

## ارزیابی تأثیر پرورش توأم برنج و ماهی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد پنج ژنوتیپ برنج

فرزین سعیدزاده<sup>۱\*</sup>، شاهپور گروسی<sup>۲</sup> و رضا تقی‌زاده<sup>۱</sup>

### چکیده

به منظور مقایسه دو شرایط کاشت (کشت توأم ارقام برنج با پرورش ماهی و کشت ارقام برنج بدون پرورش ماهی) دو آزمایش جداگانه، هر یک با ۵ ژنوتیپ برنج (برکت، شیرودی، علی کاظمی، لنجان و لاین ۵۰۷) به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در سال زراعی ۱۳۸۸ در آستارا انجام گرفت. نتایج نشان داد که بین شرایط کشت و رقم از لحاظ صفت طول پانیکول، وزن پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در پانیکول، بیوماس کرت، وزن کاه و عملکرد هکتاری اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اثر متقابل شرایط کشت در رقم برای صفت تعداد پنجه در بوته در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این آزمایش، پرورش ماهی در مزارع برنج موجب افزایش عملکرد برنج شده و رقم برکت و علی کاظمی به دلیل سازگاری با شرایط کشت توأم و وجود شرایط مطلوب رشد با بیشترین میزان عملکرد، مناسب‌ترین ارقام می‌باشند.

کلمات کلیدی: اجزای عملکرد، تک کشتی برنج، کشت توأم، عملکرد، ماهی.

تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۹

۱- اعضای هیئت علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد آستارا (\*\*نویسنده مسئول).

E- mail: [f.saeidzadeh@gmail.com](mailto:f.saeidzadeh@gmail.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.

## مقدمه و بررسی منابع علمی

کشت توأم برنج و پرورش ماهی یکی از روش‌هایی است که می‌توان از شالیزار استفاده بهینه کرد. همزیستی برنج و ماهی به عنوان یک اکوسیستم طبیعی، از مناسب‌ترین روش‌ها برای افزایش بازده سیستم اکولوژیکی شالیزار، بهبود کارکرد و کاهش فقدان مواد و انرژی است (مومن‌نیا، ۱۳۸۶). آلوئیسیوس (۲۰۰۵)، نتیجه گرفت که عملکرد برنج در شرایط پرورش توأم آن با ماهی ۱۶٪ افزایش می‌یابد. در مطالعه مذکور تعداد پنجه در بوته، بیوماس گیاه، طول پانیکول، تعداد دانه در پانیکول و وزن هزار دانه در شرایط پرورش توأم بیشتر از تک کشتی برنج بود. مومن‌نیا (۱۳۸۶) گزارش نمود که اختلاف معنی‌داری بین مزارع پرورش توأم با ماهی و تک کشتی برنج از لحاظ قدرت پنجه‌زنی، تعداد دانه در پانیکول، طول پانیکول، وزن پانیکول، ارتفاع گیاه، وزن هزار دانه، بیوماس کل و عملکرد نهایی وجود داشته و مقادیر این صفات در کشت توأم نسبت به مزرعه تک کشتی برنج بیشتر بودند. روتیوس و همکاران (۱۹۹۹) در آزمایش کشت مستقیم برنج توأم با پرورش ماهی نتیجه گرفتند که در تراکم کمتر بوته برنج در واحد سطح شالیزار، عملکرد برنج و ماهی افزایش می‌یابد. جوزف و همکاران (۲۰۰۸) مشاهده نمودند که بین ارقام برنج و دو شرایط کشت خالص و پرورش توأم آن با ماهی از لحاظ عملکرد دانه، ارتفاع بوته، تعداد ساقه‌های غیربارور، تعداد پانیکول در بوته و شاخص برداشت اختلاف

معنی‌دار وجود دارد. کاگاوآن (۱۹۹۴) در مطالعه نقش آبی پروری بر مدیریت منابع غذایی مزارع برنج توأم با پرورش ماهی بیان نمود که بلند بودن ارتفاع ساقه در مزارع پرورش توأم می‌تواند مربوط به توزیع بهتر مواد غذایی قابل استفاده و اکسیژن‌دهی خاک توسط حرکت ماهی باشد. آلم و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که عملکرد دانه برنج در کشت توأم حدود ۱۹-۱۶ درصد بیشتر از تک کشتی برنج بود. گوپتا و مزید (۱۹۹۳)، کهنور و همکاران (۱۹۹۳) نتیجه گرفتند که عملکرد کاه و دانه برنج در مزارع کشت توأم بیشتر از مزارع تک کشتی برنج می‌باشد. گورونگ و واگل (۲۰۰۲) تشریح نمودند که ماهی با هدایت مواد غذایی به سمت سیستم ریشه‌ای برنج موجب افزایش عملکرد به میزان ۹٪ می‌گردد. ماخوپادهایای و همکاران (۱۹۹۲) بیان نمودند که در مزارع کشت توأم، ارقام برنج پا کوتاه نسبت به افزایش عمق آب مناسب هستند. باندیوپادهایای و پوست (۲۰۰۱) گزارش نمودند که دادن غذا به ماهی موجب افزایش عملکرد ماهی، دانه و کاه برنج به ترتیب به میزان ۷، ۱۹ و ۱۳ درصد می‌گردد. اسلام و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش ۱۰ درصدی در جذب نیتروژن در مزارع کشت توأم موجب افزایش عملکرد برنج به میزان ۱۲-۸ درصد می‌شود. گورونگ و واگل (۲۰۰۲) بیان نمودند که تعداد بیشتر پنجه در شرایط پرورش توأم برنج با ماهی منجر به افزایش عملکرد برنج می‌شود. ورومانت و همکاران (۲۰۰۲) مشاهده نمودند که در مزرعه

طول ۶ متر و به عرض ۵ متر، در هر کرت ۲۰ خط کشت به طول ۵ متر و با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی متر از هم و فاصله کپه‌ها روی ردیف ۶ سانتی متر و با تعداد ۴ نشاء در هر کپه اجرا گردید. کشت خالص ارقام برنج بدون پرورش ماهی در سطحی به مساحت ۴۸۰ متر مربع در داخل یک کرت بزرگ، مجاور مزرعه کشت توأم اجرا شد. کاشت بذر در خزانه در فروردین ماه، کاشت نشاءها در زمین اصلی ۲۷ اردیبهشت ماه و ۲۰ روز بعد از نشاء کاری، عملیات وجین انجام شد و یک هفته پس از آن، زمانی که عمق آب داخل مزرعه به حدود ۱۵ سانتی متر رسیده بود، رهاسازی بچه ماهیان در مزرعه انجام گرفت. با در نظر گرفتن وسعت مزرعه آزمایشی تعداد ۱۲۰ قطعه ماهی با حفظ تعداد ۶۵ کپور معمولی، ۲۵ قطعه آمور، ۲۰ قطعه کپور علف‌خوار و ۱۰ قطعه کپور سرگنده رهاسازی گردید. در مرحله رهاسازی به منظور تغذیه و رشد بهتر ماهیان، مخلوط کنسائتره‌ای در داخل تشتک آرام آرام در کف حوضچه قرار گرفت. حدود ۱۵ روز مانده به زمان برداشت، عمق آب داخل مزرعه آزمایشی کاهش داده شد تا ماهیان به داخل حوضچه منتقل شوند. به منظور اندازه‌گیری صفات در مرحله رسیدگی کامل برنج، یادداشت‌برداری‌ها به طور جداگانه از دو طرح آزمایشی (مزرعه پرورش توأم برنج و ماهی و مزرعه تک کشتی برنج) پس از حذف اثر حاشیه انجام و تعداد ۱۰ بوته رقابت کننده انتخاب و اندازه‌گیری شد. سپس، میانگین ۱۰ نمونه به عنوان

پرورش توأم، کاهش تعداد پانیکول در متر مربع با افزایش تعداد دانه در پانیکول جبران می‌گردد. آنها همچنین گزارش دادند که بیوماس گیاه برنج در شرایط پرورش توأم و با افزایش تعداد نشاء برنج، افزایش می‌یابد. جوزف و همکاران (۲۰۰۸)، گورونگ و واگل (۲۰۰۲) نتیجه گرفتند که عملکرد برنج در شرایط کشت توأم برنج با ماهی نسبت به کشت برنج بدون پرورش ماهی افزایش می‌یابد لذا این آزمایش با هدف دست‌یابی به عملکرد اقتصادی بالا از طریق مقایسه شرایط کشت توأم با تک کشتی برنج و شناسایی ارقام مناسب برای شرایط کشت توأم برنج با پرورش ماهی اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۸ در آستارا انجام گرفت. در این مطالعه پنج ژنوتیپ برنج (لنجان، شیرودی، لاین ۵۰۷، برکت و علی‌کاظمی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در داخل شالیزاری با شرایط آب و هوایی یکسان و تفکیک شده به دو طرح بلوک جداگانه (طرح به صورت کشت توأم ارقام برنج با گونه‌های ماهیان گرمابی و طرح دیگر به صورت تک کشتی ارقام برنج) مورد مقایسه قرار گرفتند. نقشه آزمایش کشت توأم ارقام برنج و گونه‌های ماهی در کنار استخر پرورش ماهی جمعاً با مساحت ۸۰۵ مترمربع پیاده گردید. طرح آزمایشی فوق با سه تکرار با فاصله تکرارها از هم نیم متر و طول تکرار ۳۰ متر بود، هر تکرار دارای ۵ کرت، هر کرت به

هکتاری در سطح احتمال ۱ درصد و از نظر صفات وزن پانیکول، وزن هزار دانه، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در پانیکول و وزن کاه در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار وجود دارد، در حالی که از لحاظ ارتفاع بوته و شاخص برداشت اختلاف معنی دار بین شرایط کشت مشاهده نگردید. لایت فوت و همکاران (۱۹۹۲) با مقایسه ۱۸ مطالعه انجام شده بر روی کشت برنج با پرورش ماهی گزارش دادند که می‌تواند تا اندازه‌ای اثرات مثبت ایجاد شده توسط ماهی را در شرایط کشت توأم نشان دهد. بین ارقام مورد مطالعه به غیر از صفت شاخص برداشت از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی دار وجود داشت. طالشی و همکاران (۱۳۸۳) گزارش نمودند که وجود اختلاف معنی دار برای صفات تعداد پنجه، طول پانیکول، وزن هزار دانه و عملکرد نمایانگر وجود تنوع کافی در بین لاین‌های مورد مطالعه می‌باشد.

**طول پانیکول:** بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی دار بود و رقم برکت با میانگین ۲۶/۴۵ سانتی‌متر بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۲). شرایط محیطی اثرات مختلفی بر روی این صفت نشان دادند و شرایط کشت توأم بیشترین مقدار (۲۴/۸۵۳ سانتی‌متر) را نسبت به شرایط تک کشتی داشت (شکل ۲) لذا نشان داده شد که وجود ماهی در مزرعه برنج موجب افزایش طول پانیکول می‌گردد. راثو و پراساد (۱۹۹۲) گزارش نمودند که وجود ماهی در مزرعه موجب افزایش طول پانیکول می‌گردد. کومار

داده‌های آزمایشی در محاسبات و تجزیه آماری مورد استفاده قرار گرفت. صفات مورد بررسی عبارت بودند از: طول پانیکول (از ابتدای پانیکول یعنی محل گره پانیکول تا نوک پانیکول بدون در نظر گرفتن ریشک)، وزن پانیکول (از محل گره انتهایی ساقه، پانیکول جدا شده و توزین گردید)، وزن هزار دانه (از دانه‌های سالم و پر هر کرت ۱۰۰۰ عدد شمارش و توزین گردید)، تعداد پنجه در بوته (انتخاب ۱۰ کپه به صورت تصادفی و شمارش تعداد کل پنجه در هر کپه)، تعداد دانه در پانیکول (انتخاب ۱۰ پانیکول به صورت تصادفی و شمارش کل دانه‌های هر پانیکول)، بیوماس کل (وزن خشک همه بوته‌های پلات یعنی کاه با دانه)، وزن کاه (وزن کاه هر پلات پس از خرم‌کوبی) و عملکرد نهایی (اندازه‌گیری وزن شلتوک برداشت شده در پلات و تعمیم آن بر حسب کیلوگرم بر هکتار) بودند. تجزیه واریانس پس از تست یکنواختی اشتباهات آزمایشی برای هر صفت، در هر دو شرایط کشت به صورت مرکب با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب صفات مختلف برنج در شرایط پرورش توأم برنج با ماهی و تک کشتی برنج (جدول ۱) نشان داد که بین شرایط کشت از لحاظ صفات طول پانیکول، بیوماس و عملکرد

در مزارع کشت توأم نسبت به مزرعه تک کشتی برنج را ۱۰ درصد بیشتر گزارش نمودند.

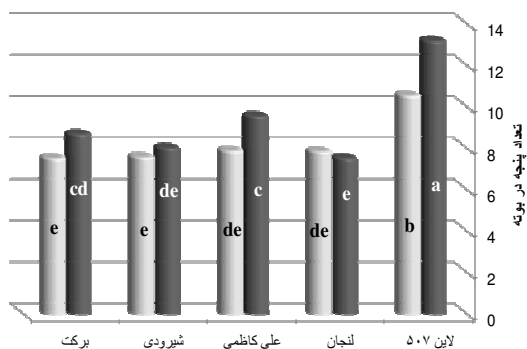
**وزن هزار دانه:** از لحاظ این صفت بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی دار وجود داشت و رقم برکت با میانگین ۲۶/۴۵ گرم، بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۲) و ارقام در شرایط کشت توأم با اختلاف معنی دار بیشترین مقدار (۲۳/۵۲ گرم) را نسبت به شرایط تک کشتی تولید نمودند (شکل ۲). طالبی و همکاران (۱۳۸۳) در مقایسه ۱۸ لاین نتیجه گرفتند که از لحاظ صفت وزن هزار دانه اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. این صفت در بین ارقام برنج از وراثت پذیری بالایی برخوردار است ولی می تواند تحت تأثیر شرایط محیطی نیز قرار گیرد. کیفیت بذر، ذخیره مواد غذایی، شرایط محیط و نحوه مدیریت مزرعه این صفت را تحت تأثیر قرار می دهند. قسمت سطحی رسوبات ته نشین شده در بستر شالیزار نسبت به لایه فوقانی آب حاوی ذخیره بالایی از مواد غذایی و کمی اکسیژن محلول است (برون مارک و هانسون، ۱۹۹۸)، ماهی حین جستجو برای غذا، با برهم زدن این لایه عناصر غذایی بیشتری را در اختیار ریشه گیاه برنج قرار داده که موجب شادابی و افزایش رشد بوته ها می گردد. بوته های شاداب با ظرفیت انجام فرآیند فتوسنتز و تولید مواد هیدروکربنه بالا، مواد غذایی بیشتری را به دانه ها انتقال می دهند که نتیجه این فرآیند با وجود تفاوت معنی دار در وزن هزار دانه ارقام برنج بین دو شرایط کشت آشکار می گردد.

و مهادوایا (۱۹۹۸) اهمیت طول پانیکول را بر روی عملکرد برنج مثبت گزارش کردند. مومن نیا (۱۳۸۶) گزارش نمود که وجود شرایط مطلوب در مزرعه کشت توأم منجر به افزایش طول پانیکول به عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد می گردد. به نظر می رسد که پانیکول به عنوان جایگاه مخزن نقش مهمی در عملکرد دانه داشته و در صورت مناسب بودن شرایط رشد، سهم بیشتری از عناصر غذایی و فرآیندهای فتوسنتزی را به رشد و افزایش طول خود اختصاص می دهد.

**وزن پانیکول:** بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود داشته و رقم برکت با میانگین ۲/۵۷۸ گرم بیشترین مقدار را نشان داد (جدول ۲). تفاوت معنی داری نیز بین دو شرایط کشت وجود داشت و شرایط کشت توأم بیشترین مقدار (۲/۱ گرم) را نسبت به تک کشتی برنج تولید نمود (شکل ۲). مومن نیا (۱۳۸۶) به وزن بالای پانیکول در شرایط کشت توأم نسبت به تک کشتی برنج اشاره نمود. گوپتا و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که مزارع کشت توأم توانایی یا ظرفیت بیشتری برای تولید نیتروژن در مقایسه با مزارع بدون ماهی دارد. لذا می توان گفت که وقتی مواد غذایی مورد نیاز گیاه در خاک کافی و شرایط برای جذب و دسترسی به این مواد بیشتر باشد، مواد هیدروکربنه بیشتری در گیاه تولید و ذخیره می شود. این امر می تواند منجر به افزایش وزن پانیکول گردد. اسلام و همکاران (۲۰۰۴) نیز جذب نیتروژن

قابل استفاده در خاک می‌گردد. وجود اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و شرایط محیطی از لحاظ این صفت را می‌توان به تفاوت در میزان و نحوه دسترسی به عناصر غذایی در دو محیط و همچنین تفاوت در توانایی و پتانسیل هر ژنوتیپ در بهره‌برداری از عناصر غذایی موجود نسبت داد. به نظر می‌رسد که افزایش تعداد پنجه به ازای هر کپه در صورتی می‌تواند مطلوب باشد که از لحاظ استفاده از منابع، رقابتی بین پنجه‌های کپه و همچنین محدودیتی از لحاظ دسترسی به عناصر غذایی و منابع موجود، وجود نداشته باشد چون در غیر این صورت به دلیل اختصاص کمتر عناصر غذایی برای هر پنجه، عملکرد آنها کاهش خواهد یافت. ماهی با برهم زدن خاک اطراف ریشه‌ها، به هم زدن عناصر غذایی بستر مزرعه و قابل دسترسی نمودن آنها زمینه را برای توسعه پنجه و افزایش عملکرد به ازای هر یک را فراهم می‌نماید. ورومانت و همکاران (۲۰۰۲) نیز مشابه با نتیجه فوق، گزارش نمودند که تعداد پنجه بارور در شرایط کشت توأم نسبت به تک کشتی برنج افزایش می‌یابد که با نتیجه این آزمایش مطابقت می‌نماید.

تک کشتی برنج ■ کشت توأم برنج با ماهی ■



شکل ۱- مقایسه میانگین تعداد پنجه در بوته تحت دو شرایط

تعداد پنجه در بوته: اثر متقابل شرایط کشت در رقم برای صفت تعداد پنجه در بوته در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف معنی‌دار بود ولی از لحاظ سایر صفات، اختلاف غیر معنی‌دار بود. ورومانت و همکاران (۲۰۰۲) نیز ضمن بررسی نتایج ۸ آزمایش انجام گرفته بر روی کشت توأم برنج و ماهی، به غیر معنی‌دار بودن اثر متقابل شرایط کشت در رقم دست یافتند که با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. مقایسه میانگین صفت تعداد پنجه در بوته در دو شرایط محیطی (شکل ۱) نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه و دو شرایط محیطی اختلاف معنی‌داری وجود داشته و کلیه ارقام به غیر از رقم لنجان در شرایط کشت توأم تعداد پنجه بیشتری نسبت به شرایط تک کشتی تولید نمودند و لاین ۵۰۷ با میانگین ۱۳/۲۳ پنجه در بوته بیشترین تعداد را در شرایط کشت توأم به خود اختصاص داد. فرانکوئیس و همکاران (۱۹۹۴) گزارش نمودند که در صورت مساعد بودن شرایط رشد، پنجه‌ها حدود ۷۰ درصد از کل عملکرد دانه را به خود اختصاص خواهند داد. گورونگ و واگل (۲۰۰۲) اظهار داشتند که بالا بودن تعداد پنجه در شرایط کشت توأم نسبت به مزرعه تک کشتی برنج، منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. طالشی و همکاران (۱۳۸۳)، اکبری و همکاران (۱۳۸۶) اختلاف معنی‌داری از لحاظ این صفت بین ژنوتیپ‌های برنج مشاهده نمودند. باندیوپادهیای و پوست (۲۰۰۱) گزارش نمودند که وجود ماهی در مزرعه برنج موجب افزایش و توسعه N.P.K به صورت

تنوع بالای ژنتیکی نسبت دادند. بالا بودن میزان وزن خشک در مزارع کشت توأم را می‌توان به ظرفیت بالای این مزرعه در تولید عناصر غذایی، کاهش رقبای برنج نظیر آفات و علف‌های هرز و هدایت عناصر غذایی توسط ماهی به سمت گیاه نسبت داد.

**وزن کاه:** اختلاف معنی‌داری بین ارقام مورد مطالعه مشاهده شد و رقم برکت با میانگین ۸۹۴/۵ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۲). بر اساس میانگین صفات، بین دو شرایط کشت اختلاف معنی‌دار بوده به طوری که شرایط کشت توأم با میانگین ۸۲۲/۶۶ گرم در مترمربع است بیشترین مقدار را نسبت به شرایط تک کشتی برنج دارا بود (شکل ۲). کاه در واقع قسمت رویشی گیاه می‌باشد که حاصل مقدار جذب عناصر غذایی و میزان فتوسنتز در واحد سطح فتوسنتز کننده گیاه می‌باشد، هر گونه تغییر در مقدار و نحوه بهره‌برداری از این نوع منابع می‌تواند قسمت رویشی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد به طوری که لایت‌فوت و همکاران (۱۹۹۰)، اودین و همکاران (۲۰۰۰) و چودهوری و همکاران (۲۰۰۱)، افزایش دانه و کاه را در مزارع کشت توأم به وجود ماهی و بهبود شرایط اکولوژیکی مزرعه نسبت دادند. از لحاظ صفت شاخص برداشت، اختلاف معنی‌داری بین شرایط کشت وجود نداشته که نشان دهنده بی‌تأثیر بودن شرایط کشت بر شاخص برداشت می‌باشد. نتایج نشان داد که از لحاظ صفت عملکرد هکتاری، شرایط کشت توأم

**تعداد دانه در پانیکول:** بین ارقام از لحاظ صفت تعداد دانه در پانیکول اختلاف معنی‌داری وجود داشته و رقم برکت با میانگین ۱۰۴/۶ دانه در پانیکول بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول ۲) و شرایط کشت توأم با میانگین ۹۸/۸۷، بیشترین تعداد دانه را نسبت به سیستم تک کشتی تولید نمود (شکل ۲). ورومانت و همکاران (۲۰۰۲) نیز افزایش تعداد دانه در پانیکول در شرایط کشت توأم برنج با پرورش ماهی نسبت به تک کشتی برنج را مشاهده نموده و بیان کردند که ماهی اثر مثبتی بر روی میزان ذخیره داشته است که احتمالاً می‌تواند ناشی از اصلاح چرخه عناصر غذایی در نتیجه حضور ماهی و بهبود جذب این عناصر توسط گیاه برنج باشد.

**وزن خشک:** بین ارقام اختلاف معنی‌دار وجود داشته و رقم علی‌کاظمی بدون اختلاف معنی‌دار با رقم برکت بیشترین وزن خشک (۱۳۰۵ گرم در مترمربع) را تولید نمودند (جدول ۲) و شرایط کشت توأم با میانگین ۱۲۲۹/۵ گرم در مترمربع بیشترین مقدار را نسبت به سیستم تک کشتی داشت (شکل ۲). ورومانت و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که وزن خشک گیاه برنج در شرایط مشابه افزایش می‌یابد. مومن‌نیا (۱۳۸۶) گزارش نمود که وزن خشک محصول برنج تحت شرایط کشت توأم ۱۷/۱ درصد بیشتر از مزارع تک کشتی برنج است که شرط ایده‌آل جهت افزایش تولید برنج می‌باشد. سینگ و همکاران (۱۹۹۰) تفاوت بین ارقام از لحاظ وزن خشک تولیدی را به

حاصلخیزی خاک و کاهش تلفات نیتروژن (بهاگات و همکاران، ۱۹۹۶ و کاگاوان، ۱۹۹۴)، حذف یا کاهش رقبای برنج (کاگاوان، ۱۹۹۴)، توزیع مناسب مواد غذایی قابل استفاده و هدایت آن به سمت ریشه گیاه، اکسیژن‌دهی خاک در نتیجه حرکت ماهی (کاگاوان، ۱۹۹۴ و گورونگ و واگل، ۲۰۰۲) و رها سازی دی‌اکسیدکربن و افزایش مقدار کربن در دسترس برای گیاهان (مومن‌نیا، ۱۳۸۶) نسبت داد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این آزمایش، پرورش ماهی در مزارع برنج موجب افزایش عملکرد برنج شده و رقم برکت و علی‌کاظمی به دلیل سازگاری با شرایط کشت توام و وجود شرایط مطلوب رشد با بیشترین میزان عملکرد، مناسب‌ترین ارقام می‌باشند.

با میانگین حدود ۴۳۰۸ کیلوگرم با اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ بیشتر از شرایط تک کشتی برنج با میانگین حدود ۴۱۱۰ کیلوگرم بود و ارقام برکت و علی‌کاظمی بدون اختلاف معنی‌دار با هم، به ترتیب با میانگین ۴۶۱۶ و ۴۵۴۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار را در شرایط کشت توأم به خود اختصاص دادند.

### عملکرد نهایی: نتایج نشان داد که بین اکثر

ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری وجود داشته و رقم برکت با میانگین ۴۴۵۶ کیلوگرم در هکتار بدون اختلاف معنی‌دار با رقم علی‌کاظمی بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات (شکل ۲) نشان داد که بین دو شرایط محیطی توأم و تک کشتی اختلاف معنی‌داری وجود داشته و شرایط کشت توأم با برتری به سیستم تک کشتی، بیشترین مقدار عملکرد (۴۳۰۷/۹۸ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود. جوزف و همکاران (۲۰۰۸)، فری و بکر (۲۰۰۴)، چودهوری و همکاران (۲۰۰۱)، اودین و همکاران (۲۰۰۱)، رامان و همکاران (۲۰۰۰)، گزارش نمودند که عملکرد برنج در شرایط کشت توأم برنج با پرورش ماهی نسبت به تک کشتی برنج افزایش می‌یابد که با نتیجه آزمایش مطابقت می‌نماید. افزایش عملکرد برنج در شرایط کشت توأم نسبت به سیستم تک کشتی را می‌توان به ارتفاع بالای آب در مزرعه همراه با تعدیل دمای آب و کاهش مصرف مواد فتوسنتزی از طریق تنفس (زیپینگ و همکاران، ۱۹۹۶)، افزایش



جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب کشت برنج توام با پرورش ماهی و تک کشتی برنج

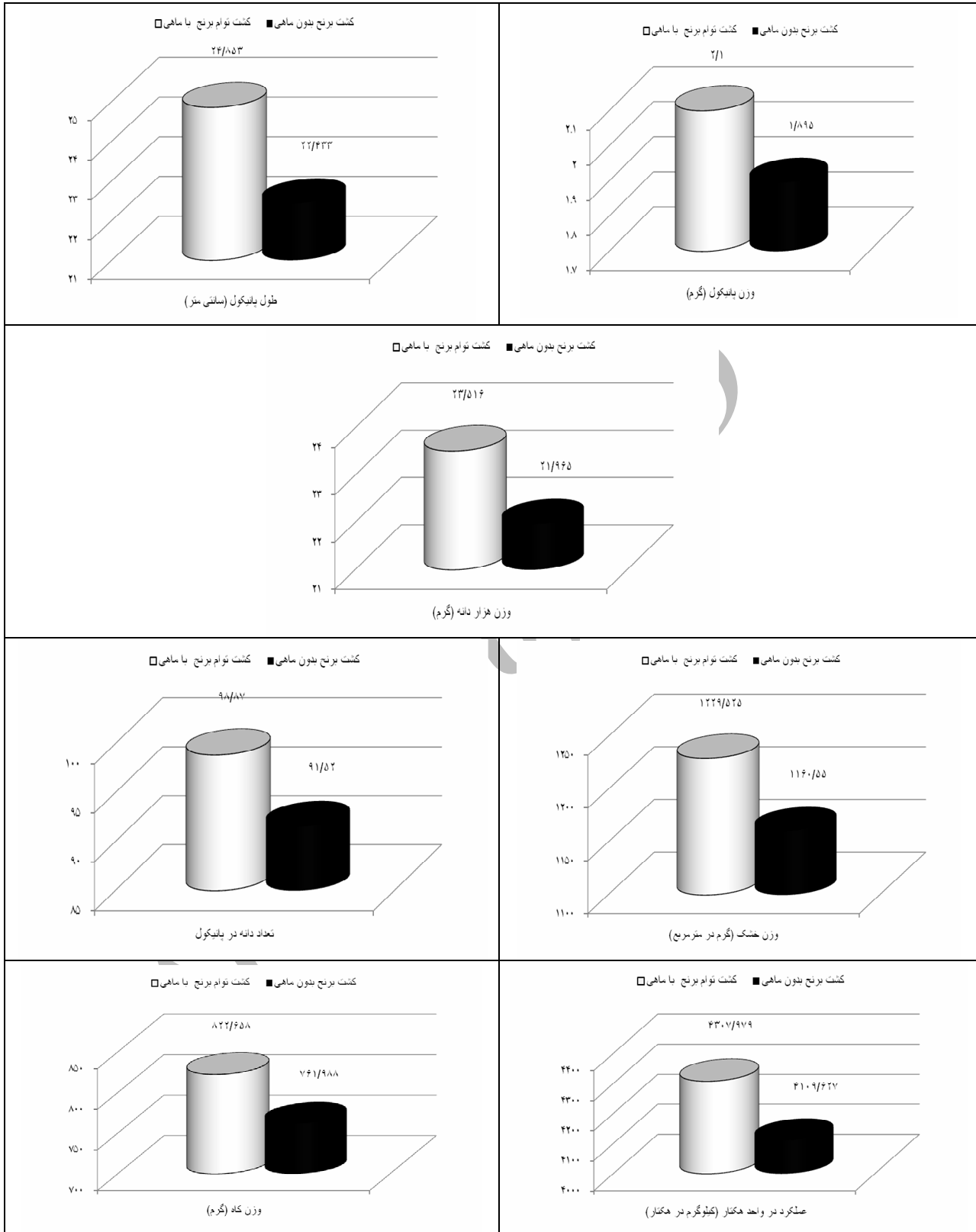
منابع تغییر	درجه آزادی	طول پانیکول	وزن پانیکول	وزن هزار دانه	تعداد پنجه در بوته	تعداد دانه در پانیکول	وزن خشک	وزن کاه	عملکرد نهایی
شرایط کشت	۱	۴۳/۹۲۳**	۰/۳۱۵*	۱۸/۰۵*	۹/۲۹۶*	۴۰۴/۸۰۱*	۳۵۶۸۱/۵۷۹**	۲۷۶۰۶/۹۰۳*	۲۹۵۰۷۶/۲۳۰**
اشتباه ۱	۴	۱/۱۱۷	۰/۰۲۰	۱/۹۸۵	۰/۴۴۹	۴۱/۹۱۱	۴۲۱/۴۲۰	۱۵۲۷/۸۶۷	۸۳۵۰/۳۵۹
رقم	۴	۳۴/۴۴۴**	۰/۸۲۷**	۳۴/۵۸۳**	۱۸/۲۱۴**	۲۹۹/۱۸۳**	۶۷۵۵۶/۳۹۳**	۳۷۱۲۱/۸۲۹**	۴۲۴۳۶۸/۸۱۲**
شرایط کشت X رقم	۴	۰/۹۰۴	۰/۰۰۵	۶/۲۸۸	۱/۹۴۱**	۲۰/۵۳۶	۳۱۵۶/۷۷۷	۱۱۰۷/۹۷۵	۱۷۲۵۳/۹۶۵
اشتباه ۲	۱۶	۰/۵۹۳	۰/۰۱۱	۳/۲۹۹	۰/۳۲۲	۱۲/۹۲۱	۱۶۶۲/۲۹۳	۱۳۰۵/۲۷۷	۶۷۸۸/۵۲۴
ضریب تغییرات (درصد)	-	۳/۲۶	۵/۳۱	۷/۹۹	۶/۳۹	۳/۷۸	۳/۴۱	۴/۵۶	۱/۹۶

\*\* معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و \* معنی دار در سطح احتمال ۵٪

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تیمارها در تجزیه مرکب

ارقام	طول پانیکول (سانتی متر)	وزن پانیکول (گرم)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه پانیکول	وزن خشک (گرم در مترمربع)	وزن کاه (گرم در مترمربع)	عملکرد نهایی (کیلوگرم در هکتار)
برکت	۲۶/۴۵a	۲/۵۷۸a	۲۶/۴۵a	۱۰۴/۶a	۱۳۰۰a	۸۹۴/۵a	۴۴۵۶a
شیرودی	۲۳/۸۸c	۱/۸۴۶c	۲۱/۱۷bc	۹۳/۹۵b	۱۱۶۵b	۷۷۵/۷c	۴۱۵۶b
علی کاظمی	۲۴/۸۸b	۲/۰۳b	۲۳/۲۱b	۹۸/۱۰b	۱۳۰۵a	۸۲۷/۳b	۴۴۳۹a
لنجان	۲۰/۰۳d	۱/۵۹۳d	۲۰/۱۷c	۸۵/۱۸c	۱۰۵۹c	۶۷۹/۴d	۳۸۰۲c
لاین ۵۰۷	۲۲/۹۷c	۱/۸۶۸c	۲۲/۷۰b	۹۴/۱۵b	۱۱۴۵b	۷۸۴/۶bc	۴۱۹۱b

حروف غیر مشابه به منزله اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن می‌باشد



شکل ۲- میانگین صفات با اختلاف معنی دار در دو شرایط محیطی توام و بدون ماهی

## منابع مورد استفاده

- ✓ اکبری، غ.، ر. صالحی زرخونی، م. یوسفی راد، م. نصیری، س. متقی. و ا. لطفی فر. ۱۳۸۶. ارزیابی برخی خصوصیات مرفولوژیک موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد در ۱۰ ژنوتیپ برنج. فصل نامه پژوهش در علوم کشاورزی. ۶: ۱۳۷-۱۳۰.
- ✓ طالشی، ک.، ن. اصولی. و م. نصیری. ۱۳۸۳. بررسی خصوصیات فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد در ارقام مختلف برنج. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوی. گزارش نهایی طرح پژوهشی. ۷۸ صفحه.
- ✓ مومن نیا، م. ۱۳۸۶. همزیستی برای افزایش تولید. ماهنامه سرزمین سبز. ۵ (۴۹): ۱۲-۵۰.
- ✓ Alam, M.J., S. Dewan., M.R. Raman., M. Kunda., M.A. Khaleque. and M.A. Kadar. 2004. Study on the cultural suitability of *Amblypharyngodon mola* with *Barbodes gonionotus* and *Cyprinus carpio* in a farmer's rice fields. Journal of Biological Sciences. 7 (7): 1242-1248.
- ✓ Aloysius. M.S. 2005. Production efficiency and sustainability of a rice-fish rotational farming model in Kuttanad low lands of Kerala. Thesis Submitted to Mahatma Gandhi University in partial fulfillment the award of the degree of Doctor of philosophy in zoology. 318 p.
- ✓ Bandyopadhyay, S. and A.M. Puste. 2001. Effect of carp and fish feed on yield and soil nutrient availability under integrated Rice-Fish culture. Journal of Asian Fisheries Science. 14: 435- 440.
- ✓ Bhagat, R.M., S.I. Bhuiyan. and K. Moody. 1996. Water, tillage and weed interactions in lowland tropical rice: A review. Journal of Agricultural Water Management. 31: 165- 184.
- ✓ Bronmark, C. and L.A. Hansson. 1998. The biology of lakes and ponds. Oxford University Press. Pp. 38- 43.
- ✓ Caguan, A.G. 1994. Overview of the potential roles of pisciculture on pest and disease control and nutrient management in rice fields. In: Seminar on the management of integrated ecosystems in tropical areas, (Edits. J.J. Symoens and J.C. Micha). Technical Centre for Agriculture and Rural Co-operation (CTA), Royal Academy of Overseas Sciences (Brussels). Pp: 203- 244.
- ✓ Chowdhury, M.T.H., S. Dewan., M.A. Wahab. and S.H. Thilsted. 2001. Culture of *Amblypharyngodon mola* in rice fields alone and in combination with *Barbodes gonionotus* and *Cyprinus carpio*. Bangladesh Journal Fishers. 5: 115- 122.
- ✓ Frei, M. and K. Becker. 2004. Integrated rice-fish production and methane emission under greenhouse conditions. Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment. 107 (1): 51- 56.
- ✓ Francois, L.E., E. Caththerin., M. Grieve., E.Y. Mass. and M.L. Slot. 1994. Time of salt stress affects growth and yield components of irrigated wheat. Journal of Agronomy. 86: 100-106.
- ✓ Gupta, M.V. and M.A. Mazid. 1993. Feasibility and potentials for integrated rice-fish systems in Bangladesh. Paper presented at 12th session of the FAO regional farm management commission for Asia and the Far East. Dhaka, Bangladesh. Pp: 1- 19.
- ✓ Gupta, M.V., M.J. Sollows., M. Abdul Mazid., A. Rahman., M.G. Hussain. and M.M. Dey. 1998. Integrating aquaculture with rice farming in Bangladesh: feasibility and economic viability, its adoption and impact. ICLARM Technical Report. 55: 90.

- ✓ Gurung, T.B. and S.K. Wagle. 2002. Revisiting Underlying Ecological Principles of Rice-Fish Integrated Farming for Environmental, Economical and Social benefits. Nepal Agriculture Research Council (NARC). Fisheries Research Station, Pokhara Lake Side, Baidam, Nepal. Journal of Our Nature. 3: 1- 12.
- ✓ Islam, S.S., M.G. Azam., S.K. Adhikary. and K.S. Wickramarachchi. 2004. Efficiency of integrated rice, fish and duck poly culture as compared to rice and fish culture in a selective area of Khulna District, Bangladesh. Journal of Biological Sciences Pakistan. 7 (4): 468- 471.
- ✓ Joseph, R., A. Elmada., S. Grace. and M. Ndunguru. 2008. Does African catfish (*Clarias gariepinus*) affect rice in integrated rice-fish culture in Lake Victoria Basin, Kenya? African Journal of Environmental Science and Technology. 2 (10): 336- 341.
- ✓ Kohinoor, A.H.M., S.B. Shaha., M. Akhteruzzaman. and M.V. Gupta. 1993. Suitability of short cycle species *Puntius gonionotus* (Bleeker) for culture in rice fields. In C.R. Dela Cruz (Edits). Role of fish in enhancing rice fields ecology in integrated pest management. ICLARM conference. procedure. Pp: 43- 50.
- ✓ Kumar, G.S. and M. Mahadevappa. 1998. Studies on genetic variability, correlation and analysis in rice during winter across the location. Journal of Agriculture Science. 11 (1): 73- 77.
- ✓ Lightfoot, C., P. Roger., A. Cagauan. and C.R. Dela Cruz. 1990. A fish crop may improve rice yields and rice fields. Journal of NAGA. 13: 12- 13.
- ✓ Lightfoot, C., A. Van Dam. and B. Costa-Pierce. 1992. What's happening to rice yields in rice-fish systems? In: Rice-Fish Research and Development in Asia (Edit by C.R. Dela Cruz, C. Lightfoot, B.A. Costa-Pierce, V.R. Carangal and M.P. Bimbao), ICLARM Conference Proceeding. Pp: 177- 183.
- ✓ Mukhopadhyay, P.K., D.N. Das. and B. Roy. 1992. On-farm research in deep water rice-fish culture in West Bengal, India. In: Rice-fish research and development in Asia, (Eds. C.R. Dela Cruz, C. Lightfoot, B.A. Costa-Pierce, V.R. Carangal and M.P. Bimbao). ICLARM Conference. procedure. 24: 11- 16.
- ✓ Raman, S., P.K. Sarker., S.U. Ahmad., M. Rafiquzzaman. and S.M. Ferdous. 2000. Study on the suitability of culture of exotic fish species in the coastal paddy field of Bangladesh under mono and mixed culture system. Journal of Biological sciences. 3 (4): 610- 612.
- ✓ Rao, C.S. and A.S.R. Prasad. 1992. Effect of change in path coefficient on rice crop lodging. Journal of Oryza. 29: 191- 194.
- ✓ Rothuis, A.J., N. Vromant., V.T. Xuan., C.J.J. Richter. and F. Ollevier. 1999. The effect of rice seeding rate on rice and fish production, and weed abundance in direct-seeded rice-fish culture. Elsevier Science.
- ✓ Sing, R.B., P.C. Ram. and B.B. Singh. 1990. Genetic variability in rice genotypes planted in sodic soil. International Rice Research Newsletter. 15: 4- 13.
- ✓ Uddin, M.J., S. Dewan., S.M.A. Hossain. and M.N. Islam. 2000. Effect of fish culture in rice fields on the yields of rice and nutrients uptake by rice grain and straw. Bangladesh. Journal of Fisheries. 23: 89- 97.
- ✓ Uddin, M.J., S. Dewan., M. Ashrafuzzaman. and M.M. Haque. 2001. Growth and yield of Gift (*Oreochromis niloticus*) and Thai silver barb (*Barbodes gonionotus*) in rice fields and their effects on the yield of rice. Journal of Bangladesh Fisheries. 5: 29- 35.
- ✓ Vromant, N., L.T. Duong. and F. Ollevier. 2002. Effect of fish on the yield and yield components of rice in integrated concurrent rice-fish systems. The Journal of Agricultural Science. 138 (1): 63- 71.
- ✓ Xieping, L., Z.X. Lin. and H. Guiting. 1996. Economic analysis of rice-fish culture. In: Rice-fish culture in Asia, (Edit by K.T. MacKay). IDRC. Pp: 240.