اثرات آرایش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج در اصفهان

محمد رجب زاده و آقا فخر میرلوحی*

چکیده

جهت تعیین تراکم مطلوب برنج آزمایشی در سال ۱۳۷۴ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار به مرحله اجرا در آمد. رقم "زاینده‌رود" در فواصل ردیف ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتیمتر و فواصل کپه در روی ردیف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر، به صورت نشاکاری، با ۳ نشا در هر کپه کشت گردید. میانگین ارتفاع بوته‌ها، تنها در مراحل خوشه دهی و گرده‌افشانی به طور معنی‌داری تحت تأثیر فاصله ردیف قرار گرفت و در هر دو مرحله، بیشترین ارتفاع در فاصله ردیفهای کمتر دیده شد. افزایش فاصله ردیف کاشت موجب تأخیر و طولانی‌تر شدن دوره خوشه‌دهی و گرده افشانی گردید که این امر نیز موجب برخورد دوره پر شدن دانه‌ها با شرایط جوی نامساعد آخر فصل رشد گردید. افزایش فاصله ردیف، اگر چه باعث افزایش معنی‌داری در قدرت پنجه‌زنی شد، اما تعداد پنجه در واحد سطح را به طور معنی‌داری کاهش داد. کاهش فاصله ردیف باعث محدودیت رشد رویشی پس از مرحله گرده‌افشانی شد و در نتیجه سرعت رشد خوشه و نسبت وزن خشک خوشه به وزن خشک کل اندام هوایی افزایش معنی‌داری یافت. با کاهش فاصله ردیف، بدون تغییر در وزن هزار دانه و درصد دانه‌های کامل در هر خوشه، تعداد خوشه در واحد سطح به طور معنی‌دار افزایش و در مقابل، تعداد دانه در هر خوشه کاهش یافت. در فاصله ردیفهای بیشتر، اگر چه عملکرد در واحد گیاه بالاتر بود و شاخص برداشت افزایش یافت، اما به دلیل کافی نبودن تعداد بوته در واحد سطح، محصول کمتری تولید شد. اثر فاصله کپه بر روی اکثر صفات مورد بررسی از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. نتایج استفاده از روش رگرسیون مرحله‌ای و بررسی ضرایب مسیر نشان داد که تعداد خوشه در واحد سطح، نقش اول را در تعیین عملکرد ایفا می‌کند. حداکثر عملکرد با آرایش کاشت ۱۵ × ۱۵ سانتیمتر به دست آمد، که به نظر می‌رسد می‌تواند در مناطق برنجکاری استان اصفهان توصیه گردد.

واژه‌های کلیدی – *آرایش کاشت، تراکم بوته، فاصله ردیف، فاصله کپه*

مقدمه

افزایش جمعیت خصوصاً در کشورهای آسیایی، افزایش تولید و درآمد، آسانی پخت و سالم بودن برنج به عنوان یک غذا، باعث افزایش مصرف سرانه این محصول در بیشتر کشورها گردیده است (۱۸و۵). با روند فعلی افزایش جمعیت و مصرف برنج، تا سال ۲۰۲۰ تولید برنج باید حداقل ۶۰ درصد افزایش یابد تا بتواند پاسخگوی نیاز بیش از ۴ میلیارد نفر باشد (۱۸). چنین افزایشی مستلزم توسعهٔ برنامه‌های اصلاحی و اعمال مدیریتهای زراعی صحیح است. یکی از روشهای افزایش عملکرد از طریق مدیریتهای زراعی، دستیابی به تراکمی از بوته در واحد سطح است که در نتیجهٔ آن تمامی عوامل محیطی مورد

* به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

استفادهٔ کامل قرار گرفته، در عین حال رقابتهای درون و برون بوته‌ای در حداقل باشد و از طرف دیگر چنین تراکمی بتواند فضای کافی برای انجام عملیات زراعی و دسترسی به یک کیفیت بالا را تأمین نماید (۳). در مورد برنج نیز، همچون سایر محصولات زراعی، تعیین تراکم مطلوب به عنوان یک عامل محدود کننده عملکرد همیشه مدنظر محققین و تولید کنندگان برنج بوده است. اثرات فاصلهٔ نشا و آرایش کاشت بر عملکرد، بیشتر درکشورهای برنج خیز آسیایی و تأثیر تراکم بوته در روش کشت مستقیم و غیر غرقابی، غالباً درکشورهای برنجکار غیرآسیایی مورد بررسی و کاوش قرارگرفته است. به علت تنوع در روشهای خزانه‌گیری و کشت، نتایج بسیار متنوع و چه بسا متناقضی توسط محققین ارائه شده است. با این وجود بیشتر نتایج حاکی از آن است که معمولاً بین تراکم نهایی بوته و عملکرد رابطهٔ ضعیفی دیده می‌شود (۲۵)، که علت اصلی آن خاصیت جبرانی اجزای عملکرد است (۱۳). اجزای عملکرد شدیداً تحت تأثیر تراکم و آرایش کاشت قرار گرفته (۶)، با یکدیگر ارتباط متقابل دارند، به طوری که تغییر هر یک موجب تغییر اجزای دیگر می‌گردد. در نتیجهٔ چنین تعادلی است که معمولاً در طیف وسیعی از تراکمها، تغییرات چندانی در عملکرد دیده نمی‌شود(۲۱). نتایج آزمایشهای عابدی (۸)، محمدی (۹) و حسینی (۲) نیز مؤید همین مطلب است. خاصیت جبرانی و موازنهٔ اجزای عملکرد در تمام روشهای کشت و تولید برنج صادق است (۱۷) . با این حال در خصوص ارتباط عملکرد برنج با تراکم، چنین بر می‌آید که چنانچه پتانسیل تولیدی محیط به علت کمبود آب ، شیوع بیماریها، ابری بودن آسمان و یا سایر عوامل محیطی در حد پایینی باشد و یا تراکمهای بالا موجب رقابت شدید بین بوته‌ها، خوابیدگی و ایجاد تنشهایی مثل کمبود نیتروژن گردد، منحنی سهمی شکلی رابطهٔ بین عملکرد و تراکم را توجیه می‌کند (۱۵، ۱۳ و ۱۰). در شرایطی که پتانسیل تولید محیط مناسب و تنشهای محیطی وجود نداشته باشد یک منحنی مجانب توجیه گر رابطهٔ عملکرد با تراکم است (۲۵و۱۷).

تنظیم تراکم برنج در روش نشاکاری، با تغییر فواصل نشا و همچنین تغییر تعداد نشا در هر کپه صورت می‌گیرد. در فواصل زیاد، به علت فقدان تعداد گیاه کافی در واحد سطح زمین، حصول حداکثر عملکرد امکان پذیر نمی‌باشد. فاگاد و داتا (۱۵) نشان دادند که با فواصل بیش از ۲۰×۲۰ سانتیمتر، در هیچ شرایطی نمی‌توان شاخص سطح برگ کافی را جهت حصول حداکثر عملکرد به دست آورد. همچنین گزارش شده است که فواصل نزدیک، امکان دستیابی به شاخص سطح برگ مورد نیاز را در زمان کوتاه‌تری امکان پذیر می‌سازد (۲۰). در همین زمینه باقری (۱) و شرفی و کاوسی (۷) نیز ضمن بررسی تراکمهای مختلف نشان دادند که دستیابی به عملکردهای مطلوب تنها در نتیجه اعمال تراکمهای کمتر از ۲۰×۲۰ سانتیمتر امکان پذیر است.

چنانچه کاهش فواصل در دو جهت، بین ردیف و بین بوته‌ها در یک ردیف، صورت پذیرد و به کشت مربعی نزدیک شود، موجب توزیع یکنواخت‌تر و بهره برداری بیشتر از امکانات محیطی می‌گردد. در چنین شرایطی اگر چه عملکرد تک بوته کاهش می‌یابد ولی در مجموع باعث افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود (۲۰ و ۱۴). از طرف دیگر، فواصل خیلی نزدیک و کمتر از حد لزوم موجب افزایش هزینه نشاکاری و احتمال خوابیدگی خواهد شد (۲۱). افزایش هزینه نشاکاری و سود اقتصادی ناشی از افزایش تراکم، دو عامل مؤثر در تولید برنج به روش کشت نشاکاری بوده و در واقع نقطهٔ بازده نزولی منحنی تراکم - عملکرد تعیین کنندهٔ تراکم مطلوب اقتصادی خواهد بود. پروایز و همکاران (۲۶)، با استفاده از آمار چندساله در پاکستان، نشان دادند که کاهش فواصل کاشت از ۳۰×۳۰ به ۲۰×۲۰ سانتیمتر، اگر چه موجب دو برابر شدن هزینه تولید می‌شود و لیکن افزایش عملکرد آن را جبران نموده و باعث افزایش بازده اقتصادی می‌گردد.

هدف از انجام این آزمایش بررسی اثرات تراکم بوته و آرایش کاشت بر رشد و عملکرد برنج، تحت شرایط غرقابی و تعیین فاصله و آرایش کاشت مناسب جهت

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

دستیابی به عملکرد مطلوب در اصفهان بود.

مواد و روشها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۷۴ در مزرعه تحقیقاتی دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، واقع در لورک شهرستان نجف آباد، با میانگین دراز مدت بارندگی ۱۴۰ میلیمتر و درجه حرارت سالیانه ۱۴/۵ درجه سانتیگراد انجام شد. بافت خاک مزرعه، لومی رسی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و تا عمق ۳۰ سانتیمتری دارای اسیدیته ۷/۸، هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع ۱/۶ دسی‌زیمنس برمتر، ۳۲/۸ قسمت در میلیون فسفر و ۰/۱۲ ٪ ازت بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل، در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در چهار تکرار به مرحلهٔ اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی شامل سه فاصله ردیف ۱۵، ۲۵ و ۳۵ سانتیمتر و سه فاصله کپه در ردیف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر بود. کاشت به صورت نشاکاری، با ۳ نشا در هر کپه و در حالت غرقابی انجام شد. جهت ایجاد شرایط یکنواخت و حذف تأثیر حاشیه‌ای، در فواصل ردیف ۱۵ ، ۲۵ و ۳۵ سانتیمتر به ترتیب ۱۵، ۹ و ۷ خط کاشت به طول ۱۰ متر در نظر گرفته شد. بین هر دو تیمار ۵۰ سانتیمتر فضای نکاشت منظور گردید. در هر تیمار بسته با فاصله ردیف، ۲ تا ۳ خط کاشت به عنوان خطوط نمونه برداری طی فصل و ۱۰ متر مربع جهت برداشت نهایی با رعایت حاشیه مشخص گردید. رقم "زاینده رود"، معرفی شده به وسیله مرکز تحقیقات استان اصفهان، در هفته سوم اردیبهشت ماه خزانه‌گیری و نشاها در هفته آخر خرداد در مرحله ۳ تا ۴ برگی به زمین اصلی منتقل شد. خزانه‌گیری و تهیه زمین اصلی، مطابق روش معمول برنجکاران اصفهان انجام گردید. کوددهی، ۴ هفته پس از نشاکاری، به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره و به طور دستپاش صورت گرفت. به منظور کنترل شیمیایی علفهای هرز، علفکش انتخابی برنج، ساترن [1] به میزان ۱۰ لیتر در هکتار و در زمان ۲ تا ۳ برگچه‌ای بودن علفهای هرز مورد استفاده قرار گرفت. نمونه برداریها از اول مردادماه، همزمان، با شروع رشد پس از نشاکاری، از خطوط مشخص شده و در هر بار از مساحتی معادل ۰/۳ مترمربع، با رعایت حاشیه بین نمونه برداریها انجام گرفت. صفات مورد بررسی و اندازه‌گیری عبارت بود از: تعداد روز از نشاکاری تا ۵۰٪ خوشه‌دهی، گرده افشانی و رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع، اجزای عملکرد (تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه، درصد دانه کامل در هر خوشه و وزن هزار دانه، وزن خشک خوشه و عملکرد بیولوژیک در واحد سطح، نسبت وزن خشک خوشه به عملکرد بیولوژیک، متوسط سرعت رشد خوشه، شاخص برداشت و عملکرد دانه). همچنین ضرایب مسیر مطابق روش ولک و همکاران (۲۸) تعیین شد. لازم به تذکر است که اجرای آزمایش، انتخاب صفات مورد بررسی و روش اندازه‌گیری آنها تا حدامکان مطابق با پیشنهادها و اصول ارائه شده توسط IRRI (۲۳و۱۹) انجام گردید.

نتایج و بحث

گیاهان در فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر، در مراحل شروع خوشه دهی و گرده افشانی سریعتر از سایر تیمارها به حداکثر ارتفاع خود رسیدند، که به نظر می‌رسد ناشی از رقابت بیشتر بوته‌ها برای نور باشد. از آن به بعدنیز افزایش ارتفاع در آنها بسیار ناچیز بود. در حالی که در فاصله ردیف ۳۵ سانتیمتر، گیاهان نسبت به سایر تیمارها با تأخیر بیشتری به حداکثر ارتفاع خود رسیده و پس از مرحلهٔ خوشه دهی نیز به علت دسترسی بیشتر به امکانات محیطی افزایش ارتفاع قابل ملاحظه‌ای داشتند. لذا عقب ماندگی خود را جبران نموده، نهایتاً در زمان برداشت ارتفاعی مشابه با سایر تیمارها داشتند(جدول ۱). این نتایج با مطالعات ساین (۲۷)، که بین ارتفاع نهایی بوته‌ها در فاصله ردیفهای ۵ تا ۱۵ سانتیمتر تفاوت معنی‌داری مشاهده نکرد، مطابقت دارد.

همراه با افزایش فاصله ردیف از ۱۵ به ۳۵ سانتیمتر و کاهش تراکم، روز تا خوشه دهی افزایش و درصد رسیدگی خوشه‌ها در

۱ـ[S-(4-chlorobenzyl) -N,N-diethylthiocarbamate]

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

جدول ۱- تأثیر عوامل آزمایشی برارتفاع (سانتیمتر) در مراحل مختلف رشد، تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه دهی و درصد رسیدگی هنگام برداشت

عوامل آزمایشی	ارتفاع (سانتیمتر)			تعداد روز تا ۵۰٪ خوشه دهی	درصد رسیدگی
	شروع خوشه دهی	گرده افشانی	برداشت		
فاصله ردیف (سانتیمتر)					
۱۵	۸۸/۵a	۱۲۵/۰a	۱۲۹/۲a	۵۸/۳b	۹۸/۸a
۲۵	۸۳/۰b	۱۲۲/۰ab	۱۳۳/۷a	۵۹/۱b	۸۹/۱ab
۳۵	۸۱/۸b	۱۱۶/۰b	۱۳۰/۰a	۶۱/۵a	۸۱/۶b
فاصله کپه (سانتیمتر)					
۱۰	۸۵/۵a	۱۲۲/۰a	۱۲۸/۰a	۵۸/۷b	۹۵/۱a
۱۵	۸۳/۷a	۱۱۹/۷a	۱۳۱/۷a	۶۰/۰a	۸۴/۹b
۲۰	۸۴/۰a	۱۲۱/۹a	۱۳۳/۱a	۶۰/۱a	۸۰/۵b

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

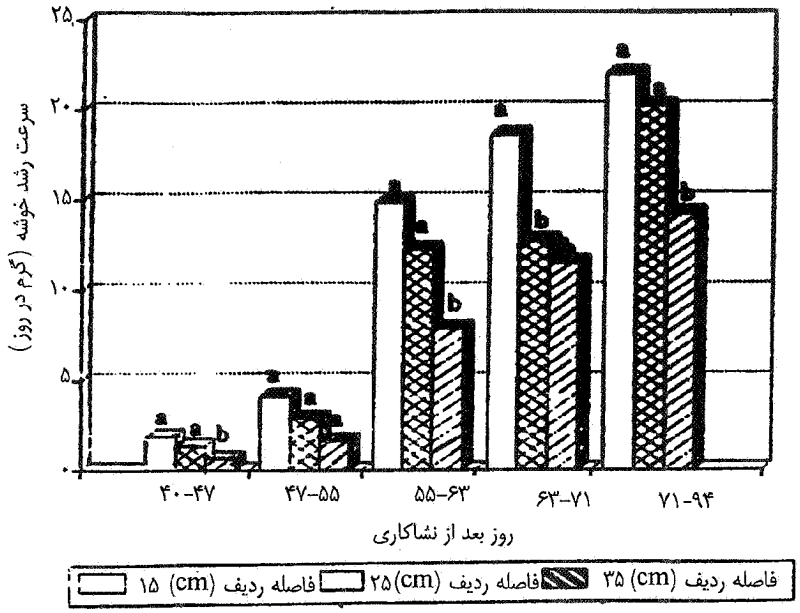
زمان برداشت کاهش یافت (جدول ۱). به نظر می‌رسد در فاصله ردیفهای کمتر و تراکمهای بیشتر، رشد رویشی در هر کپه تحت کنترل رقابت بین بوته‌ها و امکانات محیطی بوده وبه همین جهت تقریباً در حد معینی متوقف شده است. در حالی که در فاصله ردیفهای بیشتر، به علت رقابت ناچیز بین بوته‌ها، رشد رویشی همچنان ادامه داشت و موجب تأخیر در خوشه دهی شد. چنین حالتی در تراکمهای کمتر موجب افزایش پنجه‌های ثانویه، که خود باعث غیریکنواختی رسیدگی (۱۷) و طولانی‌تر شدن دوره خوشه دهی است، و همچنین برخورد دورهٔ پر شدن دانه‌ها با شرایط نامساعد آخر فصل رشد، خصوصاً دماهای حداقل شهریور ماه (با متوسط ۱۶/۲ درجه سانتیگراد) و وزش بادهای شدید گردید و در نتیجه موجب کاهش درصد رسیدگی خوشه‌ها در زمان برداشت شد. همبستگی منفی و معنی‌دار روز تا خوشه‌دهی با درصد رسیدگی خوشه ($r = -0/50$) نیز مؤید همین امر است. ولزوفاو (۲۹) نیز نتایج مشابهی در زمینهٔ اثرات رشد رویشی زیاد قبل از گرده‌افشانی گزارش کرده‌اند. اثرات فاصله کپه نیز روندی مشابه با تأثیر فاصله ردیف داشت.

با افزایش فاصله ردیف و فاصله کپه، تعداد پنجه در واحد سطح به ترتیب ۳۵ و ۲۲ درصد کاهش یافت (جدول ۲).

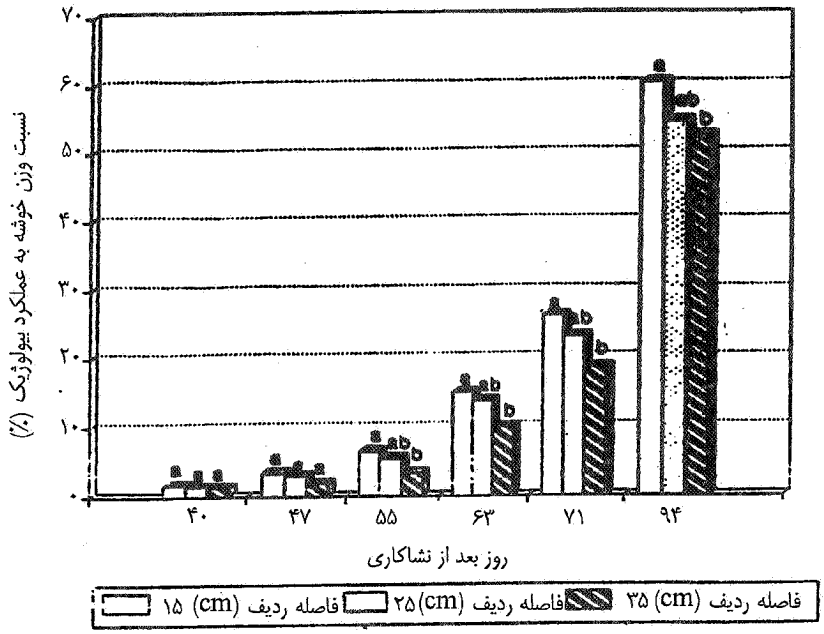
همچنین دیده شد که تعداد پنجه در هر کپه، در فاصلهٔ زمانی بین ۷۱ روز پس از نشاکاری تا برداشت، در فاصله ردیف ۳۵ سانتیمتر ۱۵ درصد و در فاصله کپه ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر به ترتیب ۸ و ۱۳/۹ درصد کاهش یافت. به نظر می‌رسد که افزایش فاصله کاشت از دو جهت موجب کاهش تعداد پنجه در واحد سطح شد : اول، کافی نبودن تعداد گیاه در واحد سطح و دوم مرگ ومیر تعدادی از پنجه‌ها به علت رقابت درون بوته‌ای و محدودیت امکانات محیطی و در مجموع عدم توانایی گیاه در حمایت از پنجه‌های تولید شده، در عین حالی که افزایش فاصله کاشت موجب افزایش قدرت پنجه دهی در هر گیاه گردید (جدول۲). در تمامی مراحل رشد فاصله ردیفهای ۱۵ و ۳۵ سانتیمتر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر سرعت رشد خوشه (شکل ۱) و نسبت وزن خشک خوشه به عملکرد بیولوژیک بود (شکل ۲). این مطلب بیانگر آن است که در فواصل ردیف بیشتر، قسمت عمده‌ای از کربوهیدرات تولید شده در هر کپه صرف تولید اجزای رویشی می‌گردد. در حالی که در فواصل ردیف نزدیک‌تر، به علت رقابت بیشتر بین گیاهان، رشد رویشی محدود شده (که با کاهش تعداد پنجه در هر کپه همراه بود) و کربوهیدرات بیشتری به سمت اجزای زایشی هدایت می‌شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]



شکل ۱- مقایسه سرعت رشد خوشه در فواصل کاشت مختلف و در مراحل مختلف رشد



شکل ۲- مقایسه نسبت وزن خشک خوشه به وزن خشک اندام هوائی در فواصل کاشت مختلف و در مراحل مختلف رشد

همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد بیولوژیک با سرعت رشد خوشه در زمان گرده افشانی ($r = ۰/۴۹$) نیز حاکی از آن است که عملکرد بیولوژیک بیشتر در این زمان، که نتیجهٔ تمامی فعالیتهای گیاهی است، می‌تواند موجب افزایش رشد خوشه و نهایتاً عملکرد بیشتر گردد. این نتایج با یافته‌های گیلمور (۱۶) و آکاری و همکاران (۱۰) مطابقت دارد. در این مورد نیز تأثیر فواصل کپه در ردیف مشابه با اثرات فاصله ردیف بود.

افزایش فاصله کاشت موجب کاهش تعداد خوشه در واحد

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

سطح و افزایش تعداد دانه در خوشه شد (جدول ۳) . این امر بیانگر وجود اثر جبرانی تعداد خوشه در واحد سطح بر روی تعداد دانه در خوشه است. احتمالاً کاهش رقابت بین بوته‌ها و همچنین تعداد روز بیشتر تا زمان خوشه‌دهی، از عواملی بودند که باعث افزایش تعداد دانه در خوشه در تیمارهایی با فاصله کاشت بیشتر شدند. همبستگی مثبت و معنی دار بین تعداد روز تا خوشه‌دهی با تعداد دانه در خوشه (r = ۰/۶۵) و همچنین نتایج آزمایش جنز و همکاران (۲۲) نیز بیانگر همین مطلب است. درصد دانه‌های کامل به طور معنی‌دار تحت تأثیر فاصله ردیف کاشت قرار نگرفت (جدول ۳). احتمالاً کاهش تعداد دانه در خوشه به علت افزایش تعداد خوشه، موجب گردیده است که ساقه اصلی و پنجه‌های آن توانایی بیشتری برای حمایت از دانه‌های موجود داشته، نهایتاً درصد دانه‌های کامل تغییری پیدا نکند. چنین حالتی در نتایج آزمایشهای دیگر نیز دیده می‌شود (۲۸، ۲۵ و ۱۷). با این وجود روند عمومی تیمارها نشان می‌دهد که افزایش فاصله کاشت موجب کاهش جزئی درصد دانه‌های کامل در هر خوشه شده است. علت چنین روندی احتمالاً عدم توانایی گیاه در حمایت از تعداد دانه زیادتری است که در تراکمهای کمتر حاصل می‌شود. به نظر می‌رسد سرعت رشد خوشه در فاصله زمانی خوشه‌دهی تا گرده افشانی که همبستگی مثبت و معنی‌دار (r = ۰/۴۴) با درصد دانه‌های کامل داشت و همچنین دماهای حداکثر مرداد ماه (با متوسط ۳۷/۳ درجه سانتیگراد)، که با دورهٔ تقسیمات میوزی دانه‌های گرده بر خوردکرد، از جمله عوامل مؤثر در تعیین درصد دانه‌های کامل در هر خوشه بودند (۲۴و۱۱). وجود تعداد دانه بیشتر در هر خوشه در فواصل کاشت زیاد، موجب تخصیص مواد فتوسنتزی تولیدی به تعداد دانهٔ بیشتری شده و در نتیجه سهم هر دانه برای دریافت مواد فتوسنتزی کاهش یافت و در نتیجهٔ چنین تعادلی، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری از لحاظ وزن هزار دانه دیده نشد (جدول ۳). این نتایج با یافته‌های جنز و همکاران (۲۲) و چاوبی و ریچاریا (۱۲) مطابقت دارد.

استفاده از روش رگرسیون "پیش رو مرحله‌ای" نشان داد که از بین اجزای عملکرد، تعداد خوشه در واحد سطح تأثیر بیشتری در توضیح و تفسیر تغییرات عملکرد داشته است (r^2 = ۲۸/۹). تعداد دانه در خوشه، درصد دانه‌های کامل در خوشه و وزن هزار دانه پس از آن به ترتیب وارد مدل رگرسیونی شدند. مجموعهٔ اجزای عملکرد ۷۵ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کرد . میلر و همکاران (۲۵) نیز نتایج مشابهی به دست آوردند. ضرایب مسیر بین اجزای عملکرد و عملکرد نیز حاکی از آن بود که تعداد خوشه در واحد سطح مهمترین عاملی است که می‌تواند به طور مستقیم موجب افزایش عملکرد شود (p=۰/۸۹). تعداد دانه در خوشه، بعد از تعداد خوشه در واحد سطح، بیشترین تأثیر مستقیم را در عملکرد دانه داشت (p=۰/۶۹). با این وجود، تعداد خوشه با تأثیر غیرمستقیم و منفی خود بر روی تعداد دانه در خوشه (r = -۰/۴۵)، موجب شده است که ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه (r = -۰/۰۴) نتواند تأثیر واقعی تعداد دانه در خوشه را بر عملکرد دانه نمایان سازد. ولز و فاو (۲۹) نیز در آزمایش خود همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه مشاهده نکردند. چاوبی و ریچاریا (۱۲) نیز گزارش کرده‌اند که همبستگی مثبت یک صفت با عملکرد، الزاماً به معنی اثر مستقیم و مثبت آن صفت بر عملکرد نمی‌باشد.

با توجه به آرایش کاشتهای مورد استفاده، مشخص شد که فاصله ردیف ۱۵ سانتیمتر همراه با فواصل کپه در ردیف ۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتیمتر، نسبت به سایر آرایش کاشتها به حالت کشت مربعی و توزیع یکنواخت تر گیاهان در واحد سطح نزدیک‌تر بوده و موجب بهره‌برداری بیشتر از امکانات محیطی و به حداقل رساندن رقابتهای درون و برون بوته‌ای گردیده است. همان طور که در جدول ۳ دیده می‌شود، اگر چه در چنین حالتی عملکرد هر کپه و شاخص برداشت کاهش می‌یابد، اما در مجموع موجب افزایش عملکرد در واحد سطح می‌شود. نتایج مطالعات کنز و همکاران (۱۴) و جانسون و همکاران

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

جدول ۲- اثر فاصله ردیف و فاصله کپه بر تعداد پنجه در واحد سطح و در هر کپه در مراحل مختلف رشد

عوامل آزمایشی	۷۱ روز پس از نشاکاری		در زمان برداشت	
	در متر مربع	در هر کپه	در متر مربع	در هر کپه
فاصله ردیف (سانتیمتر)				
۱۵	۵۱۷a	۱۰c	۴۹۲a	۱۰c
۲۵	۳۸۸b	۱۵b	۳۸۲b	۱۵b
۳۵	۳۶۰b	۱۹a	۳۲۱a	۱۶a
فاصله کپه (سانتیمتر)				
۱۰	۴۶۸a	۱۲b	۴۶۹a	۱۲b
۱۵	۴۱۶b	۱۷a	۳۸۵b	۱۵a
۲۰	۳۶۶c	۱۶a	۳۴۱c	۱۴b

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد می باشند.

جدول ۳- اثر فاصله ردیف و فاصله کپه بر اجزای عملکرد، عملکرد کپه، عملکرد دانه و شاخص برداشت برنج (رقم زاینده رود)

عوامل آزمایشی	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	درصد دانه های کامل	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد کپه (گرم در کپه)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت
فاصله ردیف (سانتیمتر)							
۱۵	۴۸۳a	۸۸b	۸۵a	۲۰/۹a	۱۶c	۷۳۳۴a	۰/۴۱b
۲۵	۳۷۴b	۹۶b	۸۵a	۲۰/۸a	۲۳b	۶۱۹۳b	۰/۴۲ab
۳۵	۳۱۴c	۱۱۷a	۸۱a	۲۰/۵a	۳۱a	۶۰۲۲b	۰/۴۶a
فاصله کپه (سانتیمتر)							
۱۰	۴۶۱a	۸۷b	۸۶a	۲۰/۶a	۱۶c	۶۷۵۱a	۰/۴۲a
۱۵	۳۷۶b	۱۰۵a	۸۴ab	۲۰/۸a	۲۴b	۶۷۶۸a	۰/۴۵a
۲۰	۳۳۴b	۱۰۹a	۸۲b	۲۰/۷a	۲۹a	۶۰۲۹a	۰/۴۳a

اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل در یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری براساس آزمون دانکن، در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

(۲۰) نیز حاکی از همین مطلب می‌باشد. در هر حال، کاهش بیش از حد فواصل کاشت موجب افزایش رقابت بین گیاهان گردیده و کاهش عملکرد را به دنبال خواهد داشت. در این آزمایش نیز تیمار ۱۰×۱۵ نسبت به تیمار ۱۵×۱۵ عملکرد کمتری را، اگر چه از لحاظ آماری معنی‌دار نبود، به دست آورد (شکل ۳) . اضافه بر این، کاهش فواصل نشاکاری باعث افزایش هزینه تولید گردیده و از لحاظ اقتصادی (۱) و بازده انرژی (۴) مقرون به صرفه نخواهد بود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

همبستگی مثبت و قوی تعداد پنجه در زمان گرده افشانی با تعداد خوشه در زمان برداشت (r=۰/۹۸) و با عملکرد (r = ۰/۴۸) نیز دلیلی بود بر آنکه تعداد پنجهٔ بیشتر، به شرط آنکه هر پنجه قادر به تولید حداقل یک خوشه بارور باشد و گیاه نیز توانایی حمایت از خوشه‌های تولیدی را تا زمان رسیدگی داشته باشد، می‌تواند موجب افزایش عملکرد گردد. با این وجود همبستگی منفی و معنی‌دار تعداد خوشه با عملکرد کپه (r = −۰/۷۷)، دلیلی بر رقابت بین پنجه‌ها برای جذب نور، دی اکسید کربن و مواد غذایی می‌باشد، که در گزارش جنز و همکاران (۲۲) به آن اشاره شده است.

با توجه به نتایج به دست آمده مشخص می‌شود که موازنهٔ بین دو جزء تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه مهمترین عامل تعدیل عملکرد بوده و چنانچه بتوان با یک مدیریت زراعی صحیح، خصوصاً در مورد مقدار و زمان کوددهی، همگام با افزایش تراکم از افت تعداد دانه در خوشه جلوگیری نمود، عملکرد به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش خواهد یافت. گزارش ولک و همکاران (۲۸) و گراویس وهلمز (۱۷) نیز مؤید اهمیت این دو جزء عملکرد بوده، حاکی از آن است که شاخص پتانسیل عملکرد به مقدار زیادی تابع موازنهٔ بین این دو جزء عملکرد می‌باشد.

به نظر می‌رسد که کاهش فواصل نشاکاری و نزدیک شدن هر چه بیشتر به توزیع یکنواخت بوته‌ها در واحد سطح، به طور محسوسی موجب افزایش عملکرد خواهد شد و با توجه به نتایج به دست آمده از این آزمایش، احتمالاً فاصله کاشت ۱۵×۱۵ سانتیمتر (با وجود ۳ نشا در هر کپه)، عملکرد مطلوبی را به بار خواهد آورد. البته در روش کاشت نشاکاری دستی، عملی بودن کاهش فواصل کپه و همچنین افزایش هزینه تولید ناشی از این عمل بایستی در قطعات تولیدی مورد بررسی بیشتر قرار گیرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقایان دکتر خواجه‌پور و دکتر رضایی، که با ارائه نظرات سازنده خود ما را در تمامی مراحل این مطالعه یاری نمودند، کمال تشکر را می‌نماییم. همچنین از مسئولین مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان، به خاطر در اختیار گذاشتن بذر و از آقای مهندس قناعتی که در اجرای آزمایش زحماتی را متحمل شدند، ممنون و سپاسگزاریم.

منابع مورد استفاده

۱- باقری، م.م ۱۳۷۳. بررسی اثرات تراکم بوته (فاصله کاشت نشا) در عملکرد برنج چمپاقصرالدشتی. چکیده مقالات سومین کنگره علوم وزراعت و اصلاح نباتات ایران، شهریور ماه ۷۳، دانشگاه تبریز.

۲- حسینی ایمنی. س. ص. ۱۳۷۵. بررسی اثرات تاریخ کاشت، تراکم بوته و نیاز ازته لاین‌های امیدبخش D۶-D۲. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، شهریور ۷۵، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۳- خواجه‌پور، م. ۱۳۶۹. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۴۱۲ صفحه.

۴- رجب‌زاده، م. ۱۳۷۵ کارآیی انرژی در مزارع تولید برنج استان اصفهان. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، شهریور ۷۵، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵- سرمدنیا، غ. ح. ۱۳۷۳. زراعت غلات (برنج). جزوهٔ درسی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان .

۶- سرمدنیا، غ. ح. و ع. کوچکی. ۱۳۷۲. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۴۷۶ صفحه.

۷- شرفی، ن. وم. کاوسی. ۱۳۷۵. بررسی اثرات فاصله کاشت نشا و سطوح کودی در راندمان محصول لاین‌های امیدبخش (۲۹۴، ۲۹۷، ۳۳۸). چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، شهریور ۷۵ ، دانشگاه صنعتی اصفهان.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

۸- عابدی، ح. ۱۳۶۹. گزارش طرح بررسی اثرات تعداد نشا و فاصله کاشت بر روی ارقام خارجی و توده محلی برنج در اصفهان. گزارشهای تحقیقی مرکز تحقیقات کشاورزی استان اصفهان.

۹- محمدی، م. ۱۳۷۵ بررسی اثرات فاصله کاشت نشا در عملکرد دو رقم برنج. چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم و زراعت اصلاح نباتات ایران، شهریور ۷۵، دانشگاه صنعتی اصفهان.

10- Akkari, K.H., R.E. Talbert, J.A. Ferguson, J.T. Gilmour and K.Khodayari. 1986. Herbicides and seeding rates effects on sprinkler-irrigated rice. Agron. J. 78:927-929.

11- Board, J.E., M.L. peterson and E. Ng. 1980. Floret sterility in rice in a cool environment. Agron. J. 72: 483-487.

12- Chaubey, P.K. and A.K. Richharia. 1983. Genetic variability, correlation and path-coefficients in indica rice. Indian J. Genet. 53 (4): 356-360.

13- Counce, P.A. 1987. Asymptotic and parabolic yield and linear nutrient content responses to rice population density. Agron. J. 79:864-869.

14- Counce, P.A., K.A.K. Moldenhaure and D.B. Marx. 1989. Rice yield and plant yield variability responses to equidistant spacing. Crop Sci. 29: 175-179.

15- Fagad, S.O. and S.K.De Datta. 1971. Leaf area index, tillering capacity, and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. Agron. J. 63:503-506.

16- Gilmour, J.T. 1985. Predicting rice grain yield from dry matter production at late tillering. Agron.J. 77:169-170.

17- Gravois, K.A. and R.S. Helms. 1992. Path analysis of rice yield and yield components as affected by seeding rate. Agron. J.84:1-4.

18- Hargrove, T.R. 1990. Facts About the World's Most Important Cereal Crop, and Program for its Important. IRRI. Los Banos, Philippines.

19- International Rice Research Institue. 1980. Descriptors for Rice. Rice Advisory Committe. Los Banos, Philippines.

20- Johnson, D.E., P.G. Lee and D. Wilmam. 1991. Experiments with upland rice in southern Belize : fertilizer application, weed control, plant spacing, sowing rate and variety. J. Agric. Sci., Camb. 116:201-215

21- Jones, D.B. and G.H. Snyder. 1987. Seeding rate and row spacing effects on yield and yield components of dril-seeded rice. Agron. J. 79:623-627.

22- Jones, D.B., M.L. Peterson and S. Geng. 1979. Association between grain filling and duration and yield components in rice. Crop. Sci. 19:641-644.

23- Kwanchai, A.G. 1972. Techniques for Field Experiments with Rice. International Rice Research Institute. Los Banos, Langna, Philippines.

24- Lin, S.S. and M.L. Peterson. 1975. Low temperature-induced floret sterility in rice. Crop. Sci. 15:657-660.

25- Miller, B.C., J.E. Hill and S.R. Roberts. 1991. Plant population effects on growth and yield in

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]

water-seeded rice. Agron. J. 83:291-297.

26- Pervaiz, A., A. Qayyum, and M.R. Akhtar. 1984. Economically optimal plant density at different levels of fertilizer use for irrigated rice in the Punjab. Pakistan. J.Agric. Res. 5 (2) : 71-77.

27- Singh, R.S. 1971. Response of three types of rice to variation levels of nitrogen and spacing. Indian J. Agric. Res. 5 (3): 185-189.

28- Vlek, P.L.G., C.W.Hong and L.J. Youngdahi. 1979. An analysis of N nutrition on yield and yield components for the improvment of rice fertilization in Korea. Agron. J.71: 829-833.

29- Wells, B.R. and W.F.Faw. 1978. Short-statured rice response to seeding and N rates. Agron. J. 70:477-480.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1377.2.2.5.1]