مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد چهاردهم، شماره پنجم، ویژه‌نامه زراعت و اصلاح نباتات
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

تعیین صفات مطلوب گیاهی برای نخود در شرایط آبی در گرگان و گنبد با استفاده از شبیه‌سازی رایانه‌ای

فرشید اکرم قادری[1]* و افشین سلطانی[2]

[1]دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[2]استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۱/۲۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۹

چکیده

یکی از راه‌های تعیین صفات مطلوب گیاهان، استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی توام با به‌کارگیری آمار هواشناسی درازمدت است. این تحقیق به‌منظور بررسی راهبردهای مختلف به‌نژادی به‌منظور افزایش عملکرد نخود در شرایط آبی در گرگان و گنبد صورت گرفت و برای این کار از مدل Cyrus که برای گیاه نخود تهیه شده بود، استفاده شد. راه‌بردهای به‌نژادی مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از افزایش یا کاهش مراحل رشد رویشی و زایشی، سرعت رشد اولیه گیاه، کارایی استفاده از تشعشع، انتقال مجدد و افزایش یا کاهش نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌های پیر و سبز و درصد نیتروژن دانه. نتایج نشان داد که افزایش کارایی استفاده از تشعشع، دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک از شروع پر شدن دانه تا اولین رسیدگی و دیررسی از طریق افزایش توأم روز بیولوژیک از سبز شدن تا گلدهی و روز بیولوژیک از شروع پر شدن دانه تا اولین رسیدگی باعث ۹-۷ درصد افزایش در عملکرد رقم هاشم گردید. افزایش رشد اولیه گیاه و درصد نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌های در حال رشد و سبز و نیز کاهش درصد نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌های پیر باعث افزایش ناچیزی در عملکرد می‌گردد. نتیجه‌گیری شد که برای دستیابی به عملکردهای بالاتر در این منطقه در تحقیقات آینده نقش ترکیب صفات بالا مورد ارزیابی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: مدل‌های شبیه‌سازی، شرایط آبی، عملکرد؛ نخود.

مقدمه

نخود با تولید جهانی سالیانه ۷/۵ میلیون تن در سال از مساحت ۱۰/۳ میلیون هکتار یکی از مهم‌ترین حبوبات در جهان است (سازمان خواروبار جهانی، ۲۰۰۳). این گیاه در سطح وسیعی در نواحی خشک و نیمه خشک کشت می‌گردد و به لحاظ تغذیه انسان و دام اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارد. در ایران، نخود مهم‌ترین حبوبات زیر کشت بوده و در بیشتر از ۵۰ درصد از کل نواحی زیرکشت حبوبات در ایران کشت می‌شود (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰).

برای ارزیابی راه‌های افزایش عملکرد گیاهان زراعی لازم است عملکرد بالقوه این گیاهان و عوامل محدود کننده عملکرد شامل عوامل اقلیمی، خاک، آب و عوامل ژنتیکی شناسایی و تجزیه‌وتحلیل شوند. برنامه‌های اصلاح گیاهان برای صفات فیزیولوژیک دارای ۳ مرحله می‌باشد (جوردن و همکاران، ۱۹۸۳):

* - مسئول مکاتبه: akramghaderi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

(۱) شناسایی صفت یا صفاتی که عملکرد بالقوه ژنتیکی را افزایش می‌دهند.
(۲) ارزیابی تنوع ژنتیکی و ماهیت صفت مورد نظر و شناسایی منابع ژنتیکی ارزشمند.
(۳) انتقال ژن یا ژن‌های کنترل‌کننده این صفت به ارقام پربازده موجود.

بنابراین قبل از این‌که صفات فیزیولوژیک برای بهبود عملکرد دانه انتخاب شوند، بایستی درک کافی از خصوصیات گیاهی و نحوه عمل آنها داشت. چنین تجزیه و تحلیل‌هایی را می‌توان با استفاده از آزمایش‌های معمول مزرعه‌ای در نقاط مختلف و در طی چند سال انجام داد و از این طریق امکان بهبود در مدیریت زراعی و بهبود ژنتیکی را مورد سنجش قرار داد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۰). ولی این نوع آزمایش‌ها بسیار پرهزینه و زمان‌بر می‌باشند. یک راه جایگزین، استفاده از مدل‌های آزمون شده و به‌کارگیری آمار دراز مدت هواشناسی به‌منظور ارزیابی راه‌بردهای مختلف مدیریت زراعی و به‌نژادی می‌باشد.

مطالعاتی در مورد استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی برای تعیین صفات مطلوب در افزایش عملکرد بالقوه در گیاهان مختلف صورت گرفته است (آسنگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ آسنگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۱؛ سلطانی و گالشی، ۲۰۰۲؛ سینکلر، ۲۰۰۰؛ هبکوت، ۱۹۹۷؛ آگروال و همکاران، ۱۹۹۷). در این مطالعات برای تعیین صفات مطلوب از روش آنالیز حساسیت استفاده می‌شود که در این روش پارامترهای مدل تغییر می‌کند و لاین‌هایی (ارقام فرضی) به‌وجود می‌آیند که یک یا چند پارامتر آن با رقم استاندارد فرق می‌کند و سایر خصوصیات دیگر ثابت در نظر گرفته می‌شود. از این طریق ارقام فرضی زیادی تولید می‌شود که این ارقام فرضی با رقم استاندارد مقایسه می‌شوند و بهبود ژنتیکی صفت مورد نظر در بهبود عملکرد ارزیابی می‌شود (آگروال و همکاران، ۱۹۹۶). آسنگ و همکاران (۲۰۰۳) با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی گندم نقش سطح برگ ویژه[1] را بر عملکرد بالقوه گندم در یک اقلیم مدیترانه‌ای در غرب استرالیا و در نواحی با بارندگی‌های متفاوت و بافت‌های مختلف خاک ارزیابی کرده و گزارش نمودند افزایش عملکرد گندم از طریق افزایش سطح برگ ویژه بستگی به بافت خاک، مقدار کود نیتروژن و بارندگی دارد. نامبردگان بیان داشتند که بیشترین افزایش عملکرد از طریق سطح برگ ویژه در خاک‌های شنی که مقدار کود بالایی استفاده می‌شود، به‌دست می‌آید. سلطانی و گالشی (۲۰۰۲) با استفاده از یک مدل شبیه‌سازی گندم نشان دادند که با افزایش ۲۰ درصد سرعت رشد نسبی برگ، عملکر دانه در شرایط آبی ۱۰-۷ درصد و در شرایط دیم ۱۸-۱۳ درصد افزایش می‌یابد. همچنین آگورا و همکاران (۱۹۹۷) با یک مدل شبیه‌سازی آفتابگردان، تفاوت در قدرت اولیه گیاهچه را بر عملکرد دانه آفتابگردان ارزیابی کردند و بیان داشتند که ژنوتیپ‌های آفتابگردان که دارای قدرت اولیه بیشتری می‌باشند دارای عملکرد بالاتری نیز می‌باشند.

در تمامی موارد اشاره شده و در سایر موارد مشابه محققان نتیجه‌گیری کردند که می‌توان از مدل‌های شبیه‌سازی گیاهان زراعی برای ارزیابی راهبردهای مختلف به‌نژادی بهره گرفت و در زمان کوتاه‌تر و با دقت بیشتر به اطلاعات لازم و کافی دست یافت. بنابراین در این تحقیق راه‌بردهای مختلف به‌نژادی به‌منظور افزایش عملکرد نخود در شرایط آبی در گرگان و گنبد مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای ارزیابی راه‌بردهای مختلف به‌نژادی نخود از مدل Cyrus استفاده شد (سلطانی، ۲۰۰۵). این مدل مراحل فنولوژیک را به‌عنوان تابعی از دما، طول روز و تنش کمبود آب پیش‌بینی می‌کند. گسترش و پیر شدن سطح برگ به‌عنوان تابعی از دما، مواد فتوسنتزی فراهم برای رشد برگ، تراکم بوته و انتقال مجدد نیتروژن

1- Specific Leaf Area (SLA)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- شرایط استاندارد مورد استفاده برای شبیه‌سازی در شرایط گرگان و گنبد.

شرایط	
تاریخ کاشت	۱۶ آذر
تراکم بوته	٤٠ بوته در متر مربع
مقدار آب خاک در شروع شبیه‌سازی (زمان کاشت)	۱۱۹ میلی متر
رقم مورد استفاده	هاشم
کسر حجمی آب قابل استخراج خاک	۰/۱۳۲ متر مکعب بر متر مکعب
آلبیدوی خاک	۰/۱۳
شماره منحنی خاک	۷۹
عمق خاک	۱۲۰ سانتی متر

محاسبه می‌شود. تولید ماده خشک به‌عنوان تابعی از تشعشع دریافت شده و دما تخمین زده می‌شود و ماده خشک تولیدی براساس مرحله نمو و روابط مبدا- مقصد بین اندام‌های رویشی (برگ، ساقه و پوسته غلاف) و دانه توزیع می‌شوند. موازنه آب خاک شامل رواناب، رشد ریشه و افزایش عمق مؤثر استخراج آب، تبخیر از سطح خاک، تعرق و زهکشی و نیز اثرات تنش کمبود آب بر گسترش سطح برگ، تولید ماده خشک و تجمع نیتروژن را به‌صورت روزانه انجام می‌دهد و به اطلاعات قابل دسترس درباره هوا (حداقل و حداکثر دما، تشعشع خورشیدی یا تعداد ساعات آفتابی روزانه و بارندگی روزانه) و خاک نیاز دارد. برای اجرای مدل در گرگان از آمار هواشناسی سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۲ و در گنبد از آمار هواشناسی سال‌های ۱۳۵۹ تا ۱۳۷۷ استفاده شد. نظر به اینکه این نوع تجزیه و تحلیل‌ها به آمار هواشناسی طولانی‌مدت نیاز دارد بنابراین به‌ترتیب ٤٧ و ٥٨ سال آمار هواشناسی برای گرگان و گنبد با استفاده از مدل WGEN تولید شدند (پیکرینگ و همکاران، ۱۹۹٤؛ ریچاردسون، ۱۹۸۵). برای هر سال، شبیه‌سازی به‌طور جداگانه انجام شد که شرایط استاندارد شبیه‌سازی‌ها در جدول ۱ درج شده است.

راهبردهای به‌نژادی در شرایط آبی از تغییر پارامترهای مربوط به رقم هاشم در مدل اجرا شد و اجرای مدل برای رقم تغییر یافته (رقم فرضی) با استفاده از آمار هواشناسی طولانی مدت مورد ارزیابی قرار گرفتند. راهبردهای به‌نژادی در جدول ۲ ارائه شده است که عبارتند از افزایش یا کاهش مراحل رشد رویشی و زایشی، سرعت رشد اولیه گیاه، کارایی استفاده از تشعشع، انتقال مجدد و افزایش یا کاهش نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌های پیر و سبز و درصد نیتروژن دانه.

جدول ۲- راهبردهای به‌نژادی در گیاه نخود با مدل شبیه‌سازی گیاهان زراعی در شرایط آبی گرگان و گنبد.

رقم	شرح
هاشم	رقم استاندارد
Late1	۲۰ درصد افزایش روز بیولوژیک مورد نیاز از سبز شدن تا گلدهی (R1)
Early1	۲۰ درصد کاهش روز بیولوژیک مورد نیاز ار سبز شدن تا گلدهی (R1)
Late2	۲۰ درصد افزایش روز بیولوژیک مورد نیاز از شروع پر شدن دانه (R5) تا اولین رسیدگی (R7)
Early2	۲۰ درصد کاهش روز بیولوژیک مورد نیاز از شروع پر شدن دانه (R5) تا اولین رسیدگی (R7)
Late3	۲۰ درصد افزایش روز بیولوژیک مورد نیاز از سبز شدن تا R1 توام با ۲۰ درصد افزایش از R5 تا R7
Early3	۲۰ درصد کاهش روز بیولوژیک مورد نیاز از سبز شدن تا R1 توام با ۲۰ درصد افزایش از R5 تا R7
HEV	۲۰ درصد افزایش ضریب b در رابطه توانی ($Y= X^b$) بین سطح برگ تک بوته و تعداد گره در ساقه اصلی در تراکم ۳۰ بوته در متر مربع

Archive of SID

www.SID.ir

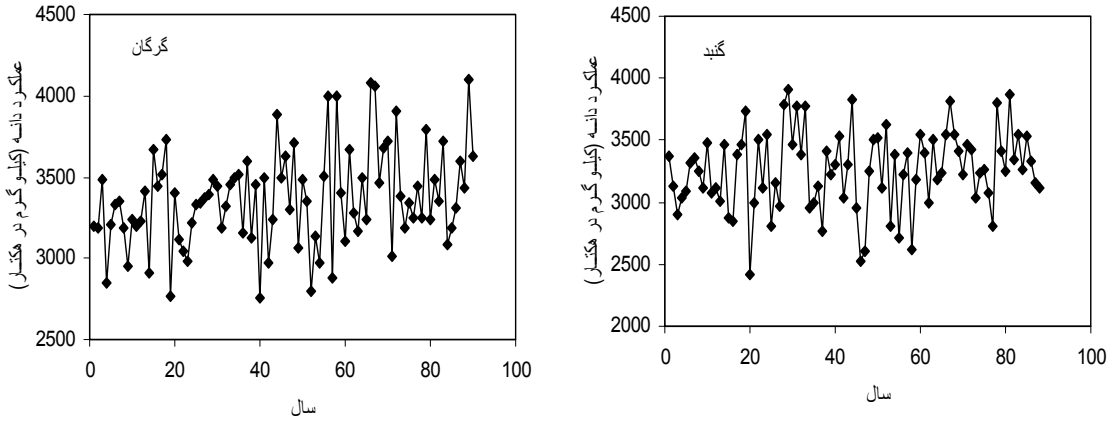
ادامه جدول ۲-

LEV	۲۰ درصد کاهش ضریب b در رابطه توانی ($Y= X^b$) بین سطح برگ تک بوته و تعداد گره در ساقه اصلی در تراکم ۳۰ بوته در مترمربع
HRUE	۲۰ درصد افزایش کارایی استفاده از تشعشع
LRUE	۲۰ درصد کاهش کارایی استفاده از تشعشع
HDHI	۲۰ درصد افزایش حداکثر سرعت افزایش شاخص برداشت (در روز) در فاز خطی افزایش آن
LDHI	۲۰ درصد کاهش حداکثر سرعت افزایش شاخص برداشت (در روز) در فاز خطی افزایش آن
HFPL	۲۰ درصد افزایش کسری از وزن خشک گرد آمده در گلدهی تا شروع مؤثر رشد دانه قابل انتقال مجدد به دانه
LFPL	۲۰ درصد کاهش کسری از وزن خشک گرد آمده در گلدهی تا شروع مؤثر رشد دانه قابل انتقال مجدد به دانه
HNG	۲۰ درصد افزایش درصد نیتروژن ویژه برگ‌ها و ساقه های در حال رشد و سبز
LNG	۲۰ درصد کاهش درصد نیتروژن ویژه برگ‌ها و ساقه‌های در حال رشد و سبز
HNS	۲۰ درصد افزایش درصد نیتروژن ویژه برگ‌ها و ساقه‌های پیر و زرد
LNS	۲۰ درصد کاهش درصد نیتروژن ویژه برگ‌ها و ساقه‌های پیر و زرد
HGNC	۲۰ درصد افزایش درصد نیتروژن دانه
LGNC	۲۰ درصد کاهش درصد نیتروژن دانه

برای ۲۰ رقم تغییر یافته، درصد تغییر عملکرد برای هر سال به‌صورت نسبت اختلاف عملکرد رقم تغییر یافته با رقم استاندارد هاشم به عملکرد رقم استاندارد ضرب در ۱۰۰ در آن سال محاسبه شد. به این ترتیب یک معیار نسبی از اثر تغییر صفت بر عملکرد به‌دست می‌آید که از تغییرات عملکرد در سال‌های مختلف مستقل است. تفاوت عملکردهای مربوط به رقم فرضی (تغییر یافته) به‌ترتیب صعودی مرتب شدند و سپس میانگین افزایش عملکرد و احتمال تولید محصول بیشتر از رقم استاندارد هاشم تعیین شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت (سلطانی، ۲۰۰۶).

نتایج و بحث

در شکل ۱ عملکرد شبیه‌سازی رقم استاندارد هاشم در سال‌های مختلف در گرگان و گنبد ارائه شده است. بالاترین عملکرد پیش‌بینی شده در گرگان و گنبد به‌ترتیب ٤١٠٠ و ۳۹۱۰ کیلوگرم در هکتار و پایین‌ترین عملکرد در گرگان و گنبد به‌ترتیب ۲۷٦۰ و ۲٤۲۰ کیلو گرم در هکتار بود. میانگین عملکرد دانه در شرایط آبی در گرگان و گنبد به‌ترتیب ۳۳٦۷ و ۳۲٦۰ کیلوگرم در هکتار بود. تغییرات زیاد عملکرد دانه شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد که آزمایش‌های زراعی که در تعداد کمی سال اجرا می شوند از ارزش محدودی برخوردار هستند.



شکل ۱- تغییرات سالانه عملکرد دانه شبیه‌سازی شده رقم هاشم در شرایط آبی گرگان و گنبد.

Archive of SID

www.SID.ir

فنولوژی: به‌نژادی در راستای افزایش طول دوره رشد (دیررسی) و کاهش طول دوره رشد (زودرسی) به ۳ صورت انجام شد: ۱- بدین ترتیب که روز بیولوژیک از سبز شدن تا گلدهی (R1) گیاه نخود ۲۰ درصد زیاد (late1) و ۲۰ درصد کم (early1) گردید (با ثابت نگه داشتن دوره رشد دانه) و دو رقم فرضی ایجاد گردید. ۲- سپس ۲۰ درصد روز بیولوژیک از شروع پرشدن دانه (R5) تا اولین رسیدگی (R7) زیاد (late2) و کم (early2) گردید (با ثابت نگه داشتن طول دوره رویشی) ۳- در آخر به‌طور توام ۲۰ درصد روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 و روز بیولوژیک از R5 تا R7 زیاد (late3) و کم (early3) گردید.

جدول ۳- میانگین شبیه‌سازی شده، خطای معیار و ضریب تغییرات عملکرد دانه در رقم هاشم و ارقام تغییر یافته فرضی در گرگان.

رقم	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)			افزایش عملکرد (کیلو گرم در هکتار)	
	میانگین	اشتباه معیار	ضریب تغییرات	میانگین	احتمال وقوع عملکرد بالاتر از رقم هاشم (درصد)
هاشم	۳۳۶۷/۰	۳۱/۳	۸/۸۲	-	
Late1	۳۲۹۴/۵	۲۸/۱	۸/۰۹	-۷۲/۴**	۳۳
Early1	۳۳۰۶/۸	۳۲/۶	۹/۳۵	-۶۰/۲*	۴۱
Late2	۳۶۱۹/۲	۳۵/۹	۹/۴۱	۲۵۲/۲**	۹۹
Early2	۲۹۷۸/۴	۲۶/۴	۸/۴۲	-۳۸۸/۶**	۰
Late3	۳۶۱۲/۷	۳۳/۴	۸/۷۶	۲۴۵/۷**	۹۰
Early3	۲۹۹۸/۱	۲۸/۱	۸/۹۰	-۳۶۸/۹**	۰
HEV	۳۴۷۴/۸	۲۹/۳	۸	۱۰۷/۸**	۸۰
LEV	۲۱۳۶/۹	۳۶/۶	۱۶/۲۷	-۱۲۳۰/۰**	۰
HRUE	۳۶۷۶/۲	۳۵/۱	۹/۰۵	۳۰۹/۲**	۹۷
LRUE	۲۸۴۶/۰	۲۹/۱	۹/۷۰	-۵۲۱/۰**	۰
HDHI	۳۳۰۴/۳	۳۳/۷	۹/۶۸	-۶۲/۷**	۳۹
LDHI	۳۱۱۹/۹	۲۲/۷	۶/۹۱	-۲۴۷/۱**	۳
HFPL	۳۴۱۶/۹	۳۱/۰	۸/۶۰	۴۹/۹**	۹۹
LFPL	۳۳۰۵/۹	۳۲/۷	۹/۳۷	-۶۱/۱**	۰
HNG	۳۴۷۴/۷	۳۰/۵	۸/۳۴	۱۰۷/۷**	۹۹
LNG	۳۰۲۰/۹	۳۶/۶	۱۱/۴۸	-۳۴۶/۱**	۰
HNS	۳۲۳۰/۳	۳۳/۴	۹/۸۱	-۱۳۴/۰**	۲
LNS	۳۴۵۱/۱	۳۰/۹	۸/۴۹	۸۴/۱**	۹۹
HGNC	۳۰۸۱/۷	۳۱/۷	۹/۷۵	-۲۸۵/۳**	۰
LGNC	۳۵۵۱/۷	۳۱/۹	۸/۵۱	۱۸۴/۷**	۱۰۰

**و * . به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

دیررسی از طریق ۲۰ درصد افزایش روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 در هر دو منطقه باعث کاهش عملکرد شد به‌طوری که میانگین عملکرد در گرگان در این رقم فرضی ۳۲۹۴ کیلوگرم در هکتار و در گنبد ۳۰۹۸ کیلوگرم در هکتار بود. میانگین عملکرد این رقم در مقایسه با رقم استاندارد هاشم به‌ترتیب در گرگان و گنبد ۷۲ و ۱۶۲ کیلوگرم در هکتار کمتر بود (جدول‌های ۳ و ۴).

Archive of SID

www.SID.ir

دیررسی از طریق افزایش ۲۰ درصد روز بیولوژیک از R5 تا R7 و افزایش ۲۰ درصدی روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 توام با روز بیولوژیک از R5 تا R7 باعث افزایش عملکرد گردید. میانگین عملکرد رقم فرضی Late2 و Late3 در گرگان ۳۶۱۹ و ۳۶۱۲ و در گنبد ۳۴۸۱ و ۳۳۶۷ کیلو گرم در هکتار بود. دیررسی از طریق ۲۰ درصد افزایش دوره پر شدن دانه می تواند عملکرد دانه را به طور متوسط ۲۲۱ تا ۲۵۲ کیلوگرم در هکتار افزایش دهد. در حالی که در رقم فرضی Late3 عملکرد دانه به‌طور متوسط ۱۰۷ تا ۲۴۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول‌های ۳ و ٤). عملکرد برآورد شده ارقام فرضی Late2 و Late3 در اکثر سال‌ها بیشتر از رقم هاشم بود. نظر به این‌که در کشت آبی محدودیت تنش آبی وجود ندارد و تنها عامل محدود کننده رشد در این شرایط دما و تشعشع می‌باشد، بنابراین افزایش طول دوره پر شدن دانه به تنهایی یا توام با افزایش دوره رویشی به افزایش عملکرد منجر می‌شود.

زودرسی از طریق کاهش ۲۰ درصدی روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 (رقم فرضی Early1)، ۲۰ درصد کاهش روز بیولوژیک R5 تا R7 (رقم فرضی Early2) و ۲۰ درصد کاهش توام دوره روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 و روز بیولوژیک R5 تا R7 (رقم فرضی Early3) باعث کاهش عملکرد گردید باستثنای رقم فرضی Early1 در گنبد که احتمال دستیابی به عملکرد بالاتر، ٤۸ درصد بود، اما افزایش عملکرد این رقم در مقایسه با رقم هاشم معنی‌دار نبود (جدول‌های ۳ و ٤).

در یک مطالعه با استفاده از یک مدل شبیه سازی نخود، سلطانی و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که زودرسی در این گیاه در شرایط دیم باعث افزایش عملکرد نسبت به رقم شاهد می شود. نامبردگان دلیل افزایش عملکرد در این رقم فرضی را کاهش رشد رویشی و در نتیجه دسترسی به آب بیشتر در مرحله گلدهی و پر شدن دانه گزارش کردند. همچنین در این مطالعه به نژادی در راستای افزایش طول دوره رشد باعث کاهش عملکرد نسبت به رقم شاهد گردید به‌طوری‌که کاهش عملکرد در این رقم نسبت به رقم شاهد نخود جم ۳۵ درصد بود.

به‌طور خلاصه می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط آبی در گرگان و گنبد، به نژادی در راستای ۲۰ درصد افزایش روز بیولوژیک از R5 تا R7 و افزایش توام روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 و روز بیولوژیک از R5 تا R7 رقم استاندارد فعلی می‌تواند عملکرد دانه را حدود ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار در گرگان و حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در گنبد افزایش دهد. در حالی که به‌نژادی برای کاهش روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 این رقم مزیتی در بر نخواهد داشت.

جدول ٤- میانگین شبیه‌سازی شده، خطای معیار و ضریب تغییرات عملکرد دانه در رقم هاشم و ارقام تغییر یافته فرضی در گنبد.

رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)			افزایش عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	
	میانگین	اشتباه معیار	ضریب تغییرات	میانگین	احتمال وقوع عملکرد بالاتر از رقم هاشم (درصد)
هاشم	۳۲۵۹/۹	۳۳/۹	۹/۷٦	-	
Late1	۳۰۹۷/۷	۳۳/۳	۱۰/۰۹	-۱٦۲/۲**	۲۵
Early1	۳۲۹۱/۷	۳۸/٤	۱۰/۹٦	۳۱/۸ns	٤۸
Late2	۳٤۸۱/۰	٤۰/۱	۱۰/۸۲	۲۲۱/۱**	۹۷
Early2	۲۹۳۹/۵	۲۸/۵	۹/۱۰	-۳۲۰/٤**	۰
Late3	۳۳٦٦/٦	۳۸/۳	۱۰/٦۷	۱۰٦/۷**	۷۰
Early3	۲۹۷۸/٤	۳۲/۰	۱۰/۰۷	-۲۸۱/۵**	۱۳
HEV	۳۳۸۷/٤	۳۳/٦	۹/۳۰	۱۲۷/۵**	۸۱
LEV	۲۱۲٤/٦	۳۹/٤	۱۷/٤۰	-۱۱۳۵/۲**	۰

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول ٤-

HRUE	٣٥٦٨/٢	٣٥/٦	٩/٣٥	٣٠٨/٣**	٩٦
LRUE	٢٧٩٧/٣	٣١/٧	١٠/٦٢	-٤٦٢/٦**	٠
HDHI	٣٢٠٠/٩	٣٦/٠	١٠/٥٦	-٥٩/٠**	٣٩
LDHI	٣٠٣٩/٣	٢٥/٤	٧/٨٤	-٢٢٠/٦**	٦
HFPL	٣٣١٦/٩	٣٢/٧	٩/٢٥	٥٧/٠**	٩٧
LFPL	٣١٩٣/٦	٤٣/٣	١٠/٠٧	-٦٦/٣**	٠
HNG	٣٣٨٢/٩	٣٢/٥	٩/٠٣	١٢٣/١**	٩٩
LNG	٢٩٣٥/٩	٣٩/٩	١٢/٧٦	-٣٢٤/٠**	٠
HNS	٣١١٣/٣	٣٦/٦	١١/٠٤	-١٤٦/٦**	٠
LNS	٣٣٦٤/٥	٣٣/١	٩/٢٣	١٠٤/٦**	٩٩
HGNC	٢٩٦٥/٠	٣٤/٥	١٠/٩٢	-٢٩٤/٩**	٠
LGNC	٣٤٥٤/٥	٣٤/١	٩/٢٧	١٩٤/٦**	١٠٠

**و* : به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ١ و ٥ درصد.

ns: غیرمعنی‌دار

رشد اولیه گیاه: کاهش یا افزایش سرعت رشد اولیه گیاه با ٢٠ درصد کاهش یا افزایش ضریب b در رابطه توانی سطح برگ در مقابل تعداد گره انجام شد. به این ترتیب افزایش این ضریب باعث می‌شود سطح برگ گیاه در مراحل اولیه رشد سریع‌تر افزایش یابد، یعنی رشد اولیه سریع‌تر داشته باشد و بالعکس. افزایش رشد اولیه موجب می‌شود که عملکرد دانه در هر دو منطقه افزایش یابد و ضریب تغییرات عملکرد کاهش یابد. میانگین افزایش عملکرد رقم فرضی HEV در گرگان ١٠٨ و در گنبد ١٢٨ کیلوگرم در هکتار بود و احتمال وقوع عملکرد بالاتر از رقم هاشم در حدود ٨٠ درصد بود (جدول‌های ٣ و ٤). علت افزایش عملکرد را در این رقم فرضی می‌توان در تغییرات صفات مشاهده کرد. افزایش رشد اولیه باعث رشد رویشی و بسته شدن سریع کانوپی و به دنبال آن افزایش عملکرد می‌شود.

٢٠ درصد کاهش رشد اولیه گیاه می‌تواند عملکرد دانه را به‌طور متوسط در گرگان ١٢٣٠ و در گنبد ١١٣٥ کیلوگرم در هکتار کاهش دهد و ضریب تغییرات عملکرد دانه را در حدود ١٠ درصد افزایش دهد. احتمال این کاهش عملکرد ١٠٠ درصد بود (جدول‌های ٣ و ٤). شکل ٣ نشان می‌دهد که در هر دو منطقه در کلیه سال‌ها عملکرد دانه رقم فرضی LEV در مقایسه با رقم استاندارد هاشم کمتر می‌باشد. با ٢٠ درصد کاهش رشد اولیه، وزن خشک در شروع رشد دانه در رقم فرضی در حدود ٢ برابر کمتر از رقم استاندارد می‌باشد و حداکثر شاخص سطح برگ نیز در رقم فرضی در حدود ٦٠ درصد کمتر از رقم استاندارد می‌باشد. با کاهش سطح برگ دریافت تشعشع کاهش یافته و در نتیجه تولید ماده خشک و عملکرد کاهش می‌یابد.

بسته شدن سریع کانوپی در شرایط آبی و در غیاب تنش‌های زنده و غیر زنده، مقدار تشعشع خورشیدی دریافت شده را افزایش می‌دهد و به دنبال آن پتانسیل عملکرد افزایش می‌یابد. سلطانی و گالشی (٢٠٠٢) در یک مدل شبیه‌سازی گندم مشاهده کردند که در شرایط محیطی گرگان با ٢٠ درصد افزایش سرعت رشد نسبی برگ، عملکرد دانه در شرایط آبی ١٠-٧ درصد و در شرایط دیم ١٨-١٣ درصد افزایش می‌یابد.

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به‌نژادی در راستای افزایش رشد اولیه رقم هاشم منجر به افزایش معنی‌داری در عملکرد می‌شود. در صورتی که کاهش رشد اولیه مثلاً در اثر مدیریت زراعی نامناسب (تراکم پایین

Archive of SID

www.SID.ir

بوته) منجر به کاهش فاحشی در عملکرد دانه نخود در شرایط آبی گرگان و گنبد می‌شود.

تولید و توزیع ماده خشک: ۲۰ درصد افزایش کارایی استفاده از تشعشع باعث می‌شود که عملکرد دانه حدود ۳۰۸ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد و احتمال این افزایش ۹۷ درصد می‌باشد (جدول‌های ۳ و ٤، رقم فرضی HRUE). کارایی استفاده از تشعشع بالاتر موجب می‌شود که در شرایط نبود محدودیت‌های محیطی سرعت تولید ماده خشک در شرایط آبی افزایش یابد که به نوبه خود می‌تواند به تعداد دانه بیشتر و توانایی بالاتر برای حفظ یا افزایش اندازه دانه و در نتیجه عملکرد بالاتر منجر شود.

۲۰ درصد کاهش کارایی استفاده از تشعشع می‌تواند عملکرد دانه را به میزان ۵۲۱-٤٦۳ کیلوگرم در هکتار کاهش دهد و از ۳۳٦۷ به ۲۸٤٦ کیلوگرم در هکتار در گرگان و در گنبد از ۳۲٦۰ به ۲۷۹۷ کیلوگرم در هکتار کاهش دهد. احتمال وقوع عملکردهای بالاتر از رقم هاشم صفر می‌باشد (جدول‌های ۳ و٤).

سلطانی و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که در گیاه نخود در شرایط دیم، افزایش کارایی استفاده از تشعشع باعث کاهش عملکرد دانه می‌گردد. نامبردگان بیان داشتند که در دوره قبل از گلدهی به علت کارایی استفاده از تشعشع بالاتر و تولید ماده خشک بیشتر، مقدار آب بیشتری از خاک استخراج می‌شود و در نتیجه آب کمتری برای استفاده در دوره رشد زایشی در خاک باقی می‌ماند.

۲۰ درصد افزایش و ۲۰ درصد کاهش در DHI (حداکثر سرعت افزایش شاخص برداشت در روز در فاز خطی افزایش آن) هر دو منجر به کاهش عملکرد ارقام فرضی HDHI و LDHI نسبت به رقم هاشم گردید. به‌طوری‌که ۲۰ درصد افزایش این صفت در گرگان و گنبد منجر به کاهش عملکرد به مقدار ٦۳ و ۵۹ کیلوگرم در هکتار شد و ۲۰ درصد کاهش این صفت منجر به کاهش عملکرد به میزان ۲٤۷ در گرگان و ۲۲۱ کیلوگرم در هکتار در گنبد گردید (جدول‌های ۳ و ٤).

در مدل فرض شده است که ۵۰ درصد ماده خشک تجمع یافته در فاصله زمانی گلدهی تا شروع پرشدن دانه قابل انتقال مجدد می‌باشد. ۲۰ درصد افزایش HFPL (کسری از وزن خشک گرد آمده از گلدهی تا شروع موثر رشد دانه که قابل انتقال مجدد به دانه باشد) در راستای افزایش عملکرد بالقوه باعث شد که میانگین عملکرد دانه در گرگان از ۳۳٦۷ به ۳٤۱۷ کیلوگرم در هکتار و در گنبد از ۳۲٦۰ به ۳۳۱۷ کیلوگرم در هکتار افزایش یابد. احتمال افزایش عملکرد رقم فرضی HFPL در مقایسه با رقم هاشم حدود ۹۹-۹۷ درصد بود (جدول‌های ۳ و ٤). در اکثر سال‌ها عملکرد رقم فرضی HFPL بیشتر از رقم هاشم بود و میانگین افزایش عملکرد در گرگان ۵۰ و در گنبد ۵۷ کیلو گرم در هکتار بود.

گزارش‌های مختلفی از سهم کربوهیدرات ذخیره شده قبل از پر شدن دانه با عملکرد گزارش شده است. اکثر این تغییرات می‌تواند به تفاوت در مدیریت زراعی، اثرات تیپ خاک، اقلیم به‌ویژه تفاوت در بارندگی‌های فصلی و ژنوتیپ مرتبط باشد. البته برخی از تغییرات، مربوط به روش‌های اندازه‌گیری انتقال مجدد می‌باشد (اسچیندر، ۱۹۹۳؛ وان هرواردن و همکاران، ۱۹۹۸ الف). وان هرواردن و همکاران (۱۹۹۸ب) گزارش کردند که اگر ذخیره کربوهیدرات محلول در آب بالا باشد، اثرات مخرب تنش خشکی و گرمای انتهای فصل به‌وسیله افزایش انتقال مجدد جبران می‌شود.

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در به‌نژادی در راستای افزایش عملکرد می‌توان با ۲۰ درصد افزایش کارایی استفاده از تشعشع و انتقال مجدد به عملکرد بالاتری در رقم هاشم نایل شد.

تجمع و توزیع نیتروژن: ۲۰ درصد افزایش نیتروژن ویژه برگ‌ها و ساقه‌های سبز (HNG) می‌تواند عملکرد دانه را به‌طور متوسط ۱۲۳- ۱۰۸ کیلوگرم در هکتار افزایش دهد (جدول‌های ۳ و ٤). در کلیه سال‌ها عملکرد دانه این رقم در مقایسه با رقم استاندارد بیشتر بود و احتمال افزایش عملکرد این رقم در مقایسه با رقم هاشم ۹۹ درصد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

علت افزایش عملکرد در رقم فرضی HNG این است که این رقم در طول دوره رشد رویشی به واسطه بالاتر بودن غلظت نیتروژن بافت برگ و ساقه، نیتروژن بیشتری جمع‌آوری می‌کند که بعدا با انتقال مجدد صرف رشد دانه‌ها خواهد شد.

۲۰ درصد کاهش نیتروژن ویژه برگ‌های در حال رشد و سبز و ساقه (LNG) موجب می‌شود که عملکرد دانه کاهش و ضریب تغییرات افزایش یابد. میانگین عملکرد رقم فرضی (LNG) در گرگان ۳۰۲۱ کیلوگرم در هکتار و در گنبد ۲۹۳٦ کیلوگرم در هکتار بود و ضریب تغییرات ۱۱/۵– ۱۲/۸ درصد بود. به‌طور متوسط عملکرد دانه مورد انتظار این رقم در گرگان ۳٤٦ و در گنبد ۳۲٤ کیلوگرم در هکتار کمتر از عملکرد رقم استاندارد هاشم بود و احتمال دستیابی به عملکرد بالاتر از رقم هاشم وجود ندارد (جدول ۳ و ٤).

افزایش ۲۰ درصدی نیتروژن برگ‌ها و ساقه‌های پیر و زرد (HNS) منجر به کاهش عملکرد رقم فرضی HNS گردید. با افزایش ۲۰ درصدی این صفت، میانگین عملکرد دانه در گرگان از ۳۳٦۷ به ۳۲۳۰ کیلوگرم در هکتار و در گنبد از ۳۲٦۰ به ۳۱۱۳ کیلوگرم در هکتار کاهش و ضریب تغییرات عملکرد در حدود یک درصد افزایش یافت. میانگین کاهش عملکرد در این رقم در مقایسه با رقم استاندارد هاشم حدود ۱٤۷–۱۳٤ کیلوگرم در هکتار بود (جدول‌های ۳ و ٤).

کاهش ۲۰ درصدی نیتروژن برگ‌های پیر و زرد بر عکس حالت قبل منجر به افزایش عملکرد در حدود ۱۰۵–۸٤ کیلوگرم در هکتار گردید. احتمال دستیابی به عملکرد بالاتر از رقم هاشم در حدود ۹۹ درصد بود (جدول‌های ۳ و ٤).

۲۰ درصد افزایش غلظت نیتروژن دانه (HGNC) موجب می‌شود که عملکرد دانه حدود ۲۹۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یابد و مقدار آن به حدود ۳۰۸۲ کیلوگرم در هکتار در گرگان و ۲۹٦۵ کیلوگرم در هکتار در گنبد برسد (جدول‌های ۳ و ٤).

در هیچ یک از سال‌ها عملکرد رقم فرضی بیشتر از رقم هاشم نبود. بخش عمده نیتروژن دانه از طریق انتقال مجدد از برگ‌ها و ساقه‌ها تامین می‌شود. بنابراین هر چقدر درصد نیتروژن دانه بیشتر باشد انتقال مجدد نیتروژن از برگ‌ها و در نتیجه پیر شدن برگ‌ها با سرعت بیشتری رخ می‌دهد. این امر به کاهش عملکرد منتهی می‌گردد.

۲۰ درصد کاهش درصد نیتروژن دانه می‌تواند عملکرد دانه را به میزان ۱۹۵–۱۸۵ کیلوگرم در هکتار افزایش داده و به ۳۵۲–۳٤۵٤ کیلوگرم در هکتار برساند. احتمال وقوع عملکرد بالاتر از رقم هاشم ۱۰۰ درصد بود (جدول‌های ۳ و ٤).

بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به‌نژادی برای ۲۰ درصد افزایش نیتروژن در برگ‌ها و ساقه‌های سبز و ۲۰ درصد کاهش نیتروژن در برگ‌ها و ساقه‌های زرد و درصد نیتروژن دانه در رقم هاشم پربازده تر است.

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که:

۱– افزایش کارایی استفاده از تشعشع، دیررسی از طریق افزایش روز بیولوژیک از R5 تا R7 و دیررسی از طریق افزایش توام روز بیولوژیک از سبز شدن تا R1 و روز بیولوژیک از R5 تا R7 باعث ۹–۷ درصد افزایش در عملکرد رقم هاشم می‌گردد

۲– کاهش درصد نیتروژن دانه باعث ۵ درصد افزایش عملکرد می‌گردد که این افزایش مطلوب نمی‌باشد زیرا باعث کاهش کیفیت دانه می‌گردد

۳– افزایش رشد اولیه گیاه و درصد نیتروژن برگ‌های در حال رشد و سبز و در نهایت کاهش درصد نیتروژن برگ‌های پیر و درصد نیتروژن دانه باعث افزایش ناچیزی در عملکرد می‌گردد.

٤– پیشنهاد می‌شود برای دستیابی به عملکردهای بالاتر در این منطقه نقش ترکیب صفات بالا در تحقیقات آینده مورد بررسی قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

1.Aggarwal, P.K., Kropff, M.J., Matthews, R.B., and McLaren, C.G. 1996. Using simulation models to design new plant types and to analyse genotype by environment interaction in rice. In: Cooper, M., Hammer, G.L. (Ed.) Plant adaptation and crop improvement. CAB Int., Wallingford, UK, pp. 403-418.

2.Aggarwal, P.K., Kropff, M.J., Cassman, K.G., and Ten Berge, H.F.M. 1997. Simulating genotypic strategies for increasing rice yield potential in irrigated, tropical environments. Field Crops Res. 51, 5-17.

3.Aguera, F., Villalobos, F. J., and Orgaz, F. 1997. Evaluation of sunflower genotypes differing in early vigour using a simulation model. Eur. J. of Agron. 7, 109-118.

4.Asseng, S., Turner, N.C., Ray, J.D., and Keating, B.A. 2002. A simulation analysis that predicts the influence of physiological traits on the potential yield of wheat. Eur. J. of Agron. 17, 123-141.

5.Asseng, S., Turner, N.C., Botwright, T., Condon, G. 2003. Evaluating the impact of a trait for increased specific leaf area on wheat yields using a crop simulation model. Agron. J. 95, 10-19.

6.FAO. 2003. Production Year Book, 2002. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, Italy. http://apps.fao.org.

7.Habkotte, B. 1997. Options for increasing seed yield of winter oilseed rape: a simulation study. Field Crops Res. 54, 109-126.

8.Jordan, W.R., Dugas, W.A., and Shouse, P.J. 1983. Strategies for crop improvement for drought-prone regions. Agric. Wat. Manage. 7, 281-299.

9.Pickering, N.B., Hansen, J.W., Jones, J.W., Wells, C.M., Chen, V.K., and Godwin, D.C. 1994. Weather Man: A utility for managing and generating daily weather data. Agron. J. 86, 332-337.

10.Richardson, C.W. 1985. Weather simulation for crop management models. ASAE. 28, 1602-1606.

11.Schnyder, H. 1993. The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling _ a review. New Phytol. 123, 233-245.

12.Sinclair, T.R. 2000. Model analysis of plant traits leading to prolonged crop survival during severe drought. Field Crops Res. 68, 211-217.

13.Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., and Moghaddam, M. 2000. Thresholds for chickpea leaf expansion and transpiration response to soil water deficit. Field Crops Res. 68, 205- 210.

14.Soltani, A., Khooie, F.R., Ghassemi-Golezani, K., Moghaddam, M., and Mirani, M.K. 2000. A simulation model for chickpea growth and yield. Agric. Sci. 9: 89-105.

15.Soltani, A., Ghassemi-Golezani, K., Khooie, F.R., and Moghaddam, M. 2001. Evaluation of desired plant traits for chickpea under rainfed conditions using computer simulation. Agric. Sci. 11: 65-81.

16.Soltani, A., and Galeshi, S. 2002. Importance of rapid canopy closure for wheat production in a temperature sub-humid environment: experimentation and simulation. Field Crops Res. 77, 17-30.

17.Soltani, A. 2005. Determination of nitrogen accumulation and distribution parameters in chickpea. Res. Report. P 120.

18.Soltani, A. 2006. Application of statistical methods in agricultural researches. Jihad-e- Daneshgahi Mashhad press. P 74.

19.Van Herwaarden, A.F., Angus, J.F., Richards, R.A., and Farquhar, G.D. 1998a. Haying-off, the negative grain yield response of dry land wheat to nitrogen fertilizer. II. Carbohydrate and protein dynamics. Aust. J. Agric. Res. 49, 1083-1093.

20.Van Herwaarden, A.F., Richards, R.A., Farquhar, G.D., and Angus, J.F. 1998b. Haying-off, the negative grain yield response of dry land wheat to nitrogen fertilizer.ÍÍÍ. The influence of water deficit and heat shock. Aust. J. Agric. Res. 49, 1095-1110.

Archive of SID

www.SID.ir

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 14(5), Dec2007-Jan 2008
Special issue, Agromony and Plant Breeding
www.jasnr.info
www.sid.ir
www.magiran.com/jasnr

Determination of optimal plant traits for chickpea under irrigated conditions of Gorgan and Gonbad using simulation

[*]F. Akram ghaderi[1] and A. Soltani[2]
[1]Ph.D. student, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, [2]Professor, Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

On method for determination of optimal traits is the use of crop simulation models combined with long-term weather data. This research was conducted to evaluate different breeding strategies to increase crop yield under irrigated conditions of Gorgan and Gonbad with Cyrus chickpea model. Breeding strategies were increase or decrease in vegetative and reproductive stages, early vigor, radiation use efficiency (RUE), retranslation, nitrogen contents in green and yellow leaf and stem and grain nitrogen content. Results indicated that increase in RUE, increase in duration of grain filling alone or in combination with increase in duration of emergence- flowering lead to 7 to 9% increase in grain yield. Increase in early vigor and nitrogen content of green leaves and stems and decrease in nitrogen content of senesced leaves and stems results in negligible yield increase. It was concluded that for achievement of higher yields at the region, the importance of combinations of traits should be evaluated.

***Keywords**:* Simulation models; Irrigated conditions; Yield; Chickpea

Archive of SID

[*]- Corresponding Author; Email: akramghaderi@yahoo.com

www.SID.ir