



## مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج به روش کشت مستقیم در بستر مرطوب توأم با پرورش ماهی در شمال ایران (آستارا)

فرزین سعیدزاده<sup>۱</sup> و شاهپور گروسی<sup>۲</sup>

### چکیده

به منظور مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج به روش کاشت مستقیم در بستر مرطوب توأم با پرورش ماهی، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و ده تیمار در سال زراعی ۱۳۹۱ در آستارا انجام شد. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه نشان داد که میان ارقام از لحاظ صفت طول خوشه در سطح احتمال ۵٪ و از لحاظ صفات ارتفاع گیاه، قطر دانه، وزن خوشه، وزن هزار دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن کاه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود دارد. مقایسه میانگین‌های صفات نشان داد که از میان ارقام مورد مطالعه، رقم گوهر به دلیل دارا بودن پتانسیل عملکرد بالا با میانگین ۶۳۷۸ کیلوگرم در هکتار مناسب‌ترین رقم در سیستم کشت مستقیم در بستر مرطوب توأم با پرورش ماهی می‌باشد، ضمن آنکه حضور ماهی در مزرعه برنج با میانگین عملکرد ۱۱۰۰/۸۲ کیلوگرم در هکتار علاوه بر افزایش درآمد و کاهش هزینه‌های تولید با تکیه بر منابع داخل مزرعه، امکان پایه‌گذاری و اجرای یک سیستم پایدار کشاورزی را در شالیزارهای منطقه آشکار نمود.

**واژگان کلیدی:** اجزای عملکرد، کشت مستقیم، کشت توأم برنج، ماهی.

## مقدمه

پرورش ماهی در مزرعه برنج یکی از راه‌های استفاده مطلوب از منابع آبی و خاکی بوده که ضمن تولید همزمان دو محصول متفاوت در یک قطعه زمین می‌تواند نقش مهمی در رفاه اجتماعی- اقتصادی جمعیت‌های روستایی کشورهای در حال توسعه ایفا نماید. کاشت توأم برنج و ماهی به عنوان یکی از بهترین روش‌های کشاورزی اکولوژیک، در بسیاری از کشورهای جهان به‌ویژه آسیا اجرا شده و به جهت سابقه طولانی و تنوع الگو و روش‌ها در سال ۲۰۰۵، توسط انجمن غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد (FAO) و سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (UNESCO) به عنوان یکی از سیستم‌های زراعی مبتکرانه مهم جهانی (GIAHS) ثبت شده است (Tsuruta et al., 2010).

احداث خزانه برنج، تولید و انتقال نشاء و کاشت آن در زمین اصلی از دلایل اصلی بالا بودن هزینه تولید برنج در ایران می‌باشد که نیازمند توجه ویژه است. در کشت مستقیم برنج به منظور کاهش هزینه تولید، کلیه این مراحل حذف شده و بذر مستقیماً در زمین اصلی بذرپاشی می‌گردد.

پرورش ماهی در مزارع برنج اگر به طور اصولی و فنی انجام گیرد می‌تواند از طریق کنترل علف‌های هرز، نرم‌تنان و حشرات، مبارزه بیولوژیک با بعضی از آفات برنج، استفاده از فضولات ماهی به عنوان کود، جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودها و سموم شیمیایی، کنترل گیاهان آبی نظیر آزولا، افزایش محصول برنج، تولید گوشت ماهی و تأمین نیازهای پروتئین جامعه، افزایش سرانه مصرف ماهی در روستاها و با ایجاد شرایط مناسب جهت اشتغال‌زایی، اثرات مفید برجای بگذارد (Danesh Khoshasl, 2004).

یانگ و همکاران (Yang et al., 2006) نتیجه گرفتند که کشت توأم برنج و ماهی ضمن بهبود

شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، دوره رشد برنج را طولانی می‌کند که این امر منجر به افزایش بیوماس گیاه برنج، افزایش قطر ساقه، طولیل شدن ساقه، رشد و توسعه ریشه‌ها، افزایش طول میان‌گره‌های پایینی و تعداد میان‌گره‌ها می‌شود.

کربلایی و همکاران (Karbalaie et al., 2006) کشت مستقیم بذر را به عنوان فن‌آوری جدید پذیرفته و افزایش عملکرد در این سیستم را به تعداد بیشتر دانه در ساقه‌های بارور نسبت دادند. جوزف و همکاران (Joseph et al., 2008) مشاهده نمودند که در مزارع کشت توأم برنج با پرورش ماهی از لحاظ عملکرد و برخی از اجزای عملکرد از جمله ارتفاع گیاه و تعداد دانه در خوشه، بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

ورومانت و همکاران (Vromant et al., 2001) گزارش نمودند که در مزارع کشت توأم از لحاظ وزن خشک اندام هوایی گیاه برنج، بین ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود داشت. پژوهش‌گران دیگری نیز افزایش عملکرد دانه و کاه در مزارع کشت توأم برنج با ماهی و اختلاف معنی‌دار بین ارقام مورد مطالعه را گزارش نمودند (Uddin et al., 2001; Chowdhury et al., 2001).

گرونک و واگله (Gurung and Wagle, 2005) بیان کردند گیاه برنج، علف‌های هرز و جلبک‌ها در استفاده از منابع غذایی جهت رشد خود با هم رقابت می‌کنند. اضافه کردن ماهی به این زنجیره غذایی دو هفته بعد از کاشت برنج، رقیبان این گیاه و آفات را کنترل نموده و مواد غذایی را به سمت برنج هدایت می‌کند که موجب افزایش عملکرد برنج می‌گردد. نتایج نشان داد که علی‌رغم کاهش ۳-۵ درصدی سطح زیر کشت برنج به دلیل احداث پناهگاه ماهی در درون شالیزار، عملکرد برنج به میزان ۹ درصد (۵۲۹)

شد. قطعه زمینی که برای این آزمایش در نظر گرفته شده بود در مدت دو سال قبل از اجرای این آزمایش توسط خود محققین تحت آزمایش‌های زراعت برنج توأم با پرورش ماهی قرار گرفته بود. پس از پایان آزمایش‌های قبلی و در ادامه همان آزمایش‌ها مجدداً در آذر ماه سال ۱۳۹۰ با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و تیلر شخم زده شد. در اردیبهشت ماه با شروع فصل کاشت و پس از انجام عملیات تکمیلی تهیه زمین، با هدف کشاورزی پایدار و بدون مصرف کوهای شیمیایی و سموم دفع آفات و علف‌های هرز، نقشه آزمایش در زمین پیاده گردید. مطابق نقشه، این طرح دارای ۳ تکرار، در هر تکرار ۱۰ کرت، کرت‌ها با ابعاد ۳×۳ متر، فاصله تکرارها از هم نیم متر و فاصله کرت‌ها از هم ۳۰ سانتی‌متر، طول تکرارها ۳۲/۷ متر، عرض طرح ۱۰ متر و با احتساب مساحت پناهگاه ماهیان (۳۰ مترمربع) مساحت کل طرح ۳۵۷ مترمربع تنظیم گردید. مقدار ۱۳۵ گرم بذر جوانه‌دار از لاین ۸۴۳، لاین ۸۴۰۵، و ارقام شفق، خزر، ندا، کوهسار، فجر الیت، گوهر، شیرودی و رقم محلی هاشمی (جدول ۴) به صورت دست پاش در داخل هر کرت کشت گردید، بدین ترتیب که پس از انجام عملیات تکمیلی تهیه زمین، به منظور خشک شدن بستر کاشت تا حدی که بذر در گل فرو نرود، به مدت دو روز آب از کرت‌ها خارج گردید. سپس مجدداً به ارتفاع کم، آب را وارد کرت‌ها نموده و بذریاشی انجام شد. آب مورد نیاز از طریق آب چاه و با استفاده از پمپ آب تأمین گردید.

به‌دلیل عوامل محدود کننده در مزارع کشت توأم نظیر کم بودن عمق آب، نداشتن فضای کافی جهت حرکت و شنای ماهیان و ایجاد سایه بر روی آب توسط گیاه برنج، گونه‌های خاصی از ماهیان را می‌توان پرورش داد. در ایران سعی شده از گونه‌های پرورشی ماهیان گرمابی به صورت Mixed Culture از

کیلوگرم بر هکتار) در مزارع کشت توأم نسبت به مزارع کشت برنج بدون ماهی افزایش داشت.

سعیدزاده و همکاران (Saeidzadeh et al., 2010) در ارزیابی تأثیر پرورش توأم برنج و ماهی بر عملکرد و اجزای عملکرد ۵ ژنوتیپ برنج نتیجه گرفتند که بین اکثر ارقام مورد مطالعه و همچنین بین دو شرایط محیطی کاشت برنج توأم با پرورش ماهی و تک کشتی برنج، اختلاف معنی‌داری وجود داشته و شرایط کشت توأم با برتری به سیستم تک کشتی برنج بیشترین مقدار عملکرد را تولید نمود، همچنین سعیدزاده (Saeidzadeh, 2011) در بررسی تأثیر روش‌های مختلف کاشت (کاشت نشایی مکانیزه، کاشت نشایی سنتی و کاشت مستقیم بذر جوانه‌دار در بستر مرطوب) در شرایط کاشت توأم برنج با پرورش ماهی و تک کشتی برنج نتیجه گرفت که بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ اکثر صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود دارد. بین روش‌های مختلف کاشت و همچنین بین دو شرایط محیطی کاشت (توأم با پرورش ماهی و تک کشتی برنج) از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار به دست آمد، لذا در ادامه مطالعات فوق، این آزمایش با هدف شناسایی رقم مناسب برای کشت مستقیم در بستر مرطوب به صورت توأم با پرورش ماهی و با تکیه بر منابع داخل مزرعه و همچنین پایه‌گذاری یک سیستم کشاورزی پایدار در منطقه اجرا گردید.

### مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور دستیابی به مناسب‌ترین رقم برنج، به صورت کشت مستقیم بذر شلتوک جوانه‌دار در شرایط کشت توأم با پرورش ماهی بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی، در شهرستان آستارا با طول جغرافیایی ۴۸ دقیقه و ۵۲ درجه شرقی و با عرض ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه شمالی با ارتفاع ۲۱/۱ متر پایین‌تر از سطح دریا در سال زراعی ۱۳۹۱ اجرا

شد تا در دسترس ماهیان قرار گیرد. در طول دوره رشد، مراقبت‌های ویژه از قبیل کنترل عمق آب، جلوگیری از هجوم شکارچیان ماهی و غیره را اعمال نموده و حدود ۱۵ روز مانده به زمان برداشت، عمق آب داخل مزرعه آزمایشی کم کم پایین آورده شده و ماهی‌ها به پناهگاه منتقل گردید. البته ۳ روز قبل از انتقال، عمل غذادهی متوقف شد تا بعد از ۳ روز با عمل غذادهی در داخل حوضچه، ماهی‌ها به درون پناهگاه جلب شده و به درون آن انتقال یابند. همزمان با شروع برداشت برنج، متوسط وزن هر یک از گونه‌های ماهی اندازه‌گیری شد.

یادداشت‌برداری از صفات مورد مطالعه ارقام برنج با حذف اثر حاشیه انجام گرفت. پس از رسیدگی کامل برنج، عمل درو توسط دست انجام شده و محصول درو شده جهت خشک شدن، روی ساقه‌های باقی مانده پهن شد. در نهایت خرمن‌کوبی و توزین انجام گردید. صفات مورد مطالعه در ارقام برنج در این طرح عبارت بودند از: ارتفاع بوته از محل طوقه تا انتهای خوشه با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، طول دانه با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، قطر دانه با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، طول خوشه از محل گره تا نوک خوشه با دقت ۰/۱ سانتی‌متر، وزن خوشه از محل گره انتهایی ساقه با دقت ۰/۰۱، وزن هزار دانه با دقت ۰/۰۱، تعداد خوشه در کپه، تعداد دانه در خوشه در ۱۰ خوشه تصادفی شمارش و ثبت شد.

بیوماس کرت بر حسب کیلوگرم بر متر مربع با دقت ۰/۰۱ گرم، وزن کاه بر حسب کیلوگرم بر متر مربع پس از خرمن‌کوبی کاه و عملکرد بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شدند.

میانگین وزن هر یک از گونه‌های ماهی در دو مرحله یکی به هنگام برداشت برنج (مرداد ماه) و دیگری به هنگام صید ماهی (آذر ماه) با دقت ۰/۰۱ گرم توزین و ثبت شدند.

ترکیب ماهی کپور معمولی (*Cyprinus caprio*) با هدف کنترل جانوران آبی نظیر حشرات و لارو آنها، نرم‌تنان، انواع کرم‌ها با تراکم ۸۰۰ قطعه در هکتار، کپور علف‌خوار (آمور) (*Ctenopharyngodon idella*) با هدف تغذیه از گیاهان آلی، جلبک‌های ریشه‌ای، برگ‌های زیرین و پیر بوته برنج، مبارزه بیولوژیکی با گیاه آزولا و علف‌هرز در شالیزار با تراکم ۱۵۰-۱۰۰ قطعه در هکتار شالیزار، کپور نقره‌ای (فیتوفاگ) (*Hypophthalmichthys molitrix*) با هدف تغذیه از زئوپلانکتون‌ها و فیتوپلانکتون‌ها با تراکم ۱۵۰-۱۰۰ قطعه در هکتار، کپور سرگنده (*Aristichthys nobilis*) با هدف تغذیه از زئوپلانکتون‌ها و بعضی از جلبک‌ها با تراکم ۱۰۰-۵۰ قطعه در هکتار به وزن هر قطعه ۳۰ گرمی استفاده گردید.

برای حمل بچه ماهی‌ها از مرکز استان به محل آزمایش از وانت مجهز به مخازن کاملاً پر شده از آب و دستگاه هوا ده استفاده شد. به‌منظور جلوگیری از وارد آمدن استرس ناشی از تغییر ناگهانی دمای آب، رهاسازی به هنگام غروب انجام شد زیرا در این موقع آب مزرعه خنک بوده و امکان تلفات بچه ماهی‌ها کمتر می‌باشد. قبل از تخلیه بچه ماهی‌ها در پناهگاه ابتدا با اضافه کردن مقداری از آب موجود در پناهگاه مزرعه به تانکر، دمای آب درون تانک را با دمای آب مزرعه تقریباً متعادل نموده و سپس رهاسازی صورت گرفت. پس از سپری شدن حدود بیست و پنج روز بعد از کشت مستقیم بذر و سپس انجام اولین وجین، به تدریج ارتفاع آب داخل کرت‌ها افزایش داده شد. ماهی با بالا رفتن آب داخل کرت، برای به دست آوردن غذا به داخل مزرعه راه یافت. جهت کمک به رشد ماهیان کپور از غذاهایی نظیر کنسانتره، گندم، جو، سبوس برنج، و علوفه تر موجود در مرزهای شالیزار استفاده شد. غذای مورد نیاز روزانه در تشتک ریخته و آرام آرام در کف استخر یا پناهگاه قرار داده

برنج می‌توان حدود ۱۱۰۰ کیلوگرم ترکیبی از گونه‌های ماهیان گرم‌آبی را نیز برداشت نمود. باندی پادیای و پاستی (Bandyopadhyay and Puste, 2001) گزارش نمودند که غذادهی به ماهی‌ها، می‌تواند عملکرد دانه و کاه برنج را به ترتیب ۱۹ و ۱۳ و عملکرد ماهی را به میزان ۷ درصد افزایش دهد. سایکیا و داس (Saikia and Das, 2008) بیان نمودند که برداشت اقتصادی در مزارع کشت توأم برنج و ماهی نزدیک به ۶۵/۸ درصد می‌باشد. تسوروتا و همکاران (Tsuruta *et al.*, 2010) گزارش نمودند ماهی، مدیریت تلفیقی آفات و علف‌های هرز را فراهم می‌سازد و مدفوع ماهی اثر حاصلخیز کننده دارد که قابلیت دسترسی عناصر غذایی را برای محصول برنج افزایش می‌دهد. کاشت توأم برنج و ماهی ضمن حفظ تعادل اکولوژیکی مزرعه برنج، نه تنها محصول بیشتری را تولید می‌کند بلکه یک سیستم زراعی پایدار را برقرار می‌سازد.

### ارتفاع بوته

از لحاظ صفت ارتفاع بوته بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید و بیشترین ارتفاع مربوط به رقم هاشمی (۱۴۰/۰۳ سانتی‌متر) و کمترین آن در رقم ندا (۷۷/۶۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد (جدول ۲). سعیدزاده (Saeidzadeh, 2010) با مطالعه روی ۳۰ رقم برنج به مدت ۲ سال به این نتیجه رسید که ارقام مورد مطالعه از لحاظ صفت ارتفاع بوته با هم اختلاف معنی‌دار دارند. کاگوان (Caguan, 1995) بیان نمود که صفت ارتفاع گیاه متأثر از خصوصیت ژنتیکی گیاه می‌باشد، با این وجود یانگ و همکاران (Yang *et al.*, 2006) مشاهده نمودند که در شرایط کشت توأم برنج و ماهی همزمان با طول شدن طول میان‌گره‌های پایینی و افزایش تعداد میان‌گره‌ها، ارتفاع ساقه افزایش یافت.

پس از پایان نمونه‌برداری و برداشت برنج، به دلیل ترک خوردن دیواره‌ها و عدم امکان آب‌گیری مجدد کرت‌ها، ماهی‌ها تا شروع اولین بارندگی در داخل پناهگاه باقی ماندند و به دلیل گرمی هوا عمل اکسیژن‌دهی مدام انجام گرفت. پس از بارندگی با اشباع شدن خاک مزرعه از آب، عملیات ترمیم دیواره‌ها انجام گرفته، آب داخل کرت‌ها بالا آورده شده، ماهی‌ها مجدداً به درون کرت‌ها راه یافتند.

تجزیه واریانس برای هر یک از صفات مورد مطالعه ارقام برنج، با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و رسم شکل‌ها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام پذیرفت.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در ده رقم برنج در کشت توأم با ماهی (جدول ۱) نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه از لحاظ کلیه صفات مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار وجود دارد.

ابوذری قضاوردی و همکاران (Abozari- Gazafroodi *et al.*, 2005) و نوری و همکاران (Noori *et al.*, 2004) نشان دادند که ارقام مورد مطالعه برنج از نظر صفات مورد بررسی دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند. تسوروتا و همکاران (Tsuruta *et al.*, 2010) گزارش نمودند که در کاشت توأم برنج و ماهی، تعداد سنبلیچه در خوشه بارور و وزن تک دانه بیشتر و عملکرد شلتوک تا حدود ۲۰ درصد افزایش یافت. علت این امر بدین ترتیب توجیه گردید که ماهی، منابع غذایی مختلفی را متابولیز کرده و مقداری جذب بدن و مابقی را دفع می‌کند، که برگشت عناصر غذایی مهیا شده را به صورت آلی تسریع می‌کند.

میانگین وزن ماهی‌ها نشان داد (جدول ۴) که از سطح یک هکتار زمین شالیزاری به صورت توأم با

### طول خوشه

از لحاظ صفت طول خوشه بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی دار مشاهده نگردید. با این وجود بیشترین طول خوشه (۲۶/۸۲ سانتی متر) با اختلاف معنی دار با سایر ارقام مربوط به رقم هاشمی به دست آمد (جدول ۲). مؤمن نیا (Momenniya, 2007) گزارش نمود که افزایش طول خوشه در شرایط کشت توأم ناشی از وجود شرایط مطلوب رشد در این مزرعه می باشد. رائو و پراساد (Rao and Prasad, 1992) اهمیت طول خوشه را روی عملکرد مثبت گزارش کردند به این معنی که با افزایش طول خوشه نقاط استقرار خوشه چه افزایش یافته که در صورت پر شدن دانه، ضمن افزایش وزن خوشه موجب افزایش عملکرد دانه می گردد.

### وزن خوشه

از لحاظ وزن خوشه بین ارقام هاشمی، فجر الیت، کوهسار و شفق و همچنین بین ارقام شیروودی، ندا و لاین ۸۴۳ اختلاف معنی دار مشاهده نگردید. بیشترین مقدار در رقم گوهر (۲/۳ گرم) و کمترین آنها در ارقام هاشمی (۱/۰۹ گرم)، فجرالیت (۰/۹۴ گرم)، کوهسار (۱/۰۷ گرم) و شفق (۰/۹۸ گرم) به دست آمد (جدول ۲). کوچکی و همکاران (Kochehi et al., 2007) اشاره داشتند که در صورت فراهم بودن مقادیر بالایی از عناصر غذایی و سهولت دسترسی به آنها فرآیند جذب، انتقال، تبدیل و تخصیص مواد هیدروکربنه بهتر صورت گرفته، افزایش وزن دانه را به دنبال خواهد داشت. ماهی تسریع کننده فعالیت میکروارگانیسم‌هایی است که مواد غذایی احیاء شده را قابل استفاده می کنند. بنابراین، برهم زنی ایجاد شده

اسلام و همکاران (Islam et al., 2004) گزارش نمودند که ماهی با بر هم زدن خاک، موجب حرکت عناصر غذایی به سمت ریشه شده و دسترسی به این عنصر را برای گیاه تسهیل می کند به طوری که کاگوان (Caguan, 1995) بلند بودن ارتفاع و سالم بودن دانه‌ها در مزارع کشت توأم را به توزیع بهتر مواد غذایی قابل استفاده و اکسیژن دهی خاک توسط حرکت ماهی نسبت داد.

### قطر دانه

از لحاظ صفت قطر دانه بین رقم شیروودی با رقم کوهسار و همچنین بین ارقام هاشمی، گوهر و لاین ۸۴۳ اختلاف معنی دار مشاهده نگردید و بیشترین قطر دانه مربوط به دو رقم شیروودی (۳/۲۵ میلی متر) با رقم کوهسار (۳/۳۲ میلی متر) و کمترین آن مربوط به دو رقم فجرالیت (۲/۲۷ میلی متر) و رقم ندا (۲/۳۱ میلی متر) بدون اختلاف معنی دار با هم به دست آمد (جدول ۲).

علمداری و خدابنده (Gasempour-Alamdari and Khodabandeh, 2005) صفت قطر دانه را متأثر از خصوصیت ژنتیکی رقم بین ۴-۲ میلی متر گزارش نمودند. در مزارع شالیزاری عدم تعادل در میزان کودهای شیمیایی از جمله کود نیتروژنه باعث چروکیده شدن دانه گشته که در نهایت قطر دانه تحت تاثیر قرار می گیرد. حضور ماهی در مزارع برنج در حفظ تعادل عناصر غذایی بستر خاک و سهولت دسترسی به این عناصر توسط گیاه موثر بوده و تغذیه ماهی به واسطه پتانسیل کودی آن به اصلاح وضعیت نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک کمک می کند که اثرات هر یک روی خروجی هر بخش از کشت توأم برنج و ماهی منعکس می گردد (Bandyopadhyay and Puste, 2001).

و عدم وجود رقابت در داخل کپه‌ها نسبت داد چرا که ماهی حاصلخیزی خاک را اصلاح کرده و اتلاف انرژی را پوشش می‌دهد و جریان انرژی را از طریق تغذیه از پلانکتون‌ها، علف‌های هرز، حشرات و باکتری‌ها که با برنج برای کسب عناصر غذایی رقابت می‌کنند، به نفع گیاه برنج تنظیم و تعدیل می‌نماید (Garousi, 2010).

### بیوماس

از لحاظ این صفت بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار به‌دست آمد. بیشترین مقدار (۱/۳۶ کیلوگرم در مترمربع) در رقم گوهر و کمترین آن در رقم فجرالیت (۰/۲۲ کیلوگرم در مترمربع) مشاهده گردید (جدول ۲). ورومانت و همکاران (Vromant *et al.*, 2002) نشان دادند که بیوماس گیاه برنج با وجود ماهی و با افزایش تعداد نشاء برنج افزایش می‌یابد. سعیدزاده و همکاران (Saeidzadeh *et al.*, 2007) اختلاف معنی‌داری را از نظر صفت بیوماس تک بوته بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به‌دست آوردند. بیشتر بودن بیوماس تولیدی در مزارع کشت توأم را می‌توان به ظرفیت بالای مزرعه در تولید عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و نیز حذف رقبات برنج و وجود شرایط مطلوب برای جذب این عناصر نسبت داد به‌طوری‌که اودین و همکاران (Uddin *et al.*, 2001) گزارش کردند که افزایش بیوماس در مزرعه کشت توأم ناشی از وجود ماهی در این مزرعه و کاهش علف‌های هرز و آفات مضر در اثر تغذیه و کنترل آنها به‌وسیله ماهی می‌باشد.

### وزن کاه

از لحاظ این صفت بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار به‌دست آمد. بیشترین مقدار (۰/۷۳ و ۰/۶۷ کیلوگرم در مترمربع) به ترتیب در ارقام گوهر و ندا بدون اختلاف معنی‌دار با هم مشاهده گردید.

توسط ماهی در مزرعه برنج می‌تواند به عنوان یکی از دلایل افزایش وزن دانه و در نهایت وزن خوشه باشد (Gurung and Wagle, 2005).

### وزن هزار دانه

از لحاظ صفت وزن هزار دانه بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. از لحاظ این صفت، بیشترین مقدار در رقم کوهسار (۲۵/۸۷ گرم) و کمترین مقدار در دو رقم شفق (۱۸/۰۶ گرم) و فجرالیت (۱۷/۳ گرم) بدون اختلاف معنی‌دار با هم مشاهده گردید (جدول ۲). اثر عمده محیط بر ترکیب عناصر غذایی اندام‌های گیاهی، تغییر غلظت عناصر موثر در متابولیسم می‌باشد. افزایش وزن هزار دانه در شرایط کشت توأم را نیز می‌توان به تخصیص و انتقال بیشتر مواد هیدروکربنه به دانه و پر شدن آنها نسبت داد (Garousi, 2010).

### تعداد دانه در خوشه

از لحاظ صفت تعداد دانه در خوشه بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید. بیشترین مقدار (۱۲۰/۴۴) در رقم گوهر و کمترین آن در رقم فجرالیت (۴۰/۷۹) مشاهده گردید. ورومانت و همکاران (Vromant *et al.*, 2002) مشاهده نمودند که کاهش تعداد خوشه در مترمربع با افزایش تعداد دانه در خوشه جبران گردید. نامبرده اثر مثبت ماهی روی این صفت را ناشی از اصلاح چرخه عناصر غذایی در نتیجه حضور ماهی و اصلاح جذب عناصر غذایی توسط گیاه برنج نسبت داد. در شرایط کشت مستقیم بذر، پنجه‌های یک کپه از یک بذر منشأ می‌گیرند ولی در کشت نشایی، چند نشاء با هم در یک کپه قرار می‌گیرند که احتمال وجود رقابت در بین آنها وجود دارد. لذا بیشتر بودن تعداد دانه در خوشه را در کشت مستقیم و شرایط کشت توأم می‌توان به حضور ماهی

و واگل (Gurung and Wagle, 2005) اشاره داشتند به این که در مزارع کشت توأم برنج با ماهی کنترل رقبای برنج توسط ماهی، عامل اصلی افزایش عملکرد می باشد. بانندی پادیای و پاستی (Bandyopadhyay and Puste, 2001) افزایش عملکرد برنج را به افزایش گاز کربنیک در شرایط کشت توأم نسبت دادند. در مزرعه کشت توأم منبع اصلی و اولیه دی اکسید کربن از تنفس ماهی ها و گیاهان میکروسکوپی حاصل می شود. شنای ماهی در آب موجب رهاسازی دی اکسید کربن و افزایش مقدار کربن در دسترس برای گیاهان می گردد. بهاقات و همکاران (Bhagat et al., 1996) گزارش نمودند که ارتفاع زیاد آب در کشت توأم برنج و ماهی موجب خفگی و کنترل علف های هرز گشته که نتیجه آن افزایش عملکرد برنج می باشد. یانگ و همکاران (Yang et al., 2006) گزارش نمودند که اگر انتخاب واریته و تکنولوژی های زراعی به طور مناسب کنترل شوند، کشت توأم برنج و ماهی می تواند خوشه های موثر را افزایش داده، عملکرد دانه برنج را بهبود بخشد.

سینگ و باتاچاری (Singh and Bhattachary, 1989) اظهار داشتند چنانچه در کشت مستقیم برنج، مدیریت زراعی مناسب رعایت شود، عملکرد مشابه کشت نشایی خواهد بود. از آنجا که مهم ترین مشکل در کشت مستقیم، مدیریت و کنترل علف های هرز می باشد، در صورت کنترل صحیح علف های هرز، عملکرد کشت مستقیم برابر کشت نشایی خواهد بود. تنها راه مؤثر برای رفع این مشکل، علاوه بر به کارگیری روش های مکانیکی، زراعی و غیره بازگشت عناصر غذایی ذخیره شده در آنها به مزرعه و تبدیل به دانه و فرآورده های گوشتی از طریق کشت توأم برنج و ماهی در مزرعه می باشد.

کمترین مقدار وزن کاه (۰/۰۸ کیلوگرم در مترمربع) از رقم فجر الیت به دست آمد (جدول ۲). بانندی پادیای و پاستی (Bandyopadhyay and Puste, 2001) گزارش نمودند که در شرایط کشت توأم وزن کاه افزایش یافته و استفاده از تغذیه ماهی نیز عملکرد کاه برنج را ۱۳ درصد افزایش می دهد. کاه در واقع در دوره رشد و نمو گیاه به عنوان بخش فتوسنتز کننده و تولید کننده مواد هیدروکربنه محسوب می شود. ارقامی که دارای بیشترین سطح کارخانه فتوسنتزی باشند به علت افزایش ظرفیت فتوسنتزی، تجمع مواد هیدروکربنه تولید شده نیز بیشتر می گردد. در این آزمایش رقمی که دارای بیشترین وزن کاه بود، عملکرد دانه بالایی نیز تولید نمود.

#### عملکرد برنج

رامان و همکاران (Raman et al., 2000)، چودهوری و همکاران (Chowdhury et al., 2001)، اودین و همکاران (Uddin et al., 2001)، آلام و همکاران (Alam et al., 2004)، گورونگ و واگل (Gurung and Wagle, 2005)، فری و بکر (Frei and Becker, 2005) و جوزف و همکاران (Joseph et al., 2008) نتیجه گرفتند که عملکرد برنج در شرایط کشت توأم برنج با ماهی به دلیل اثر حاصلخیز کنندگی ماهی افزایش می یابد.

در این آزمایش از لحاظ عملکرد بین اکثر ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی دار به دست آمد. رقم گوهر به دلیل دارا بودن پتانسیل عملکرد بالا (۶۳۷۸/۵ کیلو گرم در هکتار)، با اختلاف معنی دار، بیشترین مقدار عملکرد را تولید نمود و کمترین میزان عملکرد مربوط به رقم فجرالیت (۹۹۳/۳ کیلوگرم در هکتار) بود (جدول ۲). اکبری و همکاران (Akbari et al., 2007) نتیجه گرفتند که ارقام مورد مطالعه برنج از لحاظ عملکرد دانه دارای اختلاف معنی دار هستند. گورونگ



### عملکرد ماهی

میانگین وزن کل ماهی‌ها نشان می‌دهد (جدول ۳) که برداشت ۱۳۰۰ کیلوگرمی از سطح یک هکتار علاوه بر افزایش درآمد کشاورزان می‌تواند به جهت کنترل بیولوژیکی و حذف رقبای برنج و اثرات سودمند اکولوژیکی، نوعی سیستم پایدار کشاورزی بر جای گذارد، ضمن آنکه می‌تواند مصرف سموم را در مزرعه حذف و یا کاهش دهد. باندی پادیای و پاستی (Bandyopadhyay and Puste, 2001) گزارش نمودند که وجود ماهی در مزرعه و دادن غذا به آن موجب افزایش و توسعه عناصر غذایی مورد استفاده برنج به صورت قابل استفاده در خاک و وجود شرایط اکولوژیکی مطلوب برای برنج و ماهی می‌گردد که در نهایت می‌تواند موجب افزایش عملکرد هر یک گردد.

### نتیجه‌گیری نهایی

در مناطق برنج خیز کشور از جمله گیلان و مازندران به دلیل طغیان علف‌های هرز عملاً امکان

کشت مستقیم برنج وجود ندارد و کشت نشایی یکی از دلایل اصلی بالا بودن هزینه تولید برنج می‌باشد. به‌کارگیری مداوم سیستم کشت برنج به صورت نشایی توأم با پرورش ماهی در یک قطعه زمین طی چند سال و در تداوم آن کشت مستقیم بذر جوانه‌دار به صورت توأم با پرورش ماهی یکی از راه‌هایی است که کاهش هزینه تولید را ممکن می‌سازد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که امکان کشت ارقام مورد مطالعه به صورت مستقیم با پرورش ماهی وجود دارد و بین این ارقام از لحاظ عملکرد و برخی اجزای عملکرد اختلاف معنی‌داری وجود داشته و رقم گوهر با بالاترین میزان عملکرد به عنوان مناسب‌ترین رقم مشخص گردید. ضمن آن‌که وجود ماهی در مزرعه علاوه بر تولید آن، از طریق کنترل رقبای برنج و کاهش مصرف نهاده‌های کشاورزی، با ایجاد یک سیستم پایدار در مزرعه می‌تواند اثرات مفید بر جای بگذارد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ده رقم برنج در کشت توأم با ماهی

Table 1- Analyses of variance for studied traits in 10 cultivars of rice along with fish culture

SOV	منابع تغییر	درجه آزادی df	MS میانگین مربعات								
			ارتفاع گیاه Height	قطر دانه Grain diameter	طول خوشه Panicle length	وزن خوشه Panicle weight	وزن هزار دانه 1000 grain weight	تعداد دانه خوشه Grain per panicle	بیوماس Biomass	وزن کاه Straw weight	عملکرد دانه Grain yield
Block	بلوک	2	5.662	0.019	0.487	0.002	30.935	841.85	0.0586	0.0291	534615.93
Treatment	تیمار	9	900.422**	0.448**	8.75*	0.77**	27.914**	1979.61**	0.426**	0.145**	9083497.52**
Error	اشتباه آزمایشی	18	22.066	0.004	3.609	0.018	1.449	84.166	0.0151	0.0144	146711.84
CV(%)	ضریب تغییرات	-	4.82	2.27	8.03	8.8	5.4	11.56	16.02	28.87	11.32

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطوح ۵ و ۱ درصد می باشند.

\*and\*\*: Significant at 0.05 and 0.01 probability level, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ده رقم برنج در کشت توأم با ماهی

Table 2- Means comparison of studied traits in 10 cultivars of rice along with fish culture

Cultivar	رقم	ارتفاع گیاه Height (cm)	قطر دانه Grain diameter(mm)	طول خوشه Panicle length (cm)	وزن خوشه Panicle weight (g)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	تعداد دانه در خوشه Grain per panicle	بیوماس Biomass (kg/m <sup>2</sup> )	وزن کاه Straw weight (g/m <sup>2</sup> )	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)
Line 843	لاین ۸۴۳	101.07c	2.59c	25ab	1.99b	23.46cb	89.33cd	1.01cd	0.58 ab	4378.5c
Shafag	شفق	92/87cd	2.45d	22.87b	0.98e	18.06e	46.77f	0.36 gh	0.21 cd	1209.6h
Khazar	خزر	111.2b	3.14b	23.93ab	1.33d	21.96cd	75.53ed	0.77 ed	0.41 cb	3587.4ed
Neda	ندا	77.67e	2.31e	21.68b	2.07b	25.57ab	110.5ab	1.22 ab	0.67 a	5507.4b
Line8405	لاین ۸۴۰۵	92.1d	2.54cd	23.45ab	1.58c	20.67d	75.88ed	0.64 ef	0.32 c	3148.1ef
Kuhsar	کوهسار	92.4cd	3.32a	21.36b	1.07e	25.87a	71.28e	0.55 gf	0.30 cd	2583.3gf
Elite Fajr	فجر البیت	92.93cd	2.27e	22.17b	0.94e	17.3e	40.79f	0.22 h	0.08 d	993.3h
Gohar	گوهر	89.4d	2.56c	24.95ab	2.3a	25.41ab	120.44a	1.36 a	0.73 a	6378.5a
Shiroodi	شیرودی	85.87d	3.25a	24.46ab	1.85b	23.56cb	97.77cb	0.97 cd	0.63 ab	3846.3cd
Hashemi	هاشمی	140.03a	2.63c	26.82a	1.09e	20.89d	65.17e	0.44 gf	0.19 cd	2204.8g

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی دار آماری در سطح احتمال ۵ درصد بین آنها است.

Mean followed by similar letters in each column, are not significantly different at the 5% level of probability.

## جدول ۳- متوسط عملکرد ماهی

Table 3- Mean fish yield

Fish species	گونه‌های ماهی	وزن ماهی به هنگام برداشت برنج مرداد ماه Fish weight in August (kg/ha)	وزن ماهی به هنگام صید آذر ماه Fish weight in November (kg/ha)
Common carp (30 pieces)	کپور معمولی (۳۰ قطعه)	420.16	840.33
Amur (4 pieces)	آمور (۴ قطعه)	56.02	134.45
Silver carp (4 pieces)	فیتوفاگ (۴ قطعه)	39.21	67.22
Big head carp (3 pieces)	کپور سرگنده (۳ قطعه)	29.41	58.82
Total	جمع کل	544.8	110.82

## جدول ۴ - مشخصات ارقام برنج مورد مطالعه

Table 4- Studied rice cultivars information

Cultivar	رقم	استان محل معرفی Province	ارتفاع بوته Height(cm)	دوره رشد Growth period (day)	وزن هزار دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)
Khazar	خزر	گیلان Guilan	125	125-130	25	5-5.5
Elite Fajr	فجر الیت	مازندران Mazandaran	107.7	140	24	6-6.5
Neda	ندا	مازندران Mazandaran	110	130-135	26	7-7.5
Shafag	شفق	مازندران Mazandaran	110	120-135	24	7.5-8
Hashemi	هاشمی	گیلان Guilan	139.3	120	25	3.5
Gohar	گوهر	گیلان Guilan	114	130-135	28	7-8
Shiroodi	شیرودی	مازندران Mazandaran	106	120-125	26	6.5
Kohsar	کوهسار	مازندران Mazandaran	110	65-70	26	5-7

## References

## منابع مورد استفاده

- Abozari Gazafroodi, A., M. Valizadeh, M. Fotokiyani, and R. Honarnejad. 2005. Compare Iranian and foreign rice varieties based on electrophoresis data of stored seed protein and quantitative traits. *Iranian J. of Agriculture Science*. 5(36): 1251-1262. (In Persian).
- Akbari, Gh., R. Salehi Zarkhoni, M. Yosefirad, M. Nasiri, S. Motagi, and A. Lotfifar. 2007. Evaluation of some morphological characteristics on yield and yield components in 10 genotypes of rice. *J. of Agricultural Sciences*. 2 (6): 130-137. (In Persian).
- 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. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 7(7): 1242-1248.
- Bhagat, R.M., S.I. Bhuiyan, and K. Moody. 1996. Water, tillage and weed interactions in lowland tropical rice: A review. *Agricultural Water Management*. (31): 165-184.
- 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.
- Cagauan, A.G. 1995. 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. Technical Centre for Agriculture and Rural Cooperation (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 of Fisheries*. (5): 115-122.
- Danesh Khoshasl, A. 2004. The final report of the research project concurrent carp and rice cultivation. Inland Aquaculture Institute, Bandar Anzali, p. 21.
- Frei, M., and K. Becker. 2005. A greenhouse experiment on growth and yield effects in integrated rice-fish culture. *Journal of Aquaculture*. 244: 199-128.
- Garousi, S.H. 2010. Study the effects of concurrent rice-fish culture on yield and yield components of five rice varieties in Astará. M.S.c Thesis, Islamic Azad University, Miyaneh Branch. 167 pp. (In Persian).
- Gasempour Alamdari, M., and N. Khodabandeh. 2005. Rice cultivation. Islamic Azad University, Ghaemshahr Branch. 167 pp. (In Persian).
- Gurung, T.B. and S.K. Wagle. 2005. Revisiting underlying ecological principles of rice-fish integrated farming for environmental, economical and social benefits. Nepal Agriculture Research Council (NARC). Fisheries Research Station. *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. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 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.
- Karbalai, M.T., M. Nasiri, B. Amiri Larijani, and M. Arjomangan. 2006. Direct seeding of rice varieties in different states in dry and wet methods (flower water) compared with transplanting. Rice Research Institute, Deputy of Mazandaran. Final Report Research. 22 pp.
- Kocheiki, A., A. Zand, M. Banayan Aval, P. Rezvani Moghadam, A. Mahdavi Damghani, M. Jami Alahmadi, and S.R. Vesal. 2007. Plant ecophysiology. Publication of Ferdowsi University of Mashhad. Second Edition. 523 pp.
- Momenniya, M. 2007. Symbiosis to increase production. *Journal of Sarzamin Sabz*. 50(49): 55.
- Noori, Z., R. Honarnejad, A. Momeni, A. Ebadi, and M. Allahgolipour. 2004. Genetic diversity and germplasm classification in Iranian and imported rice with using micro-satellite markers. Eighth Iranian Crop Science and Plant Breeding Congress. Rasht. Iran.
- 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.
- Saeidzadeh, F. 2010. Survey of adaptation of thirty rice (*Oryza sativa* L.) genotypes of west Guilan climatic conditions Astar. *J. of Crop and Weed Ecophysiology*. 4(15): 111-126. (In Persian).
- Saeidzadeh, F., Sh. Garousi, and R. Taghizadeh. 2010. The evaluation of the effect of rearing the concurrent Rice-Fish culture on the yield and its components of 5 genotypes of rice. *J. of Research in Crop Sciences*. 2(6): 55-66. (In Persian).
- Saeidzadeh, F. 2011. The effect of different culture methods on yield and yield components of rice (*Oryza sativa* L.) varieties under the concurrent rice-fish and rice mono culture conditions. *J. of Research in Crop Sciences*. 3(11): 95-106. (In Persian).
- Saikia, S.K., and D.N. Das. 2008. Rice-fish culture and its potential in rural development: A Lesson from Apatani Farmers, Arunachal Pradesh, India. *Journal of Agriculture and Ruragizadhl Development*. 6(1, 2): 125-131.
- Singh, K.N., and H.C. Bhattacharyya. 1989. Direct-seeded rice. Principles and Practices. New Delhi: Oxford Publishing. 166 pp.
- Tsuruta, T., M. Yamaguchi, S.I. Abe, and K.I. Iguchi. 2010. Effect of fish in rice-fish culture on the rice yield. *Journal of Springer Fish Science*.

- 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., N.T.H. Chau, and F. Ollevier. 2001. The effect of rice seeding rate and fish stocking on the floodwater ecology of the trench of a concurrent, direct-seeded rice-fish system. *Journal of Hydrobiologia*. (457): 105-117.
- 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. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge University Press. 138(1): 63-71.
- Yang, Y., H.C. Zhang, X.J. Hu, Q.G. Dai, and Y.J. Zhang. 2006. Characteristics of growth and yield formation of rice in rice-fish farming system. Chinese Academy of Agricultural Sciences.