



واکنش رشد و عملکرد گندم به تراکم و فاصله ردیف در شرایط دیم

*محمدحسین قربانی^۱ و هریک هارتونیان^۲

^۱عضو هیات علمی گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

^۲عضو هیات علمی دانشگاه کشاورزی دولتی جمهوری ارمنستان

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر تراکم و فاصله ردیف بر رشد و عملکرد گندم در شرایط دیم و خاک شور با بکارگیری چهار تراکم ۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع از گندم رقم کوهدشت، دو فاصله ردیف ۱۲/۵ و ۲۵ سانتی متر و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در منطقه انبار الوم در سال زراعی ۱۳۸۷-۱۳۸۸ انجام شد. نتایج نشان داد شاخص سطح برگ در مرحله ساقه رفتن در فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی متر بیشتر بود، از فاصله ردیف ۲۵ سانتی متری برخلاف مرحله ساقه رفتن، در مرحله گلدهی شاخص سطح برگ در فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر بیش از فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی متر بدست آمد. افزایش فاصله ردیف سبب کاهش تعداد ساقه در بوته و افزایش ارتفاع آن شد، ولی بر تعداد ساقه بارور در بوته تأثیری نداشت. همچنین مقدار ماده خشک و عملکرد دانه در واحد سطح در فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی متر حدود ۱۱ درصد بیشتر از فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی متر بود. افزایش تراکم بوته، سبب افزایش مقدار ماده خشک در واحد سطح شد. همچنین عملکرد دانه در تراکم‌های ۲۵۰ و ۳۷۵ بوته نسبت به تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع، به ترتیب حدود ۳۰ و ۴۸ درصد افزایش یافت، اما افزایش تراکم از ۳۷۵ به ۵۰۰ بوته در مترمربع تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت. برهمکنش تراکم و فاصله ردیف نشان داد که در همه تراکم‌ها، مقدار ماده خشک، وزن هزار دانه و شاخص برداشت در فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر بیش از فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی متر است، به طور کلی فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر، بدون کاهش تعداد ساقه بارور در بوته، سبب کاهش تعداد ساقه در بوته شد و در مقابل ارتفاع بوته، مقدار ماده خشک، شاخص برداشت و عملکرد دانه را افزایش داد.

واژه‌های کلیدی: گندم دیم، سطح برگ، ماده خشک، عملکرد دانه

* مسئول مکاتبه: ghorbanimh@yahoo.com

مقدمه

با وجودی که انقلاب سبز در سطح دنیا سبب گسترش رقم‌های جدید گندم و برنج شد که مناسب بکارگیری نهاده‌های کود و آب در حجم زیاد بودند، بسیاری از مناطق دنیا همچنان به کشاورزی در مناطق خشک و دیم برای تولید محصولات زراعی وابسته‌اند (ترنر، ۲۰۰۴).

تراکم گیاهی یکی از مؤلفه‌های مهم برای تعیین توانایی محصول زراعی در بکارگیری منابع می‌باشد (ساتوره، ۱۹۹۹). تراکم مطلوب گیاهی در مناطق مختلف و با توجه به شرایط اقلیم، نوع خاک، زمان کاشت و ارقام بسیار متغیر است. در نتیجه در تعیین رابطه‌ی بین تراکم و عملکرد دانه برای برآورد مقدار کشت بذر در مناطق مختلف حدی وجود دارد (کویی و همکاران، ۱۹۹۴؛ آندرسون و همکاران، ۱۹۹۱). اغلب پژوهش‌ها در خصوص تأثیر تراکم بر عملکرد محصول زراعی نشان می‌دهند که عملکرد تا محدوده‌ی تراکم‌های متوسط افزایش و پس از آن ثابت می‌ماند و فقط در تراکم‌های خیلی زیاد مقدار آن کاهش معنی‌داری خواهد یافت (گراسیا و همکاران، ۲۰۰۳).

تعداد سنبله در واحد سطح عموماً مهمترین جزء عملکرد برای گندم محسوب می‌شود (گراسیا و همکاران، ۲۰۰۳) و تراکم زیاد اغلب سبب افزایش تعداد سنبله در واحد سطح می‌شود (استوگارد و زو، ۲۰۰۴؛ گویراک و همکاران، ۲۰۰۰). اسپچلینجر (۲۰۰۵) گزارش نمود، تراکم هیچ تأثیری بر عملکرد گندم بهاره در شرایط دیم ندارد زیرا تعداد سنبله بیشتر در بوته در تراکم کم، کاهش تعداد بوته در واحد سطح را به شکل پایداری جبران می‌کند، اما تامپ‌کیز و همکاران (۱۹۹۱) گزارش کردند که عملکرد دانه با کاهش تراکم نسبت به تراکم مطلوب، به شکل قابل توجه‌ای کاهش می‌یابد. همچنین بلاک و باور (۱۹۹۰) تأکید کردند که تراکم گیاهی گندم بهاره یک جزء اصلی در تأمین عملکرد نهایی دانه می‌باشد، ولی ممکن است در شرایطی که تراکم بیش از حالت مطلوب در نظر گرفته شود، عملکرد کاهش یابد.

در خصوص تأثیر فاصله ردیف‌های کشت گندم نتایج متفاوتی گزارش شده است که دلیل آن نوسان در توانایی‌های مدیریتی و منطقه‌ای می‌باشد. فرز و باکن (۱۹۹۰) معتقدند استفاده کارآمد از منابع ممکن است با تغییر آرایش فاصله ردیف و تراکم در گیاهان تقویت شود و پژوهش‌های متعدد قبلی در آمریکا و سایر نقاط دنیا نشان داده‌اند که عملکرد غلات زراعی با کاهش فاصله ردیف کشت، افزایش می‌یابد. مارشال و اهم (۱۹۸۷) نیز گزارش کردند که فاصله بین ردیف $6/4$ سانتی‌متر، عملکرد دانه گندم (در شرایط تنش خشکی) را نسبت به فاصله بین ردیف $19/2$ سانتی‌متر حدود 6% افزایش

داد. همین‌طور برخی دیگر از محققان (تاپ‌کینز و همکاران، ۱۹۹۱؛ a؛ تاپ‌کینز و همکاران، ۱۹۹۱b) معتقدند که عملکرد دانه در فاصله ردیف‌های کمتر بیشتر می‌باشد. مک‌لود و همکاران (۱۹۹۹) در یک آزمایش در مناطق گرمسیری ساس‌کاجون در مورد تأثیر فاصله خطوط کشت گزارش کردند که فاصله بین ردیف‌های کشت تأثیر کمی بر عملکرد گندم زمستانه دارد. اما یونسا و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که فاصله بین ردیف‌های کشت تأثیری بر شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و تبخیر و تعرق در طی فصل رشد نداشت. همچنین برخی از بررسی‌هایی که اخیراً در کانادا انجام شده است، نشان می‌دهد که عملکرد گندم بهاره و زمستانه تحت تأثیر فاصله خطوط کشت از ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر قرار نمی‌گیرد (لافوند، ۱۹۹۴؛ لافوند و درکسن، ۱۹۹۶؛ لافوند و گان، ۱۹۹۹). در مقابل، بلاک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که گندم در خاک‌های کم عمق شمال غرب استرالیا، به دلیل به تاخیر افتادن استفاده از آب موجود در بین فاصله ردیف‌های بیشتر تا زمان پرشدن دانه‌ها، بخاطر کاهش تنش بر محصول و افزایش دوره پر شدن دانه، بهتر رشد می‌کند. همچنین کارو (۱۹۹۸) معتقد است که احتمالاً پوشش سریع‌تر سطح خاک توسط گندم در فاصله ردیف‌های ۱۲ و ۲۴ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله ردیف‌های ۳۶ سانتی‌متر، سبب افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد دانه می‌شود.

در مورد اثر بر همکنش تراکم و فاصله ردیف، لافوند (۱۹۹۴) گزارش کرد که تعداد سنبله در مترمربع با افزایش فاصله ردیف کشت کاهش می‌یابد، اما فاصله ردیف‌های زیاد باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. در پژوهش‌های دیگر گزارش شده است که وزن هزار دانه با تعداد دانه در سنبله رابطه منفی دارد و هیچ برهمکنشی بین فاصله ردیف کشت و تراکم کشت بر عملکرد گندم وجود ندارد (فیشر و همکاران، ۱۹۷۷؛ تیچ و همکاران، ۱۹۹۳؛ لافوند و همکاران، ۱۹۹۹). همچنین اسپچلینجر (۲۰۰۵) گزارش کرد فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر، ماده خشک، عملکرد دانه و شاخص برداشت بیشتری را نسبت به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر تولید نمود، اما تجمع ماده خشک در مراحل اولیه رشد بین فاصله ردیف‌های ۱۵ و ۳۰ سانتی‌متر در حداقل بود، ولی با افزایش رشد گیاه، تفاوت‌ها بیشتر شد. ولی چین و ویچمن (۲۰۰۸) گزارش نمودند که برهمکنش بین فاصله ردیف کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم معنی‌دار نبوده است.

از آنجا که همه ساله میلیون‌ها هکتار از اراضی قابل کشت کشور به کشت گندم اختصاص می‌یابد (بیش از ۶ میلیون هکتار) و کشت در سطح وسیعی از این اراضی به صورت دیم (متکی به بارش باران) انجام می‌شود (قربانی و پورفرید، ۲۰۰۸)، لذا بررسی تمامی مؤلفه‌هایی که می‌تواند بر رشد و عملکرد

این محصول در این مناطق تأثیر گذار باشند از وظایف محققان و پژوهش‌گران می‌باشد. بنابر این، هدف از انجام این آزمایش بررسی تأثیر تراکم و فاصله ردیف‌های کشت در شرایط دیم و خاک شور بر روی رشد و عملکرد گندم در منطقه انبار الوم در استان گلستان بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با استفاده تراکم‌های ۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع، فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ و ۲۵ سانتی‌متر، گندم رقم کوه‌دشت و آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در منطقه انبار الوم در شرایط دیم و خاک شور در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۷ انجام شد.

عملیات کاشت در تاریخ پنجم آذرماه ۱۳۸۷ پس از اجرای عملیات خاک‌ورزی متعارف در منطقه و استفاده از ۲۰۰ کیلوگرم کود کامل در هکتار با فرمول ۱۵ درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم و ۱/۵ درصد روی خالص قبل از کشت صورت گرفت. برای رسیدن به تراکم‌های مورد نظر، بذر کشت شده در زمان کاشت حدود ۳۰ درصد بیش از تراکم‌های هدف مصرف گردید، ولی پس از سبز شدن بوته‌ها، با بررسی تراکم‌ها در مرحله گیاهچه‌ای (۲ تا ۳ برگ)، بوته‌های اضافی به روش دستی حذف گردید. در ضمن جهت ردیف‌های کشت در این آزمایش، شرقی-غربی بود.

برای تعیین شوری و pH خاک، آزمایش‌های خاک در مراحل کاشت، پنجه‌زنی، ساقه رفتن، گلدهی و برداشت انجام شد. این نمونه‌گیری‌ها در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک انجام و پس از تهیه گل اشباع و گرفتن عصاره اشباع در آزمایشگاه، شوری و pH آنها توسط دستگاه‌های Ec متر و pH متر تعیین شد و میانگین شوری و pH در قطعه‌ای که این آزمایش در آن انجام شد، به ترتیب ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر و ۷/۵ بدست آمد.

همچنین برای تعیین اثرهای تراکم و فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ، نمونه‌برداری از تیمارها در مراحل ساقه رفتن، آبستنی و گلدهی انجام شد. برای اندازه‌گیری سطح برگ، برگ‌های سبز در ۲۰ بوته از قسمت پهنک برگ جدا گردید و توسط دستگاه سطح برگ‌سنج مدل Delta_T اندازه‌گیری شد و میانگین سطح برگ در بوته و در مترمربع محاسبه گردید. در مرحله برداشت مؤلفه‌های تعداد ساقه و تعداد ساقه بارور در بوته، ارتفاع بوته (سانتی‌متر)، وزن خشک بوته (گرم)، عملکرد دانه در بوته (گرم)، وزن هزار دانه (گرم) نیز با انتخاب بیست بوته به‌طور تصادفی از هر تیمار و تکرار تعیین

شد و عملکرد دانه و ماده خشک بالای سطح خاک در هکتار (کیلوگرم) و همچنین شاخص برداشت دانه با انتخاب سه ردیف از ردیف‌های میانی هر تکرار به طول ۵۰ سانتی‌متر و جدا کردن دانه‌ها از بقایا محاسبه شد.

قابل ذکر است که میانگین بارندگی درازمدت سالانه و در طول فصل رشد گندم در این منطقه به ترتیب ۳۵۰ و ۲۶۹ میلی‌متر و مقدار بارندگی در طول فصل رشد در سال انجام این آزمایش ۲۴۳/۹ میلی‌متر بود. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر تراکم و فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ: نتایج تجزیه واریانس اثر تراکم، فاصله ردیف و برهمکنش آنها بر شاخص سطح برگ در سه مرحله ساقه رفتن، آبستنی و گلدهی نشان داد که تراکم و فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ در واحد سطح، در دو مرحله ساقه رفتن و گلدهی تأثیر معنی‌داری داشتند، در حالی‌که در مرحله آبستنی، تنها تراکم بر این مؤلفه تأثیر معنی‌داری داشت. همچنین برهمکنش فاصله ردیف و تراکم تنها در مرحله گلدهی بر شاخص سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثرهای فاصله ردیف، تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه

شاخص برداشت	عملکرد دانه در هکتار	ماده خشک در هکتار	وزن هزار دانه	عملکرد دانه در بوته	ماده خشک در بوته	ارتفاع ساقه اصلی	تعداد ساقه بارور در بوته	تعداد ساقه در بوته	شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی	شاخص سطح برگ در مرحله آبستنی	شاخص سطح برگ در مرحله ساقه رفتن	
*	**	**	**	*	**	**	ns	**	**	ns	**	فاصله ردیف (A)
*	**	**	**	**	**	**	**	*	**	**	**	تراکم بوته (B)
*	ns	*	**	ns	*	ns	ns	*	**	ns	ns	A*B

^{ns} غیر معنی‌دار و *، ** به ترتیب در سطح یک و پنج درصد معنی‌دار.

اثر فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ در مرحله ساقه رفتن نشان می‌دهد که شاخص سطح برگ در فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بیشتر بود، ولی برعکس، در

مرحله گلدهی، فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر شاخص سطح برگ بیشتری در واحد سطح داشت. شاخص سطح برگ بیشتر در فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر در مرحله ساقه رفتن، می‌تواند مربوط به تعداد ساقه بیشتر در بوته به دلیل فاصله زیادتر بین بوته‌های در روی ردیف نسبت به فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر باشد (جدول ۲). در مرحله آبستنی، اختلاف شاخص سطح برگ در بین دو فاصله ردیف معنی‌دار نبود، اما از مرحله آبستنی تا گلدهی، مقدار شاخص سطح برگ در واحد سطح در هر دو فاصله ردیف کاهش شدیدی یافت، ولی مقدار کاهش سطح برگ در بین دو فاصله ردیف یکسان نبود، به طوری که، مقدار کاهش در فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر بیش از فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. در نتیجه شاخص سطح برگ در این مرحله برخلاف مرحله ساقه رفتن در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بیش از فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر شد. بخشی از این تفاوت می‌تواند مربوط به دلیل شاخص سطح برگ بیشتر در فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر از مرحله ساقه رفتن تا آبستنی باشد که در نتیجه سبب افزایش مقدار تعرق در این فاصله ردیف شد و تعرق بیشتر، سبب تخلیه سریع‌تر رطوبت خاک خواهد شد. از طرفی فاصله بیشتر بوته‌ها بر روی ردیف و ارتفاع کمتر آنها (جدول ۲) نسبت به فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر، سبب افزایش مقدار نفوذ اشعه خورشید به لایه‌های پایین‌تر کانوپی و سطح خاک می‌شود و در نتیجه مقدار تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح برگ‌ها نیز بیشتر بود. تعرق و تبخیر بیشتر سبب وقوع سریع‌تر تنش خشکی می‌شود و این امر سبب کمتر شدن دوام سطح برگ در این فاصله ردیف شد. در مقابل، شاخص سطح برگ کمتر قبل از این مرحله در فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر، سبب کاهش تعرق می‌شود و همچنین ارتفاع بیشتر بوته‌ها (جدول ۲) و متراکم‌تر بودن بوته در روی ردیف (فاصله کمتر بوته‌ها بر روی ردیف)، می‌تواند با کاهش نفوذ تشعشع خورشیدی بر سطح خاک و لایه‌های پایین‌تر کانوپی، سبب کاهش تبخیر رطوبت از سطح خاک و تعرق از برگ‌های واقع شده در قسمت پایین‌تر کانوپی شود و کاهش تبخیر و تعرق می‌تواند سبب حفظ بیشتر رطوبت ذخیره شده در خاک شود. افزایش ذخیره رطوبت خاک، سبب دوام بیشتر سطح برگ خواهد شد. در این مورد فرز و باگن (۱۹۹۸) هم معتقدند که پوشش سریع‌تر خاک سبب افزایش کارآیی استفاده از آب خواهد شد.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر فاصله ردیف بر بر صفات مورد مطالعه

فاصله ردیف	مرحله ساقه رفتن	شاخص سطح برگ در مرحله آبستنی	شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی	شاخص سطح برگ در مرحله ساقه رفتن	تعداد ساقه بارور در بوته	تعداد ساقه در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)	ماده خشک در بوته (گرم)	ماده خشک در بوته (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۱۲/۵	۲/۲۸ a	۳/۲۹ a	۱/۰۸ b	۲/۷۷ a	۱/۱۵ a	۲/۷۷ a	۵۶/۴۵ b	۱/۸۲ b	۰/۸۱ a	۳۶/۹۴ b	۷۰۹۴/۷۵ b	۱۸۴۳/۸۹ b	۲۷/۵۰ b	
۲۵	۲/۰۶ b	۳/۲۵ a	۱/۲۶ a	۲/۴۲ b	۱/۱۴ a	۲/۴۲ b	۶۱/۱۰ a	۱/۹۴ a	۰/۸۸ b	۳۸/۸۱ a	۷۵۸۷/۴۵ a	۲۰۴۷/۸۸ a	۲۸/۶۰ a	

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

تراکم در هر سه مرحله ساقه رفتن، آبستنی و گلدهی سبب افزایش شاخص سطح برگ در واحد سطح شد، اما بیشترین افزایش شاخص سطح برگ، به افزایش تراکم بوته از ۱۲۵ به ۲۵۰ بوته در مترمربع برمی‌گردد که افزایش حدود ۴۴، ۵۷ و ۴۴ درصدی را به ترتیب در مراحل ساقه رفتن، آبستنی و گلدهی نشان می‌دهد، در حالی با افزایش تراکم از ۲۵۰ به ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع در مرحله آبستنی (مرحله‌ی که بیشترین شاخص سطح برگ در واحد سطح وجود داشت)، مقدار افزایش سطح برگ در واحد سطح به ترتیب، حدود ۲۱ و ۱۰ درصد بود. موضوع قابل توجه این‌که، با افزایش تراکم در این مرحله، مقدار کاهش سطح برگ نسبت به مرحله قبل بیشتر شد، به نحوی که مقدار کاهش از تراکم ۱۲۵ به ۳۷۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ بوته در مترمربع به ترتیب حدود ۲۰، ۲۷، ۳۷ و ۴۰ درصد بود. این امر نشان می‌دهد که در تراکم‌های کمتر، به دلیل شاخص سطح برگ کمتر، رطوبت کمتری از خاک توسط تعرق قبل از گلدهی از خاک خارج شد و در نتیجه مقدار کاهش سطح برگ تحت تأثیر تنش خشکی کمتر بود.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر تراکم بوته بر صفات مورد مطالعه

تراکم	مرحله ساقه رفتن	شاخص سطح برگ در مرحله آبستنی	شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی	شاخص سطح برگ در مرحله ساقه رفتن	تعداد ساقه بارور در بوته	تعداد ساقه در بوته	ارتفاع بوته (سانتی متر)	ماده خشک در بوته (گرم)	ماده خشک در بوته (گرم)	عملکرد دانه در بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	ماده خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
۱۲۵	۱/۵۸ a	۱/۹۸ a	۰/۵۷۳ a	۳/۵۵ a	۱/۴۴ a	۳/۵۵ a	۵۵/۱۰ c	۲/۳۸ a	۱/۳۵ a	۳۹/۳۴ a	۴۳۱۳/۹ d	۱۳۱۱/۴ c	۳۱ a	
۲۵۰	۲/۲۷ b	۳/۱۲ b	۱/۰۱ b	۲/۷۷ b	۱/۱۵ b	۲/۷۷ b	۵۸/۳۰ b	۲/۰۱ b	۰/۹۷ b	۳۸/۵۲ b	۶۹۲/۷ c	۱۸۹۵/۴ b	۲۷ b	
۳۷۵	۲/۳۹ c	۳/۷۹ c	۱/۳۷ c	۲/۲۷ c	۱/۰۰ c	۲/۲۷ c	۶۰/۰۸ a	۱/۶۹ c	۰/۵۹ c	۳۷/۰۷ c	۸۵۸۱/۳ b	۲۲۴۰/۳ a	۲۶ b	
۵۰۰	۲/۴۸ d	۴/۱۸ d	۱/۷۴ d	۱/۷۹ c	۱/۰۰ c	۱/۷۹ c	۶۱/۲۸ a	۱/۴۳ d	۰/۴۷ d	۳۷/۵۸ c	۹۵۴۸/۶ a	۲۳۳۰/۱ a	۲۴ c	

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

برهمکنش تراکم و فاصله ردیف بر شاخص سطح برگ در مرحله گلدهی نشان داد که اختلاف شاخص سطح برگ در تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع در بین دو فاصله ردیف کم بود، ولی با افزایش تراکم، تفاوت بین دو فاصله ردیف افزایش یافت و تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع، بیشترین اختلاف بین دو فاصله ردیف را نشان داد (جدول ۴). این امر نشان می‌دهد در تراکم‌های کم، به دلیل پوشش کمتر سطح خاک توسط زیست‌توده در هر دو فاصله ردیف، اشعه خورشید نفوذ بیشتری بر سطح خاک داشته است ولی با افزایش تراکم، مقدار پوشش سطح خاک در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر به علت ارتفاع و تراکم بیشتر بوته‌ها بر روی ردیف بیشتر شده و نفوذ اشعه خورشیدی بر سطح خاک و لایه‌های پایین‌تر کنوپی کاهش یافت، لذا انتظار می‌رود میزان تبخیر رطوبت از سطح خاک و تعرق از برگ‌های تحتانی کاهش یابد و در مقابل فرصت بیشتری برای نفوذ آب باران و حفظ آن در این شرایط فراهم شود. در این مورد یونسا و همکاران (۱۹۹۵) نیز معتقدند که تغییر آرایش کاشت، با استفاده از تغییر فاصله بین ردیف‌های کشت ممکن است سبب تقویت پوشش سطح خاک و مهار انرژی بدون تغییر در شاخص سطح برگ شود که در نتیجه می‌تواند سبب افزایش کارایی مصرف آب و عملکرد دانه شود.

اثر فاصله ردیف بر رشد و عملکرد: نتایج تجزیه واریانس مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده در مرحله برداشت نشان داد که تیمار فاصله ردیف بر تعداد ساقه در بوته، ارتفاع بوته، ماده خشک در بوته، عملکرد دانه در بوته، مقدار ماده خشک و عملکرد دانه در هکتار و شاخص برداشت تأثیر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۱).

افزایش فاصله ردیف از ۱۲/۵ به ۲۵ سانتی‌متر سبب کاهش تعداد ساقه در بوته شد، ولی بر تعداد ساقه بارور در بوته تأثیر نداشت (جدول ۲). این موضوع نشان می‌دهد که وقتی بوته‌ها روی ردیف متراکم می‌شوند، تمایل کمتری برای تولید ساقه فرعی دارند و در نتیجه ساقه‌های فرعی که با تاخیر زمانی از مرحله پنجه‌زنی در گندم ممکن است در شرایط تراکم کم بر روی ردیف رشد نمایند، در تراکم‌های بیشتر روی ردیف این فرصت در اختیار آنها قرار نخواهد گرفت. این کاهش تعداد ساقه در بوته بدون تأثیر بر تعداد ساقه بارور در بوته می‌تواند در کشت گندم در شرایط دیم و کمبود رطوبت تأثیر مثبت داشته باشد، زیرا از مصرف آب و مواد غذایی توسط ساقه‌های فرعی که فرصتی برای تولید سنبله و دانه ندارند، جلوگیری می‌نماید و رطوبت و مواد غذایی موجود صرف ساقه‌های اصلی

می‌شود. همچنین افزایش فاصله ردیف سبب افزایش ارتفاع ساقه از ۵۶/۲۷ به ۶۱/۱۰ سانتی‌متر شد. ارتفاع بیشتر بوته‌ها به‌همراه تراکم بیشتر بوته بر روی ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر، می‌تواند سبب پوشش سریع‌تر سطح خاک و کاهش نفوذ نور خورشید بر سطح خاک شود و در نتیجه تبخیر از سطح خاک کاهش می‌یابد. کاهش تبخیر از سطح خاک می‌تواند تنش خشکی را در گیاه به تاخیر بی‌اندازد و تاخیر در وقوع تنش می‌تواند سبب رشد بهتر گیاه شود. بلاک و همکاران (۲۰۰۶) نیز معتقدند که تاخیر در تخلیه رطوبت خاک در شرایط دیم می‌تواند سبب رشد بهتر گیاه گندم شود.

مقدار تولید ماده خشک و عملکرد دانه در بوته با افزایش فاصله ردیف افزایش یافتند و همچنین ماده خشک و عملکرد دانه تولید شده در واحد سطح در فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر نسبت به فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر افزایش معنی‌داری داشت (جدول ۲). این موضوع نشان دهنده نقش مثبت افزایش فاصله ردیف از طریق کاهش ساقه‌های غیر بارور، کاهش سطح برگ و افزایش ارتفاع بوته در شرایط مذکور می‌باشد که این عوامل می‌توانند با کاهش تبخیر و تعرق سبب رشد بهتر بوته‌ها و در نتیجه تولید بیشتر دانه کمک نمایند. اثر فاصله ردیف‌های کشت بر شاخص برداشت نیز معنی‌دار بود و مقدار شاخص برداشت در فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر بیش از فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر بود (جدول ۲). این مسأله نشان دهنده اختصاص بیشتر مواد غذایی به دانه‌ها در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر نسبت به ۱۲/۵ سانتی‌متر می‌باشد. نتایج گزارش شده در مورد اثر فاصله ردیف بر تولید ماده خشک و عملکرد دانه در گندم بسیار متفاوت می‌باشد. گروه زیادی از پژوهشگران معتقدند که افزایش فاصله بین ردیف‌های کاشت نه تنها بر عملکرد و تولید ماده خشک تأثیر مثبت ندارد بلکه سبب کاهش تولید ماده خشک و عملکرد دانه در گندم نیز می‌شود (مارشال و اهم، ۱۹۸۷؛ فرز و باکن، ۱۹۹۰؛ یونسا و همکاران، ۱۹۹۵). اما تعدادی از پژوهش‌هایی که در برخی از مناطق دنیا انجام شده است، نشان می‌دهد که عملکرد گندم تحت تأثیر فاصله خطوط کشت قرار نمی‌گیرد (لافوند، ۱۹۹۴؛ لافوند و درکسن، ۱۹۹۶؛ لافوند و گان، ۱۹۹۹). در مقابل، بلاک و همکاران (۲۰۰۶) گزارش نمودند که گندم در خاک‌های کم عمق شمال غرب استرالیا، به‌دلیل به‌تاخیر افتادن استفاده از آب موجود در بین فاصله ردیف‌های بیشتر تا زمان پر شدن دانه‌ها، بخاطر کاهش تنش بر محصول و افزایش دوره پر شدن دانه، بهتر رشد می‌کند که با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت دارد. به‌عبارتی نتایج این آزمایش نیز نشان می‌دهد که افزایش فاصله ردیف در شرایط کشت دیم با بارندگی کمتر از ۲۵۰ میلی‌متر در طول فصل رشد گندم (کمتر از میانگین درازمدت آن در مدت مشابه) و خاک شور با

شوری متوسط ۸/۵ دسی‌زیمنس بر متر، می‌تواند با تولید ساقه‌های فرعی غیر بارور کمتر، سطح برگ کمتر در واحد سطح، افزایش ارتفاع و تراکم‌تر بودن بوته‌ها بر روی ردیف، سبب تبخیر و تعرق کمتر شده و رطوبت داخل خاک کمتر تخلیه شود و به بیان دیگر، استفاده از رطوبت خاک به‌تاخیر می‌افتد و این تاخیر استفاده از رطوبت خاک تا مراحل گلدهی سبب رشد بهتر گندم و در نتیجه تولید ماده خشک و عملکرد دانه بیشتر خواهد شد.

اثر تراکم بر رشد و عملکرد: تیمار تراکم تأثیر بسیار معنی‌داری بر تمامی مؤلفه‌های اندازه‌گیری شده در مرحله برداشت، داشت (جدول ۱). با افزایش تراکم، تعداد ساقه در بوته از ۳/۵۵ عدد در تراکم ۱۲۵ بوته به ۱/۷۹ عدد ساقه در بوته در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع کاهش یافت. همچنین تعداد ساقه بارور در بوته با افزایش تراکم از ۱/۴۴ عدد در تراکم کم به یک عدد ساقه بارور در بوته در تراکم‌های ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع کاهش یافت، ولی ارتفاع بوته از ۵۵/۱۰ سانتی‌متر در تراکم ۱۲۵ بوته به ۶۱/۲۸ سانتی‌متر در تراکم ۵۰۰ بوته در مترمربع افزایش یافت (جدول ۳). تعداد ساقه در بوته تحت تأثیر مقدار نور و رطوبت و حاصلخیزی خاک می‌باشد، لذا افزایش تراکم سبب کاهش مقدار نور و رطوبت و مواد غذایی دریافتی در بوته می‌شود. این عوامل سبب کاهش تعداد ساقه فرعی و تعداد ساقه بارور در بوته خواهد شد. فوکای و همکاران (۱۹۹۰) و دوفین و نایت (۱۹۹۲) نیز گزارش کردند که افزایش تراکم سبب کاهش تعداد ساقه‌های فرعی و سنبله در بوته می‌شود.

مقدار ماده خشک در بوته از تراکم ۱۲۵ به ۵۰۰ بوته در مترمربع حدود ۴۰ درصد کاهش یافت. در مقابل در همین شرایط، مجموع ماده خشک در هکتار بیش از ۱۲۰ درصد افزایش داشت. همچنین عملکرد دانه در بوته در تراکم ۱۲۵ بوته ۱/۳۵ گرم بود و با افزایش تراکم بوته در واحد سطح، به کمتر از ۰/۵۰ گرم در بوته، یعنی به حدود ۰/۳۵ درصد عملکرد در تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع کاهش یافت. این مقدار کاهش، به کاهش تعداد ساقه بارور، تعداد دانه و وزن هزار دانه در بوته برمی‌گردد، ولی مقدار عملکرد دانه در واحد سطح با افزایش تراکم افزایش یافت و شدت افزایش از ۱۲۵ به ۲۵۰ بوته در مترمربع بسیار قابل توجه بود، به‌نحوی که عملکرد دانه در ۲۵۰ بوته در مترمربع حدود ۳۰ درصد بیش از تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع بود، در حالی که مقدار افزایش عملکرد از ۲۵۰ به ۳۷۵ بوته در مترمربع فقط حدود ۱۸ درصد بود و تفاوت عملکرد در واحد سطح بین ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در مترمربع معنی‌دار نبود. همچنین وزن هزار دانه و شاخص برداشت با تراکم بیشتر بوته در واحد سطح کاهش یافتند، ولی مقدار

کاهش آنها محدود بود، به نحوی که، تفاوت وزن هزار دانه و شاخص برداشت در تراکم ۱۲۵ با ۵۰۰ بوته در مترمربع به ترتیب حدود ۴/۲ گرم و ۷ درصد بود (جدول ۳). نتایج بدست آمده در مورد تأثیر تراکم بر مؤلفه‌های ذکر شده نشان می‌دهد که انتخاب صحیح تراکم بوته در واحد سطح می‌تواند تأثیر زیادی بر روی عملکرد دانه در منطقه مورد نظر داشته باشد. این نتیجه ممکن است برخلاف نتایج برخی از محققان (اسچلینجر، ۲۰۰۵) باشد، ولی بسیاری از محققان معتقدند با افزایش تراکم در گندم، عملکرد تا یک دامنه معین افزایش و سپس ثابت و حتی در تراکم‌های بیشتر کاهش می‌یابد (استویگارد و زو، ۲۰۰۴؛ گوبراک و همکاران، ۲۰۰۰؛ بلاک و باور، ۱۹۹۱؛ تامپ‌کینز و همکاران، ۱۹۹۱؛ بلاک و باور ۱۹۹۰؛ تامپ‌کینز، ۱۹۹۱). علت‌های اختلاف در نتایج می‌تواند متفاوت باشد، اما به‌عنوان مهم‌ترین علت می‌توان به این موضوع اشاره نمود، در مناطقی که تراکم تأثیری زیاد بر عملکرد ندارد، درصد بیشتری از ساقه‌های فرعی تولید شده در بوته قادر به رشد مناسب و تولید دانه می‌باشند، در نتیجه می‌توانند جبران کننده‌ی کمبود بوته در واحد سطح باشند. اما در شرایط این آزمایش و شرایط مشابه، به دلیل کمبود رطوبت و شوری خاک، محدودی از ساقه‌های فرعی تولید شده قادر به تولید سنبله و تولید دانه خواهند بود، لذا اتکا بیشتر به ساقه‌های اصلی یا به عبارت دیگر افزایش تراکم تا محدودی معین، می‌تواند تأثیری مثبت بر عملکرد دانه داشته باشد.

برهمکنش تراکم و فاصله ردیف‌های کشت: برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بر تعداد ساقه در بوته نشان می‌دهد که اختلاف بین دو فاصله ردیف در تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع بیش از تراکم‌های دیگر بود. به نظر می‌رسد زمانی که تراکم کمتر از ۲۵۰ بوته باشد، شرایط برای تولید ساقه فرعی در هر دو فاصله ردیف برای تولید بیشترین ساقه فرعی مناسب بود و بر عکس، در تراکم‌های بیش از ۲۵۰ بوته در مترمربع، به دلیل محدود شدن فضا در هر دو فاصله ردیف، تعداد ساقه فرعی تولید شده کاهش یافت. در مقابل، مقدار ماده خشک تولید شده در بوته در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر در تراکم ۲۵۰ بوته در مترمربع بیشتر بود (جدول ۴). این نتیجه به‌نظر متناقض می‌رسد، یعنی انتظار می‌رود که تعداد ساقه فرعی بیشتر، سبب تولید ماده خشک بیشتر شود، اما تولید ساقه کمتر در بوته در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر با وزن هزار دانه و عملکرد دانه بیشتری همراه بود که در نتیجه سبب افزایش مقدار ماده خشک در این فاصله ردیف نسبت به فاصله ردیف ۱۲/۵ سانتی‌متر شد.

جدول ۴- اثر برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بر صفات مورد مطالعه

فاصله ردیف	تراکم	شاخص سطح برگ در گلدهی	تعداد ساقه در بوته	ماده خشک در بوته (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)
۱۲/۵	۱۲۵	۰/۵۴f	۳/۶۸a	۲/۳۳a	۳۷/۷۷b	۲۹/۵۰b
۱۲/۵	۲۵۰	۰/۹۳e	۳/۰۷b	۱/۸۸b	۳۴/۳۷d	۲۷/۱۰c
۱۲/۵	۳۷۵	۱/۲۹d	۲/۳۷d	۱/۶۶d	۳۷/۶۰fe	۲۵/۵۰d
۱۲/۵	۵۰۰	۱/۶۰b	۱/۹۵f	۱/۴۱c	۳۵/۸۶ef	۲۴/۱۰d
۲۵	۱۲۵	۰/۶۲f	۳/۴۴a	۲/۴۴a	۴۰/۹۱a	۳۲/۱۰a
۲۵	۲۵۰	۱/۱۱e	۲/۴۷c	۲/۱۴c	۳۹/۷۵c	۲۷/۴۰c
۲۵	۳۷۵	۱/۵۰c	۲/۱۷d	۱/۷۲d	۳۷/۵۳e	۲۵/۸۰d
۲۵	۵۰۰	۱/۹۰a	۱/۶۶f	۱/۴۵c	۳۷/۳۰e	۲۴/۹۰d

* میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بر وزن هزار دانه نشان داد که وزن هزار دانه (جدول ۴) در تراکم‌های ۱۲۵ و ۲۵۰ بوته در مترمربع در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر بیش از فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر بود. علت این مسأله را می‌توان به انتقال بیشتر مواد غذایی تولید شده به دانه‌ها در فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر در تراکم‌های کمتر جستجو کرد، زیرا در فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر در همین تراکم‌ها، قسمتی از مواد غذایی تولید شده صرف ایجاد ساقه فرعی و رشد آنها شده است و در نتیجه دانه‌های تولید شده از ساقه‌های اصلی این بوته‌ها به‌دلیل محدودتر بودن منابع ذخیره شده و انتقال مجدد کمتر مواد غذایی، وزن کمتری داشتند. همچنین برهمکنش تراکم و فاصله ردیف‌های کشت بر شاخص برداشت (جدول ۴) نشان داد که بیشترین اختلاف در بین دو فاصله ردیف در تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع وجود داشت. بررسی برهمکنش فاصله ردیف و تراکم بر مؤلفه‌های تعداد ساقه و مقدار ماده خشک در بوته، وزن هزار دانه و شاخص برداشت نشان می‌دهد که نقش فاصله ردیف در تراکم‌های کمتر (۱۲۵ و ۲۵۰ بوته در مترمربع) بر این مؤلفه‌ها بیشتر از تراکم‌های بیش از ۲۵۰ بوته در مترمربع می‌باشد. به‌عبارتی با افزایش تراکم بوته به بیش از ۲۵۰ بوته در مترمربع، تأثیر فاصله ردیف بر مؤلفه‌های یاد شده کاهش می‌یابد. در این مورد چن و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که برهمکنش بین فاصله ردیف کاشت و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم معنی‌دار نبود، ولی اسپچلینجر و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که عملکرد دانه در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر بیشتر از فاصله

ردیف‌های ۳۰ سانتی‌متر بود. همچنین مقدار ماده خشک روی سطح خاک و شاخص برداشت در فاصله ردیف ۱۵ سانتی‌متر، نسبت به فاصله ردیف ۳۰ سانتی‌متر بیشتر بود.

در مجموع نتایج این آزمایش نشان داد که استفاده از فاصله ردیف‌های ۲۵ سانتی‌متر در مقایسه با فاصله ردیف‌های ۱۲/۵ سانتی‌متر در کشت دیم گندم و در حالتی که مقدار بارندگی در طی فصل رشد حدود ۲۵۰ میلی‌متر و کمتر از میانگین بارندگی درازمدت (۲۶۹ میلی‌متر) و شوری خاک نیز در حد متوسط (۸/۵ دسی زیمنس برمتر) باشد، می‌تواند سبب دوام بیشتر سطح برگ، کاهش تعداد ساقه غیر بارور در بوته، افزایش ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، مقدار ماده خشک و شاخص برداشت شوند که مجموع این عوامل می‌تواند به افزایش عملکرد دانه در این شرایط کمک نمایند. همچنین با در نظر گرفتن میانگین بارندگی در طول فصل رشد در منطقه (حدود ۲۷۰ میلی‌متر)، کشت گندم در تراکم‌های حدود ۳۷۵ بوته در مترمربع، عملکرد مطمئن‌تری را در منطقه سبب می‌شود.

منابع

- Anderson, M.K., Belford, R.K., Crosbie, G.B., Loss, S.P., Mason, M.G., and Perry, M.W. 1991. Crop management. In Perry M. and Hillan, B. (eds) Wheat Book Bull. 4196, p. 87-115.
- Black, A.L., and Baur, A. 1990. Stubble height effect on winter wheat in the northern great plants: II. Plant population and yield relations. *Agron. J.* 82:200-205.
- Blackwell, P., Porrier, S., and Bowden, B. 2006. Response to winter drought by wheat on shallow soil with low seeding rate and wide row spacing. *Agribusiness Crop Update*, Perth February 2006, Farm. Sys. Updates. Pp: 57-61.
- Chen, K.N., and Wichman, D. 2008. Hard red spring wheat response to row spacing, seeding rate and nitrogen. *Agron. J.* 100:1296-1302.
- Dofing, S.M., and Knight, W.C. 1992. Heading synchrony and yield components of barley grown in sub arctic environments. *Crop Sci.* 32:1377-1380.
- Fischer, R.A., Aguilar, I., and Laing, D.R. 1977. Postanthesis sink size in a high yielding dwarf wheat: yield response to grain number. *J. Agric. Res.* 28:165-175.
- Freeze, D.M., and Bacon, R.K. 1990. Row spacing and seed-rate effects on wheat yields in the mid-south. *J. Prod. Agric.* 3:345-348.
- Fukai, S., Searle, C., Baiquni, H., Choenthongand, S., and Kywe, M. 1990. Growth and grain yield of contrasting barley cultivars under different plant densities. *Field Crops Res.* 23:239-254.
- Garcia del Moral, L.F., Rharrabti, Y., Villegas, D., and Royo, C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: An antigenic approach. *Agron. J.* 95:266-274.

- Ghorbani, M.H., and Porfarid, A. 2008. The effect of salinity and sowing depth on wheat seed emergence. *J. of Agri & Sci. Natur Resour.* 14: 5.1-8.
- Guberac, V., Martincic, J., Maric, S., Jurisic, M., and Rozman, V. 2000. Grain yield components of winter new cultivars in correlation with sowing rate. *Cereal Res. Comm.* 28:307-314.
- Lafond, G.P. 1994. Effects of row spacing seeding rate and nitrogen on yield of barley and wheat under zero-till management. *J. Plant Sci.* 74:703-711.
- Karrou, M. 1998. Observation on effect of seeding pattern water-use efficiency of durum wheat in semi-arid areas of Morocco. *Field Crops Res.* 59:175-179.
- Lafond, G.P., and Derksen, D.A. 1996. Row spacing and seeding rate effects in wheat and barley under a conventional fallow management system. *J. Plant Sci.* 76:791-793.
- Lafond, G.P., and Gan, Y.T. 1999. Row spacing and seeding rate studies in no-till winter for the northern Great Plains. *J. Prod. Agric.* 12:624-629.
- Marshall, G.C., and Ohm, H.W. 1987. Yield responses of 16 winter wheat cultivars to row spacing and seeding rate. *Agron J.* 79:1027-1030.
- McLeod, J.G., Campbell, Y. Gan, F.B., and Vera, C.L. 1996. Seedling depth, rate and row spacing for winter wheat grown on stubble and chemical fallow in the semiarid prairies. *Can. J. Plant Sci.* 76:207-214.
- Qi-Yuan, P., Sammons, D.J., and Kratochvil, R. 1994. Optimizing seeding rate for late-seeded winter wheat in the Middle Atlantic region. *J. Prod. Agric.* 7: 221-224.
- Schillinger, W.F., and Young, D.L. 2004. Cropping systems research in the world's driest rainfed wheat region. *Agron. J.* 96:1182-1187.
- Schillinger, W.F. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. *Crop Sci.* 45:2636-264.
- Stougaard, R.N., and Xue, Q.W. 2004. Spring wheat seed size and seeding rate effects on yield loss due to wild oat (*Avena fatua*) interference. *Weed Sci.* 52:133-141.
- Turner, N.C. 2004. Sustainable production of crops and pastures under drought in a Mediterranean environment. *Ann. Appl. Biol.* 144, 139-174.
- Turner, N.C. 2004. Agronomic option for improving rainfed-use efficiency of crops in dryland farming systems. *J. Exp. Bot.* Vol. 55.
- Teich, A.H., Smid, A., Welaky, T., and Hamill, A. 1993. Row spacing and seed-rate effects on winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 73:31-35.
- Tompkins, D.K., Hultgreen, J.E., Wright, A.T., and Fowler, D.B. 1991. Seed rate and row spacing of no-till winter wheat. *Agron. J.* 83:684-689.
- Tompkins, D.K., Fowler, D.B., and Wright, A.T. 1991a. Water use by no-till winter wheat influence of seed rate and row spacing. *Agron. J.* 83:766-769.
- Tompkins, D.K., Hultgreen, G.E. Wright, A.T., and Fowler, D.B. 1991b. Seed rate and row spacing of no-till winter wheat. *Agron. J.* 83:648-689.

Yunusa, L., Belford, R.K., Tennant, D., and Sedgley, R.H. 1995. Row spacing fails to modify soil evaporation and grain yield spring wheat in a dry Mediterranean environment. Aust, J. Agri. Res. 44.4.661-676.

Archive of SID

Response growth and yield to plant density and row space under rainfed conditions in wheat

*M.H. Ghorbani¹ and H. Harutyunyan²

¹Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Dept. of Agronomy, Armenian State Agrarian University, Republic of Armenia

Abstract

In order to evaluation of plant densities and row spacing effects on growth and yield of wheat, an experiment was conducted by using four plant densities (125, 250, 375 and 500 plants per m²), two row spacing (12.5 and 25 cm), in a randomized complete block design with three replicates in Anbare-Ololum reign in rainfed and saline conditions during 2008-2009. Results showed that leaf area index (LAI) corresponded to stem elongation stage was higher in row spacing of 12.5 (in comparison with row space of 25 cm), but in spite of stem elongation stage, this was inverse in booting stage. Increasing of row space decreased stem number, but increased plant height, while did not affect fertile stems number. Moreover, dry matter and yield corresponded to row space of 25 cm was higher than 12.5 cm (about 11%). In addition, grain yield of 250 and 375 plants per square meter treatments increased 30&48% in comparison with 125 plants per square meter, respectively. But increasing of plant density upper than 375 to 500 plants per square meter did not affect grain yield significantly. Interaction of plant density and row spacing treatments revealed that dry matter, 1000-grain weight and harvest index with using row space of 25 cm was more than row space of 12.5 cm in all plant densities, Overall, it seems that row space of 25 cm decreases stem number per unit area without reducing fertile stems number, while it increases dry matter, plant height, grain yield and harvest index.

Keywords: Rainfed Wheat; Leaf area; Dry mater; Grain yield

*Corresponding Authors; Email: ghorbanimh@yahoo.com