشی گیاه از جمله عملکرد دانه و اجزای عملکرد دارد (١٦). کاربرد زئولیت عملکرد محصول گندم را نزدیک به ۱۰۰٪ در مقایسه با شاهد بدون کود و نزدیک به ٤٠ ٪ در مقایسه با شاهد همراه کود افزایش داد(٣٤). در مطالعات انجام شده در مراکز بین المللی روی غلاتی مانند گندم، جو و ذرت در شرایط تنش خشکی گزارش کردند که عملکرد دانه بیشتر به تعداد دانه وابسته است تا وزن دانه. بنابراین مطالعات بیشتر در طول دوره گلدهی (زمانی که تعداد دانه ایجاد می شود) متمرکز شده است(۱۲). نتایج نشان داد که مصرف زئولیت هم در شرایط مطلوب رطوبتی و هم در شرایط تنش خشکی عملکرد دانه را افزایش داد (٣٤).

عملکرد دانه تحت تنش خشکی همبستگی بالایی با زودرسی، تعداد پنجه بارور، طول پدانکل و تعداد دانه در سنبله داشته است. رابطه سطح برگ پرچم و عملکرد دانه در مطالعات مختلف مورد تاکید قرار گرفته است(۱۸). تنش خشکی، رشدگیاه زراعی، پنجه زنی، فتوسنتز برگ، پیری برگ، تعداد دانه و اندازه دانه و عبطور کل عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می دهد (۱۳).

نتیجه گیری

نتایج نشان داد با افزایش تنش آبی، آب قابل دسترس ریشه کاهش یافته و در نتیجه آب که مهترین عامل در فتوسنتز و ساخت هیدرات های کربن می باشد، کاهش می یابد. مخصوصا در هنگام پر شدن دانه و این موضوع باعث کاهش عملکرد در هکتار می شود. با توجه تحقیقات انجام شده و قیمت پایین و دوام چند ساله مواد جاذب رطوبت مانند زئولیت و بنتونیت می توانیم با کاربرد این مواد، تاثیرات مخرب کم آبی را تا حد قابل توجهی کاهش داد. نتایج نشان داد که مصرف کود دامی همراه با زئولیت می تواند تا پنج درصد در شرایط کم آبی عملکرد را افزایش دهد .

منابع

1- Abedi-Koupai, J., and J. Asadkazemi. 2006. Effect of a hydrophilic polymer on the field preformance of an ornamental plant (Cupressus Arizonica) under reduced irrigation regimes." J. of Iranian Polimer, 15(9), 715-725.

2- Afifi, M. M (2009). How can the world be saved from starvation? Congress on Food and Life Shiraz University.

3- Ahmadi, a. Ciosemardeh, A. Postini, K. and jahromi, M, A (2002). Rate and duration of grain filling and remobilization of carbon in wheat cultivars in response to drought stress. Journal of Crop Science.vol 40. No 1. P 181-195.

4- Ahmadi, A (2000). Stomatal and non-stomatal limitation of photosynthesis under water stress conditions Drgndm. Journal of agriculture of Iran. Vol 1. No 4.

5- Aghdak, p. Mobli, m. Khoshgoftar, A, M. and SHakeri, F (2007). Effects of adding bentonite to different substrates on vegetative growth and yield of bean plant. Science and Technology of Greenhouse Culture. Vol, 1. No, 3.

6- Akhter, J., K. Mahmood, K. A. Malik, A. Mardan, M. Ahmad and M. M. Igbal. 2004. Effect of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soil and seedling growth of barley, wheat and chickpea. Plant Soil Environ. 50: 463-469.

7- Andrews, R. D and S. B. Kimi. 1996. Improvements in yield and quality of crops with zeoponic fertilizer delivery systems: Turf, flower, vegwtables, and Grain. Malaysian Agricultural Research.

8- Bhattacharyya, T., Pal, D. K., and Deshpande, S. B. (1993). "Genesis and transformation of minerals in the formation of red (Alfisols) and black (Inceptisols and Vertisols) soils on deccan basalt in the western Ghats, India." *J. Soil Sci*., 44, 159-171.

9- Calderini, D. F., M.P. Reynolds and G. A. Slafer. 1999. Genetic gains in wheat yield and main physiological changes associated with them during the 20th century. In: Satorre, E. H., and G. A. Slafer, (Eds.). Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. New York: Food Products Press.

10- Dastfal, M. Barati, M. Emam, Y. Haghighatnia, H. and Ramezanpor, M (2011). Evaluation of grain yield and its components in wheat genotypes under terminal drought stress in Darab. Seed and Plant Journal of Agricultural. P 2- 27. 217- 195.

11- Danko, J., Trakovicky, M., and Zemtakova, Z. 2001. Effect of N-nutrition on gas exchange characteristics of wheat (*Triticum aestivum* L.). Acta fytotechnica et zootechnica, Vol. 4.Proceedings of the international Science Conference on the Occasion of the 55th Anniversary of the Slovak, Agricultural University in Nitra.4pp.

12- Derara, N. F., D. R. Marshal, and L. N. Balaam. 1969. Genetic variability in root development in relation to drought tolerance in spring wheats. Exp. Agric. 5: 327-337.

13- Emam, y(2005). Book of cereal crops. Publications Shiraz University. No 3. p 190.

14- Ferguson, G. A., and Pepper, I. L. (1987). "Ammonium retention in sand amended with clinoptilolite." J. of Soil Sci. Soc. Am, 51, 231-234.

15- Gholamhosseyni, M, A. ghalavand, S, M. Modaressanavi, M. and Jamshidi, A (2007). Impact of land use on sandy compost, zeolite, the yield and other agronomic traits in sunflower. Journal Environmental Science. Vol 5. No 1. Fall 2007.

16- Golabadi, M. and Zamani, A (2008). Effects of late season water stress on wheat yield and Mrvfvlvzhyk in F3 families *Drvm. Journal of Agricultural Research*. Vol, 6. No, 2. P 405.

17- Hashemidezfoli, A (1994). The concept of water use efficiency. *Journal of Research and Development*.No,25.

18- Kafi, M and Rostami, M (2007). Effect of drought stress on yield, yield components in safflower oil, salt stress. Iranian Journal of arable Pzhvsh. Vol 5. No 1.

19- Nachit, M. M., H. Ketata and E. Acevedo. 1991. Selection of morphophysilogical traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat. Physiology-Breeding of Winter Cereal for Stressed Mediternean Environments.Proc. of a Seminar, pp: 391-400.

20- Naghavi, H. and Hajabasi, M. A (2005). Impact of manure on some physical properties of a sandy loam soil hydraulic parameters and Bromide Transport Drkrman. *Science and Technology of Agriculture and Natural Resources.* Vol, 9. No, 3.

21- Nazemosadat. M, J. and Kazemi, A (2003). Effects of water stress and photosynthetic active radiation on photosynthetic rate in wheat. Journal of Agriculture and Natural Resources.vol 14. No 6.

22- Niknam, N (2005). The effect of terminal drought on grain yield and some morphological traits in wheat genotypes. G. Company.

23- Maleki, A. Majidi harvan, A. Heydari shrifabadi, H. and Normohammadi, GH (2005). Evaluation of drought tolerance in bread wheat landraces and improved water conditions and drought. Journal of Modern Agriculture. Vol 5. No 16. Fall 2009.

24- Mirzakhani, M. M. and Sibi, M (2010). Response to water stress and crop physiological traits zeolite. Proceedings of the second national conference on sustainable agriculture and development, opportunities and challenges ahead, Islamic Azad University of Shiraz, Shiraz. P 21.

25- Paknejad, F. Jamialahmad, M. Pazoki, a. And nasiri, M (2006). Effects of water stress on yield and yield components of wheat cultivars. *Journal of environmental stresses in agricultural sciences.* Vol, 1. No, 1. pp 1-15.

26- Parvizi, Y and Nabati, A (2003). Irrigation of manure and fertilizer on water use efficiency and crop yield qualitative and quantitative. Journal Research and Construction. No 63.

27- Richards, R. A., A. G. Condon and G. RebetzkeJ. 2001. Traits to improve yield in dry environments. In: Reynolds, M. P., J. I. Ortiz-Monasterio and A. McNab. (Eds.). Application of Physiology in Wheat Breeding. Mexico, D.F. CIMMYT. 240 pp.

28- Rigby, D. and Caceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems 68 (2001) 21-40.

29- Rostami, M (2004). Asrtnsh late season drought on physiological characteristics of wheat and determine best practice and indicators of drought resistance. Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad.

30- Royo, C., M. Abaza, R. Blanco, and L. F.Garcia del Moral. 2000. Triticale grain growth and morphometry as affected by drought stress, late sowing and simulated drought stress. Aust. J. Plant Physiol. 27, 1051-1059.

32- Tohidi, H (2010). The use of bentonite in Constructing ground. Congress on Tehran's oil industry achievements.

33- Saneoka, H., Moghaieb, R.E.A., Premachandra, G.S., and Fujita, K. 2004. Nitrogen nutrition and water stress effects on cell membrane stability and leaf water relations in Agrostis palustris Huds. Environmental and Experimental Botany. 52:131–138.

34- Sibi, M. Mirzakhani, M. M. Gomarian, M. and Babakr, A (2011). The initial water content of the crop water stress, and salicylic acid zeolite. *Proceedings of the First National Conference on Strategies for achieving sustainable agriculture payam nor khozestan province. Ahvaz.*

35- Urotadze, S. L., T. A. Andronikashvili and G. V. Tsitishvili. 2002. Output of a winter wealth grown on enriched by Aloumontite containing rock. Book of Zeolite Abstracts.Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant response to drought and stress tolerance. Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue. P:187-206.

36- Usefvand, P. Sajedi, N. and Mirzakhani, M (2011). Effects of zeolite and selenium under drought stress on yield and yield components of sunflower oil. First National Conference on Strategies for achieving sustainable agriculture. University payam nour khozestan.

37- Yordanov, I., Velikova, V., and Tsonev, T. 2003. Plant response to drought and stress tolerance. Bulg. J. Plant Physiol. Special Issue. P:187-206.

38- Wood, R., M. Lenzen, C. Dey and S. Lundie. 2006. A comparative study of some environmental impacts of conventional and organic farming in Australia. Agricultural Systems 89: 324–348.