دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
دوره پانزدهم، شماره پنجاه و دو، ۱۴۰۲

عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر سیستم کشت بستر مرتفع

فرحناز ممتازی[۱]، حمید رضا میری[۲]، برمک جعفری حقیقی[۳]، حمید رضا ابراهیمی[۳]، عبدالرضا جعفری[۳]

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۱۷ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۹/۱۳

چکیده

گندم از مهمترین گیاهان کشت شده در استان فارس است و توجه به بهره وری آب در تولید این محصول، با توجه به موضوع خشکسالی، از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. بدین منظور آزمایش حاضر به منظور بررسی عملکرد و اجزای عملکرد گندم در سیستم کشت بستر مرتفع طی دو سال زراعی (۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱) در شهرستان ارسنجان در استان فارس اجرا شد. آزمایش بصورت کرت های خرد شده با سه تکرار شامل سه سطح آبیاری شامل شاهد (آبیاری به میزان تبخیر وتعرق (بدون تنش)، آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر و تعرق (تنش متوسط) و آبیاری به میزان ۶۰ درصد تبخیر و تعرق (تنش شدید) به عنوان عامل اصلی و سه روش کشت رایج (کشت بصورت مسطح)، کشت روی پشته مرتفع با عرض ۶۰ سانتیمر و کشت روی پشته مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتیمتر به عنوان عامل فرعی بود. نتایج نشان داد که تنش خشکی سبب کاهش معنی دار صفات ارتفاع بوته، عملکرد دانه، تعداد سنبله، تعداد دانه، وزن دانه، عملکرد بیولوژیک و افزایش درصد پروتئین دانه شد. الگوی کشت بستر مرتفع سبب افزایش معنی دار صفات مورد بررسی در مقایسه با کشت رایج (کشت مسطح) شد. بطوریکه کشت روی بستر با عرض ۱۲۰ سانتیمتر سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۲۲/۱ و ۲۵/۹ درصد نسبت به کشت مسطح به ترتیب در سال اول و دوم شد، این افزایش برای عملکرد بیولوژیک حدود ۱۷ درصد، تعداد سنبله ۷ درصد و تعداد دانه در سنبله ۲۱ درصد بود. همچنین کشت روی بستر مرتفع سبب کاهش اثرات تنش خشکی شد بطوریکه در این سیستم کشت میزان کاهش صفات در تیمارهای خشکی کمتر بود. در مجموع با توجه به نتایج بدست آمده کشت روی بستر مرتفع به عنوان یک الگوی کاشت مناسب جهت بهبود عملکرد و بهره وری آب در گندم در شرایط مشابه با منطقه آزمایش پیشنهاد می گردد.

واژه‌های کلیدی: گندم، بستر کشت مرتفع، تنش خشکی، عملکرد، مصرف آب

ممتازی، ف.، ح. میری، ب. جعفری حقیقی، ح، ابراهیمی، ع. جعفری. ۱۴۰۲. عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تأثیر سیستم کشت بستر مرتفع. ۱۴(۵۲): ۵۱-۷۰.

۱- دانشجوی دکتری اگروتکنولوژی، واحد ارسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، ارسنجان، ایران.

۲- دانشیار زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، ارسنجان، ایران. مسئول مکاتبات: hmiri6@gmail.com

۳- استادیار زراعت، واحد ارسنجان، دانشگاه ازاد اسلامی، ارسنجان، ایران

مقدمه

گندم (Triticum aestivum L.) یکی از محصولات استراتژیک برای امنیت مواد غذایی، خوراک و سوخت‌های زیستی در سراسر جهان است (حافظ و همکاران، ۲۰۱۹). بطوریکه سطح زیر کشت جهانی آن در سال ۲۰۲۰ بیش از ۲۱۹ میلیون هکتار با تولید بیش از ۷۶۰ میلیون تن و میانگین عملکرد ۳/٤ تن در هکتار بوده است (فائو، ۲۰۲۱). همچنین میزان سطح زیر کشت گندم در کشور در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ بیش از ٦ میلیون هکتار با تولید ۱۳ میلیون تن بوده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱٤۰۰).

آب به عنوان یکی از مهمترین فاکتور برای انجام فعالیت‌های بیولوژیکی گیاه در نظر گرفته می‌شود، همچنین خشکی مهمترین تنش غیرزیستی است و می‌تواند رشد و عملکرد گندم را مهار کند و امروزه آن را به یک مشکل به طور فزاینده‌ی جدی در بسیاری از مناطق جهان تبدیل کرده است (رانی و همکاران، ۲۰۱۸).در حال حاضر کمبود آب مشکلی است که در سرتاسر جهان دیده می‌شود و پیش‌بینی می‌شود تغییرات اقلیمی شدت تنش خشکی را تسریع کند (فرناندز –لیزارازو و مورنا-فونسکا۲۰۱۹). به عقیده الیوت و همکاران (۲۰۱٤) تا انتهای قرن جاری محدودیت منابع آبی باعث می‌گردد ٦۰-۲۰ میلیون هکتار از اراضی زراعی آبی به اراضی دیم تبدیل شود، که این امر باعث کاهش قابل توجه تولید محصولات کشاورزی در ایالات متحده، چین، آسیای غربی، شرقی و مرکزی می‌گردد (الیوت، ۲۰۱٤). کاهش بارندگی و تغییر الگوی بارندگی نیز باعث شروع مکرر شرایط تنش خشکی می‌شود. به‌طور کلی تنش خشکی می‌تواند تولید محصول را در سراسر جهان محدود کند و تولید و بهره-وری محصول را نسبت به سایر تنش‌های محیطی بیشتر کاهش می‌دهد (جوان قلی لو و همکاران، ۲۰۱۹).

با توجه به اهمیت استراتژیک گندم و سطح کشت گسترده آن، اگاهی از روش‌های بهبود تولید و بهره وری در زراعت آن از اهمیت زیادی برخودار است. روش کاشت یکی از مهمترین عوامل موثر بر افزایش تولید و بهره‌وری به خصوص در نواحی که کشت با محدودیت های مختلفی همراه است می باشد. پخش دستی بذر با استفاده از دست یا بذرپاش سانتریفیوژ، کاشت با دستگاه‌های خطی کار، کاشت با دستگاه های کارنده کشت مستقیم و جدیدترین روش یعنی سامانه کشت بذر بر روی بسترهای بلند[1] اصلی ترین روش های کاشت گندم محسوب می شوند که هر کدام از این روشهای کاشت دارای مزایا و معایب مربوط به خود هستند. سامانه کشت روی بسترهای بلند مدرن-ترین روشی است که امروزه خصوصا در اراضی فاریاب در کشورهای پیشرفته اجرا می‌شود و هدف اصلی از اجرای این روش افزایش بهره‌وری و صرفه جویی در میزان مصرف آب است.

مطالعات زیادی به منظور افزایش راندمان آبیاری در سیستم‌های آبیاری سطحی انجام شده است. آبیاری جوی و پشته‌ای و کشت بصورت پشته بلند یکی از روش‌هایی که در گیاهان زراعی مختلف از جمله گندم به منظور افزایش راندمان مصرف آب در مطالعات مختلف مورد بررسی قرار گرفته است (مزراعی و همکاران، ۲۰۲۱). سیستم کشت روی پشته بلند یک تکنیک آبیاری سطحی است که باعث افزایش راندمان مصرف آب در گندم می‌شود و براحتی می‌تواند توسط کشاورزان مورد استفاده قرار گیرد (اسماعیل و همکاران، ۲۰۲۱). در این روش آب آبیاری از طریق جوی‌ها در اختیار گیاه قرار داده می‌شود و میزان آب مصرفی کاهش می‌یابد، زیرا وجود جوی‌ها باعث نگهداری بهتر آب در مقایسه با حالتی که آب در کل سطح زمین پخش می‌شود، می‌گردد. نتایج برخی تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از سیستم کاشت روی پشته‌های عریض تاثیری بر عملکرد گندم و ذرت نداشته ولی باعث افزایش بهره وری مصرف آب شده است (کارو و همکاران، ۲۰۱۲) ولی بررسی دیگر محققان نشان می‌دهد که این سیستم، نسبت به روش کاشت مرسوم روی سطح صاف باعث افزایش عملکرد گندم به میزان ۲٤ درصد و کاهش مصرف آب به میزان ۲۲ درصد شد (علی و همکاران، ۲۰۰۷). بهره وری مصرف آب در روش کاشت روی پشته‌های عریض، نسبت به کاشت در سطح صاف، در دو محصول ذرت و گندم به ترتیب ۷۸ و ۲۳ درصد افزایش یافت (رام و همکاران، ۲۰۱۲). تحقیقات انجام شده در پنج منطقهٔ کشور چین نشان داد که روش کاشت روی پشته‌های عریض، نسبت به روش کاشت روی سطح صاف، عملکرد گندم را بین ٦/٦ تا ۱۳ درصد افزایش داشت (وانگ و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به اهمیت کشت گندم به عنوان یک گیاه زراعی مهم و نیز با توجه به مساله کمبود آب در کشور تحقیق حاضر به منظور بکارگیری روش کشت مناسب جهت افزایش راندمان مصرف آب در گندم انجام شده است.

[1]- Raised –bed Planting

مواد و روش‌ها

آزمایش طی دو سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ و ۱۴۰۲-۱۴۰۱ در شهرستان ارسنجان بصورت طرح کرت های خرد شده با سه تکرار انجام می شود. شهرستان ارسنجان در شمال شرق استان فارس با طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض ۲۹ درجه و۹۳ دقیقه شمالی با ارتفاع ۱۶۷۶ متر از سطح دریا قرار دارد. آمار هواشناسی سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰ ایستگاه ارسنجان در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- شرایط آب و هوایی محل آزمایش

سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۰					سال زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱				
ماه	بارش (میلی متر)	رطوبت نسبی(٪)	حداقل دما	حداکثر دما	میانگین دما	ماه	بارش (میلی متر)	رطوبت نسبی(%)	حداقل دما	حداکثر دما	میانگین دما
مهر	۰	۱۹/۸	۱۴/۰	۲۹/۲	۲۱/۳	مهر	۰	۲۳/۳	۱۰/۶	۳۰/۴	۲۱/۲
آبان	۲/۳۲	۴۳/۱	۷/۸	۲۰/۹	۱۳/۶	آبان	۵/۲۲	۴۴/۲	۵/۳	۲۱/۸	۱۳/۶
آذر	۲۴/۵	۴۵/۶	۴/۵	۱۶/۷	۹/۶	آذر	۴۰/۳	۴۵/۷	۱/۷	۱۷/۶	۹/۴
دی	۷۷/۳	۶۰/۱	۱/۸	۱۳/۲	۶/۶	دی	۸۴/۹	۵۷/۶	۰/۹	۱۴/۱	۷/۱
بهمن	۲۴/۲	۵۱/۳	۳/۵	۱۷/۱	۹/۷	بهمن	۱۲/۲	۴۳/۶	۲/۶	۱۷/۸	۱۰/۳
اسفند	۲/۸	۳۰/۲	۷/۹	۲۲/۸	۱۵/۵	اسفند	۰/۲	۲۷/۱	۷/۳	۲۴/۱	۱۶/۱
فروردین	۲/۶	۲۴/۹	۱۲/۴	۲۷/۶	۲۰/۴	فروردین	۹/۲	۲۴/۴	۱۰/۹	۲۸/۳	۲۰/۴
اردیبهشت	۲/۸	۱۸/۰	۱۵/۱	۳۱/۱	۲۳/۸	اردیبهشت	۰/۲	۱۵/۶	۱۴/۱	۳۲/۲	۲۴/۵
خرداد	۰	۱۱/۲	۲۱/۵	۳۷/۶	۲۰/۴	خرداد	۰	۱۳/۱	۱۹/۵	۳۸/۵	۳۰/۷

آزمایش بصورت طرح کرت های خرد شده با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل سه روش کشت رایج (کشت بصورت مسطح)، کشت روی پشته مرتفع با عرض ۶۰ سانتیمر و کشت روی پشته مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتیمتر و تیمارهای فرعی شامل سه سطح آبیاری شامل شاهد (آبیاری به میزان تبخیر وتعرق (بدون تنش)، آبیاری به میزان ۸۰ درصد تبخیر و تعرق (تنش متوسط) و آبیاری به میزان ۶۰ درصد تبخیر و تعرق (تنش شدید) بود. برای محاسبه نیاز آبی میزان تبخیر و تعرق گیاه گندم به صورت هفتگی توسط مدل پنمن-مونتیث فائو و براساس داده های روزانه هواشناسی محاسبه شد. در این روش ابتدا تبخیر و تعرق گیاه مرجع (ETo) با استفاده از معادلهٔ ۱ و سپس تبخیر و تعرق گیاه زراعی بر اساس معادله ۲ محاسبه شد.

معادله (۱)
$$ET_0=\frac{0.408(Rn-G)+\gamma\frac{900}{T+237}U^2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1-0.34\,U^2)}$$

معادله (۲)
$$ET_c = ET_0 \times K_c$$

که در این معادلات، ET_0: تبخیر و تعرق مرجع (میلیمتر در روز)، R_n: تشعشع خالص در سطح پوشش گیاهی (مگاژول بر متر مربع در روز)، G: شار گرما به داخل خاک (مگاژول بر متر مربع در روز)، T: دمای هوا (درجه سانتیگراد)، U_2: سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین (متر بر ثانیه)، e_s: فشار بخار اشباع (کیلوپاسکال)، e_a: فشار بخار واقعی (کیلوپاسکال)، Δ: شیب منحنی فشار بخار اشباع نسبت به دما (کیلوپاسکال به ازای هر درجه سانتیگراد)، γ: ضریب سایکرومتری (کیلوپاسکال به ازای هر درجه سانتیگراد)، ET_c : تبخیر و تعرق گیاه زراعی (میلیمتر در روز) و K_c : ضریب گیاهی (بدون واحد) می باشند. طبق توصیه فائو مقدار K_c برای مرحله آغازین رشد۰/٤، برای مراحل میانی رشد ۱/۱۵ و برای مرحله پایانی رشد ۰/٤ می‌باشد. مقدار آب مورد نیاز هر کرت محاسبه و بر اساس کنتور حجمی در اختیار گیاه قرار گرفت.

پس از انجام عملیات خاکورزی و تهیه زمین کشت در ۲٤ آبان در هر دو منطقه انجام گرفت. ابعاد هر کرت فرعی ۸ مترمربع، شامل ۸ خط کاشت با فاصله بین ردیف ۲۵ سانتی‌متر و طول ٤ متر و تراکم ٤۰۰ بوته در متر مربع بود. فاصله بین بلوک-ها ۳ متر، فاصله بین کرت‌های اصلی ۳ متر و فاصله بین کرت-های فرعی ۱/۵ متر بود. بر اساس نتایج آزمون خاک و توصیه کودی در تیمار ۱۰۰٪ کود شیمیایی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن از منبع اوره در سه نوبت بصورت ۵۰ کیلوگرم قبل از کاشت بصورت پایه، و ۱۰۰کیلوگرم در زمان پنجه زنی و ۱۰۰ کیلوگرم در ساقه رفتن بصورت سرک استفاده شد و همچنین

مصرف فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در هنگام قبل از کاشت در مزرعه در نظر گرفته شد.

صفات مورد بررسی شامل عملکرد، اجزای عملکرد، ارتفاع بوته و درصد و عملکرد پروتئین بود که بصورت زیر اندازه گیری شدند.

عملکرد دانه: در مرحله رسیدگی کامل و بعد از حذف ۰/۵ متر ابتدا و انتها از خطوط ۳ و ٤ و ٥ و ٦ در سطحی معادل ۲/۲۵ مترمربع برداشت انجام گرفت. پس از خرمن کوبی دانه از کاه جدا گردیده و پس از توزین عملکرد دانه محاسبه گردید و میزان عملکرد دانه در متر مربع به عملکرد دانه در واحد هکتار تبدیل شدند.

تعداد سنبله در متر مربع: در مرحله بعد از رسیدن فیزیولوژیک، تعداد سنبله‌های یک مترمربع شمارش گردید.

تعداد دانه در سنبله: در مرحله بعد از رسیدن فیزیولوژیک، از هر کرت ۲۰ بوته به طور تصادفی انتخاب شد و تعداد دانه-های موجود در سنبله به طور جداگانه یادداشت گردید و سپس میانگین اعداد به دست آمده، تعداد دانه در سنبله در نظر گرفته شد.

وزن هزار دانه: بوسیله دستگاه بذرشمار پنج نمونه تصادفی هزار دانه شمارش شده و بوسیله ترازوی حساس، وزن هزار دانه توزین و میانگین آنها منظورشد.

عملکرد بیولوژیک: جهت تعیین عملکرد بیولوژیک از هر کرت مساحتی معادل ۲/۲۵ مترمربع از چهار خط وسط هر کرت برداشت و پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه در آون تهویه دار با درجه حرارت ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد و بعد از خشک شدن وزن آن ها محاسبه گردید و میزان عملکرد بیولوژیک در متر مربع به عملکرد بیولوژیک در واحد هکتار تبدیل شدند.

شاخص برداشت: جهت محاسبه شاخص برداشت از رابطه زیر استفاده شد: که در آن، شاخص برداشت (درصد)، عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار) است.

معادله (۳)

۱۰۰ * عملکرد بیولوژیک / عملکرد دانه = شاخص برداشت

ارتفاع بوته: اندازه‌گیری‌های صفات مورفولوژیک شامل ارتفاع بوته (سانتی‌متر) در زمان بعد از رسیدگی فیزیولوژیک انجام شد. بدین صورت که برای هر صفت، تعداد ۲۰ بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و میانگین اعداد به دست آمده به عنوان عدد نهایی ثبت شد. لازم به ذکر است که ارتفاع بوته از محل خروج گیاه از خاک تا انتهای سنبله، اندازه‌گیری شدند

عملکرد پروتئین دانه: از حاصلضرب محتوای پروتئین دانه در عملکرد دانه عملکرد پروتئین دانه محاسبه شد.

پس از جمع آوری کلیه داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. به منظور بررسی یکنواختی واریانس در دو مکان (به عنوان اثر تصادفی) از آزمون بارتلت استفاده شد. با توجه به معنی دار نشدن آزمون بارتلت نتایج تجزیه مرکب دو سال مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در مورد صفاتی که اثر متقابل فاکتور مورد بررسی با مکان معنی دار شده بود برش دهی فیزیکی انجام و نتایج مقایسه میانگین بر اساس نتایج این روش تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن صورت گرفت. جداول و نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Word و Excel ترسیم گردید.

نتایج و بحث

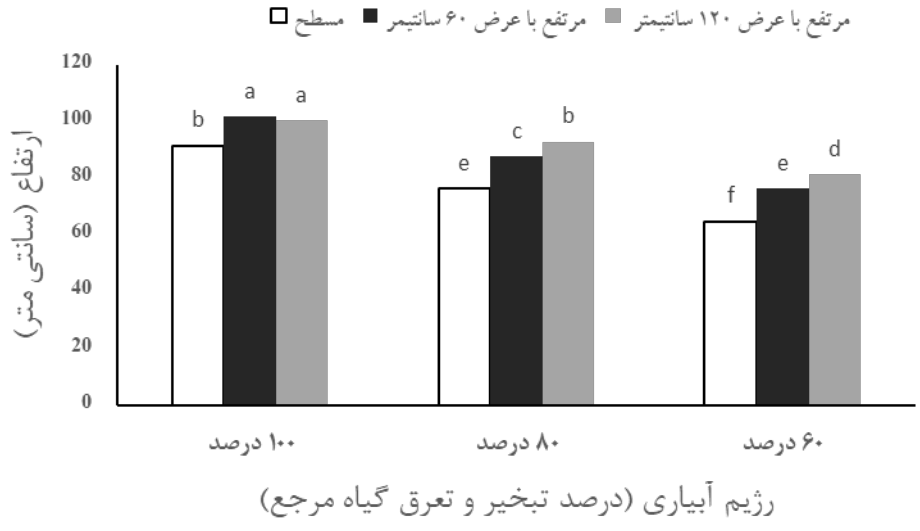
ارتفاع

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثرات سال ، اثر متقابل رژیم آبیاری× سال و اثر متقابل سه گانه سال ×رژیم آبیاری×الگوی کاشت بر ارتفاع معنی دار نبود و اثر تنش خشکی، الگوی کاشت، اثر متقابل رژیم آبیاری×الگوی کاشت و الگوی کاشت×سال کود در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع اختلاف اماری معنی داری بین کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر مشاهده نشد اما کشت به صورت مسطح ارتفاع کمتری را تولید کرد. هم در رژیم آبیاری معادل ۸۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع اختلاف اماری معنی داری بین سه الگوی کاشت مشاهده شد و در هر سه رژیم آبیاری، کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر ارتفاع بیشتری در مقایسه با دو الگوی کاشت دیگر داشت. کمترین ارتفاع گیاه در رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مسطح مشاهده شد(شکل ۱). کم آبی سلول‌های گیاهی و آماس کمتر منجر به اختلال در عملکرد پروتوپلاسمی می شود که تقسیم سلولی را کاهش می‌دهد و منجر به کاهش ارتفاع در گیاه می‌شود (حیدر و همکاران، ۲۰۲۰) کاهش ارتفاع در طی تنش خشکی به دلیل کاهش جذب آب از خاک و در نتیجه کاهش در تقسیم سلولی، طویل شدن و همچنین رشد گیاه نسبت داده شده است (عبدلال و همکاران، ۲۰۲۰). همچنین تحقیقات

نشان داد که کاهش ارتفاع در شرایط تنش خشکی ممکن است به علت کاهش تقسیم و گسترش سلولی باشد (آقچه لی و همکاران ۱٤۰۰). کاهش ارتفاع توسط محققان مختلف در گندم (باقری و همکاران، ۲۰۱۹؛ باقری و همکاران، ۲۰۱۸؛ مرادی ترنبی و همکاران، ۲۰۲۰)، جو (عبدلال و همکاران، ۲۰۲۰) و ذرت (شیرزادی و شمس، ۱۳۹۷) گزارش شده است. حداکثر ارتفاع بوته گندم کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع توسط (رادی و همکاران، ۲۰۲۱) گزارش شده است این محققان معتقدند در سیستم کاشت در بستر مرتفع، علاوه بر این که به طور قابل توجهی به بهبود توزیع و بهره وری آب کمک می کند باعث کاهش بروز برخی بیماری های گندم می شود. کاهش رطوبت تاج پوشش برای کاهش بیماری و افزایش رشد گندم مفید است (سایره و هابز، ۲۰۰٤؛ شاه و همکاران، ۲۰۱۳).

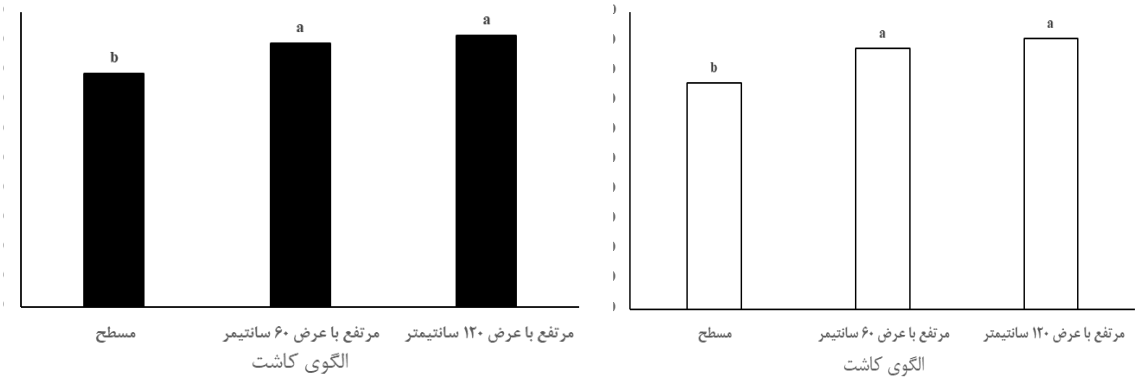
جدول ۲- خلاصه نتایج تجزیه واریانس دو ساله صفات مورد بررسی

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	تعداد سنبله	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت	پروتئین	عملکرد پروتئین
سال (Y)	۱	۵۱.٦ ns	۱۲۲٦٤۳**	۲۱۲ **	۱٦٤ **	۲۳٤۷ ns	۱۰۰٦۷ ns	۹۹.۰ ns	٦.۸۰ *	۱۳۳۹ ns
تکرار (سال)	٤	٦.۲۹	۲۱۰۵۳	۱۳٦	٤۳	۲٦۱۰	۳۷٤۰	۲٦.۳۸	۱۳.۳۹	۵٤۰۱
رژیم آبیاری (A)	۲	۲۵٤۸ **	۳٤۸٤٦۷**	۵۷۹۳ **	۲۱۵٤ **	٤٤۲۹۰۰ **	۲٤۸۵۰۳۹ **	۰.٦۹ ns	۱۸۳ **	۵۷٤۰۲۰**
Year*A	۲	۱۲.۳ ns	۳۲۱ ns	۵.۰۰ ns	۰.۵۰ ns	۱٤۲۰ ns	۱۰۳۵ ns	۳۲.۸ **	۰.۱۳ ns	۳۵۱۲ ns
خطای اصلی	٦	٦.٤	۲۹۰	٤.۷۵	۰.۳۳	٤۲۰	۹۸٦	۱.٦۹	۰.۳۵	۹۸٦
الگوی کاشت (B)	۲	۹۸۲ **	۳۳۲۵٤ **	۲۰۳۷ **	۹۵۵ **	۵۵۷٦۵ **	٤۳۱۱۹٤ **	۲۲.٦	۱.۲۷ **	۱۲۲۳٤ **
A*B	٤	۳۳.۵ **	۱۳۰۳ **	٦۲ **	۲۲٤ **	۵۸۹۱ **	۸٤۲٤۰ **	٦۹.۵ **	۳.٦۱ **	۱۲۷۱۸ **
Year* B	۲	٤.۵۹ **	۳۰ **	۱.۸٤ **	۰.۲۱ ns	۱۷۸ *	۱۷۹ ns	٤.۵۵ *	۰.۰۰۱ ns	٤۸٤ *
Year*A*B	٤	۰.۱۸ ns	۱.۲۲ ns	۰.۰٦ ns	۰.۰٦ ns	۱۸.۹ ns	۳۵.۲ ns	۰.٦۳ **	۰.۰۰۳ ns	٤۱.۹ ns
خطای دوم	۲٤	۰.۸۵۵	۹.۸۹	۰.۵۹	۰.۰٦	۲۱.۳	۷۹.٤	۰.۱۲	۰.۰۱	٤۵.۳
C.V. (%)	-	۱۱.۱	۱۲.۵	۵.٦۸	۱۹.۸	۱۸.۳	۷۹.٤	۸.۱۷	۱۵.۳	۹.۸



شکل ۱- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر ارتفاع نهایی

در هر دو سال کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع بوته را تولید کرد که اختلاف آماری معنی داری با کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر نداشت و در کشت مسطح کمترین ارتفاع را تولید کرد. در سال اول کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر، ۱٦/٤ درصد و در سال دوم ۱٤/۱ درصد ارتفاع کمتری در مقایسه با کشت مسطح تولید کرد (شکل ۲). مطابق با نتایج فوق نشان داده شده است که سیستم‌های کاشت در بستر مرتفع (کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر) به طور قابل‌توجهی صفات رشد مختلف را نسبت به کاشت مسطح بهبود بخشیدند. تفاوت معنی داری بین کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر برای ارتفاع بوته، وزن تر و خشک اندام هوایی نیز وجود نداشته است اما کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر به طور معنی داری ویژگی های رشد فوق را به میزان ٪٦/٤، ۷۹/۱٪، ۸۳/۵٪، ۷۳/۱٪ و ۳۵/۳٪ در مقایسه با کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر افزایش داده است. سایر محققان افزایش در پارامترهای رشد تحت کشت در شرایطمرتفع را به بهبود توزیع و کارایی آب، مدیریت مواد مغذی، کنترل آسان علف‌های هرز و سایر آفات و افزایش نفوذ نور به تاج پوشش نسبت داده اند که همگی منجر به قوی‌تر شدن گیاهان می‌شود(سایری و هوبس، ۲۰۰٤؛ لوپر و همکاران، ۲۰۲۰؛ رادی و همکاران، ۲۰۲۱).



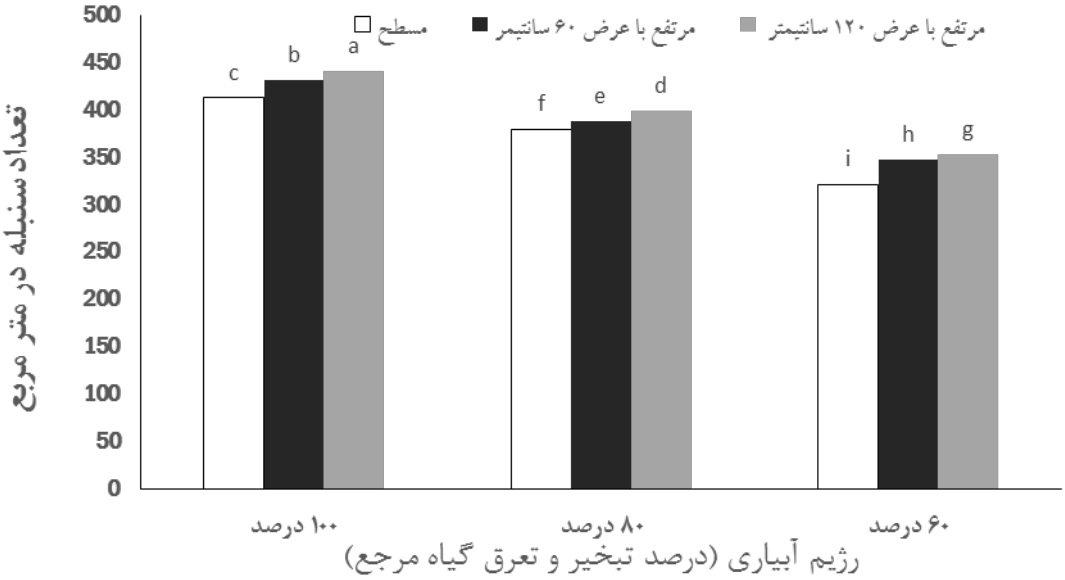
شکل ۲- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر ارتفاع نهایی در سال اول و دوم (راست و چپ)

تعداد سنبله در متر مربع

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثرات اصلی سال، الگوی کاشت، اثر متقابل رژیم آبیاری× الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت×سال اثر معنی داری بر تعداد سنبله در متر مربع داشتند (جدول۱). در سال اول تعداد سنبله در متر مربع ۷/۵ درصد کمتر از تعداد سنبله در متر مربع در سال دوم بود. در سال دوم گندم با تولید ٤۰۰ سنبله درمتر مربع اختلاف اماری معنی دار با تعداد سنبله تولید در سال اول (۳۷۰ عدد) داشت (شکل ۳). به نظر می رسد کمتر بودن تعداد پنجه بارور در سال اول مطالعه دلیل اصلی کاهش تعداد سنبله در متر مربع می باشد

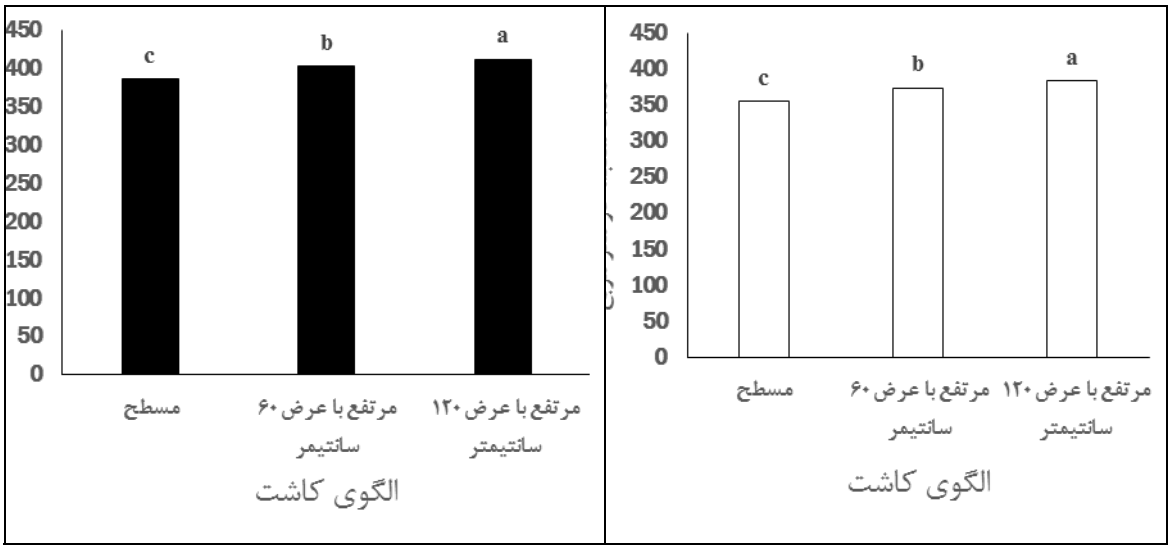
نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رژیم آبیاری× الگوی کاشت نشان داد در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع در کلیه الگوی های کاشت تعداد سنبله در متر مربع بیشتری در مقایسه با سایر رژیم های آبیاری تولید شد به نحوی که بالاترین تعداد سنبله در متر مربع در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر بود. در کشت به صورت مسطح، در رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع در مقایسه با رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع تعداد سنبله در متر مربع ۲۲/۳ درصد و در کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر ۱۹/۵ و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر ۱۹/۹ درصد تعداد سنبله در متر مربع کمتری تولید به شد به عبارتی اعمال تنش خشکی در کشت به صورت مسطح اثرات منفی بیشتری بر تعداد سنبله در متر مربع در مقایسه با سایر الگوی های کشت داشته است. گزارش شده است تنش خشکی در طول دوره رشد با از بین رفتن پنجه ها سبب کاهش تعداد سنبله در متر مربع شده است و شرایط تنش در مراحل رشد رویشی تعداد سنبله در متر مربع را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین گزارش شده است تنش خشکی سبب کاهش طول سنبله شد (جواد و همکاران، ۲۰۲۲). تنش خشکی بر طول سنبله‌های گندم تأثیر

منفی می‌گذارد، در واقع تنش خشکی فتوسنتز خالص را کاهش می‌دهد، که می‌تواند منجر به تغییرات در محتوای کلروفیل شود و همچنین می‌تواند سطوح آنزیم‌های تنظیم کننده مانند روبیسکو را از طریق کاهش ژن‌های مهم برای فتوسنتز تغییر دهد، همچنین کاهش فتوسنتز ممکن است بر طول سنبله تأثیر بگذارد، زیرا فتوسنتز پایین همراه با آب کمتر که هر دو برای انتقال مواد مغذی مهم هستند بر طول سنبله تأثیرگذار است (فرانتووا و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین بیان شده است کاهش در طول سنبله به علت محدود شدن دوره رشدی مریستم زایشی در تشکیل سنبله تحت تنش مرتبط دانست (پورجمشید، ۱۴۰۰).



شکل ۳- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر تعداد سنبله در متر مربع

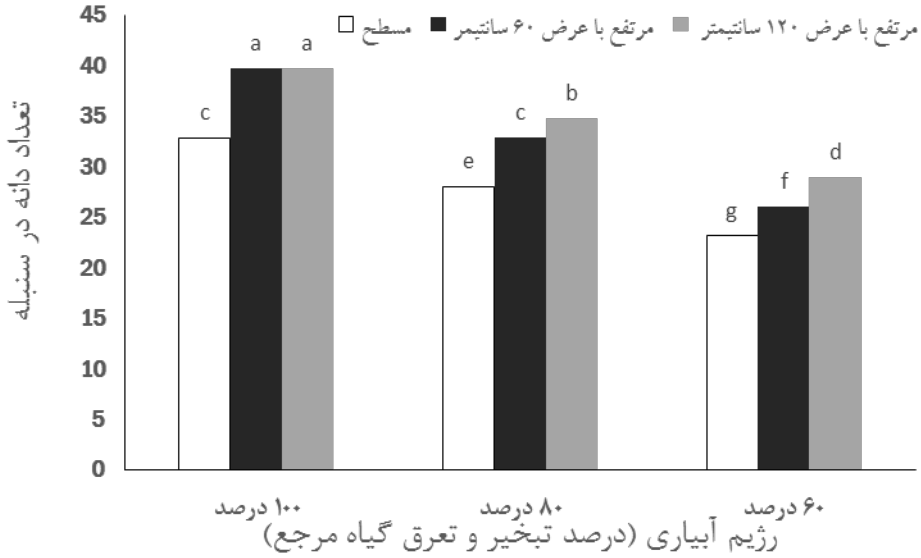
برهمکنش الگوی کاشت×سال نشان داد در هر سه الگوی کاشت در سال اول تعداد سنبله در متر مربع کمتر از سال دوم بود. هم در سال اول و هم در سال دوم بیشترین تعداد سنبله در متر مربع از کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر به دست امد که در سال اول و دوم در مقایسه با کشت به صورت مسطح به ترتیب ۷/۷۶ و ۲/۵۷ درصد بیشتر بود و در مقایسه با کشت مرتفع با عرض ۶۰ سانتی‌متر مشاهده این مقدار افزایش برابر با ۶/۷۲ و ۲/۴۲ درصد مشاهده شد (شکل ٤). بیشترین تعداد سنبله در متر مربع در کشت مرتفع با عرض ۷۵ سانتی‌متر و پس از آن در کشت مرتفع با عرض ۲۰۰ سانتی‌متر و کمترین تعداد سنبله در متر مربع در کشت مسطح گزارش شده است (هاشمی و همکاران، ۲۰۲۱). رادی و همکاران (۲۰۲۱) نیز نشان دادند که کشت مرتفع با عرض ۶۰۰ سانتی‌متر و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر به طور قابل توجهی اجزای عملکرد گندم را نسبت به کاشت مسطح افزایش می دهد. کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر سبب افزایش ٪ ۶۷ برای تعداد بوته خوشه ، ٪۲۰ تعداد سنبله دانه ، ٪ ۲٤/۵ برای وزن دانه در سنبله، ٪۱۱/۲ برای وزن ۱۰۰۰ دانه و ٪ ۳۰/۸ تعداد سنبله در متر مربع در مقایسه کشت مسطح شد. این افزایش در اجزای عملکرد به نفوذ بهتر نور خورشید، شرایط محیطی مناسب برای جوانه زنی بذر و راندمان مصرف بیشتر آب بسترهای مرتفع نسب داده شده است.



شکل ٤- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر تعداد سنبله در متر مربع در سال اول (راست) و دوم (چپ)

تعداد دانه در سنبله

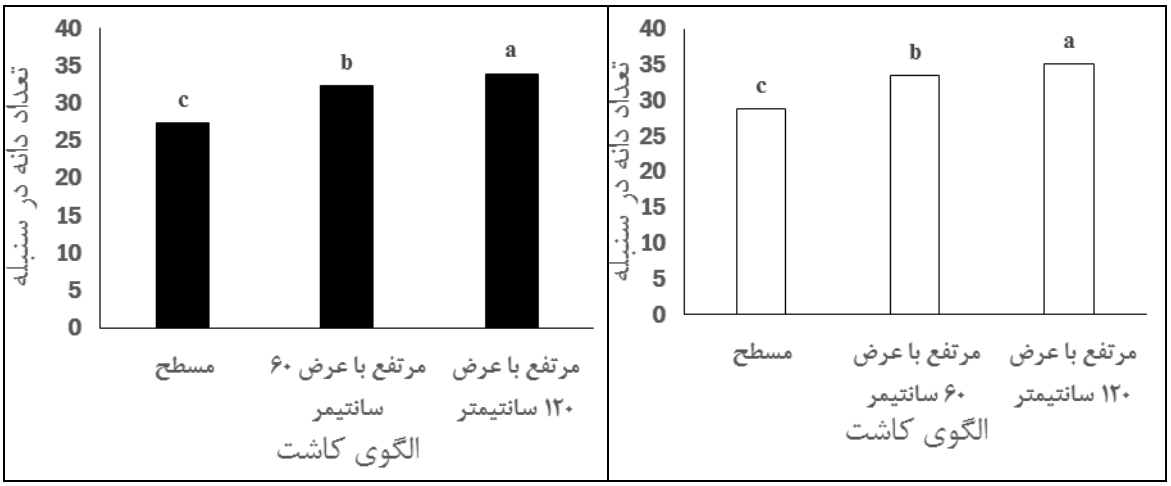
تعداد دانه در سنبله تحت تاثیر اثرات اصلی سال، الگوی کاشت، اثر متقابل رژیم آبیاری× الگوی کاشت و اثر متقابل الگوی کاشت×سال قرار گرفت اما سایر اثرات متقابل تاثیر معنی داری بر تعداد دانه در سنبله نداشتند(جدول۱). در سال اول ۳۲/٤ عدد و در سال دوم ۳۱/۱ عدد دانه در سنبله تولید شد. روند تغییرات تعداد دانه در سنبله در سطوح مختلف رژیم آبیاری و الگوی کاشت همانند تعداد سنبلچه در سنبله بود به نحوی که بالاترین تعداد دانه در سنبله (۳۹/۷ عدد) در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر به دست آمد که اختلاف آماری معنی داری با رژیم آبیاری معادل ۸۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع در همین الگوی کاشت نداشت و کمترین تعداد دانه در سنبله در رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع اختلاف اماری و کشت به صورت مسطح (۲۳/۲ عدد) مشاهده شد (شکل ٥). رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع اختلاف اماری در مقایسه با رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع در کشت به صورت مسطح، کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر به ترتیب سبب کاهش ۲۹/٥، ۳٤/۲ و ۲۹/٦ درصدی تعداد دانه در سنبله شد. گزارش شده است تنش رطوبتی در مرحله گلدهی سبب عقیمی در دانه گرده و اختلال درفتوسنتز و انتقال مواد ذخیره شده در دانه‌ها میشود و سبب کاهش تعداد دانه در سنبله بوده است (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹). بیان شده است در شرایط کم آبی رشد و میزان مواد فتوسنتزی گیاه کاهش می-یابد و این عوامل سبب کاهش گرده افشانی گلها گردیده و سبب عدم تبدیل گل‌ها به دانه شده است (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹). و به علت عدم دریافت کربوهیدرات مناسب توسط گل‌های تلقیح شده در طی دوره پرشدن دانه است و در نتیجه تعداد دانه و وزن آن کاهش یافته است (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹). عظیمی و همکاران گزارش دادند که تنش آبی تشکیل دانه را مختل می کند و منجر به کاهش تعداد دانه می‌شود و عنوان شد این پدیده به‌دلیل رقابت برای دستیابی به محصولات فتوسنتزی است و تنش در پر شدن دانه، جابجایی محصولات فتوسنتزی به طور قابل توجهی کاهش داد و منجر به چروک شدن دانه ها شد (عظیمی و همکاران، ۲۰۱۳).



شکل ۵- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر تعداد دانه در سنبله

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش الگوی کاشت×سال نشان داد که در هر دو سال کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر تعداد دانه در سنبله بیشتری در مقایسه با کشت به صورت مسطح و کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر داشت. در سال دوم آزمایش اختلاف بین تیمارهای آزمایش از نظر تعداد دانه در سنبله کمتر از سال اول بود به نحوی که در سال اول کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر در مقایسه با کشت به صورت مسطح ۲۱/۸ درصد و در سال دوم ۲٤/٤ درصد کاهش داد (شکل ٦). تعداد دانه در سنبله گندم نتیجه نهایی یک سری فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند تمایز گلچه ها، نمو، انحطاط، تشکیل بذر و پر شدن دانه است. تعداد دانه در هر سنبله بر اساس تعداد سنبلچه در سنبلچه، تعداد گلچه در هر سنبلچه و وجود منبع کافی از منابع فتوسنتزی در مرحله پر شدن دانه تعیین می شود. افزایش تعداد دانه در سنبله به یکی از اهداف مهم کشت و اصلاح گندم پرمحصول تبدیل شده است. مطالعات قبلی نشان داده اند که تشکیل دانه در سنبله عمدتاً توسط شرایط آب و هوایی (گونزالز و همکاران، ۲۰۰۳؛ وانگ و همکاران، ۲۰۱۰)، عرضه مواد مغذی و بسیاری از عوامل دیگر تنظیم می شود. اعتقاد بر این است که الگوی کاشت در بستر بلند می تواند با بهبود تعداد دانه در سنبله، عملکرد گندم را پس از کشت برنج افزایش دهد. اجرای الگوی کشت بصورت پشته بلند باعث بهبود عرضه نیتروژن خاک-گیاه در طول توسعه گلچه‌ها می شود که این امر توسعه متعادل گلچه‌ها را تسهیل کرده و منجر به افزایش ۹,۵ درصدی تعداد گلچه‌های بارور در هر سنبله شد. علاوه بر این، الگوی کشت بصورت پشته بلند پیری برگ گندم را به تاخیر انداخت و ظرفیت منبع فتوسنتزی را ۱۳,۹٪ افزایش داد که مواد فتوسنتزی بیشتری برای پر شدن دانه تولید کرد. تاخیر در پیری برگ به محتوای بالای نیتروژن برگ و افزایش متابولیسم آنتی اکسیدانی نسبت داده شد. به همین ترتیب، در شرایط کشت بصورت پشته بلند ، ۷,٦-۸,٦٪ دانه بیشتر در هر سنبله ثبت شد و عملکرد دانه در نهایت ۱۰,٤-۱۲,۷٪ افزایش یافت. بهبود فرآیند تمایز سنبله و افزایش ظرفیت فتوسنتزی برگ، دلایل اصلی افزایش تعداد دانه در سنبله گندم تحت الگوی کشت بصورت پشته بلند می باشد. افزایش تعداد دانه در سنبله تحت الگوی کشت بصورت پشته بلند عمدتاً توسط تعداد گلچه های بارور در مرحله گلدهی تعیین شد. گیاهان عمدتاً نیتروژن را از خاک به دست می آورند و غرقابی ناشی از بارندگی بیش از حد به ریشه گندم آسیب می رساند و بر جذب و استفاده از مواد مغذی تأثیر می گذارد که منجر به کمبود N تغذیه می شود (وی و همکاران، ۲۰۱٦). مطالعه قبلی ما نشان داد که الگوی کشت بصورت پشته بلند رشد ریشه گندم را با بهبود زهکشی آب و کاهش محتوای آب خاک بستر، به ویژه در طول فصل بارانی (دو و همکاران، ۲۰۲۱) افزایش داد که سبب کاهش استرس غرقابی شده و از آبشویی نیتروژن خاک جلوگیری کرد. (لیو و همکاران ۲۰۱٤؛ وی و همکاران ۲۰۱۷). اثر الگوی کشت بصورت پشته بلند بر افزایش تعداد دانه در سنبله را می توان به صورت زیر توضیح داد: اول، الگوی کشت بصورت پشته بلند عرضه کافی نیتروژن را در طول توسعه گلچه تضمین می کند، که باعث توسعه متعادل گلچه می شود در نتیجه

تخریب گلچه کاهش و سرعت تشکیل گلچه ها بهبود پیدا می کند (فرانته و همکاران ۲۰۱۰)، تعداد دانه‌ها در سنبله تا حد زیادی با تعداد گلچه‌های باقی‌مانده، تمایز کل گلچه‌ها و میزان ریزش آنها تعیین می‌شود (زانگ و همکاران، ۲۰۱۹).

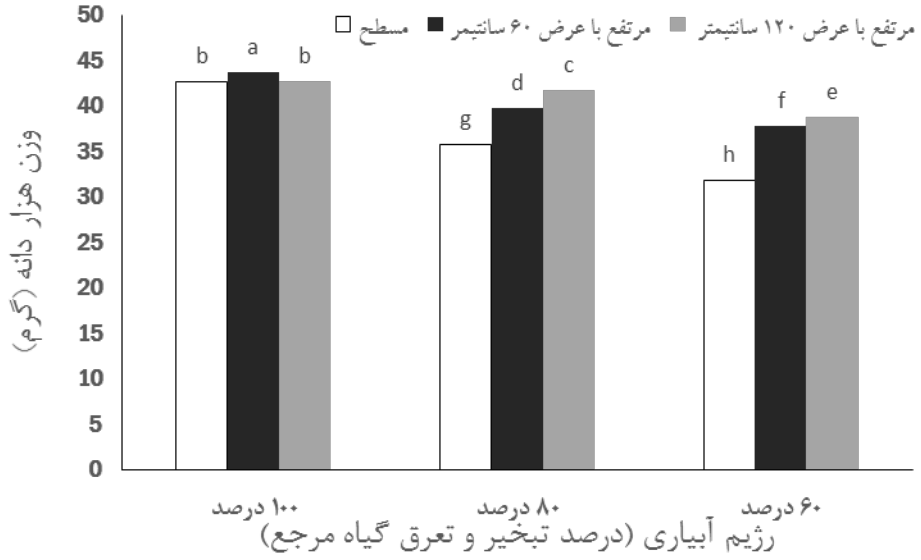


شکل ٦- **اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر تعداد دانه در سنبله در سال اول (راست) و دوم (چپ)**

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب وزن هزار دانه نشان داد اثر اصلی سال، رژیم آبیاری و رژیم آبیاری×الگوی کاشت در سطح آماری یک درصد معنی دار شد و سایر اثرات متقابل اثر معنی داری بر وزن هزار دانه نداشت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دوگانه رژیم آبیاری×الگوی کاشت نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در تیمار رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر مشاهده شد و کمترین وزن هزار دانه در رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت به صورت مسطح با میانگین ۳۱/۹ گرم بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (شکل ۷). گزارش شده تنش رطوبتی و افزایش دما در روزهای پایانی دوره رشد سبب کوتاه‌تر شدن طول دوره پرشدن دانه شده و در نتیجه تنش وزن هزار دانه را کاهش داده است (مکاری و همکاران، ۱۳۹۹). همچنین گزارش شده است کمبود آب در مرحله بعد از گرده افشانی سبب کوتاهی دوره پرشدن دانه و کاهش وزن هزار دانه شده است (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۵). صلح جو و جوادی (۱۳۸۲) گزارش کردند تعداد ردیف های کاشت تاثیر خاصی بر روی وزن هزار دانه گندم نداشته است و دو و سه ردیف کاشت بر روی پشته وزن هزار دانه مشابهی داشتند. محققین دیگر نیز نشان دادند که وزن هزار دانه گندم متاثر از روشهای مختلف خاک ورزی و تعداد ردیف های کاشت گندم نبوده است بر خلاف این نتایج هاشمی و همکاران (۲۰۲۱) افزایش ۳۰/۵ درصدی وزن هزار دانه را در کشت روی بستر بلند در مقایسه با کشت مسطح را گزارش کردند .

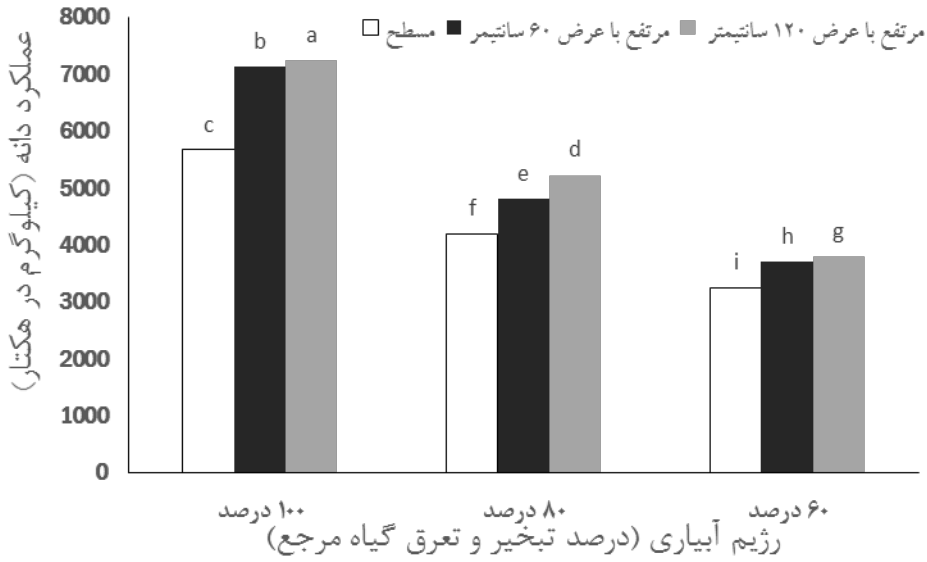


شکل ۷- **اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر وزن هزار دانه**

عملکرد دانه

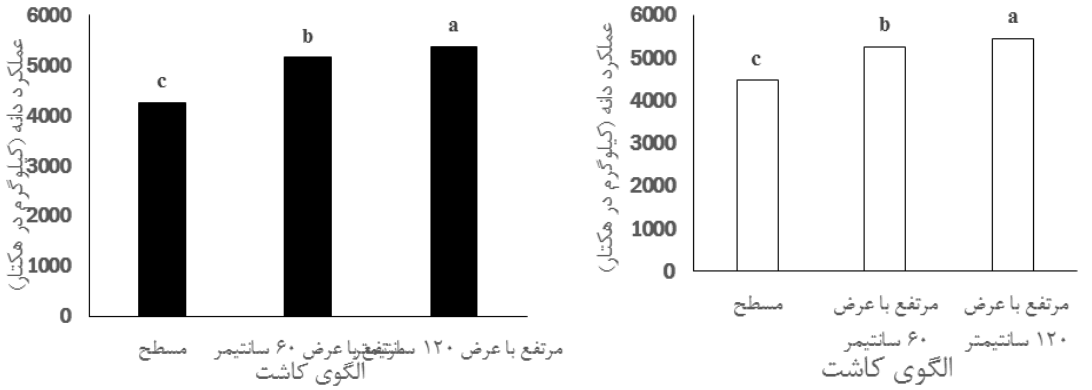
نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه نشان داد اثرات اصلی رژیم آبیاری و الگوی کشت و اثر متقابل رژیم آبیاری×الگوی کاشت و الگوی کاشت× سال در سطح آماری یک و پنج درصد معنی‌دار شد و سایر اثرات متقابل اثر معنی داری بر عملکرد دانه نداشتند (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رژیم آبیاری×الگوی کاشت نشان داد که عملکرد دانه در همه الگوی های کشت در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع بیشتر از سایر رژیم های آبیاری و در رژیم آبیاری معادل ۸۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع در کلیه رژیم های آبیاری کمتر از سایر رژیم های آبیاری دانه دیده شد. کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع با میانگین ۷۲٤٤ کیلوگرم در هکتار و رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت به صورت مسطح با میانگین۳۲٤٥ کیلوگرم در هکتار به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند و اختلاف آماری معنی داری بین همه تیمارها از نظر عملکرد دانه مشاهده شد (شکل ۸). کاهش عملکرد در گندم ناشی از خشکی ممکن است به دلیل تغییر در روابط آب گیاهان، اختلال در رنگدانه‌های فتوسنتزی، فعالیت فتوسنتزی و آسیب عمده در سطح اکسیداتیو به ماکرومولکول‌ها، و همچنین خرابی غشا و مهار فعالیت آنزیم‌های فتوسنتزی باشد (عبدی و همکاران، ۲۰۲۱). گزارش شده است تنش آبی فتوسنتز برگ را به شدت کاهش می‌دهد و با کاهش مدت زمان فتوسنتز بر نقل و انتقال محصولات فتوسنتزی به دانه‌ها تأثیر می‌گذارد در نتیجه، عملکرد گندم تحت تنش آبی را به میزان معنی‌داری کاهش می‌دهد (ژائو و همکاران، ۲۰۲۰). اظهار شده است تنش خشکی در گرده افشانی و مراحل پر کردن دانه به طور قابل توجهی عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی ممکن است به دلیل کاهش مدت و سرعت فرآیندهای پر شدن دانه باشد که منجر به تولید دانه‌های ریز و در نتیجه کاهش عملکرد دانه می‌شود. همچنین بیان شده است که تنش خشکی در نزدیکی گرده افشانی و پر شدن دانه مرحله انتقال محصولات فتوسنتزی را کاهش داده و منجر به دانه‌های چروک شده است که باعث کاهش عملکرد دانه می-شود(سفرنوری و همکاران، ۲۰۱۸). بیان شده است به دلیل تغییرات در عوامل محیطی که سبب تنش خشکی برای گیاهان می‌شود، دسترسی به آب در شرایط مزرعه کاهش می‌یابد در نتیجه تنش خشکی با تأثیر بر مورفولوژی، فیزیولوژی در عملکرد گونه‌های گیاهی تأثیر می‌گذارد (آیلیس و همکاران، ۲۰۱۷). کاهش عملکرد تحت تنش خشکی در گندم توسط محققان مختلف (بخاری و همکاران، ۲۰۲۱؛ رانی و همکاران، ۲۰۱۸). کاهش در عملکرد محصول تحت شرایط تنش خشکی می‌تواند به دلیل تأثیر بر فعالیت مریستمی باشد که منجر به تاخیر در رشد و طویل شدن سلول‌ها و ریزش برگ‌ها و ریشه‌ها می‌شود و فتوسنتز و تولید ماده خشک را کاهش می‌دهد و کاهش ظرفیت فتوسنتزی تحت تنش خشکی منجر به کاهش عملکرد محصول می‌شود (منسیف و همکاران، ۲۰۲۲).



شکل ۸ – **اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر عملکرد دانه**

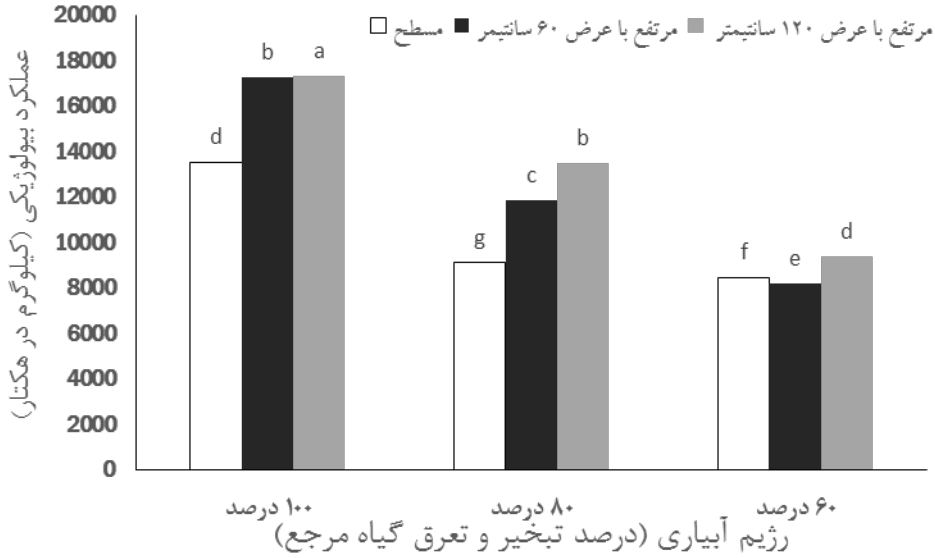
تغییرات عملکرد دانه در الگوی های کاشت مختلف در دو سال مشابه بود و در کلیه الگوی های کاشت در سال اول عملکرد دانه بیشتر از سال اول بود. در سال اول کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر در مقایسه با کشت به صورت مسطح ۲۲/۱ درصد و در مقایسه با کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر ۳/۷۷ درصد و در سال دوم به ترتیب ۲۵/۹ و ٤/۱۹ درصد عملکرد دانه بیشتری را تولید کرد. صلح جو و جوادی بیشترین عملکرد گندم با میانگین ۵٤۳۰ کیلوگرم در هکتار را در تیمار ۳ ردیف کاشت روی پشته و کمترین آن با میانگین ۵۳۰۳ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار ۲ ردیف کاشت روی پشته گزارش کردند که اختلاف آماری معنی داری با هم نداشتند ولی عملکرد گندم در تیمار ۳ ردیف کاشت روی پشته بیشتر از ۲ ردیف کاشت روی پشته بود (شکل ۹). بر این اساس این محققان معتقدند که کاهش هزینه های آماده سازی زمین و عملیات داشت تنها فاید استفاده از کشت مرتفع است. نتایج دیگر محققین نیز نشان می دهد که تفاوت معنی داری بین ۲ و ۳ ردیف کاشت روی پشته بر عملکرد گندم نبوده است. دو و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که در دشت رودخانه یانگ تسه، عملکرد دانه گندم به میزان ۱۱,۳–۱٤,۱٪ تحت الگوی کشت بصورت پشته بلند در مقایسه کاشت مسطح معمولی افزایش یافت، و افزایش عملکرد بیشتر به بهبود تعداد دانه در سنبله ۷,۹–۸,۷٪ نسبت به آن نسبت داده شد (دو و همکاران، ۲۰۲۱). گزارش شده است افزایش کاربرد نیتروژن به ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار در کشت بصورت پشته بلند، عملکرد گندم را تا ۵,۱۲ تن در هکتار افزایش داد که از نظر آماری بیشتر از عملکرد (٤,٤۵ تن در هکتار) در کاشت مسطح با همان میزان نیتروژن بود. کاشت گندم روی بستر مرتفع با کاربرد ۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار از نظر آماری عملکرد یکسانی (٤,٦۳، ٤,٦٤ و ٤,۳۳ تن در هکتار) با عملکرد ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در کاشت مسطح داشت. در این مطالعه عملکرد دانه بیشتر در کشت در بستر مرتفع در مقایسه با کاشت مسطح معمولی به دلیل جذب بیشتر نیتروژن، راندمان بازیابی نیتروژن، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه بیشتر بوده است (مجید و همکاران، ۲۰۱۵). اعتقاد بر این است سیستم‌های کاشت با بستر مرتفع تحت کم‌آبیاری می‌تواند راه‌حلی برای جبران تأثیر منفی تنش آبی بر گندم باشد (رادی و همکاران، ۲۰۲۱).



شکل ۹- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر عملکرد دانه در سال اول (راست) و دوم (چپ)

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس مرکب عملکرد بیولوژیک نشان داد اثرات اصلی رژیم آبیاری، الگوی کاشت و اثر متقابل رژیم آبیاری×الگوی کاشت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دوگانه رژیم آبیاری×الگوی کاشت نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در تیمار رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع وکشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر با میانگین۱۷۳۰۸ کیلوگرم در هکتار بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با تیمار رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر مشاهده نداشت و کمترین عملکرد بیولوژیک در تیمار رژیم آبیاری معادل ٦۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦۰ سانتی‌متر با میانگین ۸۱۷۸کیلوگرم در هکتار بود شکل ۱۰). گزارش شده است که تیمار تنش خشکی سبب کاهش تولید زیست توده شده و عملکرد آن را از طریق برخی اثرات بر چندین پارامتر فیزیولوژیکی به ویژه پارامترهای تبادل گازی کاهش داده است (زانگ و همکاران، ۲۰۱۸). گزارش شده است کودهای زیستی تاثیر مفیدی بر رشد و عملکرد گیاه از طریق تثبت نیتروژن، توانایی حل کنندگی فسفات، تولید مواد محرک رشد مانند اکسین و سیتوکینین و جذب فسفر ، نیتروژن و سایر مواد مغذی داشته و سبب بهبود در رشد و عملکرد شده است (سعد و همکاران، ۲۰۱۹). نتایج مطالعه‌ای دیگر نشان داد که رشد، توسعه و عملکردهای فیزیولوژیکی از جمله فعالیت فتوسنتزی به میزان بیشتری در پاسخ به تنش خشکی تحت تاثیر قرار می‌گیرد و کاهش ظرفیت فتوسنتزی منجر به کاهش عملکرد بیولوژیکی و در نهایت منجر به کاهش محصول شده است و محلول‌پاشی با اسید سالیسیلیک ممکن است به دلیل تولید اسمولیت‌های آلی در سیستم گیاهی اثرات مخرب تنش خشکی بر گیاه را کاهش دهد (نورین و همکاران، ۲۰۱۷) همچنین افزایش در عملکرد بیولوژیکی ناشی از بهبود ظرفیت فتوسنتزی و تولید هورمون‌های گیاهی نسبت داده شده است (نورین و همکاران، ۲۰۱۷). تغییرات در ویژگی های فتوسنتزی تاج پوشش گندم می تواند به طور قابل توجهی بر تولید زیست توده گندم تأثیر بگذارد. اجرای الگوی کشت بصورت پشته بلند به طور مشخص تولید زیست توده را افزایش داد. میانگین زیست توده پس از گرده‌افشانی و زیست توده کل در شرایط کشت بصورت پشته بلند ۱۷/۳ و ۱۱,۷ درصد بیشتر از آن در شرایط کشت مسطح در فصل کشت گندم ۱۹/۲۰۱۸ بود، در حالی که در فصل کشت گندم ۲۰۲۰/۲۰۱۹، بالاتر از ۱٦/۱ و ۱۰/۷ درصد بود.

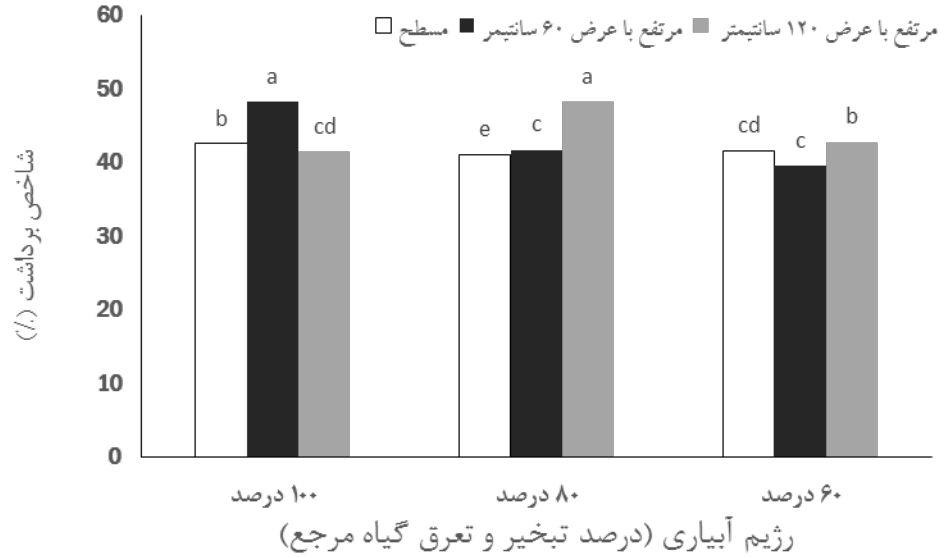


شکل ۱۰- ثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر عملکرد بیولوژیکی

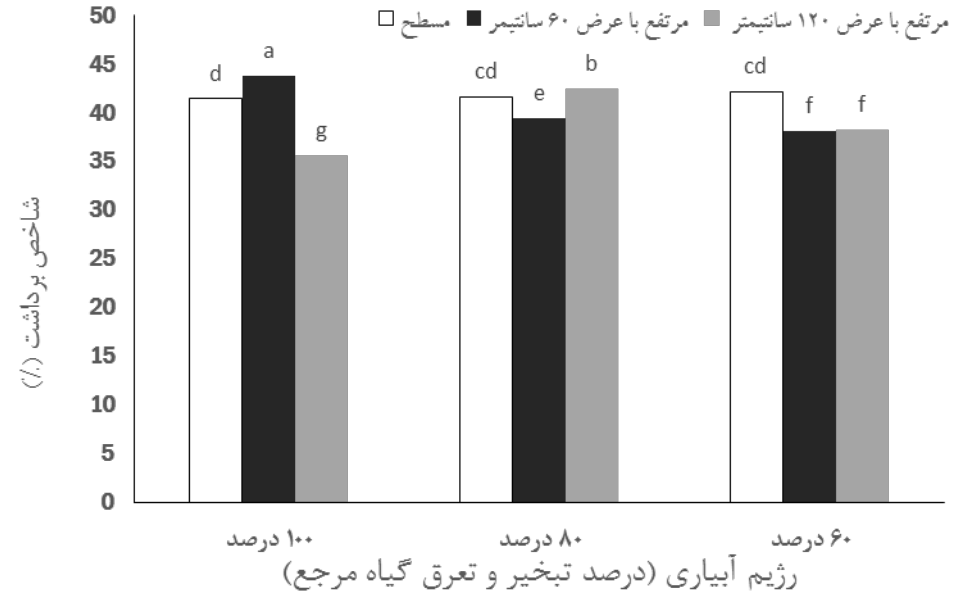
شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد اثرات متقابل رژیم آبیاری×سال، رژیم آبیاری×الگوی کاشت، الگوی کاشت× سال و رژیم آبیاری×الگوی کاشت× سال بر شاخص برداشت معنی‌دار شد (جدول ٤-٧). برش دهی اثر متقابل رژیم آبیاری×الگوی کاشت × سال در سطح سال نشان داد که در هر دو سال اثر رژیم آبیاری×الگوی کاشت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین برهمکنش رژیم آبیاری×الگوی کاشت در سال اول نشان داد که بیشترین شاخص برداشت در تیمار کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر و رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع با میانگین ٤٨/٣درصد بود که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر نداشت و کمترین شاخص برداشت در تیمار رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر با میانگین ٣٩/٥درصد بود و در سال دوم بیشترین شاخص برداشت در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر با میانگین ٤٣/٨ درصد و کمترین شاخص برداشت رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر با میانگین ٣٨/٠٧ درصد بود که اختلاف آماری معنی داری با رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر نداشت (شکل ۱۱ و ۱۲). گزارش شده است گندمی که روی پشته های عریض کشت می شود، نسبت به کشت سنتی به صورت مسطح سبب افزایش ۸ درصدی عملکرد و کاهش ۲۵ درصدی هزینه عملیات زراعی شده بود. همچنین در این روش کنترل علف های هرز نیز به صورت کارامدتری انجام شده بود. کاهش عملیات خاک ورزی، کنترل علفهای هرز در زمان کاشت ،کاهش سموم مصرفی، زودتر سبزشدن محصول و کینواختی آن، جذب بهتر کود اوره، تهیه خاک نرم و مناسب در قسمت پشته ها، کاهش هزینه تولید و افزایش راندمان آبیاری از مزایای دیگر استفاده از سیستم کاشت برروی پشته های عریض می باشد (صلح جو، ۱۳۸۱).



شکل ۱۱- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر شاخص برداشت در سال اول

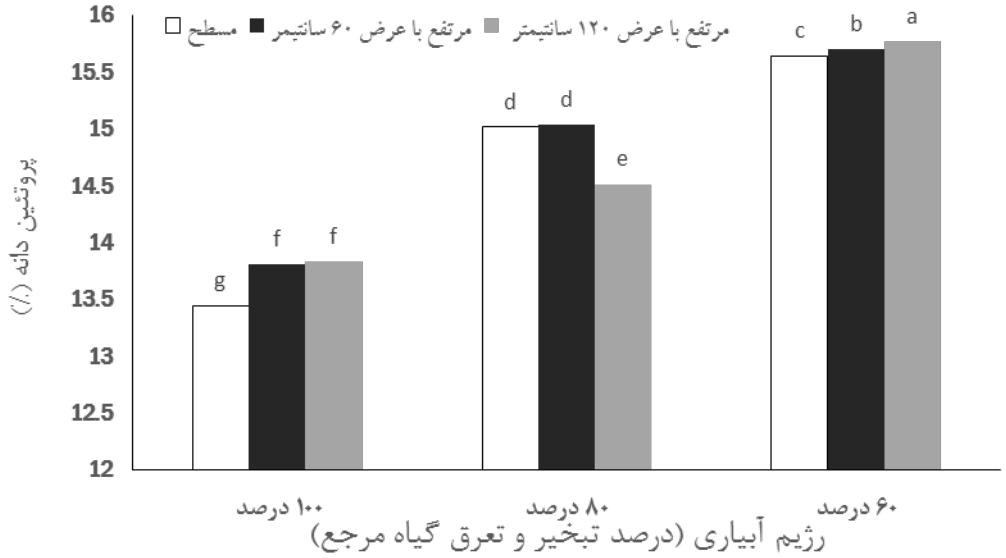


شکل ۱۲- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر شاخص برداشت در سال دوم

پروتئین دانه

نتایج تجزیه واریانس مرکب پروتئین دانه نشان داد اثر سال، رژیم آبیاری، الگوی کاشت و اثر متقابل رژیم آبیاری×الگوی کاشت در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

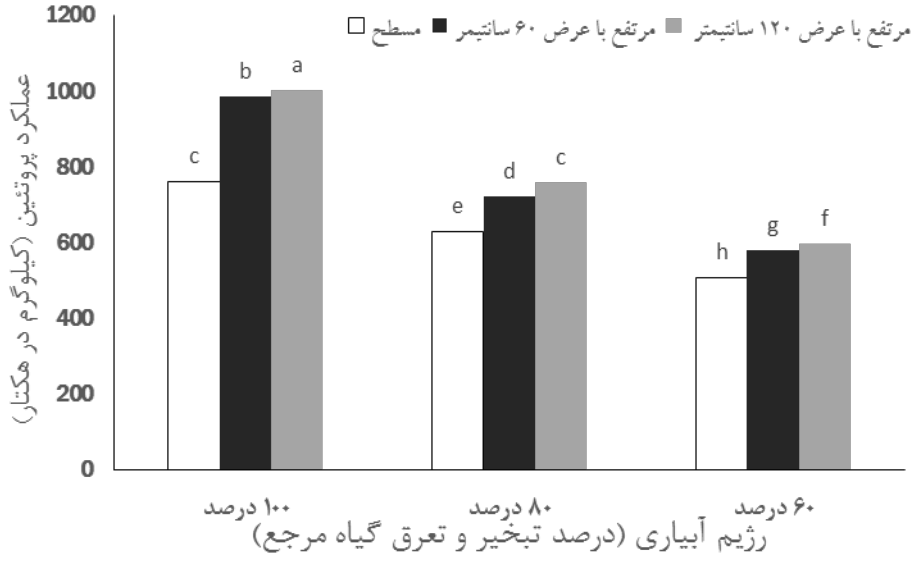
رژیم آبیاری معادل ٦٠ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر بیشترین پروتئین دانه را با میانگین ۱۵/۷ درصد و کمترین پروتئین دانه در تیمار رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مسطح با میانگین ۱۳/٤ درصد تولید کرد (شکل ۱۳). در شرایط تنش خشکی در اثر کاهش انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها ذخیره نشاسته در آن کاهش یافته که این امر سبب کوچک شدن دانه و افزایش درصد پروتئین دانه می‌گردد،(آزادی و همکاران ١٤٠٠). گزارش شده است ۵۰ درصد نیاز آبی در مقایسه با ابیاری کامل سبب افزایش پروتئین دانه شده است که می‌تواند ناشی ازکاهش عملکرد باشد (احمدیان و همکاران، ۲۰۲۱).



شکل ۱۳- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر درصد پروتئین دانه

عملکرد پروتئین

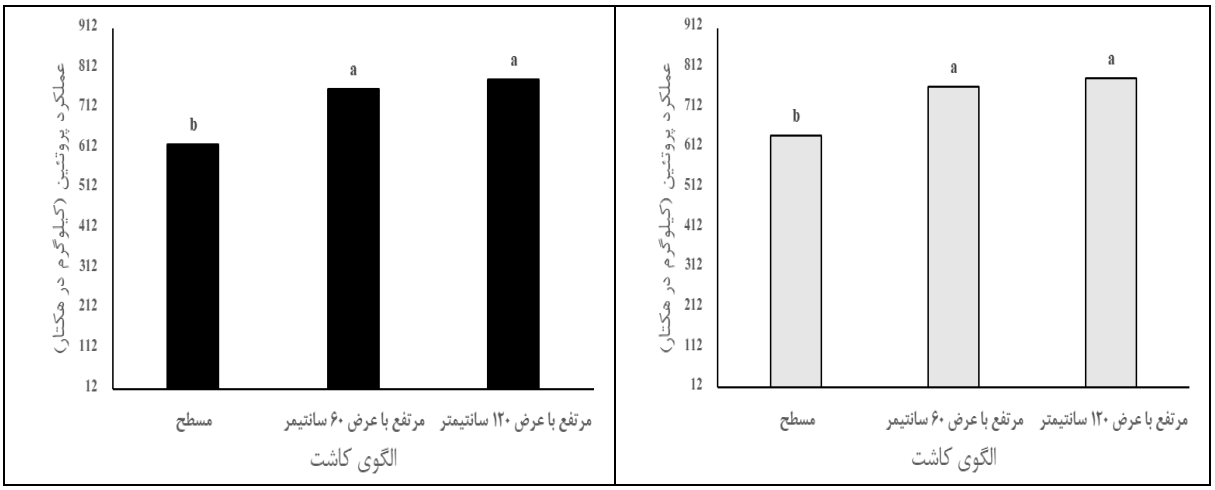
نتایج مقایسه میانگین برهمکنش دوگانه رژیم آبیاری×الگوی کاشت نشان داد که در رژیم آبیاری معادل ۱۰۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر با میانگین ۱۰۰۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد پروتئین به دست آمد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمار داشت و کمترین عملکرد پروتئین در تیمار رژیم آبیاری معادل ۶۰ درصد تبخیر و تعرّق گیاه مرجع و کشت مسطح با میانگین ۵۰۷ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ١٤). گزارش شده است که عملکرد پروتئین دانه تحت تاثیر عملکرد دانه و درصد پروتئین دانه است و هر عاملی که باعث افزایش یا کاهش عوامل فوق شوند می‌تواند میزان عملکرد پروتئین را تحت تاثیر قرار دهد (یوسفی پور و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ١٤- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر درصد عملکرد پروتیین

عملکرد پروتئین روند تغییرات مشابه ای همانند عملکرد دانه و درصد پروتئین داشت. هم در سال اول و هم در سال دوم کشت مرتفع با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر بیشترین عملکرد پروتئین را داشتند که از نظر آماری با هم اختلاف نداشتند. اختلاف آماری

معنی دار هم بین کشت مرتفع با عرض ٦٠ سانتی‌متر در دو سال مشاهده نشد و کمترین عملکرد پروتئین در سال دوم و در کشت مسطح به دست آمد (شکل ١٥).



شکل ١٥- اثر رژیم آبیاری و روش کاشت بر عملکرد پروتئین در سال اول (راست) و دوم (چپ)

نتیجه گیری

نتایج بدست آمده نشان داد که کاشت روی بستر مرتفع باعث افزایش صفات مورد بررسی از جمله ارتفاع، عملکرد، تعداد دانه، تعداد سنبله، عملکرد بیولوژیک و عملکرد پروتئین شد. اگرچه کاهش میزان آب مصرفی سبب کاهش صفات ذکر شد گردید ولی در الگوی کاشت روی بستر مرتفع میزان کاهش صفات در اثر خشکی کمتر بود به عبارتی این الگوی کاشت سبب کاهش اثرات تنش خشکی در گندم شد. این امر همچنین می تواند باعث بهبود راندمان مصرف آب در گندم گردد. لذا با توجه به نتایج بدست آمده بکارگیری این سیستم کشت در منطقه آزمایش و مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه جهت بهبود عملکرد و کارایی مصرف آب در گندم توصیه می شود.

منابع

آزادی، م. ص.، ع. شکوه فر، م. مجدم، ش. لک و م. علوی فاضل. ١٤٠٠. اثر کودهای شیمیایی و زیستی پتاسیم بر صفات بیوشیمیایی هیبریدهای ذرت تحت تنش خشکی و تعین صفات موثر بر عملکرد دانه. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ١٤(١):٢٧-٣٤.

اسکندری، ح. و ک. کاظمی. ١٣٩٥. واکنش عملکرد دانه و فعالیت منبع ارقام گندم (*Triticum aestivum*) به تنش کمبود آب اعمال‌شده بعد از گرده افشانی. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ٩ (٣): ٣٠٣-٣٠٦.

آقچه لی، س.، ا. راحمی کاریزکی، ا. غلامعلی پور علمداری، ع. قلی زاده و م. رضایی. ١٤٠٠. ارزیابی تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در برخی غلات سردسیری در شرایط کنترل شده. تحقیقات علوم زراعی در مناطق خشک. ٣(١): ١٧٧-١٨٧.

پورجمشید، س. ا. ١٤٠٠. بررسی اثر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر صفات مرفولوژیک و زراعی گندم نان (رقم چمران) تحت رژیم های مختلف آبیاری. تنش‌های محیطی در علوم زراعی. ١٤(١): ١٠٩-١١٨.

شیرزادی، م. و ک. شمس. ١٣٩٧. تاثیر تنش خشکی و کود زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت دانه ای. دانش زیستی ایران, ١٣(٣): ٣٣-٥١.

مکاری، م.، م. عابدین پور و د. دهقان. ١٣٩٩. تأثیر تنش خشکی و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و کارایی مصرف آب در گندم پائیزه در منطقه کاشمر. پژوهش آب در کشاورزی, ٣٤(٢): ١٦٧-١٨٦.

وزارت جهاد کشاورزی. ١٤٠٠. آمارنامه کشاورزی، محصولات زراعی. سال زراعی ١٤٠٠-١٣٩٩.معاونت آمار مرکز فناوری اطلاعات. ١٠٠ ص.

یوسفی پور، م.، ش. لک و خ. پاینده. ١٣٩٧. ارزیابی تأثیر توأم کودهای زیستی و شیمیایی فسفره و عناصر ریزمغذی بر صفات مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد دانه جو (*Hordeum vulgare* L.). دوفصلنامه ی علوم به زراعی گیاهی. ٨(٢): ١٠٧-١١٩.

Abdelaal, K.A., K.A. Attia, S.F. Alamery, M.M. El-Afry, A.I. Ghazy, D.S. Tantawy, A.A. Al-Doss, E.S.E. El-Shawy, A. Abu-Elsaoud and Y.M. Hafez. 2020. Exogenous application of proline and salicylic acid can mitigate the injurious impacts of drought stress on barley plants associated with physiological and histological characters. Sustain. 12(5), p.1736.

Abdi, N., A. van Biljon, C. Steyn and M.T. Labuschagne 2021. Bread wheat (*Triticum aestivum*) responses to arbuscular mycorrhizae inoculation under drought stress conditions. Plants. 10(9), p.1756.

Azimi, M.S., J. Daneshian, S. Sayfzadeh and S. Zare. 2013. Evaluation of amino acid and salicylic acid application on yield and growth of wheat under water deficit. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, *5*(8), p.816.

Ahmadian, K., J. Jalilian and A. Pirzad. 2021. Nano-fertilizers improved drought tolerance in wheat under deficit irrigation. Agric. Water Manage. 244, p.106544.

Ali, M., M. Hoque, A. Hassan and A. Khair. 2007. Effects of deficit irrigation on yield, water productivity, and economic returns of wheat. Agric. Water Manage. 92(3): 151-161 .

Bagheri, N., O. Alizadeh, Sh. Sharafzadeh, F. Aref and K. Ordookhani. 2019. Evaluation of auxin priming and plant growth promoting Rhizobacteria on yield and yield components of wheat under drought stress. Eur. Asian J. Biosci. *13*(2), pp.711-716.

Bagheri, N., O. Alizadeh, Sh. Sharafzadeh, F.Aref and K. Ordookhani. 2018. Environmental evaluation of auxin priming and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of wheat under drought stress. Eur. Asian J. Biosci. 12(2), pp.467-472.

Bukhari, M.A., Z. Ahmad, M.Y. Ashraf, M. Afzal, F. Nawaz, M. Nafees, W.N. Jatoi, N.A. Malghani, A.N. Shah and A. Manan. 2021. Silicon mitigates drought stress in wheat (*Triticum aestivum* L.) through improving photosynthetic pigments, biochemical and yield characters. Silicon, 13, pp.4757-4772.

Du, X., W. He, Z. Wang, M. Xi, Y. Xu, W. Wu, S. Gao, D. Liu, W. Lei and L. Kong. 2021. Raised bed planting reduces waterlogging and increases yield in wheat following rice. Field Crops Res, 265: 108119.

Farahbakhsh, H. and A.K. Sirjani. 2019. Enrichment of wheat by zinc fertilizer, mycorrhiza and preharvest drought stress. Turkish J. Field Crops. 24(1), pp.1-6.

Frantova, N., M. Rabek, P. Elzner, T. Streda, I. Jovanovic, L. Holkova, P. Martinek, P. Smutna and I.T.Prasil. 2022. Different drought tolerance strategy of wheat varieties in spike architecture. Agron. 12(10), p.2328.

Hafez, E., A.E.D. Omara and A. Ahmed, 2019. The coupling effects of plant growth promoting rhizobacteria and salicylic acid on physiological modifications, yield traits, and productivity of wheat under water deficient conditions. Agron. 9(9), p.524.

Haider, I., M.A.S. Raza, R. Iqbal, M.U. Aslam, M. Habib-ur-Rahman, S. Raja, M.T. Khan, M.M Aslam, M. Waqas and S. Ahmad. 2020. Potential effects of biochar application on mitigating the drought stress implications on wheat (*Triticum aestivum* L.) under various growth stages. J. Saudi Chem. Soc. 24(12), pp.974-981.

Hashimi, S.M., W.A. Sarhadi and N. Afsana. 2021. Study of raised bed planting method on yield and yield components of wheat in kabul. Int. J. Sci. Res. 303-308 .

Ilyas, N., R. Gull, R. Mazhar, M. Saeed, S. Kanwal, S. Shabir and F. Bibi. 2017. Influence of salicylic acid and jasmonic acid on wheat under drought stress. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 48(22), pp.2715-2723.

Javan Gholiloo, M., M. Yarnia, A.H. Ghorttapeh, F. Farahvash and A.M. Daneshian. 2019. Evaluating effects of drought stress and bio-fertilizer on quantitative and qualitative traits of valerian (*Valeriana officinalis* L.). J. Plant Nut. 42(13), pp.1417-1429.

Javed, A., N. Ahmad, J. Ahmed, A. Hameed, M.A. Ashraf, S,A, Zafar, A. Maqbool, H. Al-Amrah, H.A. Alatawi, M.S. Al-Harbi and E.F. Ali. 2022. Grain yield, chlorophyll and protein contents of elite wheat genotypes under drought stress. J. King Saud University-Sci. 34(7), p.102279.

Loper, S., J. Subramani, M. Ottman and E. Martin. 2020. Effects of planting on beds vs. Flat planting system in durum wheat and barley. pp: Available at: www.agriculture.az.gov (Access date: 20 September, 2020).

Munsif, F., T. Shah, M. Arif, M. Jehangir, M.Z. Afridi, I. Ahmad, B.L. Jan and S. Alansi. 2022. Combined effect of salicylic acid and potassium mitigates drought stress through the modulation of physio-biochemical attributes and key antioxidants in wheat. Saudi J. Biol. Sci. 29(6), p.103294.

Noreen, S., K. Fatima, H.U.R. Athar, S. Ahmad and K. Hussain. 2017. Enhancement of physio-biochemical parameters of wheat through exogenous application of salicylic acid under drought stress. J. Animal Plant Sci. 27(1).

Rady, M.O., W.M. Semida, S.M. Howladar and T.A. Abd El-Mageed. 2021. Raised beds modulate physiological responses, yield and water use efficiency of wheat (triticum aestivum l) under deficit irrigation. Agric. Water Manage. 245: 106629.

Rani, B., S. Madan, K.S. Pooja, K.D. Sharma, N. Kumari and A. Kumar. 2018. Mitigating the effect of drought stress on yield in wheat (*Triticum aestivum*) using arbuscular mycorrhiza fungi (Glomus mosseae). Indian J. Agric. Sci. 88: pp.95-100.

Saad, D.A., A.W. Al-Shahwany and H.M. Aboud. 2019. Impact of biofertilization and two levels of fertilizers on yield and yield component of wheat (*Triticum aestivum*) under drought condition. Plant Arch. 19(2), pp.854-859.

Safar-Noori, M., D.V.M. Assaha, and H. Saneoka. 2018. Effect of salicylic acid and potassium application on yield and grain nutritional quality of wheat under drought stress condition. Cereal Res. Commun. 46(3), pp.558-568.

Sayre, K.D. and P.R. Hobbs. 2004. The raised bed system of cultivation for irrigated production conditions. In: Sustainable agriculture and the international rice-wheat system. CRC press: pp: 354-372

Zhang, S., A. Lehmann, W. Zheng, Z. You and M.C. Rillig. 2019. Arbuscular mycorrhizal fungi increase grain yields: a meta-analysis. New Phytol. 222(1), pp.543-555.

Zhao, W., L. Liu, Q.Shen, J. Yang, X. Han, F. Tian and J. Wu. 2020. Effects of water stress on photosynthesis, yield, and water use efficiency in winter wheat. Water. 12(8), p.2127.

Wheat yield and yield components as affected by raised bed planting system

F. Momtazi[1], H.R. Miri[2], B. Jafari Haghighi[2], H.R. Ebrahimi[3], A. Jafari[3]

Received: 2023-07-16 Accepted: 2023-11-17

Abstract

Wheat is one of the most important crop in Fars province and because of water shortage there is a great emphasis on its water use efficiency in production field. A field experiment was conducted in 2021 and 2022 in order to evaluate wheat yield and its components in raised planting system in Arsanjan, Fars province. The experiment conducted as split plot with three irrigation treatments (irrigartion equal to evapotranspiration, 80% of evapotranspiration irrigation (moderate drought stress) and 60% of evapotranspiration irrigation (severe drought stress)) as main plot and three planting methods (conventional flat planting, 60 cm raised bed planting and 120 cm raised bed planting) as sub plot. The results indicated that drought stress significantly decreased traits such as plant height, grain yield, ear number, seed number and biological yield, while increased seed protein. Raised bed planting significantly increased the traits in comparison with conventional flat planting. So that plating with 120 cm raised bed increased grain yield by 22.1% and 25.9% in first and second year respectively this increasing was 17% for biological, 75 for ear number, and 21% for seed number. Planting in raised bed system reduced the adverse effect of drought stress on wheat traits. In conclusion based on the observed results planting in raised bed system can be adopted as an appropriate planting pattern for improving yield and water productivity in experimental region and similar climates.

Keywords: Wheat, raised bed planting, drought stress, yield, water use

1 PhD Student in Agrotechnology, Arsanjan Branch, Islamic azad University, Arsanjan, Iran.

2 Associated Professor, Department of Agronomy, Arsanjan Branch, Islamic azad University, Arsanjan, Iran.

3 Assistant Professor, Department of Agronomy, Arsanjan Branch, Islamic azad University, Arsanjan, Iran.