

## ارزیابی اثرات عرض پشته و تعداد خطوط کاشت بر عملکرد دانه ارقام گندم

احمد نادری<sup>۱</sup> \*

\* نویسنده مسؤول: استادیار عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان (ah\_naderi36@yahoo.com)

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۲۰

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۸

### چکیده

به منظور ارزیابی اثر الگوهای مختلف کاشت شامل عرض پشته ۶۰، ۷۰ و ۷۵ سانتی متر و دو و سه خط کاشت روی هر پشته، این تحقیق در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی آباد دزفول به شکل دو آزمایش مستقل (یک آزمایش با گندم نان چمران و یک آزمایش با گندم دوروم کرخه) به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای فاصله خطوط و تعداد خطوط کاشت به ترتیب به صورت تیمارهای اصلی و فرعی در نظر گرفته شدند. در این تحقیق شاهد، کشت مسطح با عرض خطوط کاشت ۲۰ سانتی متر بود. کلیه مدیریت های زراعی براساس توصیه های زراعی انجام شد. میزان بذر در متر مربع با توجه به پتانسیل پنجه زنی ارقام مورد بررسی و توصیه های تحقیقاتی، ۴۰۰ و ۵۰۰ بذر در متر مربع به ترتیب برای ارقام چمران و کرخه در نظر گرفته شد. کاشت ارقام در نیمه آذرماه انجام گردید. در زمان رسیدگی و پس از حذف حواشی کرت های آزمایشی، عملکرد دانه و وزن هزار دانه تعیین و تجزیه های آماری انجام شد. نتایج نشان داد که در تیمار تعداد خطوط کاشت روی پشته، بالاترین عملکرد به میزان ۶۴۳۵ کیلوگرم در هکتار، به کشت دو خط کاشت به دست آمد؛ در حالی که در تیمار عرض پشته ها، بالاترین عملکرد به میزان ۶۵۱۶ کیلوگرم در هکتار به پشته های با عرض ۶۰ سانتی متر تعلق داشت. تفاوت عرض پشته ها بر عملکرد رقم چمران در سطح خطای ۵٪ معنی دار بود و بالاترین عملکرد به تیمار عرض پشته ۷۰ سانتی متر تعلق داشت. اثر عرض پشته و اثر متقابل این تیمار با تعداد خطوط کاشت روی پشته بر عملکرد رقم کرخه معنی دار نبود؛ اما اثر تعداد خطوط کاشت روی پشته در سطح خطای ۱٪ معنی دار گردید. بالاترین عملکرد دانه از رقم چمران به میزان ۵۸۸۶ کیلوگرم در هکتار به ترکیب تیماری عرض پشته ۷۰ سانتی متر و دو خط کاشت به دست آمد؛ در حالی که در مورد رقم کرخه بالاترین عملکرد به میزان ۶۶۹۶ کیلوگرم در هکتار به ترکیب تیماری عرض پشته ۶۰ سانتی متر و دو خط کاشت تعلق داشت. با توجه به امکان مدیریت مطلوب تر در کشت پشته ای، برای دست یابی به نتایج قطعی، تحقیق در مورد مزیت این روش در شرایط آب و هوایی خوزستان و به ویژه با توجه به خصوصیات خاک های این استان توصیه می شود.

کلید واژه ها: گندم، عرض پشته، تعداد خطوط کاشت، عملکرد دانه

### مقدمه

اخیر افزایش یافته است. سیستم کشت روی پشته موجب سهولت دسترسی به مزرعه می گردد که می توان از آن جهت بهبود بسیاری از عملیات مزرعه ای شامل امکان جای گذاری موثرتر کودها به خصوص کود های نیتروژنه و امکان مدیریت بهتر زمان مصرف کودها به صورت سرک و کاربرد آسان

توسعه ی تکنولوژی های کشاورزی حفاظتی که ویژگی شاخص آنها کاهش یا به حداقل رساندن خاک ورزی قبل از کاشت و استراتژی های متفاوت جهت افزایش حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و در نهایت خاک ورزی بیولوژیکی می باشد، به نحو چشم گیری در بسیاری از کشورها طی ۲۵ سال

مصرف آب برای هر دو تیپ رقم گندم معنی دار و از ۳۵-۲۵٪ متفاوت بود. توسعه ی این سیستم منجر به کاهش قابل ملاحظه ای در دو بیماری شایع گندم در منطقه یعنی لکه برگی و سفیدک پودری گردید که می توان آن را نتیجه ی کانوپی متعادل گیاهی با تفاوت های میکروکلیماتیک ناشی از تغییر در طرز قرار گیری بوته های گندم نسبت به یکدیگر در این سیستم در قیاس با روش مرسوم کاشت با تراکم بالاتر دانست؛ همچنین ارتفاع گیاه و ورس محصول نیز با استفاده از سیستم کشت پشته ای کاهش یافت. مقایسه های به عمل آمده بین سیستم کاشت روی پشته ی گندم با آبیاری جویچه ای و سیستم کشت مرسوم روی زمین مسطح با آبیاری غرقابی مزارع شمال غربی هندوستان نشان داد که تحت سیستم پشته ای عملکردها بالاتر و صرفه جویی در آب آبیاری به میزان قابل ملاحظه ای افزایش یافت.

گزارش های متعدد از کاهش مقادیر آب آبیاری یا تعداد دفعات آبیاری با تولید عملکرد های مشابه یا بیش تر در گندم کشت شده بر روی پشته در قیاس با گندم کشت شده به روش خاک ورزی معمول ( بر روی زمین مسطح ) در نواحی مختلف جلگه ی گنگ در هندوستان وجود دارد. مقدار معمول صرفه جویی در آب آبیاری از ۱۸ و حتی تا ۵۰-۳۰ درصد متفاوت گزارش شده است (۵، ۶، ۹، ۱۵ و ۱۶). هامفریز و همکاران<sup>۲</sup> (۷) گزارش دادند گندم های کشت شده بر روی پشته و زمین مسطح در دو خاک لومی مشابه یکدیگر بوده است؛ اما در یک خاک شنی لومی، این مقدار برای گندم کشت شده روی پشته در سالی با میزان تابش خورشیدی کم تر، نسبت به سال های قبل کاهش یافت. تامپسون و نورث<sup>۳</sup> (۱۷) گزارش دادند در طول چهار سال آزمایش در خاک های رسی سنگین در استرالیا

تر علف کش ها بهره برد. در دهه ی نود میلادی به دنبال موفقیت این سیستم کشت در نواحی کشت برنج و گندم در جلگه ی گنگ در هندوستان، کشت ذرت- گندم در مکزیک در این روش اجرا گردید (۱۲ و ۱۳). با توجه به سطح زیر کشت گندم آبی در استان خوزستان که در طی چند سال گذشته از مرز چهارصد هزار هکتار فراتر رفته است (۲)، دست یابی به روش های نوین تکنولوژیکی در زراعت این محصول از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد.

در کشت گندم روی پشته، امکان کنترل مکانیکی علف های هرز میسر می شود و کارآیی مصرف آب و کود ها بهبود می یابد. روش کشت روی بستر و ایجاد فارو، موجب سهولت کاربرد آب و کود می گردد، که در نتیجه آن ممکن است به دلیل ایجاد شرایط میکروکلیمائی مطلوب تر، پنجه زنی گندم روی بستر ها در قیاس با کشت در شرایط کشت مسطح بهینه گردد (۱۰). در خاک های با زهکشی ضعیف پس از آبیاری یا بارندگی سنگین، آب به مدت طولانی در سطح خاک تجمع پیدا می کند و موجب ایجاد حالت غرقاب موقت می گردد. در این خاک ها کشت روی پشته، گزینه های بهتری برای مدیریت آبیاری و کاهش خسارت ناشی از آب اضافی ناشی از بارندگی فراهم می آورد (۱۱).

بر اساس گزارش های سایر و هابس<sup>۱</sup> (۱۲) نتایج به دست آمده از برنامه ی توسعه ی کشت روی پشته گندم که توسط مرکز تحقیقات بین المللی ذرت و گندم (CIMMYT) اجرا شده است، نشان داد که در کشورهایی که در آنها گندم های تیپ بهاره کشت می شود، استفاده از کشت پشته ای دارای مزیت هایی از نظر عملکرد بود که این مزیت احتمالا ناشی از ورس کم تر و محیط رشد مساعدتر برای ریشه می باشد؛ با این حال چنین مزیتی برای گندم های تیپ پاییزه کم تر بود. صرفه جویی در

2- Humphreys *et al.*

3- Thompson &amp; North

1-Sayre &amp; Habbs

گندم از سوی دیگر، این تحقیق با هدف مقایسه روش کشت پشته ای با روش کشت مسطح و مطالعه عکس العمل ارقام گندم تجارتي از دو تیپ گندم نان و دوروم اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول در قالب دو آزمایش جداگانه (یک آزمایش با رقم گندم نان چمران و یک آزمایش با رقم گندم دوروم کرخه) به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار با تیمارهای: ۱- تیمارهای عرض پشته‌های کاشت شامل ۶۰، ۷۰ و ۷۵ سانتی متر که به عنوان تیمار اصلی و ۲- تیمارهای تعداد خطوط روی پشته شامل دو و سه خط کاشت (با توجه به عرض پشته‌ها فاصله‌های بین خطوط کاشت که به ترتیب عبارت بودند: از ۲۰، ۲۳، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۳۷/۵ سانتی متر) به عنوان تیمارهای فرعی در نظر گرفته شدند، اجرا گردید. تیمار شاهد شامل کشت مسطح با فاصله‌های بین خطوط کاشت ۲۰ سانتی متر بود.

عملیات زراعی شامل آبیاری قبل از کاشت، تهیه زمین با گاو آهن و دو دیسک عمود برهم، تسطیح و ایجاد جوی و پشته در آبان ماه انجام شد. مقدار بذر در واحد سطح با توجه به پتانسیل ژنتیکی پنجه زنی ارقام و توصیه های تحقیقاتی به میزان ۴۰۰ و ۵۰۰ بذر در متر مربع به ترتیب برای ارقام چمران و کرخه در نظر گرفته شد و کاشت ارقام در تیمارهای مورد بررسی در نیمه اول آذرماه انجام شد. مقادیر کود مصرفی بر اساس توصیه های کودی به مقدار ۱۳۵ کیلوگرم در هکتار نیتروژن و ۹۰ کیلوگرم اکسید فسفر و با کسر مقدار عناصر موجود براساس آزمون خاک مصرف گردید. کل کود فسفره و یک سوم کود نیتروژنه در زمان کاشت همراه با دیسک با خاک مخلوط شد. مابقی کود نیتروژنه در دو نوبت

میانگین افزایش عملکرد دانه گندم و جو کشت شده روی پشته نسبت به کشت بر روی زمین مسطح ۲۶٪ بیش تر (در محدوده ی ۴۳-۱۸٪) بود که این افزایش به طرز مشابهی در کارآیی مصرف آب نیز مشاهده شد. بازده بیش تر در کشت بر روی پشته ناشی از کاهش اثرات غرقابی عنوان گردید. در شمال چین کاربرد آب آبیاری در گندم کشت شده روی پشته به میزان متوسط ۱۷ درصد کاهش یافت؛ در حالی که عملکرد دانه به واسطه بهبود خواص فیزیکی خاک، کاهش تنش غرقابی و کاهش ظهور بیماری ها به میزان بیش از ۱۰ درصد افزایش داشت (۱۸). نتایج منفی نیز از کاربرد این سیستم کشت گزارش شده است. تنویر و همکاران<sup>۱</sup> (۱۶) گزارش دادند که عملکرد دانه در گندم کشت شده روی پشته نسبت به شیوه ی کشت روی زمین مسطح کم تر بود؛ اما کارآیی مصرف آب در روش کشت پشته ای بیش تر شد. این محققان عملکرد پایین تر دانه در گندم کشت شده روی پشته را با وزن هزار دانه ی کم تر در این سیستم کاشت در مقایسه با سیستم کشت روی زمین مسطح و استفاده از وارپته های نامناسب کاشت در این سیستم مرتبط دانستند. در یک تحقیق، کاشت دو تا چهار ردیف گندم در روی پشته، استفاده بهتر از پتانسیل تولیدی گندم را به همراه داشت؛ اما مشخص گردید که تمام انواع وارپته های گندم مناسب کشت روی پشته نبودند و در نتیجه همکاری نزدیک با متخصصان اصلاح نبات برای تشخیص انواع مناسب گندم برای این روش پیشنهاد شد (۱۳).

با توجه به مزیت های گزارش شده در خصوص کشت پشته ای گندم و نظر به ضرورت ارزیابی این روش کاشت در شرایط سیستم های زراعی موجود از یک سو و توسعه سطح زیر کشت گندم در استان خوزستان و ضرورت ارزیابی روش های نوین زراعت

میانگین این شاخص‌ها از دی ماه تا اردیبهشت ماه ۱۳۸۵ روند افزایشی نشان داد. روند میزان تبخیر و جمع ساعات آفتابی نیز از روند درجه حرارت تبعیت نمود. میزان بارندگی در آذرماه برای سبز شدن و استقرار گیاه کافی بود و حداکثر بارندگی‌ها به میزان ۱۸۸/۵ میلی متر به بهمن ماه تعلق داشت. مقدار کل بارندگی در دی ماه و بهمن ماه کافی بود؛ اما به دلیل عدم نزولات جوی مؤثر در اسفندماه ۱۳۸۴ و فروردین ماه ۱۳۸۵ سه بار آبیاری انجام شد.

#### ۱- رقم چمران :

خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به رقم چمران در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر تیمار عرض پشته، بر عملکرد دانه رقم چمران معنی دار شد. میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در واحد سطح در اثرات ساده و متقابل تیمارهای اعمال شده در جدول ۳ نشان داده شده است. میانگین عملکرد دانه در کشت مسطح برای رقم چمران ۵۸۵۲ کیلوگرم در هکتار بود که بر اساس آزمون آماری  $t$  تفاوت بین مقایسه دو به دو میانگین عملکرد دانه در روش مذکور با میانگین عملکرد دانه در کلیه اثرات ساده و متقابل تیمارهای کشت روی پشته معنی دار نبود. این نتیجه با یافته های خیر (۸) که عملکرد دانه گندم در شرایط کشت مسطح و روی پشته را بررسی نمود، مطابقت داشت. این محقق گزارش داد که در پاکستان عملکرد دانه گندم در روش کشت روی پشته با روش کشت مسطح تفاوت معنی دار نداشت. فریمن و همکاران<sup>۱</sup> (۴) گزارش دادند که در مقایسه عملکرد دانه گندم در دو روش کشت مسطح و روی پشته عملکرد دانه در کشت روی پشته به صورت معنی دار بیش تر بود. نتایج این تحقیق بایافته های این محققان در خصوص افزایش عملکرد دانه گندم در روش کشت روی پشته در مقایسه با روش مسطح مطابقت

در انتهای مراحل پنجه زنی ( $ZGS=23$ ) و اواسط رشد ساقه ( $ZGS=34$ ) به صورت سرک مصرف شد. هر کرت آزمایشی شامل دو پشته به طول ده متر بود. کنترل علف های هرز پهن برگ و باریک برگ در زمان مناسب در حدود اوائل پنجه زنی به ترتیب با استفاده از علف کش های گرانستار به میزان ۳۰ گرم در هکتار و تاپیک به میزان یک لیتر در هکتار انجام گردید. پس از آبیاری اول، آبیاری های بعدی با توجه به شرایط آب و هوایی، میزان بارندگی و براساس نیاز ظاهری گیاه در مراحل پنجه زنی، گلدهی و رشد دانه به صورت یکسان اعمال شد. سایر مراقبت های زراعی در طول فصل رشد، تا برداشت محصول به صورت یکنواخت در همه کرت های آزمایشی انجام شد. در زمان رسیدگی پس از حذف یک متر از بالا و یک متر از پایین هر کرت، عملکرد دانه برداشت و توزین شد. با توجه به عرض پشته ها و طول برداشت عملکرد دانه براساس کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. وزن هزار دانه از توزین چهار نمونه ۲۵۰ دانه ای تصادفی از محصول هر کرت تعیین شد. مقایسه میانگین ها بر اساس مدل آماری کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی انجام گردید و مقایسه میانگین هر تیمار با شاهد به روش آزمون  $t$  نشده صورت گرفت. برای تجزیه و تحلیل های آماری از نرم افزار MSTATC و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL استفاده شد.

#### نتایج و بحث

آمار بارندگی، متوسط درجه حرارت بیشینه، کمینه و میانگین درجه حرارت شبانه روزی به صورت ماهانه در طول انجام این تحقیق از کاشت تا برداشت در جدول ۱ و نمودار ۱ نشان داده شده است؛ همچنان که در جدول ۱ و نمودار ۱ ملاحظه می شود از آبان ماه ۱۳۸۴ حداکثر، حداقل و میانگین درجه حرارت تا دی ماه روند کاهشی داشت و

جدول ۱- میانگین برخی شاخص های هواشناسی محل اجرای تحقیق در سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵

ماه	میانگین دما		میانگین دما درجه سانتی گراد	بارندگی میلی متر	میزان تبخیر میلی متر	جمع ساعات آفتابی ساعت
	درجه سانتی گراد	کمینه				
آبان	۲۷/۷	۱۲/۷	۲۰/۲	۱۶/۳	۱۱۷	۲۱۰
آذر	۲۵/۸	۱۰/۴	۱۸/۱	۵۰/۵	۷۸	۱۹۴
دی	۱۶/۹	۷/۱	۱۲/۰	۶۸/۹	۳۷	۱۵۶
بهمن	۱۷/۹	۸/۹	۱۳/۴	۱۸۸/۵	۴۵	۱۲۸
اسفند	۲۴/۷	۸/۷	۱۶/۷	۲/۰	۱۰۲	۲۵۰
فروردین	۲۸/۴	۱۳/۸	۱۱/۷	۰	۱۵۳	۲۵۹
اردیبهشت	۳۷/۲	۲۰	۱۷/۱	۰	۲۵۶	۲۶۰



نمودار ۱- مقادیر بارندگی ماهانه و روند تغییرات درجه حرارت در طول فصل زراعی گندم در سال زراعی ۱۳۸۴-۸۵

جدول ۲ - خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به عملکرد دانه رقم چمران

منابع تنوع	درجه آزادی	مقادیر F	نتیجه آزمون F
تکرار	۳	۶/۰۱	*
عرض پشته ها (A)	۲	۶/۰۹	*
خطای A	۶		
تعداد خطوط روی پشته (B)	۱	۱/۳۵	ns
اثر متقابل (A×B)	۲	۲/۲۴	ns
خطای B	۹		

ns: معنی دار نیست

CV = ۶/۵٪

\*: معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪

جدول ۳- میانگین صفات مورد مطالعه در اثرات ساده و متقابل تیمارها در رقم چمران

میانگین صفات		تیمارها	
تعداد دانه در واحد سطح	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عرض پشته ها (سانتی متر)
دانه در مترمربع	گرم	کیلوگرم در هکتار	
۱۲۶۵۱ b	۴۳a	۵۴۴۰ b†	۶۰
۱۳۹۶۹ a	۴۲a	۵۸۶۷a	۷۰
۱۳۵۹۴ a	۴۲a	۵۶۸۷ a	۷۵
تعداد خطوط روی پشته			
۱۳۳۷۷ a	۴۲a	۵۵۷۸ a	۲
۱۳۲۲۹a	۴۳a	۵۷۵۲ a	۳
اثر متقابل عرض پشته و تعداد خطوط کاشت			
۱۲۲۱۴ c	۴۲a	۵۱۳۰ b	۶۰ × ۲
۱۳۰۶۸ b	۴۴a	۵۷۵۰ ab	۶۰ × ۳
۱۴۰۱۴ a	۴۲a	۵۸۸۶ a	۷۰ × ۲
۱۳۶۰۰ ab	۴۳a	۵۸۴۸ a	۷۰ × ۳
۱۳۹۴۶ a	۴۱a	۵۷۱۸ ab	۷۵ × ۲
۱۳۱۵۳ b	۴۳a	۵۶۵۶ ab	۷۵ × ۳
۱۳۳۳۲	۴۲	۵۶۶۵	میانگین

†: در هر ستون تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نیست.

در رقم چمران با افزایش عرض پشته ها از ۶۰ سانتی متر به ۷۰ سانتی متر عملکرد دانه افزایش یافت. افزایش مذکور از نظر آماری و همچنین بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار بود. اگر چه تعداد علف های هرز در واحد سطح برآورد نگردید، اما با توجه به مشاهدات مزرعه ای به نظر می رسد که به دلیل تراکم بوته نسبتا بالا در عرض پشته ۶۰ سانتی متر که امکان مدیریت بهینه مراحل را به همراه داشت، بخصوص مبارزه با علف های هرز با اشکال مواجه شد؛ همچنین رقابت برای دریافت نور، نسبتی از کل ماده خشک تثبیت شده در واحد سطح به جای انباشت در دانه، به مصرف رشد طولی ساقه ها رسید. با افزایش عرض از ۶۰ سانتی متر، به ۷۰ سانتی متر شرایط برای مدیریت زراعی به خصوص کنترل علف های هرز به شکل بهتری فراهم گردید؛ علاوه بر آن به نظر می رسد

داشت. همان گونه که توسط سایر پژوهشگران هم گزارش شده (۱۳، ۱۶ و ۱)، با توجه به امکان مدیریت مطلوب تر از یک سو و کاهش شدید عارضه خوابیدگی از سوی دیگر در کشت پشته ای، این روش کاشت برای پایداری عملکرد توصیه می شود. سایر مورنو- راموس<sup>۱</sup> (۱۳) نیز گزارش دادند که کاشت دو تا چهار ردیف گندم در روی پشته، استفاده بهتر از پتانسیل تولیدی گندم را به همراه داشت؛ اما افزایش عملکرد دانه در ژنوتیپ های مختلف یک سان نبود؛ به عبارت دیگر برخی از ژنوتیپ ها در کاشت دو خط روی پشته عکس العمل بهتری نشان دادند؛ در حالی که عملکرد دانه برخی ژنوتیپ ها در روش سه یا چهار خط کاشت روی پشته بیش تر بود.

که عملا در عملکرد دانه نقشی ایفا نکردند، نسبت به عرض پشته ۷۰ سانتی متر تولید شد. فریمن و همکاران (۴) نیز تفاوت در عکس العمل ژنوتیپ های مختلف گندم به تعداد خطوط کاشت را گزارش دادند. سایر و مورنو- راموس (۱۳) گزارش دادند که تمام انواع وارسته های گندم مناسب کشت روی پشته نمی باشند و در نتیجه این محققان همکاری نزدیک متخصصان زراعت با به نژادگران را برای تشخیص و انتخاب ژنوتیپ های مناسب گندم از نظر خصوصیات فنوتیپی مناسب برای توصیه در کشت روی پشته، پیشنهاد نمودند.

تفاوت میانگین وزن هزار دانه در هر یک از اثرات ساده تیمارها و اثرات متقابل آنها، معنی دار نبود. بالاترین وزن هزار دانه در تیمارهای مورد بررسی به تیمار عرض پشته ۶۰ سانتی متر و سه خط کاشت تعلق داشت؛ این در حالی است که کم ترین تعداد دانه در واحد سطح به همین تیمار مربوط بود. با توجه به روابط منبع و مخزن می توان نتیجه گرفت که منابع تأمین کننده وزن دانه یعنی فتوسنتز جاری بعد از گرده افشانی و توزیع مجدد مواد غیر ساختمانی انباشته شده در ساقه و برگ ها، در این تیمار در تعداد دانه کم تری توزیع شده است و در نتیجه وزن هزار دانه افزایش یافت. معنی دار نبود همبستگی عملکرد دانه با وزن هزار دانه ( $r = 0.08$ ) از یک سو و عدم تبعیت عملکرد دانه از وزن هزار دانه و اثر آشکار تعداد دانه در واحد سطح در تجزیه رگرسیون چند گانه گام به گام (جدول ۴) از سوی دیگر نشان داد که تعداد دانه در واحد سطح در مقایسه با وزن هزار دانه تاثیر چشم گیرتری بر عملکرد داشت؛ بنابراین مدیریت های زراعی برای تولید گندم از جمله تعیین عرض پشته ها و تعداد خطوط کاشت روی پشته باید بر اصل افزایش تعداد دانه در واحد سطح، از طریق افزایش تعداد سنبله بارور در واحد سطح و افزایش تعداد دانه در سنبله استوار گردد. نتایج این تحقیق در خصوص اثر چشم

که به دلیل کاهش رقابت بین بوته ها روی خطوط کاشت از یک سو و کاهش رقابت بین خطوط کاشت روی پشته ها از سوی دیگر، بخش بیش تری از ماده خشک تثبیت شده در فرآیند فتوسنتز به مصرف انباشت در دانه ها رسید. افزایش عملکرد دانه در عرض پشته ۷۵ سانتی متر نسبت به عرض پشته ۶۰ سانتی متر فرضیه های فوق الذکر را تأیید می کند. با توجه به فاصله زیاد بین خطوط کاشت در عرض پشته ۷۵ سانتی متر نسبت به عرض ۷۰ سانتی متر، علت کاهش عملکرد را می توان به عدم بهره وری کامل از عوامل مؤثر بر عملکرد از جمله نور و مواد غذایی نسبت داد. تاثیر هر یک از این عوامل بر عملکرد به تحقیقات بیش تر نیاز دارد. در تیمار عرض پشته ۷۵ سانتی متر با وجود پتانسیل ژنتیکی رقم چمران برای پنجه زنی، بخشی از فضای بین پشته ها هدر رفت. بالاترین میانگین عملکرد دانه از ترکیب تیماری عرض پشته ۷۰ سانتی متر و دو خط کاشت به میزان ۵۸۸۶ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که با تیمار عرض پشته ۷۰ سانتی متر و سه خط کاشت با عملکرد ۵۸۴۸ کیلوگرم در هکتار در یک کلاس آماری قرار داشتند. فریمن و همکاران (۴) گزارش دادند که در مقایسه با دو خط کاشت عملکرد دانه در سه خط کاشت روی پشته بیش تر بود. برای رقم چمران بهینه کردن عرض پشته جهت امکان مدیریت مطلوب مراحل مختلف رشد از یک سو و بهره وری بالاتر از عوامل مؤثر بر تولید از سوی دیگر، از اهمیت بسزایی برخوردار است. اگر چه پتانسیل ژنتیکی این رقم از نظر پنجه زنی بالا است؛ اما در مشاهدات مزرعه ای در پشته های ۷۵ سانتی متر، عرض بین پشته ها و نه روی پشته ها به وسیله پنجه های اضافی پوشیده نشد و بخشی از فضای بین پشته ها، بدون استفاده ماند؛ در حالی که در عرض پشته کم (۶۰ سانتی متر)، در اثر رقابت شدید بین خطوط و روی خطوط کاشت، تعداد بیش تری پنجه نابارور

گیر تعداد دانه در واحد سطح در عملکرد دانه در مقایسه با وزن هزار دانه با یافته های امام از یک سو (۱) و نادری و همکاران (۳) از سوی دیگر مطابقت داشت، این محققان نیز مهم ترین جزء موثر بر عملکرد دانه گندم را تعداد دانه در واحد سطح معرفی کردند. بالاترین تعداد دانه در واحد سطح در تیمار عرض پشته، به عرض پشته ۷۰ سانتی متر تعلق داشت، بالاتر بودن تعداد دانه در واحد سطح در این تیمار با بالاتر بودن عملکرد دانه در این تیمار منطبق بود. این نتیجه با مقایسه تعداد دانه در واحد سطح در تیمار تعداد خطوط کاشت روی هر پشته نیز تأیید گردید. در اثر متقابل تیمارها، بالاترین تعداد دانه در واحد سطح به تیمار عرض پشته ۷۰ سانتی متر با دو خط کاشت تعلق داشت (جدول ۳). این تیمار از نظر عملکرد دانه نیز بالاترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. در گندم تعداد دانه در سنبله عمدتاً به وسیله خصوصیات ژنتیکی کنترل می شود و میزان تاثیر این صفت نسبت به شرایط محیطی از مولفه تعداد سنبله در واحد سطح کم تر می باشد؛ در حالی که صفت تعداد سنبله در واحد سطح اگر چه تحت

کنترل خصوصیات ژنتیکی است؛ اما به شدت تحت تاثیر مدیریت های زراعی از جمله تراکم بوته در واحد سطح می باشد (۱۴)؛ در نتیجه باهدف کاهش رقابت در داخل جامعه گیاه زراعی و استفاده حداکثر از عوامل موثر بر تولید از جمله نور و مواد غذایی با تنظیم تراکم بوته از طریق فاصله بین پشته و فاصله بین خطوط کاشت، امکان افزایش عملکرد دانه در گندم میسر می گردد. تحقیق در مورد مزیت روش کشت پشته ای گندم در شرایط آب و هوایی خوزستان و به ویژه با توجه به خصوصیات خاک های این استان توصیه می شود. از نظر مقایسه با سال های گذشته، سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴، میزان وزش باد در دوره پرشدن دانه نسبت به سال های گذشته کم تر بود؛ در نتیجه به نظر می رسد که در صورت وزش باد شدید در دوره مذکور و تشدید خوابیدگی، عملکرد در شرایط کشت مسطح از میزان برآورده شده در این تحقیق کم تر باشد. نتایج این تحقیق با گزارش های محققان (۷) مطابقت داشت.

جدول ۴ - نتایج تجزیه رگرسیون ساده و گام به گام برای تعیین سهم هر یک از صفات مورد بررسی در

تغییرات عملکرد دانه رقم چمران

مدل های رگرسیون ساده	R <sup>2</sup> اصلاح شده	آزمون F برای مدل	آزمون t		
			ضریب ثابت	ضریب X <sub>۱</sub>	ضریب X <sub>۲</sub>
$Y^* = 1164 + 0.3(X_2)$	۷۳	**	*	**	**
$Y = 4681 + 33(X_1)$	۱۰	ns	ns	ns	ns
مدل های رگرسیون گام به گام	R <sup>2</sup> اصلاح شده	آزمون F برای مدل	آزمون t		
$Y = -60.49 + 0.4(X_2) + 143(X_1)$	۷۳+۱۰	**	ضریب ثابت	ضریب X <sub>۲</sub>	ضریب X <sub>۱</sub>
			**	**	**

+ : Y, X<sub>۱</sub> و X<sub>۲</sub> به ترتیب عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در واحد سطح می باشد  
\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪  
NS: معنی دار نیست



## ۲- رقم کرخه

خلاصه نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد دانه رقم کرخه در جدول ۵ نشان داده شده است. بجز اثر تعداد خطوط کاشت روی پشته ها، اثر عرض پشته و اثر متقابل این تیمار با تعداد خطوط روی پشته بر عملکرد دانه رقم کرخه معنی دار نبود. میانگین عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در واحد سطح در اثرات ساده و متقابل تیمارهای اعمال شده در جدول ۶ نشان داده شده است. در تیمارهای عرض پشته، بالاترین میانگین عملکرد دانه رقم کرخه به میزان ۶۵۱۶ کیلوگرم در هکتار به عرض پشته ۶۰ سانتی متر تعلق داشت که از نظر آماری با دو عرض پشته دیگر در یک کلاس آماری قرار داشتند. رقم کرخه از نظر ژنتیکی، از پتانسیل کم تری به لحاظ پنجه زنی نسبت به رقم چمران برخوردار است و در نتیجه برای رقم چمران با افزایش عرض پشته، عملکرد بشکل غیر معنی دار کاهش یافت (جدول ۳)؛ زیرا با افزایش عرض پشته ها، رقم چمران، تعداد پنجه بیش تری تولید کرد؛ اما برای رقم کرخه با افزایش عرض پشته ها

به دلیل محدودیت پنجه زنی، سطح بین پشته ها با پنجه های تولید شده توسط این رقم پوشانده نشد و بخشی از انرژی نوری که در سطح مزرعه و طی فرآیند فتوسنتز باید به صورت ماده خشک تثبیت می شد، به هدر رفت؛ بنابراین با توجه به نتایج این پژوهش و به عنوان یک توصیه اولیه، برای ارقام و لاین هایی که پتانسیل پنجه زنی بالایی ندارند، عرض پشته ۶۰ سانتی متر پیشنهاد می شود. ارزیابی سایر ژنوتیپ های گندم و دست یابی به یک توصیه نهایی، به تحقیق بیش تر نیاز دارد.

بالاترین عملکرد دانه در تیمار اثر متقابل تیمارها به ترکیب تیماری عرض پشته ۶۰ سانتی متر و دو خط کاشت به میزان ۶۶۹۶ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت که با تیمار عرض پشته ۷۰ سانتی متر و دو خط کاشت با عملکرد ۶۶۱۹ کیلوگرم در هکتار در یک کلاس آماری قرار گرفتند، کم ترین عملکرد دانه به ترکیب تیماری عرض پشته ۷۵ سانتی متر و سه خط کاشت تعلق داشت، عملکرد دانه در این تیمار ۵۵۷۳ کیلوگرم در هکتار برآورد شد (جدول ۶).

جدول ۵- خلاصه نتایج تجزیه واریانس داده های مربوط به عملکرد دانه رقم کرخه

منابع تنوع	درجه آزادی	مقادیر F	نتیجه آزمون F
تکرار	۳	۱/۴۷	ns
عرض پشته ها (A)	۲	۲/۵۸	ns
خطای A	۶		
تعداد خطوط روی پشته (B)	۱	۱۰/۳۶	**
اثر متقابل (A×B)	۲	۰/۷۸	ns
خطای B	۹		

CV = ۶/۷٪

\*\* معنی دار در سطح احتمالی خطای ۱٪.

ns: معنی دار نیست.

جدول ۶- میانگین صفات مورد مطالعه در اثرات ساده و متقابل تیمارها در رقم کرخه

میانگین صفات			تیمارها
تعداد دانه در واحد سطح	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عرض پشته ها (سانتی متر)
دانه در مترمربع	گرم	کیلوگرم در هکتار	
۱۴۳۰۰ b <sup>†</sup>	۴۵b	۶۵۱۶a <sup>†</sup>	۶۰
۱۲۲۶۹ c	۴۸a	۶۱۸۸a	۷۰
۱۵۵۱۱ a	۴۲c	۵۷۸۱a	۷۵
			تعداد خطوط روی پشته
۱۳۷۵۱ b	۴۵a	۶۴۳۵a	۲
۱۲۸۴۷a	۴۵a	۵۸۸۹b	۳
			اثر متقابل عرض پشته و تعداد خطوط کاشت
۱۴۲۴۹ b	۴۷b	۶۶۹۶a	۶۰ × ۲
۱۵۰۸۶ a	۴۲c	۶۳۳۶ab	۶۰ × ۳
۱۴۳۸۹ ab	۴۶b	۶۶۱۹a	۷۰ × ۲
۱۱۵۱۶ d	۵۰a	۵۷۵۸bc	۷۰ × ۳
۱۴۲۵۹ b	۴۲c	۵۹۸۹ abc	۷۵ × ۲
۱۳۲۶۹ c	۴۳c	۵۵۷۳ c	۷۵ × ۳
۱۳۶۹۱ bc	۴۵	۶۱۶۲	میانگین

†: در هر ستون تفاوت دو میانگین که دارای حروف مشترک هستند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن معنی دار نیست.

عملکرد دانه در کلیه اثرات ساده و متقابل تیمارهای کشت روی پشته معنی دار نبود. نتایج متفاوت در ارزیابی اثر روش های مختلف کشت و تعداد خطوط کشت علاوه بر تفاوت های ژنتیکی، به شرایط محیطی، سطح دانش کشاورزی و فراهم بودن امکانات برای توسعه روش های جدید بستگی دارد. برخی نتایج ضد و نقیض این تحقیق احتمالاً همچنان که فریمن و همکاران (۴) بیان داشتند به تفاوت عکس العمل ژنوتیپ های گندم مرتبط باشد و به همین علت توصیه می شود این تحقیق برای سال های بعد نیز تکرار شود؛ اما بهر حال به عنوان یک توصیه مقدماتی، برای رقم کرخه و ارقامی با پتانسیل محدود از نظر ظرفیت پنجه زنی، ترکیب عرض پشته ۶۰ سانتی متر و دو خط کاشت توصیه می شود. فریمن و همکاران (۴) در تحلیل نتایج

با توجه به پتانسیل ژنتیکی رقم کرخه از نظر ظرفیت پنجه زنی از یک سو و عدم تفاوت معنی دار در اثر تیمار عرض پشته ها از سوی دیگر، انتظار می رفت پس از افزایش عملکرد دانه در ترکیب تیمار عرض پشته ۶۰ سانتی متر و دو خط کاشت، بالاترین عملکرد به ترکیب تیماری عرض پشته ۷۰ سانتی متر و سه خط کاشت تعلق گیرد؛ در حالی که در این تیمار با وجود تفاوت در کلاس بندی، عملکرد نسبت به بالاترین تیمار در حدود یک تن کم تر بود (جدول ۶)، عدم معنی دار شدن این تفاوت به درجه آزادی نسبتاً کم خطای آزمایشی مربوط است. در کشت مسطح میانگین عملکرد دانه برای رقم کرخه ۶۱۱۸ کیلوگرم در هکتار بود که بر اساس آزمون آماری t تفاوت بین مقایسه دو به دو میانگین عملکرد دانه در روش مذکور با میانگین

توسعه‌ی تکنولوژی های کشاورزی حفاظتی به نحو چشمگیری در بسیاری از کشورها افزایش یافته است. سیستم کشت روی پشته موجب سهولت مدیریت مزرعه می گردد و می توان از آن برای بهبود تاثیر بسیاری از عملیات مزرعه ای شامل امکان جای گذاری موثرتر کودها به خصوص کود های نیتروژنه و امکان مدیریت بهتر زمان مصرف کودها به صورت سرک و کاربرد آسان تر علفکش ها، بهره برد. یکی از چالش های مهم تولید گندم در خوزستان و بخصوص در کشت های زود هنگام در جنوب و کشت های دیر هنگام در اراضی حاصل خیز شمال استان، پدیده ورس ناشی از وزش بادهای موسمی در دوره پر شدن دانه است. از جمله عواملی که باعث نتیجه گیری قطعی برای اثر تیمارهای مورد مطالعه در عملکرد گندم رقم کرخه و همچنین رقم چمران نگردید، باید به کاهش شدید وزش بادهای موسمی در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ نسبت به سال های گذشته اشاره نمود. وزش این بادهای در سال های مختلف صدمات جبران ناپذیری

حاصل از پژوهش های خود گزارش دادند که روش کشت و تعداد خطوط کاشت با خصوصیات فنوتیپی ارقام گندم اثر متقابل دارد؛ به عبارت دیگر برای یک توصیه نهائی روش کاشت باید ژنوتیپ های گندم را از نظر خصوصیات فنوتیپی دسته بندی کرد و سپس در هر گروه روش کشت و تعداد خطوط کاشت را بهینه سازی نمود.

نتایج تجزیه رگرسیون ساده و گام به گام برای رقم کرخه نشان داد که جزء تعداد دانه در واحد سطح در مقایسه با وزن هزار دانه از تاثیر بیش تری عملکرد دانه برخوردار بود (جدول ۷). تجزیه رگرسیون ساده و گام به گام بر اساس کلیه داده های هر دو رقم نیز نتایج حاصل از ارزیابی اثر صفات در هر یک از ارقام را مبنی بر اثر بیش تر تعداد دانه در واحد سطح نسبت به وزن هزار دانه بر عملکرد دانه را تأیید نمود (جدول ۸). نتایج این تحقیق با یافته های نادری و همکاران (۳) در خصوص این که تعداد دانه در واحد سطح مهم ترین جزء تاثیرگذار در تغییرات عملکرد دانه گندم می باشد، مطابقت داشت.

جدول ۷- نتایج تجزیه رگرسیون ساده و گام به گام برای تعیین سهم هر یک از صفات مورد بررسی در تغییرات عملکرد دانه رقم کرخه

مدل های رگرسیون ساده	درصد ضریب تشخیص اصلاح شده $R^2$	آزمون F برای مدل	آزمون t		
			ضریب ثابت	ضریب $X_1$	ضریب $X_2$
$Y^* = 6530 - 8/2 (X_1)$	۱۱	ns	ns	ns	ns
$Y = 3417 + 0/2 (X_2)$	۳۱	*	*	*	*
مدل های رگرسیون گام به گام	درصد ضریب تشخیص اصلاح شده $R^2$	آزمون F برای مدل	ضریب ثابت	ضریب $X_2$	ضریب $X_1$
$Y = -8730 + 0/5(X_2) + 172(X_1)$	۳۱+۱۴	**	**	**	**

$Y, X_1, X_2$  به ترتیب عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در واحد سطح می باشند

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪ ns: معنی دار نیست.

جدول ۸- نتایج تجزیه رگرسیون ساده و گام به گام برای تعیین سهم هر یک از صفات مورد بررسی در تغییرات عملکرد دانه ارقام

مدل های رگرسیون ساده	درصد ضریب تشخیص اصلاح شده $R^2$	آزمون F برای مدل	آزمون t		
			ضریب ثابت	ضریب $X_1$	ضریب $X_2$
$Y^+ = 3535 + 54(X_1)$	۵	ns	*	ns	ns
$Y = 2096 + 0/3(X_2)$	۴۲	**	ns	**	**
مدل های رگرسیون گام به گام	درصد ضریب تشخیص اصلاح شده $R^2$	آزمون F برای مدل	آزمون t		
			ضریب ثابت	ضریب $X_2$	ضریب $X_1$
$Y = -5825 + 0/43(X_2) + 134(X_1)$	۴۲+۸	**	**	**	**

+:  $Y$ ،  $X_1$  و  $X_2$  به ترتیب عملکرد دانه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در واحد سطح می باشند  
\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪  
ns: معنی دار نیست

توجه به نتایج این تحقیق و براساس مشاهدات مزرعه‌ای، کشت پشته‌ای گندم برای اعمال مدیریت‌های زراعی از جمله مبارزه با علف‌های هرز و امکان آبیاری مطلوب تر توصیه می‌شود. بدیهی است ارزیابی اثر این روش برای کاهش خسارت ناشی از ورس به پژوهش‌های بیشتر نیاز دارد.

بر عملکرد وارد ساخته است. به نظر می‌رسد یکی از روش‌های کاهش اثرات ناشی از ورس بر عملکرد گندم، توسعه روش کشت پشته‌ای است؛ برای ارزیابی دقیق پیشنهاد می‌شود این تحقیق با ژنوتیپ‌های متنوع از نظر خصوصیات مرفولوژیکی بخصوص پتانسیل پنجه زنی، ارتفاع ساقه و مقاومت به خوابیدگی در نقاط مختلف استان تکرار شود. با

### منابع

۱. امام، ی. ۱۳۸۶. زراعت غلات. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه شیراز، ۱۹۰ ص.
۲. بی‌نام. ۱۳۸۸. آمار نامه سازمان جهاد کشاورزی خوزستان، ۱۵۲ ص.
۳. نادری، ا.، مجیدی هروان، ا.، هاشمی دزفولی، ا.، نورمحمدی، ق. و رضائی، ع. ۱۳۷۹. تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گندم بهاره از نظر انباشت ماده خشک و نیتروژن در دانه در شرایط مطلوب و تنش خشکی بعد از گرده افشانی. I: عملکرد دانه و صفات وابسته به آن. مجله علوم زراعی ایران، جلد دوم شماره ۲، صص ۵۸-۶۶.
4. Freeman, K.W., Girma, K., Teal, R.K., Arnall, D.B., Klatt, A., and Raun, W.R., 2007. Winter wheat grain yield and grain nitrogen as influenced by bed and conventional planting system. *Journal of Plant Nutrition*, 30(4): 611-622.
5. Hobbs, P.R., and Gupta, P.K. 2003. Rice-wheat cropping systems in the Indo-Gangetic Plains: issues of water productivity in relation to new resource-conserving technologies. In 'Water Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for

- Improvement' (Eds Kijne JW, Barker R and Molden D): (CABI, Wallingford, UK). pp: 239-253.
6. Hossain, M.I., Talukder, A., Sufian, M.A., Hossain, A.B.S., and Meisner, C.A. 2001. Performance of bed planting and nitrogen fertilizer under rice-wheat-mungbean cropping systems in Bangladesh. Available at [www.cimmyt.org/bangladesh/](http://www.cimmyt.org/bangladesh/)
  7. Humphreys, E., Thaman, S., Prashar, A., Gajri, A., Dhillon, P.R., Yadvinder-Singh S.S., Nayyar, A., Timsina J., and Singh, B. 2004. Productivity, water use efficiency and hydrology of wheat on beds and flats in Punjab, India. CSIRO Land and Water Technical Report 03/04. (CSIRO Land and Water, Griffith, Australia).
  8. Khair, M. 2003. Irrigation and N levels for wheat varieties under bed planting system. Ph.D Thesis. NWFP Agriculture, University, Pishawar, p 234.
  9. Khan S., Robinson, D., Beddek, R., Wang, B., Dharma, D., Rana, T., and Xevi, E. 2003. Seasonal climate forecasts for risk based irrigation area and environmental management. Final Report Project CLW61 (Land and Water, Canberra, Australia).
  10. Meisner C.A., E. Acevedo, D. Flores, K. Sayre, I. Ortiz-Monasterio and D. Byerlee. 1992. Wheat production and grower practices in the Yaqui Valley. Sonora. Final Report, p 75.
  11. Qureshi R.H., and Lennard, E.G.B. 1998. Saline agriculture for irrigated lands in Pakistan. A handbook. Australian Center for International Agricultural research Canberra. Australia. ACIR Monograph, No: 50.
  12. Sayre, K.D., and Hobbs, P. 2003. The Raised-bed system of cultivation for irrigated production conditions. CIMMYT publications. <http://WWW.CSS.comen.edu/faculty/hobbs/papper>.
  13. Sayre, K.D., and Moreno Ramos, O.H. 1997. Applications of raised-bed planting systems to wheat. Wheat Special Report 31. Mexico. DF. CIMMYT.
  14. Senor, O., Arslan, M., Soysal, Y., and Erayman, M. 2009. Estimates of relative yield potential and genetic improvement of wheat in the Mediterranean region. Journal of Agriculture Since, 147(3): 323-332.
  15. Talukder, A., Sufian, M.A., Meisner, C.A., Duxbury, J.M., Lauren, J.G., and Hossain, A.B.S. 2002. Enhancing food security in warmer areas through permanent raised-bed in wheat: save water and reduce global warming. Poster paper at 2nd International Group Meeting on 'Wheat Technologies for Warmer Areas', Agharkar Research Institute, Pune, India, 23-26 September 2002. Available at [www.cimmyt.org/bangladesh/](http://www.cimmyt.org/bangladesh/)
  16. Tanveer, S.K., Hussain, I., Sohail, M., Kissana, N.S., and Abbas, S.G. 2003. Effects of different planting methods on yield and yield components of wheat. Asian J. of Plant Science, 2(10): 811-813.
  17. Thompson J.A., and North, S. 1994. Raised beds reduce winter water logging. Farmers' Newsletter Large Area, 143: 38.

18. Wang H., Bouman, B.A.M., Zhao, D., Wang Changgui, C., and Moya, P.F. 2002. Aerobic rice in northern China: opportunities and challenges. In 'Water-wise rice production' (Eds: B.A.M.Bouman, H.Hengsdijk, B.Hardy, B. Bindraban, T P. Toung , and J.K.Ladha. Proceedings of the international workshop on water-wise rice production, 8-11 April 2002, Los Ba. (Philippines).os, Philippines (IRRI, LosBaos, Philippines), pp: 143-154.