بررسی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی گندم رقم الوند تحت شرایط تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت

محمد فرمهینی‌فراهانی[۱]، محمد میرزاخانی*[۲] و نورعلی ساجدی[۳]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.
۲) استادیار گروه زراعت، واحد فراهان، دانشگاه آزاد اسلامی، فراهان، ایران.
۳) استادیار گروه زراعت، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

* **نویسنده مسئول:** Hm_mirzakhani@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۲۱ **تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۱/۲۷**

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش کمبود آب و مصرف مواد جاذب رطوبت مانند کود دامی، زئولیت و بنتونیت این آزمایش در مزرعه آموزشی- تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی اراک درسال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ اجرا شد. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح (۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) که در کرت‌های اصلی و مصرف مواد جاذب رطوبت در شش سطح (شاهد، ۳۰ تن کود دامی در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار، مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار و ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که اثر تنش آبی بر صفاتی مانند راندمان مصرف آب و مقدار آب برگ در سطح یک درصد و طول پدانکل در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. استفاده از مواد جاذب رطوبت اثر معنی‌داری را بر نشت یونی سلول و زیست‌توده کل در سطح یک درصد داشت. در بین سطوح تنش آبی، تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه با میانگین ۶۹۶۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر و تیمار آبیاری شاهد با میانگین ۶۲۰۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نشت یونی سلول را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: راندمان مصرف آب، محتوی آب نسبی، مواد جاذب رطوبت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

مقدمه

گندم گیاهی است که از خانواده *Poaceae* و از جنس *Tiriticum* می‌باشد. در غلات حساس‌ترین مرحله به تنش خشکی حدفاصل سنبله رفتن تا گل‌دهی است و واریته‌هایی که قبل از گل‌دهی بتوانند زیست‌توده بالایی تولید و ذخیره آسیمیلات در ساقه را افزایش دهند جزو واریته‌های متحمل به خشکی محسوب می‌شوند. به‌طورکلی، بیش از سه چهارم انرژی و نیمی از پروتئین مورد نیاز بشر از غلات تأمین می‌شود (امام، ۱۳۸۴). تنش خشکی اثر 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 دارد (گل‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۷). ابهری و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقات خود نشان دادند که در شرایط تنش رطوبتی عملکرد د انه بیش‌ترین خسارت را می‌بیند و دلیل آن نیز کاهش تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه است. تنش خشکی بعد از گرده‌افشانی، اثر زیادی بر تعداد دانه نداشته، ولی باعث کاهش معنی‌دار وزن دانه می‌شود. مراحل گرده‌افشانی و پر شدن دانه‌ها از بحرانی‌ترین مراحل نمو گندم نسبت به تنش رطوبتی معرفی شده و دوره‌ای است که گندم نسبت به کمبود آب بیش‌ترین حساسیت را نشان می‌دهد. هم‌چنین گزارش شده گیاهان دانه‌ای از جمله گندم دو هفته قبل از گرده‌افشانی نسبت به خشکی حساس می‌باشند (Richards *et al*., 2001). زئولیت (بلورهای آلومینیوم سیلیکات هیدارته با خلل و فرج ریز) دارای کاتیون‌های قلیایی قابل تبادل با ساختمان سه بعدی نا محدود هستند. هر یک از زئولیت‌ها دارای ساختمان بلوری واحد خاص خود هستند و از این جهت از خواص فیزیکی و شیمیایی مجزایی بر خوردار بوده و به‌طور برگشت‌پذیر آب را جذب می‌کنند. وجود ساختمان کریستالی ویژه و منفذدار که در حضور آب سخت باقی می‌ماند باعث شده زئولیت‌ها برای کاربردهای متفاوتی سازگار شود (Andrews and kimi, 1996). زئولیت‌ها مواد متخلخلی هستند که با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن کانال‌های باز در شبکه خود، اجازه عبور بعضی یون‌ها را داده و مسیر عبور بعضی یون‌های دیگر را مسدود می‌کند (Mumpton, 1999). درسال‌های اخیر کشاورزی زیستی به دلیل تأکید بیش‌تر روی پایداری و کاهش اثرات زیست محیطی در جهان مورد توجه قرار گرفته است (Rigby and Caceres., 2001). تولیدات کشاورزی زیستی با توجه به عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی و مصنوعی قابل اعتمادتر می‌باشد (Wood *et al*., 2006). کاربرد کود دامی در خاک باعث پوک شدن خاک، افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت خاک و دانه‌بندی خاک شده و ویژگی‌های فیزیکی آن را بهبود می‌بخشد، ضمن اینکه با افزایش قدرت حاصل‌خیزی خاک رشد محصول را زیاد و در نتیجه کارایی مصرف آب را ارتقاء می‌دهد (Hashemidezfoli, 1994). نتایج نشان داد که کاربرد کود دامی موجب افزایش معنی‌دار اکثر صفات مورد بررسی گندم گردید (اردکانی و همکاران، ۱۳۸۰). سایر محققان اظهار داشتند که استفاده از کود دامی در ایران، عملکرد گندم را

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

افزایش می‌دهد (Najafi and Rajba, 1995). بنتونیت یک فیلوسیلیکات آلومینیوم‌دار است که اساساً از مونت موریلونیت یا کانی‌های گروه اسمکتیت تشکیل شده است. از خواص مهم کانی‌های خانواده اسمکتیت، جانشینی یونی، خاصیت شکل‌پذیری، انبساط و انقباض یونی آن‌ها را می‌توان نام برد. بنتونیت سدیم‌دار با ذرات بسیار ریزی که دارای سطح تماس بسیار بالا هستند و قابلیت جذب آب تا پنج برابر وزن اولیه خود، افزایش حجم تا سیزده برابر حجم خشک اولیه را دارد (Tohidi, 2010). بنتونیت با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت بسترهای کاشت باعث جلوگیری از تنش رطوبتی شده و در فاصله بین دو محلول‌رسانی باعث ایجاد حالت بافری در بسترها شده و با کاهش اثر تنش رطوبتی مانع کاهش رشد گیاهان خواهد شد (عقدک و همکاران، ۱۳۸۶). بنتونیت به سه صورت پتاسیک، سدیک و کلسیک وجود دارد. بنتونیت‌های سدیم‌دار دارای مقادیر زیادی سدیم با یون‌های قابل تعویض هستند که دارای ظرفیت بالای متورم شدن می‌باشد و وقتی آب به آن‌ها اضافه شود به‌صورت ژله‌ای در می‌آیند. بنتونیت قابلیت جذب آب نسبتاً زیادی دارد و این قابلیت در نوع سدیم‌دار از انواع دیگر بیش‌تر است (عابدی‌کوهپایی و سهراب، ۱۳۸۳). هدف از انجام این آزمایش بررسی صفات زراعی و فیزیولوژیکی گندم الوند تحت شرایط تنش آبی، مصرف مواد جاذب رطوبت در شرایط آب و هوایی شهرستان اراک بود.

مواد و روش‌ها

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 ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه ۵ دقیقه شمالی است. مجموع بارندگی سال زراعی مورد نظر ۳۲۰/۲ میلی‌متر ثبت شده است. متوسط دمای سالانه شهر اراک ۱۳/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. آزمایش به‌صورت اسپلیت‌پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل آبیاری در سه سطح ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه در کرت‌های اصلی و مصرف مواد جاذب رطوبت در شش سطح شاهد، ۳۰ تن کود دامی در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار، مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار و ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول شش متر بود. عملیات آماده سازی زمین توسط کارگر و کاشت آن به‌صورت دستی انجام شد. در این آزمایش از گندم رقم الوند که مبدأ آن کرج، تیپ رشد بینابین، با متوسط ارتفاع ۹۰ تا ۱۱۰ سانتی‌متر، نسبتاً دیررس، وزن هزار دانه ۴۰ گرم، رنگ دانه زرد کهربایی، کیفیت نانوایی خوب و متحمل در برابر خوابیدگی و ریزش، نسبتاً متحمل به شوری و خشکی و متحمل به سرما، با میانگین عملکرد دانه ۵/۴ تا ۶/۴ تن در هکتار ۱۲/۵ درصد پروتئین دانه استفاده شد (امام، ۱۳۸۴). نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. بر اساس نتایج

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

آزمایش خاک که در جدول ۱ آورده شده است، مقدار ۲۵۰ کیلوگرم کود اوره به‌صورت یک سوم هنگام کاشت و دو سوم مابقی در مراحل پنجه زنی و ساقه‌دهی مصرف شد. ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل نیز در هنگام کاشت توزیع شد.

جدول ۱: نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

بافت	عمق (سانتی‌متر)	شن (درصد)	سیلت (درصد)	رس (درصد)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته گل اشباع	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (پی پی ام)	پتاسیم قابل جذب (پی پی ام)
لومی	صفر- ۳۰	۳۹	۳۷	۲۴	۲/۵	۷/۸	۰/۶۲	۰/۰۶	۸	۱۸۰

کاشت بذر به‌طور دستی و به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. در هنگام اجرای تیمارهای تنش در اوایل بهار، آبیاری به‌صورت دستی توسط کنتور و شلنگ‌های تهیه شده صورت گرفت. مبارزه با علف هرز و حشرات و بیماری‌ها نیز در موارد ضروری انجام گرفت. برای اندازه‌گیری شاخص ناپایداری غشای سلول‌های بافت گیاهی، روز قبل از آبیاری پنج عدد برگ سبز از هر کرت آزمایشی انتخاب کرده و در آزمایشگاه از سطح پهنک برگ‌ها، ۱۰ دیسک با قطر یک سانتی‌متر تهیه و داخل پتری دیش‌های حاوی مانیتول ۱/۵ درصد (۱۵ گرم مانیتول را در یک لیتر آب مقطر حل شد تا محلول اسمزی دو اتمسفر به‌دست آید) قرار داده شدند. درب پتری‌یش را بسته و به مدت ۲۴ ساعت در این محلول قرار گرفت. سپس به‌وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی، هدایت الکتریکی (E_C) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مقدار آب برگ و محتوای رطوبت نسبی، در دو نوبت یکی در زمان پرشدن دانه و دیگری قبل از رسیدن کامل گندم یک روز قبل از آبیاری از آخرین برگ بالای پنج بوته گندم به تعداد پنج عدد برگ سبز در هر نوبت برداشت شد و وزن تازه برگ توسط ترازوی دقیق اندازه‌گیری شد. سپس به مدت ۲۴ ساعت در داخل آب مقطر قرار داده تا به حد اشباع آب جذب کند و سپس وزن اشباع اندازه‌گیری شد و در آخر نیز به مدت ۴۸ ساعت درون آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت تا کاملاً خشک شود و وزن خشک ثبت و از رابطه‌های ۱ و ۲ برای محاسبه مقدار آب برگ و محتوای آب نسبی برگ استفاده گردید (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۸۶):

رابطه ۱: ۱۰۰ × وزن برگ تازه ÷ وزن برگ خشک – وزن برگ تازه = مقدار آب برگ

رابطه ۲: ۱۰۰ × وزن برگ خشک – وزن برگ اشباع در آب ÷ وزن برگ خشک – وزن برگ تازه = محتوای آب نسبی

در زمان رسیدگی کامل گندم مساحت دو مترمربع از هر کرت با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای برداشت شد. صفاتی مانند طول پدانکل، شاخص کلروفیل (توسط دستگاه کلروفیل متر، Hansatech مدل CL-01 در زمان پر شدن دانه‌ها و از برگ‌های زیر سنبله به تعداد ۱۰ برگ اسپد زده شده)، تعداد دانه در مترمربع و زیست‌توده کل اندازه‌گیری شدند. سپس

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

تمامی داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

طول پدانکل

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر سطوح آبیاری و تیمار مواد جاذب رطوبت بر طول پدانکل در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین طول پدانکل به‌ترتیب با میانگین ۱۹/۱۹ و ۱۶/۷۸ سانتی‌متر مربوط به تیمار آبیاری شاهد و آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (جدول ۳). پدانکل یا بالاترین میان‌گره ساقه به‌عنوان یکی از اندام‌های تأمین‌کننده کربن دانه در گیاه گندم محسوب شده و در بسیاری از تحقیقات، ارتباط این اندام با عملکرد و اجزای عملکرد مورد ارزیابی قرار گرفته است.(Ehdaie and Waines, 1996). در تحقیقی که توسط سایر محققان بر گندم در استرالیا انجام شد، مشخص گردید که قسمت پایین پدانکل که به‌وسیله غلاف برگ پرچم پوشیده شده بود بیش‌ترین مواد فتوسنتزی را در خود تجمع داد و بالاترین نقش را در انتقال مجدد داشت (Wardlow and Wilenbrink, 1994).

جدول ۲: نتایج تجزیه واریانس صفات گندم تحت تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت

منابع تغییرات	میانگین مربعات								
	درجه آزادی	طول پدانکل	قرائت کلروفیل	راندمان مصرف آب	مقدار آب برگ	تعداد دانه در مترمربع	زیست‌توده کل	محتوای رطوبت نسبی	نشت یونی سلول برگ پرچم
تکرار	۲	۲/۹۲^{ns}	۱۰/۱۹^{ns}	۰/۱۲^{ns}	۷۳/۶۳*	۳۱۱۰۱۴۳/۸۳^{ns}	۵۰۱۶۲/۹۶^{ns}	۱۳/۰۵^{ns}	۸۶۸۹۹۸/۷^{ns}
تنش آبی	۲	۲۶/۳۸*	۱۵۸/۳۶*	۰/۱۴**	۲۶۱/۹۷**	۱۶۹۸۲۸۵۶/۵۱^{ns}	۵۱۲۰۲۴/۰۷*	۵۶۹/۷۹**	۲۶۴۴۴۹۵/۳^{ns}
خطای الف	۴	۲/۶۳	۱۳/۴۰	۰/۰۲	۱۱/۳۷	۴۷۰۹۵۵۴/۴۱	۴۲۶۹۸/۳۸	۱۲۱/۸۱	۵۸۵۵۱۸/۴۴
مواد جاذب رطوبت	۵	۳/۶۱*	۷/۵۴^{ns}	۰/۰۲^{ns}	۳۲/۷۹^{ns}	۱۰۱۷۶۰۱۳/۳۵^{ns}	۸۹۱۲۷/۱۳**	۴۹/۹۸^{ns}	۲۲۳۳۹۶۱/۹**
تنش × مواد جاذب رطوبت	۱۰	۱/۷۰^{ns}	۱۴/۹۱**	۰/۰۶^{ns}	۳۹/۱۴^{ns}	۹۸۶۱۴۷۲/۹۶^{ns}	۲۹۶۹۹/۶۳^{ns}	۴۳/۴۳^{ns}	۱۲۲۰۶۴۷/۸^{ns}
خطای ب	۳۰	۱/۲۹	۴/۲۴	۰/۰۳	۲۳/۱۴	۴۷۵۹۰۷۱/۹۶	۲۴۸۷۵/۴۶	۶۸/۸۹	۵۸۸۵۶۸/۷۵
ضریب تغییرات (در صد)	-	۶/۲۱	۱۰/۹۶	۸/۲۲	۷/۵۶	۱۶/۱۶	۱۱/۶۸	۱۳/۲۵	۱۱/۷۰

ns، * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۳: مقایسه میانگین صفات گندم تحت تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت

تیمار	قرائت کلروفیل	طول پدانکل (سانتی‌متر)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	مقدار آب برگ (درصد)	تعداد دانه در مترمربع	زیست‌توده کل (گرم در مترمربع)	محتوای رطوبت نسبی (درصد)	نشت یونی سلول (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)
تنش آبی								
شاهد	۲۱/۵۸a	۱۹/۱۹a	۱/۹۰c	۶۷/۶۸a	۱۵۹۶۰a	۱۵۴۳a	۶۸/۹۹a	۶۲۰۸b
۰/۸۵ نیاز آبی گیاه	۱۹/۰۹a	۱۸/ ۱۲ab	۲/۰۹b	۶۳/۰۰b	۱۴۵۴۰a	۱۲۸۳b	۶۰/۶۳ab	۶۵۰۱ab
۰/۷۰ نیاز آبی گیاه	۱۵/۶۷b	۱۶/۷۸b	۲/۴۰a	۶۰/۱۳b	۱۴۱۰۰a	۱۲۲۶b	۵۸/۲۹b	۶۹۶۸a
مواد جاذب رطوبت								
شاهد	۱۷/۲۹b	۱۸/ ۲۰ab	۲/ ۱۸a	۶۰/۵۲a	۱۴۲۴۰ab	۱۳۰۸b	۶۱/۴۵a	۷۲۳۳a
۳۰ تن در هکتار کود دامی	۱۸/۶۹ab	۱۷/۳۳b	۲/۱۴a	۶۲/۴۹a	۱۵۵۳۰ab	۱۳۷۱b	۶۱/ ۱۹a	۵۷۵۹c
۱۵تن کود دامی+ چهار تن زئولیت	۲۰/۱۶a	۱۹/۰۹a	۲/۰۹a	۶۵/ ۲۴a	۱۵۰۷۰ab	۱۵۳۵a	۶۳/۴۳a	۶۲۷۰bc
۱۵تن کود دامی+ دو تن بنتونیت	۱۹/۰۲ab	۱۸/۲۸ab	۲/۰۷a	۶۵/۴۷a	۱۳۴۲۰b	۱۲۴۲b	۶۳/۳۱a	۶۶۳۶ab
چهار تن زئولیت + دو تن بنتونیت	۱۸/۷۶ab	۱۷/۶۸b	۲/۰۸a	۶۴/۷۰a	۱۴۴۷۰ab	۱۳۲۵b	۶۶/۵۸a	۶۷۳۹ab
۱۵تن دامی+ چهار تن زئولیت + دو تن بنتونیت	۱۸/۷۹ab	۱۷/۶۰b	۲/۲۱a	۶۳/۲۱a	۱۶۴۶۰a	۱۳۲۲b	۵۹/ ۸۸a	۶۲۰۸b

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.20084031394.7.25.2.7]

مقدارکلروفیل

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر سطوح آبیاری در سطح پنج درصد و برهمکنش تیمار مواد جاذب رطوبت و سطوح آبیاری بر میزان کلروفیل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و در بین کلیه برهمکنش، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار کلروفیل به‌ترتیب با میانگین ۲۲/۷۴ و ۱۱/۱۹ مربوط به تیمار (آبیاری شاهد + مصرف کود دامی + زئولیت + بنتونیت) و تیمار (آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه + تیمار شاهد) بود (جدول ۴). تغییرات در مقدارکلروفیل a و b محتوای آب برگ و غلظت کلروفیل یک واکنش کوتاه‌مدت به تنش و معیاری از توان حفظ قدرت منبع در شرایط تنش خشکی مورد استفاده قرار می‌گیرد (احمدی و سی‌وسه‌مرده، ۱۳۸۳). جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده‌ی عناصر غذایی از زئولیت باعث می‌شود درصورت انتخاب صحیح زئولیت مصرفی هنگامی که به خاک اضافه می‌شوند از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت رطوبت و عناصر غذایی به بهبود رشد گیاه کمک کند (Polat *et al*., 2004). آقایی‌سربرزه و همکاران (۱۳۸۸) گزارش نمودند که مصرف چهار تن زئولیت و ۱۵ تن کود دامی در هکتار هم در شرایط آبی نرمال و تنش اثر مثبتی در افزایش میزان کلروفیل دارد. به‌طورکلی، در شرایط تنش میزان کلروفیل نسبت به شرایط بدون تنش کاهش داشته است.

جدول ۴: مقایسه میانگین صفات گندم تحت تنش آبی، مصرف کود دامی و بنتونیت

تیمار	قرائت کلروفیل	طول پدانکل (سانتی‌متر)	راندمان مصرف آب (کیلوگرم بر مترمکعب)	مقدار آب برگ (درصد)	تعداد دانه در مترمربع	زیست‌توده کل (گرم در مترمربع)	محتوای رطوبت نسبی (درصد)	نشت یونی سلول (میکروزیمنس بر سانتی‌متر)
I_1S_1	۲۲/۲۱ab	۱۸/۹۷a-d	۱/۹۷e-g	۶۲/۴۴b-d	۱۶۳۶۰a-c	۱۵۳۳bc	۶۸/۹۴a	۷۸۲۷a
I_1S_2	۲۱/۶۸a-d	۱۷/۴۷b-e	۱/۸۱g	۶۷/۲۲a-c	۱۶۲۰۰a-d	۱۴۵۸b-d	۶۸/ ۱۱a	۵۰۵۳d
I_1S_3	۲۱/۸۸a-c	۲۰/۹۷a	۲/۰۷c-g	۶۷/۷۴a-c	۱۸۶۵۰a	۱۸۲۲a	۶۷/۴۰a	۶۱۹۴b-d
I_1S_4	۲۰/۶۳a-e	۱۹/۴۰ab	۱/۸۲g	۷۱/۷۰ab	۱۲۹۴۰cd	۱۴۵۰b-d	۶۹/۴۷a	۵۸۴۳cd
I_1S_5	۲۰/۳۴a-e	۱۹/۱۳a-d	۱/۸۱g	۶۴/۷۳a-c	۱۳۸۶۰b-d	۱۴۴۲b-d	۶۹/۳۸a	۶۶۵۳a-c
I_1S_6	۲۲/۷۴a	۱۹/۲۳a-c	۱/۹۴fg	۷۲/۲۷a	۱۷۷۱۰ab	۱۵۵۰b	۷۰/۶۶a	۶۵۷۷cd
I_2S_1	۱۸/۴۶b-f	۱۸/۳۰b-e	۲/۰۷c-g	۵۹/۷۱cd	۱۳۴۳۰b-d	۱۲۲۵c-e	۵۶/۳۴ab	۶۵۰۷a-d
I_2S_2	۱۹/۲۳a-e	۱۷/۲۷b-f	۲/۲۶b-f	۵۸/۸۱cd	۱۵۷۶۰a-d	۱۳۳۷b-e	۵۹/۸۵ab	۶۵۹۳cd
I_2S_3	۱۸/۷۵a-e	۱۹/۰۳a-d	۲/۰۲e-g	۶۴/۵۷a-c	۱۳۳۱۰b-d	۱۵۰۰bc	۵۹/۵۵ab	۵۷۸۷cd
I_2S_4	۱۹/۱۶a-e	۱۸/۵۳b-e	۲/۱۱c-g	۶۳/۷۷a-c	۱۵۸۷۰a-d	۱۱۵۸de	۶۰/۳۷ab	۷۵۰۷ab
I_2S_5	۱۸/۱۰c-f	۱۸/۴۳b-e	۲/۰۵d-g	۶۷/۲۸a-c	۱۴۲۸۰a-d	۱۳۶۷b-e	۶۷/ ۰۵a	۶۴۹۳a-d
I_2S_6	۲۰/۸۵a-e	۱۷/۱۳c-f	۲/۰۱e-g	۶۳/۸۵a-c	۱۴۵۷۰a-d	۱۱۰۸e	۶۰/۶۲ab	۷۰۱۷a-c
I_3S_1	۱۱/۱۹h	۱۷/۳۳b-f	۲/۴۹ab	۵۹/۴۲cd	۱۲۹۱۰cd	۱۱۶۷de	۵۹/۰۶ab	۷۳۶۷ab
I_3S_2	۱۵/۱۵fg	۱۷/۲۷b-f	۲/۳۶b-d	۶۱/۴۲cd	۱۴۶۱۰a-d	۱۳۱۷b-e	۵۵/ ۶۰ab	۶۵۳۰a-d
I_3S_3	۱۹/۸۴a-e	۱۷/۲۷b-f	۲/۱۹b-f	۶۳/۴۰a-c	۱۳۲۴۰b-d	۱۲۸۵b-e	۶۳/۳۲ab	۶۸۳۰a-c
I_3S_4	۱۷/۲۶ef	۱۶/۹۰d-f	۲/۲۹b-e	۶۰/۹۳cd	۱۱۴۶۰d	۱۱۱۷e	۶۰/۰۹ab	۶۵۵۷a-c
I_3S_5	۱۷/۸۳d-f	۱۵/۴۷f	۷۰۷۰a-c	۰/۱۶e-g	۱۵۲۶۰a-d	۱۱۶۷de	۶۳/۳۲ab	۷۰۷۰a-c
I_3S_6	۱۲/۷۷gh	۱۶/۴۳ef	۷۴۵۳ab	۰/۱۴g	۱۷۱۰۰a-c	۱۳۰۸b-e	۴۸/۳۷b	۷۴۵۳ab

میانگین‌هایی که حد اقل در یک حرف مشترک هستند، اختلاف آماری معنی‌داری در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

I_1، I_2 و I_3 به‌ترتیب شامل: آبیاری شاهد، آبیاری بر اساس ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه، S_1، S_2، S_3، S_4، S_5 و S_6 به‌ترتیب شامل: شاهد، ۳۰ تن کود دامی در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار، ۱۵ تن کود دامی در هکتار+ مصرف دو تن بنتونیت در هکتار، مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار و ۱۵ تن کود دامی در هکتار + مصرف چهار تن زئولیت در هکتار + مصرف دو تن بنتونیت در هکتار

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

راندمان مصرف آب

نتایج جدول ۲ نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر راندمان مصرف آب در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح تیمار تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین راندمان مصرف آب به‌ترتیب با میانگین ۲/۴۰ و ۱/۹۰ مربوط به تیمار آبیاری بر اساس۷۰ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار آبیاری شاهد بود (جدول ۳). ویژگی‌هایی که تحت اثر تنش آبی قرار می‌گیرند به‌طور عمده شامل فتوسنتز خالص، وضعیت آب برگ و راندمان استفاده از آب، دمای سایه‌انداز پوشش گیاهی، سرعت از دست رفتن آب از برگ بریده شده و پتانسیل اسمزی می‌باشند (Dhanda *et al*., 2002). سیبی و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که سطوح مختلف مصرف زئولیت بر صفت درصد آب، محتوای آب اولیه، آب نهایی برگ و ناپایداری غشای سلولی در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد.

مقدار آب برگ

نتایج نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر مقدار آب برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار آب برگ به‌ترتیب با میانگین ۶۷/۶۸ و ۶۰/۱۳ درصد مربوط به تیمار آبیاری شاهد و تیمار آبیاری بر اساس۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود (جدول‌های ۲ و ۳). به نظر می‌رسد که آب موجود در سلول‌ها و بافت‌های گیاهی، متأثر از بیلان آبی گیاه در شرایط آب و هوای منطقه رشد می‌باشد. بدین صورت که اگر مقدار رطوبت موجود در خاک به اندازه‌ای باشد که جبران خروج آب از گیاه را که عمدتاً از مسیر تعرق (حدود۹۰ درصد) و تعرق (بین پنج تا ۱۰ درصد) خارج می‌شود را بنماید، در این صورت سلول‌ها و بافت‌های گیاهی همواره در سطح بالایی از تورژسانس قرار خواهند داشت، اما اگر به دلیل کمبود رطوبت در خاک مزرعه، مقدار آب خروجی گیاه توسط ریشه‌ها جذب نشود، درصد آب موجود در بافت‌های گیاه دچار نقصان خواهد شد. میرزاخانی و سیبی (۱۳۸۹) گزارش نمودند که رابطه مستقیمی بین محتوای آب اولیه بافت‌های گیاهی با مقدار آب قابل دسترس گیاه وجود دارد. به‌طوری‌که با افزایش شدت تنش آبی، به دلیل عدم توانایی در جذب آب، محتوای آب اولیه بافت‌های گیاه کاهش خواهد یافت و به دنبال آن رشد و تقسیم سلولی در گیاه نیز کاهش و یا مختل خواهد شد.

تعداد دانه در مترمربع

نتایج نشان داد که تعداد دانه در مترمربع در هیچ یک از سطوح تیماری معنی‌دار نبود و در بین سطوح مصرف مواد جاذب رطوبت، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در مترمربع به‌ترتیب با میانگین ۱۶۴۶۰ و ۱۳۴۲۰ عدد مربوط به تیمار (مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی+ چهار تن در هکتار زئولیت + دو تن در هکتار بنتونیت) و تیمار (مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی+ دو تن در هکتار بنتونیت) بود (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج شهبازیان و همکاران (۱۳۷۷) نشان داد که

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

مصرف کود دامی، زئولیت و بنتونیت می‌تواند در شرایط تنش آبی ۷۰ درصد نسبت به نیاز آبی گیاه عملکرد تعداد دانه در مترمربع را تا نزدیکی بالاترین عملکرد آبیاری ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه افزایش دهد. نتایج نشان داده که کود دامی در شرایط آبی مطلوب اثر قابل قبولی بر تعداد دانه در مترمربع در سطح احتمال یک درصد دارد. توسط سایر محققان گزارش شد که وقوع تنش خشکی در مرحله‌ی پنجه‌زنی و طویل شدن ساقه‌های گندم، سبب کاهش معنی‌دار تعداد سنبله‌ی بارور در واحد سطح، گل‌دهی زود هنگام، کاهش ارتفاع بوته بر اثر کاهش طول میان‌گره‌ها، کاهش تعداد دانه در سنبله و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (Zarea-Fizabady and Ghodsi, 2004).

زیست‌توده کل

نتایج جدول‌های ۲ و ۳ نشان داد که اثر سطوح آبیاری بر زیست‌توده کل در سطح احتمال پنج درصد و تیمار مواد جاذب رطوبت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و در بین سطوح مصرف مواد جاذب رطوبت، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار زیست‌توده کل به‌ترتیب با میانگین ۱۵۳۵ و ۱۲۴۲ گرم در مترمربع مربوط به تیمار (مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی + چهار تن در هکتار زئولیت) و تیمار (مصرف ۱۵ تن در هکتار کود دامی + دو تن در هکتار بنتونیت) بود. یکی از دلایل استفاده از زئولیت در کشاورزی و بهره‌وری خاک، خاصیت جذب رطوبت و نگهداری و بهره‌وری خاک، ویژگی جذب رطوبت و نگهداری آن برای مدت طولانی و صرفه جویی در مصرف کود شیمیایی و جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی می‌باشد (Huang and Petrovic, 1995). محققان گزارش نمودند که استفاده از کودهای آلی از جمله کودهای دامی در کنار مصرف کودهای شیمیایی از گزینه‌هایی هستند که می‌توانند ضمن کاستن از مقدار مصرف کودهای شیمیایی، در بهبود عملکرد گیاهان زراعی و پایداری در تولید آن‌ها مؤثر باشند (Ghosh *et al*., 2004). صارمی (۱۳۷۲) بیان داشت که تنش‌های محیطی بین مراحل پنجه‌زنی و گل‌دهی زادوکس بیش‌ترین اثر را روی میزان دانه و تولید ماده خشک اندام‌های هوایی دارد.

محتوای رطوبت نسبی

نتایج جدول‌های ۲ و ۳ نشان داد که محتوای رطوبت نسبی تحت اثر تیمار تنش آبی قرار گرفت و در سطح یک درصد تیماری معنی‌دار شد و در بین سطوح تنش آبی نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین محتوای رطوبت نسبی به‌ترتیب با میانگین ۶۸/۹۹ و۵۸/۲۹ درصد مربوط به تیمار آبیاری شاهد و تیمار آبیاری بر اساس ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه بود. گل‌آبادی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند که تنش خشکی اثر قابل توجهی بر صفات مرتبط با مرحله رشد زایشی گیاه از جمله عملکرد دانه و محتوای نسبی آب برگ دارد. نتایج این آزمایش بر چهار رقم گندم نان نشان داد که محتوای رطوبت نسبی در اثر تنش رطوبتی ۴۳ درصد (از ۸۸ درصد به ۴۵ درصد) کاهش یافت (Siddique *et al*., 2000).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

نشت یونی سلول

نتایج نشان داد که اثر تیمار مواد جاذب رطوبت بر نشت یونی سلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین سطوح مصرف مواد جاذب رطوبت، بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار نشت یونی سلول به‌ترتیب با میانگین ۷۲۳۳ و ۵۷۵۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر مربوط به تیمار عدم مصرف مواد جاذب رطوبت (شاهد) و تیمار مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود (جدول ۳). میرزاخانی (۱۳۹۰) گزارش کرد که با کاهش مقدار آب آبیاری، تنش آبی وارده به گیاه افزایش می‌یابد و سلول‌ها به شدت آسیب خواهند دید و باعث کاهش توانایی سلول در کنترل ورود و خروج مواد از از غشای سلول‌ها و خروج الکترولیت‌های سلول، هدایت الکتریکی محلول حاوی بافت گیاهی افزایش خواهد یافت. گندم‌هایی که در معرض تنش خشکی (عدم آبیاری) قرار داشتند، دارای دیواره‌های سلولی مقاوم‌تری بودند (Saneoka *et al*., 2004). کاربرد مواد معدنی طبیعی به منظور بهبود باروری، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک منجر به افزایش نگهداری آب در خاک نیز می‌شود توصیه شده است که زئولیت و بنتونیت از این مواد معدنی می‌شود (Mumpton, 1996). میرزاخانی و سیبی (۱۳۸۹) اظهار داشتند که زئولیت توانست مقدار پایداری غشای سلول‌ها را در برابر نشت الکترولیت‌های سلول افزایش دهد. نتایج نشان داده که مصرف کود دامی به تنهایی چه در شرایط آبی نرمال و تنش آبی، پایداری غشای سلول را کاهش می‌دهد.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد با افزایش تنش آبی، آب قابل دسترس ریشه کاهش یافته و در نتیجه آب که مهم‌ترین عامل در فتوسنتز و ساخت هیدرات‌های کربن می‌باشد، کاهش می‌یابد. با استفاده از مواد جاذب رطوبت مانند زئولیت و بنتونیت می‌توان این اثر مخرب را تا حد قابل توجهی کاهش داد. شرایط برای رشد و نمو گیاه با افزایش شدت تنش کمبود آب، سخت‌تر می‌شود و شدت کاهش اجزای عملکرد گیاه محسوس خواهد بود. نتایج نشان داد که مصرف توأم زئولیت و کود دامی هم در شرایط تنش و هم در شرایط مطلوب صفات زراعی و فیزیولوژیکی را نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.

منابع

آقایی‌سربرزه، م.، رجبی، ر.، حق‌دوست ر. و محمدی، ر. ۱۳۸۷. بررسی و انتخاب ژنوتیپ‌های گندم نان با استفاده از صفات فیزیولوژیک و شاخص‌های تحمل به خشکی. مجله نهال و بذر. (۳) ۲۴: ۶۰۱-۵۷۹.

ابهری، ع.، گالشی، س.، لطیفی، ن. و کلاته عربی، م. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی انتهایی بر عملکرد، اجزای عملکرد و اسید آمینه پرولین ژنوتیپ های گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله علوم و صنایع کشاورزی. ۲۰: ۶۷- ۵۷.

احمدی، ا. و سی‌وسه‌مرده، ع. ۱۳۸۳. تأثیر تنش خشکی بر کربوهیدرات های محلول، کلروفیل و پرولین در چهار رقم گندم در شرایط اقلیمی متفاوت. مجله علوم کشاورزی ایران. ۳۵: ۷۶۳-۷۵۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

اردکانی، م.ر.، مجد، ف.، مظاهری، د. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۰. تأثیر آزوسپریلیوم، مایکوریزا و استرپتومایسس با کود دامی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (رقم مهدوی). مجله علوم زراعی ایران. (۱)۳ : ۱۵-۱.

امام، ی. ۱۳۸۴. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. چاپ سوم. ۱۹۰ ص.

سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ۱۳۸۶. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی فردوسی مشهد. ۴۶۷ ص.

سیبی، م.، میرزاخانی، م.، گماریان، م. و بابکر، ع. ۱۳۹۰. بررسی محتوای آب اولیه گلرنگ تحت تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید. مجموعه مقالات اولین همایش ملی راهبردهای دستیابی به کشاورزی پایدار. خرداد ماه ۱۳۹۰. دانشگاه پیام نور خوزستان.

شهبازیان، ن.، اله‌دادی، ا. و ایران‌نژاد، ح. ۱۳۷۷. واکنش عملکرد گندم پاییزه به کشت ما قبل (آیش، گندم، سویا و یونجه) و کاربرد کود دامی در منطقه قزوین. مجله علمی- پژوهشی علوم کشاورزی. (۱)۱۳: ۶۷-۵۴.

صارمی، م. ۱۳۷۲. تعیین حساسیت مراحل مختلف رشد فیزیولوژیک ارقام گندم نسبت به کمبود رطوبت خاک. مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، کرج.

عابدی‌کوهپایی، ج. و سهراب، ف. ۱۳۸۳. تأثیر خصوصیات هیدرولیکی خاک‌های معدنی بنتونیتی و زئولیتی. مجموعه مقالات دوازدهمین همایش بلورشناسی و کانی شناسی ایران. دانشگاه شهید چمران اهواز. ۵۶۷-۵۶۲.

عقدک، پ.، مبلی، م.، خوشگفتار منش، ا. م. و شاکری، ف. ۱۳۸۹. تأثیر افزودن بنتونیت به بسترهای مختلف کاشت بر رشد رویشی و عملکرد لوبیا سبز. مجله علوم و فنون کشت های گلخانه ای. (۳) ۱: ۲۶-۱۴.

گل‌آبادی، م.، ارزانی، ا. و میرمحمدی‌میبدی، س. ع. م. ۱۳۸۷. اثر تنش رطوبتی آخر فصل بر عملکرد وصفات مورفوفیزیولوژیک در خانواده F_3 گندم دروم. مجله پژوهش های زراعی ایران. (۲) ۶: ۴۱۸- ۴۰۵.

میرزاخانی، م. و سیبی، م. ۱۳۸۹. پاسخ صفات فیزیولوژیکی گلرنگ به تنش آبی و مصرف زئولیت. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی و توسعه‌ی پایدار، فرصت‌ها و چالش‌های پیش رو، دانشگاه آزاد اسلامی شیراز، شیراز.ص: ۲۱.

میرزاخانی، م. ۱۳۹۰. اثر تنش آبی و مصرف زئولیت بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه گلرنگ پاییزه. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ساوه. آبان ۱۳۹۰.

Andrews, R. D and S. B. Kimi. 1996. Improvements in yield and quality of crops with zeoponic fertilizer delivery systems: Turf, flower, vegetables, and grain. Malaysian Agricultural Research and Development Institue. 25 p.

Dhanda, S.S., Sethi, G.S., Behl, K.K. 2002. Inheritance of seedling traits under drought stress conditions in bread wheat. Cereal Research Communications 30 (34): 293-300.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]

Ehdaie, B. and Waines, J.G. 1996. Genetic variation for contribution of parenthesis assimilates to grain yield in spring wheat. Journal of Genetic and Breeding 50: 47-56.

Ghosh, P.K., Ajay, K.K., Bandyopadhyay, M.C., Manna, K.G., Mandal, A.K. and Hati, K.M. 2004. Comprative effectivence of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping system in vertisols of semi-arid tropics. II. Dry matter yield, nodulation, chlorophyll content and enzyme activity. Bioresource Technology 95: 85-93.

Hashemidezfoli, A. 1994. The concept of water use efficiency. Journal of Research and Development 25: 34-47.

Huang, Z.T. and Petrovic, A.M. 1995. Physical properties of sand a affected by clinoptilolite zeolite particle size and quantity. Journal of Turf Grass Management 1(1):1-15.

Mumpton, F. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolite in agriculture and industry. National Academic Sciences 96: 3467-3470.

Najafi, B. and Rajba, B. 1995. Evaluation of the results of the national wheat plan, a case study of the north of Fars province. Quarterly Journal of Agricultural Economic Studies 3 (3):27-41.

Polat, E., Karaca, M., Demir, H. and Nacio Onus, A. 2004. Use of natural zeolite (Clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit Ornamental and Plant Research 12:183-189.

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.

Siddique, M. R. B., Hamid, A. and Islam, M. S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Institute of Botany, Academia Sinica. Shanghai 41:35-39.

Richards, R. A., Condon, A. G. and RebetzkeJ, G. 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.

Rigby, D. and Caceres, D. 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. Agricultural Systems, 68: 21-40. doi:10.1016/S0308-521X(00)00060-3

Tohidi, H. 2010. The use of bentonite in constructing ground. Secure website work.

Wardlow. I. F., and Wilenbrink, J. 1994. Carbohydrate storage and mobilization by the culm of wheat between heading and grain maturity: the relation of sucrose synthase and sucrose phosphate synthase. Australian Journal of Plant Physiology 21: 255-271.

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

Zarea-Fizabady, A., and Ghodsi, M. 2004. Evaluation of yield and yield components of Facultative and winter bread wheat genotypes (*Triticum aestivum*) under different irrigation regimes in Khorasan Province in Iran. Agronomy Journal 3: 184-187.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-04-27]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1394.7.25.2.7]