

ارزیابی کمی تأثیر متقابل خصوصیات خاک و راهبردهای به‌نژادی بر گندم در شرایط دیم گرگان با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای

* منوچهر قلی‌پور و افشین سلطانی

عضو هیات علمی گروه زراعت دانشگاه صنعتی شاهرود؛ عضو هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۳/۱۱/۲۵؛ تاریخ پذیرش: ۸۴/۱۱/۲

چکیده

به منظور ارزیابی کمی تأثیر صفات مطلوب گیاهی و وضعیت‌های مختلف بافت و عمق خاک بر عملکرد دانه گندم بهاره در شرایط دیم گرگان، اقدام به اجرای فرم تغییر داده شده مدل SUCROS1 در محیط QBASIC شد. از بین راهبردهای به‌نژادی زودرسی، دیررسی، رشد اولیه بالاتر، رشد اولیه پایین‌تر، تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها، تسریع در کاهش گشودگی روزنه‌ها، کارایی بالاتر تعرق، عمق بیشتر ریشه، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره‌ای بیشتر به دانه در حال تکامل، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره‌ای کمتر به دانه، ظرفیت فتوسنتزی بالاتر و ظرفیت فتوسنتزی پایین‌تر، راهبردهای به‌نژادی رشد اولیه بالاتر، دیررسی و ظرفیت فتوسنتزی بالاتر افزایش پایدار عملکرد دانه را به دنبال داشتند. اثر متقابل راهبردهای به‌نژادی و وضعیت‌های فوق‌الذکر خاک معنی‌دار به‌دست آمد؛ در بین راهبردهای مؤثر در افزایش عملکرد دانه، واریته برخوردار شده از راهبرد رشد اولیه بالاتر را می‌توان در کلیه وضعیت‌های ۱۲ گانه خاک کشت نمود؛ در مقابل، واریته‌های دیررس و دارای توان فتوسنتزی بالاتر باید در خاک‌های با بافت سنگین‌تر و عمق بیشتر مورد کشت قرار گیرند. بر خلاف نظر برخی از پژوهشگران مبنی بر ارجحیت خاک‌های شنی و سبک نسبت به خاک‌های سنگین‌تر برای دیمکاری، خاک‌های برخوردار از بافت سنگین‌تر برای دیمکاری گندم در شرایط اقلیمی گرگان مناسب‌تر می‌باشند. در شرایط اقلیمی دیگر ممکن است عکس این حالت صادق باشد که نیاز به بررسی دارد.

واژه‌های کلیدی: دیم، خاک، گندم، شبیه‌سازی

مقدمه

از این رو، خصوصیات خاک از جمله عمق آن می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد گیاه روییده در شرایط دیم داشته باشد. در خصوص ارجحیت خاک‌های سبک و یا سنگین برای کشت دیم، بین پژوهشگران اتفاق نظر وجود ندارد. به‌عنوان مثال، آرنون اظهار داشته است که خاک‌های شنی و سبک برای دیمکاری

در شرایط دیم، گیاه برای تأمین آب مورد نیاز خود، به‌طور کامل به بارندگی متکی می‌باشد. در این شرایط ممکن است قسمتی از بارندگی قبل از کاشت گیاه وارد خاک شده و ذخیره گردد و بخش دیگر، در طول فصل رشد نازل شده و در همان زمان مورد استفاده قرار گیرد.

صورت استفاده از مزارع و نقاط مختلف برای مقایسه تأثیر انواع خاک‌ها، ممکن است اثر خاک با عوامل غیر قابل کنترل دیگر اختلاط پیدا نماید. بر همین اساس، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی می‌تواند امکان بررسی تأثیر راهبردهای به‌نژادی گوناگون رشد و نمو گیاه در خاک‌های مختلف را فراهم نماید. اهداف این مطالعه عبارتند از: بررسی تأثیر مثبت احتمالی زودرسی (که به‌عنوان یک راهبرد مفید برای فرار از خشکی آخر فصل شناخته می‌شود) بر عملکرد دانه گندم در شرایط دیم گرگان، ارزیابی ارجحیت محتمل خاک‌های سنگین نسبت به خاک‌های سبک در شرایط فوق‌الذکر و بررسی وجود احتمالی اثر متقابل زودرسی و صفات دیگر با ویژگی‌های خاک، و سپس پیشنهاد صفت و یا صفات مؤثر در افزایش عملکرد در خاک برخوردار از ویژگی و یا ویژگی‌های معین با استفاده از شبیه‌سازی براساس آمار هواشناسی روزانه بلند مدت.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی برهمکنش خاک و برخی از صفات مطلوب گیاهی بر گندم بهاره، از فرم تغییر داده شده مدل SUCROSI1 توسط سلطانی و گالشی استفاده گردید که برای اجرای آن به آمار هواشناسی شامل حداقل و حداکثر دما، تشعشع خورشیدی و بارندگی و همچنین خصوصیات خاک و شرایط مدیریت زراعی نیاز است. در این مدل، پس از سپری شدن مرحله رشد نمایی، سطح برگ از طریق تقسیم وزن برگ به وزن ویژه برگ برآورد می‌گردد. فرآیند پیری برگ به‌صورت تابعی از مرحله نمو، محدودیت آب و سایه اندازی به‌طور کمی تعیین می‌شود. تجمع روزانه ماده خشک به‌صورت تابعی از تشعشع خورشیدی، دما و خصوصیات گیاه شبیه‌سازی می‌گردد که اساس آن بر میزان اسیمیلاسیون کربن (فتوستتز ناخالص)، تنفس رشدی و نگهداری پایه‌گذاری شده است. ماده خشک تولید شده در هر روز، براساس ضرایبی که بسته به مرحله فنولوژیک تغییر می‌یابند، به اندام‌های مختلف گیاه

مناسب‌تر از طرف دیگر، بنابر نظر لومیس و کانور، خاک‌های سنگین‌تر برای دیمکاری از اهمیت بالاتری برخوردار هستند. این تناقض می‌تواند مربوط به اثر متقابل ویژگی‌های خاک با خصوصیات بارش (مقدار، زمان وقوع و پراکنش) باشد.

وجود اثر متقابل خاک با بارندگی می‌تواند برنامه‌های اصلاحی را تحت تأثیر قرار دهد. به‌عنوان مثال، ممکن است که در شرایط خاک کم عمق و بارش اندک، توان رشد و نمو وارسته گندم برخوردار شده از ریشه‌های عمیق‌تر به واسطه برنامه‌های اصلاحی، مشابه با وارسته دارای ریشه سطحی باشد. در نتیجه باید تأثیرگذاری صفات دیگر بر عملکرد ارزیابی شود و در صورت مؤثر بودن، از آن و یا آنها به‌عنوان راهبرد به‌نژادی استفاده گردد.

مشکل موجود در ارزیابی و گزینش ژنوتیپ‌های مختلف، تنوع در مقدار و پراکنش بارش در سال‌ها و مکان‌های مختلف است که باعث بروز مشکلاتی می‌گردد که عبارتند از: الف) ارزیابی ارزش مورد انتظار صفات مختلف گیاهی دشوارتر می‌شود. زیرا عملکرد نهایی، برآیند تأثیر صفات مختلف در کل دوره رشد است و صفتی که بر توانایی گیاه برای رشد در شرایط محیطی معینی تأثیرگذار می‌باشد، ممکن است در شرایط دیگر اهمیت کمتری را نشان بدهد. علاوه بر این، امکان دارد که اهمیت نسبی فرآیندهای مختلف رشد در افزایش عملکرد، در بین گونه‌های مختلف از تفاوت قابل ملاحظه‌ای برخوردار باشد. ب) ارزیابی ارزش صفات مختلف گیاهی با استفاده از آزمایش‌های کلاسیک در چندین فصل و مکان زمان‌بر و مستلزم صرف هزینه زیاد است. در نتیجه دستیابی به اطلاعات کافی برای ارزیابی صفات مختلف مشکل می‌باشد. از طرف دیگر، مشکل موجود در ارزیابی ارتباط نوع خاک با عملکرد در شرایط دیم عبارت از این است که امکان مقایسه خاک‌های مختلف در شرایط مزرعه‌ای بسیار سخت می‌باشد. زیرا به‌طور معمول، در اکثر نقاط یک مزرعه بافت خاک یکسان بوده و در

ضریب مربوط به انتقال مجدد کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای (حالت استاندارد: ۰/۲۵)، انتقال مجدد مواد پرورده کمتر از طریق ۲۰ درصد کاهش در ضریب مربوط به انتقال مجدد کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای، ظرفیت فتوسنتزی بالاتر از طریق افزایش ۲۰ درصدی ضریب مربوط به ظرفیت فتوسنتزی (حالت استاندارد: ۴۰) و ظرفیت فتوسنتزی پایین‌تر به واسطه کاهش ۲۰ درصدی ضریب مربوط به ظرفیت فتوسنتزی. شایان ذکر می‌باشد که در شرایط اقلیمی و ادا فیکسی کشورهای دیگر، تأثیر تعدادی از این راهبردها مورد ارزیابی قرار گرفته است.

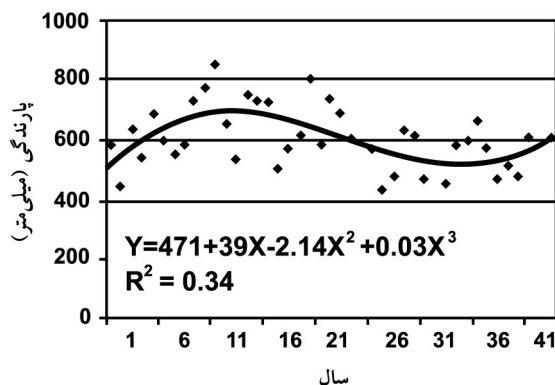
ترکیبات ۱۳ راهبرد به‌نژادی (۱۲ + شاهد) و ۱۲ نوع خاک به‌عنوان ترکیبات تیماری در نظر گرفته شدند. به دلیل زیاد بودن تعداد ترکیبات تیماری ($12 \times 13 = 156$)، در اینجا تنها صفات شاخص برداشت و عملکرد دانه مورد ارزیابی قرار گرفتند. در تجزیه واریانس، اثرات سال (تکرار)، راهبرد به‌نژادی، خاک و اثر متقابل راهبرد به‌نژادی \times خاک بر این صفات محاسبه گردید. در هر ترکیب تیماری، فرض برابری تغییر عملکرد (افزایش و یا کاهش) با صفر، با استفاده از آزمون t زوجی و توسط نرم افزار SAS ارزیابی شد و احتمال وقوع عملکرد دانه بالاتر از رقم استاندارد (زاگرس) تعیین گردید. تجزیه‌های آماری دیگر شامل مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از این نرم افزار انجام شد.

نتایج و بحث

روند تغییرات بارندگی سالیانه گرگان طی سال‌های ۱۳۴۰ لغایت ۱۳۸۰ در شکل ۱ ارایه شده است. به‌طوری که در این شکل دیده می‌شود، یک تغییر سینوسی در مقدار بارش وجود دارد. میانگین بارش در ۴۱ سال 106 ± 594 میلی‌متر به‌دست آمد. با توجه به انحراف معیار ۱۰۶ میلی‌متر و روند تغییرات سینوسی بارش، نیاز به استفاده از آمار هواشناسی درازمدت در تجزیه و تحلیل‌ها دوچندان می‌شود که این امر نیز مستلزم استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی رشد و نمو گیاهان زراعی است.

اختصاص داده می‌شود. در این مدل، اجزای موازنه آب خاک شامل تبخیر از خاک، نفوذ آب به خاک، رواناب، زه‌کشی عمقی و تعرق از گیاه پیش‌بینی می‌شوند. علاوه بر این، سرعت نمو، سرعت تولید زیست توده^۱، تعرق، رشد و پیری برگ به کمبود آب حساس هستند و اگر مقدار آب از یک آستانه معین کاهش یابد، این فرآیندها نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند.

در این بررسی، مدل گندم بهاره به زبان QBASIC برنامه نویسی شد و با فرض عدم کمبود عناصر غذایی و نبود آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز اجرا شد. برای اجرای مدل از آمار هواشناسی روزانه سال‌های ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۰ گرگان استفاده شد. تأثیر راهبردهای به‌نژادی بر عملکرد دانه و برخی از ویژگی‌های گندم بهاره در شرایط دیم از طریق تغییر پارامترهای رقم زاگرس در مدل و اجرای مدل برای رقم تغییر یافته (رقم فرضی) در ۱۲ نوع خاک (فهرست آن در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ آورده شده) مورد ارزیابی قرار گرفتند. این راهبردها عبارت بودند از: کاهش طول دوره رشد (زودرسی) از طریق ۲۰ درصد کاهش زمان حرارتی تا رسیدگی (حالت استاندارد: ۱۷۰۰ درجه روز رشد)، افزایش طول دوره دوره رشد (دیررسی) به واسطه ۲۰ درصد افزایش در زمان حرارتی تا رسیدگی، رشد اولیه بالاتر از طریق ۲۰ درصد افزایش در سرعت گسترش نسبی برگ (حالت استاندارد: ۰/۰۰۸ مترمربع بر مترمربع بر درجه روز)، رشد اولیه کمتر به واسطه کاهش ۲۰ درصدی سرعت گسترش نسبی برگ، تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها از طریق ۲۰ درصد کاهش در کسر آب قابل تعرق خاک (مقدار استاندارد: ۰/۳)، تسریع در کاهش گشودگی روزنه‌ها به واسطه ۲۰ درصد افزایش در کسر آب قابل تعرق خاک، (۷) کارآیی بالاتر تعرق از طریق افزایش ۲۰ درصدی ضریب تعرق (حالت استاندارد: ۰/۰۵۸ میلی‌بار)، عمق بیشتر ریشه به واسطه ۲۰ درصد افزایش در عمق مؤثر ریشه (مقدار استاندارد: ۱۰۰ سانتی‌متر)، انتقال مجدد مواد پرورده ذخیره‌ای بیشتر به دانه در حال تکامل به واسطه افزایش ۲۰ درصدی در



شکل ۱- تغییرات بارش سالانه در گرگان طی سالهای ۱۳۴۰ تا ۱۳۸۰.

دیررسی، تنش‌های خشکی آخر فصل منجر به تقلیل رشد زایشی و در نتیجه تقلیل شاخص برداشت می‌گردد. در خصوص کم شدن شاخص برداشت بر اثر مواجهه گیاه با تنش‌های خشکی آخر فصل، نتایج مشابهی توسط سایر پژوهشگران برای گندم دوروم و تریتیکاله و گیاهان زراعی دیگر گزارش شده است. با سبک‌تر شدن بافت خاک، مقدار شاخص برداشت در راهبرد زودرسی، تغییر محسوسی را نشان نداد. این در حالی است که در مابقی راهبردهای به‌نژادی و همچنین واریته زاگرس (شاهد) مقدار آن تقلیل یافت. انتظار بر این است که با افزایش مقدار انتقال مواد پرورده ذخیره‌ای از اندام‌های رویشی به دانه، شاخص برداشت افزایش یابد. در بررسی حاضر، این افزایش تنها در خاک‌های شنی و لوم شنی کم عمق و خاک رس سیلتی نیمه عمیق معنی‌دار بود و در سایر خاک‌ها، میانگین این صفات مشابه شاهد به‌دست آمد. در مابقی راهبردها، مقدار شاخص برداشت محاسبه شده در هر خاک، کمتر و یا مشابه شاهد بود.

نتایج مربوط به تجزیه واریانس نشان داد اثر سال که به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شده است بر هر دو صفت معنی‌دار ($P < 0.01$) می‌باشد (جدول ۱). این امر بر تأثیرپذیری شدید صفات از تغییرات اقلیمی دلالت دارد. علاوه بر خاک، تأثیر راهبردهای به‌نژادی نیز بر صفات شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار شد. از نظر آماری، اثر متقابل راهبردهای به‌نژادی و خاک برای شاخص برداشت و عملکرد دانه معنی‌دار به‌دست آمد. شاخص برداشت که نسبت عملکرد دانه به زیست توده می‌باشد، نشان‌دهنده توان گیاه در اختصاص کربن اسیمله شده به دانه‌های در حال رشد می‌باشد. در نتیجه علاوه بر زیست توده، شاخص برداشت نیز از عوامل تعیین کننده عملکرد است. در کل، باید شرایطی فراهم شود که این توان گیاه حفظ، و یا افزایش داده شود. از زاویه ارزیابی کلی، بیشترین مقدار شاخص برداشت در راهبرد به‌نژادی زودرسی، و کمترین مقدار آن در راهبرد دیررسی به‌دست آمد (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد که در وضعیت

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد بررسی.

منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص برداشت	عملکرد دانه
تکرار (سال)	۴۰	۱۵۱۱/۲۱**	۶۱۲۰۷۳۶۴/۸۰***
راهبرد به‌نژادی	۱۲	۹۱۰/۱۲**	۱۴۴۵۸۲۹۱۵/۵۶**
خاک	۱۱	۱۸۹/۲۲**	۱۰۶۳۶۳۶۱/۹۹**
راهبرد×خاک	۱۳۲	۵/۴۶**	۳۴۶۳۹۲/۷۴**
خطا	۶۲۰۰	۳/۷۵	۱۸۹۰۳۷/۸۵

***: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

جدول ۲- میانگین شاخص برداشت (%/.) برای شاهد (C) و راهبردهای به‌نژادی زودرسی (EM)، دیررسی (LM)، رشد اولیه بالاتر (HEG)، رشد اولیه پایین‌تر (LEG)، تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها (DSC)، تسریع در کاهش گشودگی روزنه‌ها (ESC)، کارآیی بالاتر تعرق (HTE)، عمق بیشتر ریشه (DRP)، انتقال مجدد بیشتر مواد پرورده (HPR)، انتقال مجدد کمتر مواد پرورده (LPR)، ظرفیت فتوسنتزی بالاتر (HPC) و ظرفیت فتوسنتزی پایین‌تر (LPC).

LPC	HPC	LPR	HPR	DRP	HTE	ESC	DSC	LEG	HEG	LM	EM	C	خاک
۳۳/۸	۳۵/۳	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۶	۳۴/۷	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۵	۳۷/۸	۳۴/۷	رس سیلتی عمیق
۳۳/۸	۳۵/۲	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۶	۳۴/۶	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۴	۳۷/۹	۳۴/۶	رس سیلتی نیمه عمیق
۳۳/۷	۳۴/۸	۳۲/۷	۳۶/۰	۳۴/۴	۳۴/۶	۳۴/۴	۳۴/۴	۳۴/۴	۳۳/۶	۲۸/۶	۳۷/۸	۳۴/۴	رس سیلتی کم عمق
۳۳/۸	۳۵/۳	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۵	۳۷/۸	۳۴/۷	سیلت لوم عمیق
۳۳/۸	۳۵/۷	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۵	۳۷/۹	۳۴/۷	سیلت لوم نیمه عمیق
۳۳/۷	۳۴/۶	۳۲/۷	۳۵/۹	۳۴/۳	۳۴/۶	۳۴/۳	۳۴/۳	۳۴/۴	۳۳/۴	۲۸/۱	۳۷/۸	۳۴/۳	سیلت لوم کم عمق
۳۳/۸	۳۵/۳	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۳	۳۷/۹	۳۴/۷	لوم شنی عمیق
۳۳/۸	۳۵/۳	۳۳/۰	۳۶/۳	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۷	۳۴/۴	۳۴/۰	۳۰/۳	۳۷/۹	۳۴/۷	لوم شنی نیمه عمیق
۳۳/۵	۳۴/۲	۳۲/۷	۳۵/۶	۳۳/۹	۳۴/۴	۳۳/۹	۳۳/۹	۳۴/۳	۳۳/۰	۲۷/۱	۳۷/۸	۳۳/۹	لوم شنی کم عمق
۳۳/۶	۳۴/۵	۳۲/۵	۳۵/۸	۳۴/۵	۳۴/۵	۳۴/۱	۳۴/۱	۳۴/۴	۳۳/۲	۲۷/۵	۳۷/۹	۳۴/۲	شنی عمیق
۳۳/۶	۳۴/۵	۳۲/۵	۳۵/۸	۳۴/۵	۳۴/۵	۳۴/۱	۳۴/۱	۳۴/۴	۳۳/۲	۲۷/۵	۳۷/۹	۳۴/۲	شنی نیمه عمیق
۳۱/۴	۳۱/۶	۲۹/۶	۳۳/۰	۳۱/۳	۳۲/۵	۳۱/۳	۳۱/۴	۳۲/۸	۳۰/۵	۲۲/۳	۳۷/۷	۳۱/۳	شنی کم عمق

LSD_(p<0.01)=۱/۶۶

که بر رشد کندتر گیاه دلالت داشته و صرفه‌جویی در مصرف آب از طریق تقلیل مقدار تعرق در واحد سطح را به دنبال دارد، نتوانست باعث فزونی یافتن عملکرد دانه بر شاهد گردد. این امر نشان می‌دهد که در شرایط اقلیمی گرگان که میانگین ۴۱ ساله بارش در ماه‌های مارس (۱۱ اسفند تا ۱۲ فروردین)، آوریل (۱۳ فروردین لغایت ۱۱ اردیبهشت) و می (۱۲ اردیبهشت تا ۱۱ خرداد) به ترتیب 27 ± 77 ، 23 ± 44 و 33 ± 45 میلی‌متر است خشکی‌های آخر فصل به حدی نیست که تشکیل و تکامل دانه را به‌طور منفی تحت تأثیر قرار دهد. بنابراین هرگونه تقلیل رشد به منظور ذخیره‌سازی رطوبت بیشتر، اثر مثبتی بر عملکرد نخواهد داشت. نتایج حاکی از آن است که به جز یک استثناء، یعنی خاک شنی کم عمق، در کلیه وضعیت‌های مورد بررسی خاک، بیشتر شدن عملکرد نسبت به شاهد بر اثر ظرفیت فتوسنتزی بالاتر معنی‌دار ($P < 0.01$) می‌باشد. اعمال راهبردهای به‌نژادی دیگر تغییر قابل توجهی (معنی‌دار) را در عملکرد دانه ایجاد نکرد.

به‌طوری که مورد انتظار است، میانگین ۴۱ ساله عملکرد واریته زاگرس در خاک شنی کم عمق پایین‌تر از بافت‌ها و عمق‌های دیگر خاک به‌دست آمد (جدول ۳). در واریته زودرس شده این تفاوت معنی‌دار نبود. براساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد که راهبرد به‌نژادی زودرسی نمی‌تواند راهبرد مناسبی برای افزایش عملکرد دانه از طریق تقلیل احتمال مواجهه گیاه با تنش‌های خشکی آخر فصل باشد. چون در کلیه شرایط مورد بررسی خاک، علی‌رغم حصول شاخص برداشت بالاتر، عملکرد دانه در سطحی پایین‌تر از شاهد قرار داشت. در شرایط دیررسی، تنها در خاک‌های شنی و لوم شنی کم عمق، عملکرد دانه از نظر آماری با شاهد مشابهت داشت و در مقابل، در سایر بافت‌ها و عمق‌ها، عملکرد نسبت به شاهد برتری نشان داد. رشد اولیه بالاتر باعث گردید که در کلیه وضعیت‌های خاک، میانگین عملکرد بیشتر از واریته زاگرس باشد. در کلیه وضعیت‌های ۱۲ گانه خاک، راهبردهای رشد اولیه پایین‌تر و ظرفیت فتوسنتزی کمتر

جدول ۳- میانگین عملکرد برای شاهد (C) و راهبردهای به‌نژادی زودرسی (EM)، دیررسی (LM)، رشد اولیه بالاتر (HEG)، رشد اولیه پایین‌تر (LEG)، تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها (DSC)، تسریع در کاهش گشودگی روزنه‌ها (ESC)، کارآیی بالاتر تعرق (HTE)، عمق بیشتر ریشه (DRP)، انتقال مجدد بیشتر مواد پرورده (HPR)، انتقال مجدد کمتر مواد پرورده (LPR)، ظرفیت فتوسنتزی بالاتر (HPC) و ظرفیت فتوسنتزی پایین‌تر (LPC).

LPC	HPC	LPR	HPR	DRP	HTE	ESC	DSC	LEG	HEG	LM	EM	C	خاک
۳۷۷۶	۵۰۱۸	۴۲۷۸	۴۶۴۴	۴۴۶۷	۴۴۷۱	۴۴۶۴	۴۴۶۵	۲۷۴۰	۵۲۵۹	۵۴۳۹	۲۳۴۸	۴۴۶۵	رس سیلتی عمیق
۳۷۷۶	۵۰۰۹	۴۲۷۷	۴۶۴۳	۴۴۶۶	۴۴۷۱	۴۴۵۶	۴۴۵۹	۲۷۴۰	۵۲۵۹	۵۴۳۴	۲۳۴۹	۴۴۶۵	رس سیلتی نیمه عمیق
۳۷۵۸	۴۹۰۲	۴۲۱۷	۴۵۸۳	۴۴۰۷	۴۴۵۸	۴۴۰۳	۴۴۰۵	۲۷۳۷	۵۱۶۶	۴۹۷۰	۲۳۴۹	۴۴۰۵	رس سیلتی کم عمق
۳۷۷۶	۵۰۱۹	۴۲۷۹	۴۶۴۶	۴۴۶۷	۴۴۷۱	۴۴۶۶	۴۴۶۷	۲۷۴۰	۵۲۶۱	۵۴۴۲	۲۳۴۸	۴۴۶۷	سیلت لوم عمیق
۳۷۷۶	۵۰۱۹	۴۲۸۰	۴۶۴۶	۴۴۶۹	۴۴۷۱	۴۴۶۶	۴۴۶۷	۲۷۴۰	۵۲۶۱	۵۴۴۶	۲۳۴۹	۴۴۶۷	سیلت لوم نیمه عمیق
۳۷۵۱	۴۸۶۶	۴۱۹۹	۴۵۶۵	۴۳۸۸	۴۴۵۳	۴۳۸۵	۴۳۸۶	۲۷۳۵	۵۱۲۲	۴۸۶۴	۲۳۴۶	۴۳۸۶	سیلت لوم کم عمق
۳۷۶۹	۵۰۲۲	۴۲۷۳	۴۶۳۸	۴۴۶۶	۴۴۶۳	۴۴۶۰	۴۴۶۰	۲۷۳۹	۵۲۵۸	۵۳۹۱	۲۳۴۶	۴۴۶۰	لوم شنی عمیق
۳۷۶۹	۵۰۲۵	۴۲۷۵	۴۶۴۱	۴۴۶۳	۴۴۶۳	۴۴۶۲	۴۴۶۰	۲۷۳۹	۵۲۵۸	۵۳۹۳	۲۳۴۷	۴۴۶۲	لوم شنی نیمه عمیق
۳۷۰۷	۴۷۶۳	۴۱۲۰	۴۴۸۵	۴۳۱۱	۴۴۰۹	۴۳۰۶	۴۳۰۸	۲۷۱۹	۵۰۲۰	۴۶۰۵	۲۳۴۴	۴۳۰۷	لوم شنی کم عمق
۳۶۷۵	۴۷۶۹	۴۱۰۲	۴۴۶۱	۴۳۷۳	۴۳۶۴	۴۲۸۳	۴۲۷۰	۲۶۸۲	۵۰۴۲	۴۶۷۰	۲۳۰۶	۴۲۸۶	شنی عمیق
۳۶۷۱	۴۷۶۵	۴۰۹۸	۴۴۵۸	۴۳۷۳	۴۳۶۰	۴۲۸۰	۴۲۶۷	۲۶۸۲	۵۰۴۲	۴۶۷۱	۲۳۰۷	۴۲۸۲	شنی نیمه عمیق
۳۲۸۲	۴۰۵۴	۳۵۲۴	۳۸۷۵	۳۷۱۲	۳۹۴۴	۳۷۰۰	۳۷۱۵	۲۴۷۸	۴۳۴۹	۳۴۳۶	۲۲۸۶	۳۷۰۳	شنی کم عمق

LSD_(p<0.01)=۳۷۳

نتایج مربوط به احتمال (%) وقوع عملکردی بیش از شاهد نشان داد که دیررسی باعث می‌شود که در خاک‌های با عمق زیاد، در کلیه (۱۰۰ درصد) سال‌ها عملکرد بر شاهد فزونی یابد (نتایج ارائه نشده). در خاک‌های کم عمق برخوردار از بافت‌های رس سیلتی، سیلت لوم، لوم شنی و شنی به‌ترتیب در ۹۲، ۸۴، ۵۷ و ۰٪ از سال‌ها عملکرد بالاتر از شاهد بود. در راهبرد به‌نژادی رشد اولیه بالاتر، احتمال حصول عملکرد بیشتر در خاک‌های شنی و لوم شنی کم عمق به‌ترتیب ۹۰ و ۹۹ درصد و در سایر وضعیت‌های خاکی ۱۰۰ درصد به‌دست آمد. برای راهبرد ظرفیت فتوسنتزی بالاتر، به جز خاک شنی کم عمق که احتمال ۶۴ درصد حاصل شد، در سایر بافت‌ها و عمق‌ها احتمال بالاتر از ۹۰ درصد وجود داشت. به لحاظ اینکه در تصمیم‌گیری‌ها به‌طور معمول احتمال‌های بالاتر از ۹۵ درصد و در برخی از حالات، احتمال‌های بیشتر از ۹۰ درصد قابل استناد می‌باشند.

در شرایط دیم، علاوه بر کمیت عملکرد دانه، پایداری آن نیز بسیار حایز اهمیت بوده و در تصمیم‌گیری‌ها هر دو شاخص مد نظر قرار می‌گیرند. بر همین اساس، در اینجا فقط برای راهبردهای تأثیرگذار در افزایش عملکرد، پایداری (ضریب تغییرات) عملکرد دانه توضیح داده می‌شود. پایداری عملکرد واریته دیررس شده در خاک شنی با عمق‌های مختلف و همچنین خاک‌های سنگین‌تر برخوردار از عمق کم در سطحی پایین‌تر از شاهد قرار داشت (جدول ۴). در سایر وضعیت‌های خاک، عکس این حالت دیده شد. در راهبرد به‌نژادی رشد اولیه بالاتر، پایداری عملکرد در خاک شنی عمیق و نیمه عمیق همانند شاهد، و در سایر بافت‌ها و عمق‌ها بیشتر از شاهد به‌دست آمد. در خاک‌های رس سیلتی عمیق و نیمه عمیق، سیلت لوم عمیق و نیمه عمیق و لوم شنی عمیق و نیمه عمیق، ضریب تغییرات عملکرد واریته‌های برخوردار شده از ظرفیت فتوسنتزی بالاتر هم تراز ضریب تغییرات واریته زاگرس بود. در سایر وضعیت‌های خاک، مقدار آن اندکی بیشتر از شاهد به‌دست آمد.

جدول ۴- مقدار ضریب تغییرات عملکرد برای شاهد (C) و راهبردهای به‌نژادی زودرسی (EM)، دیررسی (LM)، رشد اولیه بالاتر (HEG)، رشد اولیه پایین‌تر (LEG)، تأخیر در بسته شدن روزنه‌ها (DSC)، تسریع در کاهش گشودگی روزنه‌ها (ESC)، کارایی بالاتر تعرق (HTE)، عمق بیشتر ریشه (DRP)، انتقال مجدد بیشتر مواد پرورده (HPR)، انتقال مجدد کمتر مواد پرورده (LPR)، ظرفیت فتوسنتزی بالاتر (HPC) و ظرفیت فتوسنتزی پایین‌تر (LPC).

LPC	HPC	LPR	HPR	DRP	HTE	ESC	DSC	LEG	HEG	LM	EM	C	خاک
۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۲	۱۴	۱۶	رس سیلتی عمیق
۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۲	۱۴	۱۶	رس سیلتی با عمق متوسط
۱۶	۱۸	۱۷	۱۷	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷	۱۸	۱۵	۲۳	۱۴	۱۷	رس سیلتی کم عمق
۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۲	۱۴	۱۶	سیلت لوم عمیق
۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۲	۱۴	۱۶	سیلت لوم با عمق متوسط
۱۶	۱۹	۱۸	۱۷	۱۷	۱۶	۱۷	۱۷	۱۸	۱۶	۲۵	۱۴	۱۷	سیلت لوم کم عمق
۱۶	۱۶	۱۷	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۴	۱۴	۱۶	لوم شنی عمیق
۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۶	۱۸	۱۴	۱۴	۱۴	۱۶	لوم شنی با عمق متوسط
۱۷	۲۱	۱۹	۱۸	۱۹	۱۷	۱۹	۱۹	۱۸	۱۸	۳۰	۱۴	۱۹	لوم شنی کم عمق
۱۶	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۱۶	۱۷	۲۹	۱۳	۱۷	شنی عمیق
۱۶	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۶	۱۷	۱۸	۱۶	۱۷	۲۹	۱۳	۱۷	شنی با عمق متوسط
۲۵	۳۰	۳۰	۲۸	۲۹	۲۴	۲۹	۲۹	۲۳	۲۸	۵۰	۱۳	۲۹	شنی کم عمق

و دارای توان فتوسنتزی بالاتر را باید در خاک‌های با بافت سنگین‌تر و عمق بیشتر مورد کشت قرار داد.

۳- به دلیل نزول بارش نسبتاً مناسب در منطقه گرگان، راهبردهای به‌نژادی که سرعت رشد و یا دوره رشد و نمو را محدود نموده و صرفه جویی در مصرف آب را به دنبال داشته باشند نمی‌توانند راهبرد مناسبی قلمداد شوند. چون با اینکه ممکن است منجر به افزایش شاخص برداشت گردند، به دلیل حصول عملکرد بیولوژیک پایین‌تر، تقلیل عملکرد دانه را به دنبال خواهند داشت.

۴- بر خلاف نظر برخی از صاحب‌نظران از جمله آرنون مینی بر ارجحیت خاک شنی و سبک نسبت به خاک‌های سنگین‌تر برای دیمکاری، خاک‌های برخوردار از بافت سنگین‌تر برای دیمکاری گندم در شرایط اقلیمی گرگان مناسب‌تر می‌باشند.

۵- نتایج این پژوهش ممکن است در شرایط اقلیمی دیگر کشور کاربرد نداشته باشد و نیاز به بررسی‌های بیشتر اجتناب‌ناپذیر است.

به‌نظر می‌رسد که رشد اولیه بالاتر می‌تواند در کلیه خاک‌ها عملکردی بالاتر از وارسته زاگرس را به دنبال داشته باشد. دیررسی و ظرفیت فتوسنتزی بالاتر در اولویت‌های بعدی قرار داشته و ارقام برخوردار شده از دو صفت اخیر حتماً باید در خاک‌های با عمق بیشتر و ترجیحاً در بافت‌های سنگین‌تر کشت شوند.

نتیجه‌گیری

۱- با توجه به انحراف معیار نسبتاً بالای بارش یعنی ۱۰۶ میلی‌متر، استفاده از آمار هواشناسی درازمدت در تصمیم‌گیری‌های زراعی امری اجتناب‌ناپذیر است.

۲- اثر متقابل راهبردهای به‌نژادی و وضعیت‌های ۱۲ گانه خاک معنی‌دار بدست آمد. در بین راهبردهای مؤثر در افزایش پایدار عملکرد دانه یعنی رشد اولیه بالاتر، دیررسی و ظرفیت فتوسنتزی بالاتر، وارسته برخوردار شده از رشد اولیه بالاتر را می‌توان در کلیه وضعیت‌های فوق‌الذکر خاک کشت نمود. در مقابل، وارسته‌های دیررس

منابع

1. Arnon, I. 1992. Agriculture in dry lands. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. Pp: 275.
2. Canny, M.J. 2001. Contributions to the debate on water transport. *Am. J. Bot.*, 88: 43-46.
3. Collino, D.J., Dardanelli, J.L., Sereno, R., and Racca, R.W. 2001. Physiological responses of argentine peanut varieties to water stress: Light interception, radiation use efficiency and partitioning of assimilates. *Field Crops Res.*, 70: 177-184.
4. Fukai, S., Pantuwan, G., Jongdee, B., and Cooper, M. 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. *Field Crops Res.*, 64: 61-74
5. Goudriaan, J., and Van Laar, H. 1994. Modelling potential crop growth processes. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
6. Giunta, F., Motzo, R., and Deidda, M. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Res.*, 33: 399-409.
7. Loomis, R.S., and Amthor, J.S. 1999. Yield potential, plant assimilatory capacity and metabolic efficiencies. *Crop Sci.*, 39: 1584-1596.
8. Loomis, R.S., and Connor, D.J. 1992. Crop ecology: Productivity and management in agricultural systems. Cambridge University Press, Cambridge.
9. Muchow, R.C., and Carberry, P.S. 1993. Designing improved plant types for the semiarid tropics. Agronomist viewpoints. In: F.W.T. Pennig de Vries, P.S. Teng and K. Metselaar (eds.). System approaches for agricultural development. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands.
10. Muchow, R.C., Hammer, G.L., and Carberry, P.S. 1991. Optimising crop and cultivar selection in response to climate risk. In: R.C. Muchow and J.A. Bellamy (Eds.). Climatic risk in crop production: Models and management for the semiarid tropics and subtropics. CAB International, Wallingford, UK.
11. Sinclair, T.R. 1998. Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Sci.*, 38: 638-643.
12. Sinclair, T.R., and Muchow, R.C. 2001. System analysis of plant traits to increase grain yield on limited water supplies. *Agron. J.*, 93: 263-270.
13. Soltani, A., and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperate sub-humid environment: Experimentation and simulation. *Field Crops Res.*, 77: 17-30.

Evaluating the interactive effects of desired traits and soil types on rainfed wheat in Gorgan using simulation

M. Gholipoor¹ and A. Soltani²

¹Faculty member, Dept. of Agronomy Shahrood University of Technology, ²Faculty member Dept. of Agronomy and Plant breeding Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

The modified version of model SUCROS1 was recoded in QBASIC programming language for quantitative evaluating the effects of desired traits and soil conditions on rainfed spring wheat in Gorgan. Among tested traits, i.e. early maturity, late maturity, higher early growth, lower early growth, delayed stomata closure, early stomata closure, higher transpiration efficiency, deeper rooting, higher rate of remobilization of assimilates to the growing grain, lower rate of remobilization of assimilates to the growing grain, higher photosynthetic capacity and lower photosynthetic capacity, the traits higher early growth, late maturity and higher photosynthetic capacity found to be effective on consistent increasing the yield. There was statistically significant interaction between desired traits and soil conditions. The cultivar comprised with higher early growth could be cultivated in any soils. On the other hand, the cultivars that show late maturity and higher photosynthetic capacity should be cultivated in deeper and heavier soils. In despite of some reports that indicating the preference of coarse soils for dry farming, the results of current study indicated that the heavier soils are preferred compared to coarse soils. These results may be not applicable in other climatic conditions that should be evaluated.

Keywords: Dry farming; Soil; Wheat; Simulation