بررسی کاربرد برگی عناصر غذایی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج پر محصول رقم ساحل

بهزاد محمودی[۱]، مرتضی مبلغی[۲*]، علی افتخاری[۳] و مجتبی نشائی‌مقدم[۴]

۱) دانشجوی دکتری گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

۲) استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

۳ و ۴) مربی گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران.

*** نویسنده مسئول: mor.moballeghi@gmail.com**

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۰۳ **تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۰۲**

چکیده

به منظور تعیین اثر کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه برنج رقم ساحل، آزمایشی طی دو سال ۹۶-۱۳۹۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در معاونت موسسه تحقیقات برنج ایران واقع در شهرستان آمل به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آزمایش شامل کاربرد برگی عناصر غذایی به میزان یک درصد در مراحل اواسط پنجه‌زنی، حداکثر پنجه‌زنی، آغاز تشکیل خوشه، حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه و تمامی مراحل به همراه تیمار شاهد بود. بر اساس نتایج به‌دست آمده کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد رویشی و زایشی اثر معنی‌داری بر وزن خشک بوته، شاخص کلروفیل برگ، تعداد دانه پر در خوشه، طول خوشه و عملکرد شلتوک داشت. در مقابل کاربرد برگی عناصر در مراحل مختلف رشد اثر معنی‌داری بر تعداد دانه پوک در خوشه، وزن هزار دانه و شاخص برداشت نداشت. بیشترین میانگین نیز مربوط به تیمارهای حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه و تمامی مراحل و کمترین آن مربوط به تیمار شاهد بود. نتایج نشان داد کاربرد عناصر ماکرو و میکرو به‌خصوص در مراحل انتهای رشد رویشی و اوایل رشد زایشی در رقم ساحل نقش مهمی در بهبود فتوسنتز و تجمع ماده خشک دارد. در نهایت نتایج این مطالعه نشان داد در رقم ساحل کاربرد برگی عناصر در مراحل حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه در مقایسه با کاربرد برگی عناصر در سه مرحله، صرفه اقتصادی بیشتر و اثربخشی بالاتری خواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: کاربرد برگی، خوشه، کلروفیل، وزن خشک و رقم ساحل.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

مقدمه

کاربرد برگی عناصر غذایی ضمن افزایش عملکرد موجب کاهش میزان مصرف کودهای شیمیایی در خاک می‌شود. همچنین این روش می‌تواند فاصله زمانی بین کاربرد و جذب عناصر غذایی توسط گیاه را کاهش دهد. در واقع کاربرد برگی عناصر غذایی نمی‌تواند به‌طور کامل جایگزین کاربرد کودهای شیمیایی در خاک شود، اما این روش باعث افزایش جذب عناصر غذایی شده و از این‌رو کارایی عناصر غذایی به‌کار رفته در خاک را افزایش می‌دهد (Bhuyan *et al*., 2012). گیاهان زراعی در مراحل مختلف رشد خود نیازمند ذخیره تمامی عناصر غذایی یا برخی از آن‌ها، جهت دستیابی به عملکرد مطلوب هستند. معمولا تقاضای گیاه در طول دوره رشد نمایی به حداکثر خود می‌رسد. در طول چنین مراحل بحرانی، برگ‌ها منحصرا دارای کارایی بالایی برای جذب عناصر غذایی هستند (Alexander, 1985). در این راستا Shaygany و همکاران (۲۰۱۲) ضمن بررسی کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه برنج، افزایش معنی‌دار تعداد خوشه در متر مربع، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه را در هر دو سال زراعی مورد مطالعه گزارش کرد. به‌نحوی که بیشترین میانگین خصوصیات مورد مطالعه مربوط به تیمار محلول‌پاشی عناصر غذایی در مراحل مختلف نشاکاری، پنجه‌زنی و تشکیل خوشه بود. Radhika و همکاران (۲۰۱۳) ضمن کاربرد برگی عناصر غذایی بیان داشتند، کاربرد تیمار یک درصد محلول‌پاشی در سه زمان ۱۵ روز پس از نشاء، حداکثر پنجه‌زنی و آغاز تشکیل خوشه دارای بیشترین تعداد پنجه، تعداد خوشه، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه در خوشه بود. نتایج مطالعه Arif و همکاران (۲۰۰۶) نیز نشان داد کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه برنج داشت. آن‌ها بیان داشتند کاربرد برگی عناصر غذایی در سه مرحله پنجه‌زنی+ اولین گره+آبستنی دارای بیشترین تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیکی بود و بیشترین عملکرد دانه با کاربرد برگی در دو مرحله پنجه‌زنی+ اولین گره به‌دست آمد. عبدلی و همکاران (۱۳۹۴) نیز افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، زیست توده و تعداد دانه در سنبله گندم را با کاربرد برگی عنصر روی در مراحل ساقه‌دهی و آغاز پر شدن دانه گندم گزارش کردند. هر چند مطالعه جوکار و همکاران (۱۳۹۵) نشان داد زمان کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر عملکرد، اجزای عملکرد و خصوصیات کیفی دانه برنج رقم طارم ندارد. بوربوری و طهرانی (۱۳۹۲) نیز ضمن بررسی کاربرد برگی و خاکی عناصر کم مصرف در گیاه گندم دریافتند، تغذیه برگی عناصر میکرو مانند آهن و منگنز، اثر معنی‌داری بر افزایش تعداد پنجه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و درصد پروتئین دانه نداشت. در نهایت در نوار شمالی کشور انتخاب رقم پرمحصول با قابلیت انعطاف‌پذیری بیشتر از نظر جذب عناصر غذایی و همچنین کاربرد تلفیقی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو می‌تواند تولید بیشتر محصول را تضمین کرده و از این رو انگیزه لازم را در بین

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

کشاورزان ایجاد نماید. در این بین تمایل کشاورزان برای کشت ارقام پرمحصول به سیاست‌های حمایت از تولید داخلی نیز بستگی دارد، به عنوان مثال به‌دلیل عدم حمایت و برنامه‌ریزی بلندمدت دولت در این بخش، شاهد کاهش چشمگیر سطح زیر کشت این ارقام در استان‌های شمالی بودیم به‌نحوی که در سال ۱۳۹۴ سطح زیر کشت در استان گیلان به ۵ و در استان مازندران به ۴۷ هزار هکتار کاهش یافت. بنابراین با توجه به اهمیت، وسعت و پراکندگی اراضی شالیزاری در شمال کشور و اهمیت تولید این محصول استراتژیک، این امر می‌تواند راهکار مناسبی جهت بهبود و ثبات عملکرد در ارقام مختلف برنج محسوب گردد (درزی نفت‌چالی و کاراندیش، ۱۳۹۵). لذا این تحقیق به منظور تعیین اثر کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد رقم پرمحصول ساحل انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد گیاه برنج رقم ساحل آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار طی دو سال ۹۶-۱۳۹۵ در معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان آمل با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۲ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۴ متر از سطح آب‌های آزاد انجام شد. در این مطالعه از رقم برنج ساحل که در سال ۱۳۸۰ توسط موسسه تحقیقات برنج معرفی گردید استفاده شد. پس از مرزبندی و تسطیح خزانه در فروردین ماه، ۷۲ ساعت پیش از عملیات بذرپاشی از علف‌کش بوتاکلر و بن سولفورون متیل به ترتیب به میزان ۴ لیتر و ۷۵ گرم در هکتار استفاده شد. پس از جوانه‌زنی بذور، عملیات بذرپاشی در خزانه با تراکم ۵۰ گرم بذر در هر متر مربع خزانه در تاریخ ۲۰ و ۲۹ فروردین‌ماه به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ انجام و خزانه‌ها توسط پلاستیک شفاف جهت جلوگیری از خسارت سرما و تسریع در فرآیند رشد پوشیده شدند. با توجه به نتایج آزمون خاک (جدول ۱) میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص از منبع اوره (یک دوم پیش از نشاکاری و مابقی دو هفته پس از نشاء)، ۴۵ کیلوگرم فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به زمین اصلی اضافه شد.

جدول ۱: ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

عمق خاک (سانتی‌متر)	عناصر		درصد اجزای خاک			بافت خاک	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)
	نیتروژن (درصد)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	رس (درصد)	لای (درصد)	شن (درصد)			
۰-۳۰	۰/۱۲	۸/۵	۱۰۰	۲۷	۴۵	۲۸	سیلتی لومی	۷	۱/۴۴

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.2.3]

عملیات نشاکاری به ترتیب در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ۲۵ اردیبهشت و ۱ خرداد به‌صورت دستی با تراکم ۱۶ کپه در متر مربع و فواصل ردیف ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف در کرت‌هایی با ابعاد ۵×۵ متر مربع به‌صورت تک نشاء انجام شد. هر بلوک دارای شش کرت و هر کرت شامل بیست ردیف کاشت به‌فاصله ۲۵ سانتی‌متر و فاصله بین بلوک‌ها نیز ۲ متر بود. تیمارهای آزمایش در این تحقیق شامل کاربرد برگی عناصر غذایی به‌میزان یک در هزار در مراحل اواسط پنجه‌زنی، حداکثر پنجه‌زنی، آغاز تشکیل خوشه، حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه، اواسط پنجه‌زنی+حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه به همراه تیمار شاهد بود. جهت انجام محلول‌پاشی نیز از کود مایع موسسه رویش‌نو که دارای مجوز رسمی از موسسه تحقیقات برنج کشور می‌باشد استفاده شد. عناصر موجود در این کود مایع (W/V) شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم هر یک به میزان ۷ درصد، آهن و بور به میزان ۰/۰۵ درصد و روی، منگنز و مس هر کدام ۰/۰۱ درصد می‌باشد. محلول‌پاشی عناصر غذایی در اواخر روز توسط یک پمپ سم‌پاش دستی ۲۰ لیتری به نسبت یک در هزار در کرت‌های مورد مطالعه انجام شد. برای مبارزه با علف‌های هرز، دو نوبت وجین دستی در فاصله ۲۰ و ۳۰ روز پس از نشاکاری صورت گرفت. مدیریت زراعی جهت مبارزه با آفات و بیماری نیز در مراحل مختلف رشد انجام و با مشاهده لارو کرم ساقه‌خوار برنج دو مرحله پس از وجین و گلدهی از سم دیازینون ۱۰٪ گرانول به میزان ۲۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شد. اندازه‌گیری و محاسبه صفات ارتفاع بوته، طول خوشه، تعداد دانه پر در خوشه و وزن هزار دانه بر اساس سیستم ارزیابی استاندارد برنج اندازه‌گیری شد (IRRI, 2002). جهت محاسبه وزن خشک کل، نمونه‌برداری از ۳۰ روز پس از نشاکاری به فاصله هر ۱۵ روز یکبار در شش نوبت از ۳ بوته در هر کرت با رعایت اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. اندازه‌گیری میزان تجمع ماده خشک پس از تفکیک بخش‌های مختلف و قرار دادن آن‌ها به مدت ۴۸ ساعت در آون الکتریکی تهویه‌دار با درجه حرارت ۷۰ درجه سانتیگراد، به کمک ترازوی دیجیتال انجام شد. همچنین جهت تعیین میزان غلظت کلروفیل نیز از دستگاه کلروفیل سنج (SPAD-502) استفاده شد و قرائت سه نقطه از سطح برگ‌های کاملا توسعه یافته در ۱۰ بوته از هر یک از کرت‌های آزمایش در طی شش مرحله مختلف رشد انجام و ثبت شد. در مرحله رسیدگی کامل نیز دو متر مربع از هر کرت با حذف اثرات حاشیه‌ای برداشت و شلتوک برنج از کاه جدا گردید. پس از کاهش رطوبت شلتوک به ۱۴ درصد میزان عملکرد نهایی هر کرت به‌صورت جداگانه توزین و ثبت شد. به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا تجزیه واریانس در هر سال زراعی انجام شد و سپس به کمک آزمون بارتلت یکنواختی میانگین خطای آزمایش داده‌های مربوط به هر دو سال زراعی مورد بررسی قرار گرفت و با توجه به عدم معنی‌داری صفات مربوطه در این آزمون، تجزیه مرکب داده ها به کمک نرم‌افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین به کمک آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تعیین شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

نتایج و بحث

شاخص کلروفیل برگ (SPAD)

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین شاخص کلوفیل برگ در سال‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۲). تیمارهای محلول‌پاشی و سال مورد مطالعه بر تعداد دانه پوک در خوشه و وزن هزاردانه اثر معنی‌داری نداشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها در ۳۰ و ۴۵ روز پس از نشاکاری نشان داد تیمار دوم (کاربرد برگی عناصر در اواسط پنجه زنی) دارای بالاترین و در نتیجه بیشترین میزان کلروفیل بود در مقابل تیمار شاهد نیز دارای کمترین میزان شاخص مذکور بود. این نتایج نشان داد کاربرد برگی عناصر در این مرحله در تیمارهای دوم و ششم اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل بوته داشت (جدول ۴). در این مراحل تیمارهای سوم و چهارم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشتند. با گذشت زمان و در مرحله ۶۰ روز پس از نشاکاری نیز بیشترین شاخص مذکور متعلق به تیمارهای پنجم، ششم، سوم و پنجم بود. هر چند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مذکور وجود ندارد اما در مقایسه با تیمار شاهد، تیمارهای کاربرد عناصر غذایی در مراحل مختلف دارای میزان کلروفیل بیشتری بود به نحوی که این اختلاف کاملا معنی-دار بود. در این مرحله میزان شاخص مذکور در تیمارهای پنجم، ششم و سوم به ترتیب ۱۳، ۱۳ و ۹ درصد در مقایسه با تیمار شاهد افزایش یافت. در مرحله ۹۰ روز پس از نشاکاری نیز کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میزان کلروفیل برگ داشت. در این مرحله تمامی تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با تیمار شاهد از شاخص بالاتری برخوردار بودند و بیشترین میزان متعلق به تیمار ششم و پنجم بود. هر چند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای کاربرد برگی عناصر مشاهده نشد. سرانجام در مرحله ۱۰۵ روز پس از نشاکاری با نزدیک شدن به زمان رسیدگی تفاوت در میزان شاخص مذکور در برگ‌ها معنی‌دار بود. نتایج نشان داد در این مرحله تیمارهای پنجم، سوم و ششم دارای بیشترین میانگین میزان کلروفیل در برگ بودند (جدول ۴). افزایش میزان کلروفیل برگ در تیمارهای مذکور در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۸ درصد بود. در مقابل تیمار شاهد، دوم و پنجم نیز به ترتیب دارای کمترین میزان کلروفیل در برگ بودند. همچنین برهمکنش کاربرد برگی عناصر در مراحل مختلف رشد در سال‌های مورد مطالعه در مرحله ۷۵ روز پس از نشاکاری معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسات میانگین نشان داد تیمار پنجم، ششم و چهارم در سال اول (۱۳۹۵) به ترتیب دارای بیشترین میزان شاخص مذکور بوده و تیمار شاهد در هر دو سال زراعی دارای کمترین میزان صفت مذکور بود (جدول ۵). هر چند تیمار ششم در سال دوم (۱۳۹۶) در رتبه هفتم قرار داشت اما از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار سوم در سال اول نداشت. بنابراین در این مرحله که مصادف با پایان مرحله گلدهی است، پس از اعمال تیمارهای کاربرد برگی میزان کلروفیل در برگ‌ها در مراحل حداکثر پنجه‌زنی و آغاز تشکیل خوشه در مقایسه با تیمارهای شاهد در

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

دو سال زراعی به ترتیب ۱۹ و ۲۳ درصد افزایش یافت. امروزه تعیین میزان کلروفیل برگ‌ها به عنوان یک شاخص رضایت بخش در عملکرد گیاه مطرح می‌باشد، زیرا کلروفیل زیربنای فرآیند فتوسنتز است و همبستگی بالایی میان میزان کلروفیل و سلامتی گیاه وجود دارد. بنابراین جذب مواد غذایی توسط گیاه جهت تولید کلروفیل و دیگر اجزای سلول گیاهی مانند پروتئین‌ها، اسیدهای نوکلئیک، اسیدهای آمینه و غیره ضروری است. نتایج تحقیقات در این زمینه نشان داد کاربرد برگی عناصر میکرو مانند آهن و روی می‌تواند باعث افزایش غلظت کلروفیل برگ در غلات شود (داداش‌زاده و سیدشریفی، ۱۳۹۶؛ عباسی و همکاران، ۱۳۹۸). در نهایت نتایج مطالعه محققان نشان داد کاربرد برگی عناصر غذایی می‌تواند ضمن افزایش معنی‌دار کربوهیدرات در گیاه منجربه افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی در برگ و افزایش کلروفیل و میزان کاروتنوییدها و احتمالا بهبود فتوسنتز شود (Zayed *et al*., 2011; Singh *et al*., 2014). سایر محققان نیز به افزایش میزان کلروفیل در برگ‌ها با کاربرد برگی عناصر غذایی اذعان داشته‌اند (Zayed *et al*., 2011; Deswal and Pandurangam, 2018).

وزن خشک بوته

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین وزن خشک بوته در سال‌های مورد مطالعه بجز مرحله ۳۰ روز پس از نشاکاری داشت (جدول ۶). بر این اساس در مرحله ۴۵ روز پس از نشاکاری، تیمار کاربرد برگی عناصر در تمامی مراحل و حداکثر پنجه‌زنی به‌علاوه آغاز تشکیل خوشه دارای بیشترین وزن خشک بوته بودند. نتایج نشان داد میزان افزایش وزن خشک بوته در تیمارهای مذکور در مقایسه با تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۷ و ۱۱ درصد بود. در این مرحله تیمارهای اواسط پنجه‌زنی، حداکثر پنجه‌زنی و آغاز تشکیل خوشه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نشان ندادند. مقایسات میانگین تیمارهای مورد مطالعه در مرحله ۶۰ روز پس از نشاکاری نشان داد بیشترین میزان وزن خشک متعلق به تیمارهای تمامی مراحل، حداکثر پنجه‌زنی به‌علاوه آغاز تشکیل خوشه و حداکثر پنجه‌زنی بود و تیمار شاهد نیز دارای کمترین مقدار بود. میزان افزایش ماده خشک بوته در تیمار کاربرد برگی در تمام مراحل در مقایسه با تیمارهای شاهد ۳۱ درصد بود. این روند در خصوص مرحله ۷۵ روز پس از نشاکاری نیز صادق بود. بر این اساس در این مرحله تیمار حداکثر پنجه‌زنی به‌علاوه آغاز تشکیل خوشه و تمامی مراحل دارای بیشترین میانگین وزن خشک بوته بودند و در مقابل تیمار شاهد و تیمار اواسط پنجه‌زنی دارای کمترین میزان وزن خشک بود. هر چند سایر تیمارهای اعمال شده از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار مذکور نداشتند. در مرحله ۹۰ روز پس از نشاکاری نیز بیشترین میزان وزن خشک متعلق به تیمارهای حداکثر پنجه‌زنی به‌علاوه آغاز تشکیل خوشه و تمامی مراحل بود. پس از آن نیز تیمارهای اواسط پنجه‌زنی و حداکثر پنجه‌زنی قرار دارد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در سال مذکور

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

جدول ۲: تجزیه واریانس میانگین شاخص کلروفیل برگ رقم ساحل در طی مراحل مختلف رشد

منبع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روز پس از نشاکاری					
		۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰	۱۰۵
سال	۱	۲/۳۴	۳/۰۸	۶۳/۰۲	۹۳/۵۲	۳۶/۷۵	۶/۷۵
تکرار (سال)	۶	۴/۰۸	۲/۰۰	۲/۴۱	۴/۱۸	۵/۱۹	۶/۹۳
تیمار محلول پاشی	۵	۲۳/۶۷ **	۲۶/۱۵ **	۲۵/۴۷ **	۲۷/۷۷ **	۳۸/۳۸ **	۵۴/۹۸ **
تیمار × سال	۵	۱/۳۹ ns	۲/۳۵ ns	۴/۶۷ ns	۹/۶۷ *	۱/۸۵ ns	۸/۰۰ ns
خطای آزمایش	۳۰	۵/۱۷	۲/۶۵	۲/۲۶	۳/۲۸	۴/۱۶	۵/۲۱
ضریب تغییرات		۶/۳۴	۷/۳۴	۴/۷۷	۴/۴۹	۵/۰۷	۶/۴۴

ns، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

جدول ۳: تجزیه واریانس اثر کاربرد برگی عناصر غذایی بر اجزای عملکرد و عملکرد رقم ساحل

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		طول خوشه	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد دانه پوک در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوک	شاخص برداشت
سال	۱	۰/۱۸	۰/۰۸	۱۸۰/۱۸	۷۵/۵۲	۰/۰۳۵	۴۰۲/۵۱
تکرار (سال)	۶	۱/۷۷	۱۱۰/۸۰	۳/۱۳	۴/۷۹	۰/۰۶۸	۲۳/۴۵
تیمار محلول‌پاشی	۵	۸/۵۳ *	۵۴۹/۲۱ **	۴۴/۹۷ ns	۱/۶۷ ns	۰/۴۳ *	۴۳/۳۱ ns
تیمار × سال	۵	۲/۲۸ ns	۸۲/۸۳ ns	۱۲/۸۳ ns	۱/۴۷ ns	۰/۰۵۱ ns	۲۴/۸۸ ns
خطای آزمایش	۳۰	۳/۰۴	۱۰۴/۱۶	۱۹/۵۱	۳/۷۸	۰/۱۶	۲۹/۸۵
ضریب تغییرات		۶/۹۵	۸/۹۹	۱۶/۶۰	۸/۷۹	۶/۱۱	۸/۹۱

ns، * و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.2.3]

ندارد. کمترین میزان وزن خشک بوته در این مرحله نیز متعلق به تیمار شاهد و تیمار آغاز تشکیل خوشه بود. سرانجام در مرحله ۱۰۵ روز پس از نشاکاری بیشترین میانگین وزن خشک مربوط به تیمارهای حداکثر پنجه‌زنی به‌علاوه آغاز تشکیل خوشه، حداکثر پنجه‌زنی و تمامی مراحل بود. درصد افزایش میزان ماده خشک در تیمارهای مذکور در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۴/۵، ۱۴/۲ و ۱۳ درصد بود (جدول ۶). معمولا در ارقام ۱۴۰-۱۱۰ روزه، حدود ۷۰-۶۵ درصد کل ماده خشک تا زمان گل‌دهی تجمع یافته و ۳۵-۳۰ درصد باقیمانده طی مراحل بعد از گلدهی به آن اضافه می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد برگی عناصر غذایی و اثر مکمل آن‌ها بر فتوسنتز جاری گیاه نقش مهمی در افزایش میزان ماده خشک در مراحل رشد زایشی برنج داشته است. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد کاربرد برگی عناصر غذایی در انتهای رشد رویشی در مقایسه با ابتدای مرحله زایشی نقش بیشتری در افزایش ماده خشک بوته برنج ساحل دارد. معمولا در ارقام ۱۴۰-۱۱۰ روزه، حدود ۷۰-۶۵ درصد کل ماده خشک تا زمان گل‌دهی تجمع یافته و ۳۵-۳۰ درصد باقیمانده طی مراحل بعد از گلدهی به آن اضافه می‌شود (پوستینی و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین به نظر می‌رسد کاربرد برگی عناصر غذایی و اثر مکمل آن‌ها بر فتوسنتز جاری گیاه نقش مهمی در افزایش میزان ماده خشک در مراحل رشد زایشی برنج داشته است. در مجموع افزایش میزان وزن خشک با کاربرد برگی عناصر غذایی توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Mohan *et al*., 2017; Khursheed *et al*., 2018). برهمکنش کاربرد برگی عناصر غذایی در سال نیز اثر معنی‌داری بر میانگین وزن خشک بوته در مراحل۶۰، ۷۵ و ۹۰ روز پس از نشاکاری داشت (جدول ۷). مقایسات میانگین تیمارهای مورد مطالعه در مرحله ۶۰ روز پس از نشاکاری نشان داد بیشترین میزان وزن خشک متعلق به تیمارهای ششم، پنجم و سوم در سال ۱۳۹۵ بود و تیمار شاهد در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ نیز دارای کمترین مقدار بود. میزان افزایش ماده خشک بوته در تیمار ششم در مقایسه با تیمارهای شاهد در دو سال اول و دوم به ترتیب ۳۱ و ۲۵ درصد بود. این روند در خصوص مرحله ۷۵ روز پس از نشاکاری نیز صادق بود. هر چند در این مرحله تیمارهای کاربرد برگی عناصر در سال اول از وزن خشک بیشتری در مقایسه با تیمارهای بکاررفته در سال دوم برخوردار بودند. بر این اساس در این مرحله تیمار پنجم و ششم در سال ۱۳۹۵ دارای بیشترین میانگین وزن خشک بوته بودند و در مقابل تیمار شاهد و تیمار دوم در سال ۱۳۹۶ دارای کمترین میزان وزن خشک بود. هر چند سایر تیمارهای اعمال شده در سال دوم از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با تیمار مذکور نداشتند (جدول ۷). در مرحله ۹۰ روز پس از نشاکاری نیز بیشترین میزان وزن خشک متعلق به تیمارهای پنجم و ششم در سال اول بود. پس از آن نیز تیمارهای دوم و سوم در سال مذکور قرار دارد که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در سال مذکور ندارد. کمترین میزان وزن خشک بوته در این مرحله نیز متعلق به تیمار شاهد و تیمار چهارم در سال دوم بود (جدول ۷). بطور کلی کاربرد سطوح بالای عناصر غذایی به‌خصوص نیتروژن

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

می‌تواند باعث افزایش و تحریک رشد رویشی اندام‌های هوایی گیاه و افزایش عملکرد کاه و کلش در غلات گردد (خیاط و همکاران، ۱۳۹۳). افزایش میزان وزن خشک با کاربرد برگی عناصر غذایی توسط دیگر محققان نیز گزارش شده است (Lordkaew *et al*., 2013; Mohan *et al*., 2017; Khursheed *et al*., 2018).

تعداد دانه پر در خوشه

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین تعداد دانه پر در خوشه در سال‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین صفت مذکور در طی سال‌های مورد مطالعه نشان داد کاربرد برگی عناصر غذایی سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه پر در خوشه شد. بیشترین و کمترین میزان صفت مذکور به ترتیب متعلق به تیمار پنجم و شاهد بود. هر چند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای کاربرد برگی عناصر در مراحل مختلف رشد وجود نداشت اما کاربرد برگی عناصر در تیمارهای پنجم، سوم و ششم در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب منجر به افزایش ۲۲/۶۲، ۲۱/۳۳ و ۲۱/۲۱ درصدی تعداد دانه پر در خوشه شد (جدول ۸). افزایش معنی‌دار میزان وزن خشک بوته در مراحل مختلف رشد گیاه برنج به خصوص در تیمارهای پنجم و ششم، می‌تواند نقش مهمی در افزایش تعداد دانه پر در بوته گیاه برنج داشته باشد؛ زیرا جذب عناصر غذایی در تعیین ظرفیت عملکرد در اوایل مرحله زایشی گیاه از طریق افزایش شاخص سطح برگ و شیره پرورده گیاهی نقش مهمی در افزایش میزان دانه پر در گیاه برنج دارد (مودب شبستری و مجتهدی، ۱۳۸۷). بر این اساس می‌توان افزایش صفت مذکور را در تیمارهای پنجم و ششم به بهبود توان فتوسنتزی و وزن خشک بوته به‌ویژه در مراحل ۷۵ و ۹۰ روز پس از نشاکاری نسبت داد. همچنین با توجه به این مطلب که طول خوشه، تعداد خوشه و تعداد گره در هر خوشه همبستگی معنی‌داری با تعداد دانه در خوشه دارد (Saif-ur-Rasheed *et al*., 2002) و از آنجا که تیمارهای پنجم، دوم و سوم دارای بیشترین میانگین طول خوشه بودند، بنابراین افزایش تعداد دانه در خوشه نیز در تیمارهای مذکور می‌تواند به همین علت باشد. در مجموع پر شدن دانه‌ها، یک مرحله ضروری در تولید عملکرد مطلوب در گیاه برنج محسوب می‌شود که معمولا تحت اثر کاربرد عناصر غذایی در زمان تشکیل خوشه می‌باشد. بنابراین به‌نظر می‌رسد کاربرد عناصر غذایی می‌تواند سبب افزایش تجمع و انتقال کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی در ساقه‌ها و غلاف برگ، افزایش فعالیت آنزیم ساکارز سنتنتاز و سرعت تشکیل دانه در رقم برنج پرمحصول شود (Zheng *et al*., 2010). سایر محققان نیز اثر معنی‌دار کاربرد برگی عناصر غذایی را بر افزایش تعداد دانه گزارش نمودند (Radhika *et al*., 2013; Angelin Silviya and Stalin, 2017).

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

تعداد دانه پوک در خوشه

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین تعداد دانه پوک در خوشه سال‌های مورد مطالعه و اثرات متقابل تیمار در سال نداشت (جدول ۳). هر چند کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر تعداد دانه پوک در خوشه نداشت اما کمترین میزان تعداد دانه پوک متعلق به تیمار پنجم ، ششم و سوم بود و بیشترین آنها نیز متعلق به تیمار شاهد بود (جدول ۸). همانطور که در خصوص تعداد دانه پر در خوشه ذکر شد شاخص کلروفیل و سطح برگ نقش بسیار مهمی در توان فتوسنتزی گیاه و وزن خشک بوته دارد. بنابراین کاهش تعداد دانه پوک در تیمارهای پنجم، ششم و سوم می‌تواند منوط به دلایل مذکور باشد. هر چند میانگین صفت مذکور در بین تیمارهای مورد بررسی تفاوت معنی‌داری نداشت اما سایر محققان اثر معنی‌دار کاربرد برگی عناصر غذایی را بر کاهش تعداد دانه پوک در خوشه گزارش کردند (Lordkaew *et al*., 2013; Shaygany *et al*., 2012; Bhuyan *et al*., 2012).

طول خوشه

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین طول خوشه در سال‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین تیمارهای مذکور نشان داد کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد باعث افزایش میانگین طول خوشه در مقایسه با تیمار شاهد شد. در این بین تیمارهای دوم و شاهد به ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان طول خوشه بودند. هر چند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی وجود نداشت. بر اساس نتایج بدست آمده کاربرد تیمار دوم، پنجم، سوم و ششم به ترتیب باعث افزایش ۱۰، ۹/۸، ۹/۴ و ۹ درصدی طول خوشه در مقایسه با تیمار شاهد شدند (جدول ۸). در نهایت دیگر محققان نیز به اثر معنی‌دار کاربرد برگی عناصر غذایی بر صفت طول خوشه اشاره کردند (Pahlavan Rad and Pessaraki, 2009; Sultana *et al*., 2018).

وزن هزار دانه

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر میانگین وزن هزار دانه در سال‌های مورد مطالعه و اثرات متقابل تیمار در سال نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاهش تعداد دانه در خوشه، افزایش تعداد پنجه و ماده خشک بوته و همچنین طول خوشه نقش مهمی در تعیین وزن هزار دانه برنج دارد. بطور کلی اندازه پوست دانه و اندازه نهایی دانه‌ها به ترتیب در دو هفته پیش از گلدهی و سه هفته پس از آن تعیین می‌شود. هر چند در اندازه دانه‌های برنج تنوع زیادی وجود ندارد، زیرا به وسیله پوشینه‌ها بطور محکم احاطه شده‌اند و نمی‌توانند بیش از اندازه‌ای که پوست دانه اجازه می‌دهد، رشد کنند. برخلاف گندم و ذرت، اندازه دانه برنج به صورت فیزیکی به وسیله پوست آن محدود شده و وزن آن در بیشتر شرایط ویژگی بسیار ثابت مربوط به رقم است (پوستینی و همکاران، ۱۳۸۴). هر چند میانگین صفت مذکور در بین تیمارهای

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

مورد بررسی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد اما برخی محققان اثر معنی‌دار کاربرد برگی عناصر غذایی را وزن هزار دانه گزارش کردند (Khursheed *et al*., 2018; Sultana *et al*., 2018). هر چند برخی دیگر از محققان نیز به عدم اثر معنی‌دار تیمار کاربرد برگی عناصر بر وزن هزار دانه اشاره کردند (Begum *et al*., 2003; Farooq *et al*., 2018).

عملکرد شلتوک

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر عملکرد شلتوک در میانگین ترکیب سال‌های مورد مطالعه داشت (جدول ۳). بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب متعلق به تیمار پنجم و شاهد بود. پس از آن تیمارهای ششم، سوم، دوم و چهارم رتبه‌های بعدی را داشتند. هر چند از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری میان تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد وجود نداشت. با این حال درصد افزایش عملکرد در تیمار پنجم و ششم در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۱/۰۸ و ۸/۹ درصد می‌باشد (جدول ۸). مقایسه میانگین عملکرد در تیمار دوم و سوم نشان داد تفاوت عملکرد در مرحله حداکثر پنجه‌زنی در مقایسه با مرحله اواسط پنجه‌زنی کمتر از ۰/۵ درصد است. همچنین مقایسه تیمار سوم و چهارم نیز نشان داد این تفاوت در مرحله حداکثر پنجه‌زنی و آغاز تشکیل خوشه کمتر از یک درصد است. حال با افزایش دفعات محلول‌پاشی در مراحل رشد رویشی و زایشی (تیمار پنجم) میزان عملکرد در مقایسه با تیمار دوم (اواسط پنجه‌زنی)، سوم (حداکثر پنجه‌زنی) و چهارم (آغاز تشکیل خوشه) به ترتیب ۵/۲، ۴/۷ و ۵/۶ درصد افزایش یافت (جدول ۸). بنابراین در سالهای مورد بررسی کاربرد برگی عناصر غذایی در دو مرحله (حداکثر پنجه‌زنی و آغاز تشکیل خوشه) بیشترین اثر را بر میزان عملکرد شلتوک برنج پرمحصول ساحل داشت. از آنجا که تعداد دانه پر در خوشه، طول خوشه و تعداد خوشه در بوته بیشترین اثر را بر بهبود عملکرد در برنامه‌های اصلاح گیاه برنج دارند (Kohnaki *et al*., 2013). بنابراین به نظر می‌رسد افزایش محسوس اجزای عملکرد و همچنین وزن خشک کل در بوته نقش مهمی در افزایش ۱۱ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد داشته است. در نهایت افزایش میزان عملکرد در تیمارهای مذکور می‌تواند در وهله اول به علت افزایش غلظت کلروفیل و در نتیجه بهبود فتوسنتز و ماده خشک باشد. بطور مثال همانطور که ذکر شد در مرحله ۶۰ روز پس از نشاکاری میزان افزایش غلظت کلروفیل در تیمار پنجم ۶/۷ درصد بود که این روند تقریبا تا مراحل پایانی رشد نیز ادامه داشت. نتایج مربوط به ماده خشک نیز نشان داد در مرحله ۴۵ روز پس از نشاکاری میزان افزایش ماده خشک در تیمارهای پنجم و ششم در مقایسه با تیمار شاهد به ترتیب ۱۷ و ۱۱ درصد بود و این افزایش در مراحل انتهایی رشد در تیمارهای پنجم و ششم به ترتیب ۱۲ و ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد بود. به‌طور کلی در مرحله گلدهی گیاه برنج، رشد بخش‌های رویشی کاهش یافته و حدود دو هفته قبل از خوشه‌دهی بیشتر مواد پرورده (شامل قندها و نشاسته) در غلاف برگ و ساقه تجمع یافته و با نزدیک شدن به زمان خوشه‌رفتن به حداکثر خود

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

جدول۴: نتایج مقایسه میانگین شاخص کلروفیل برگ در مراحل مختلف رشد

تعداد روز پس از نشاکاری	تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی					
	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۳۰	۳۴/۱۲^{b}	۳۸/۰۴^{a}	۳۴/۰۰^{b}	۳۴/۸۷^{ab}	۳۷/۰۷^{ab}	۳۷/۰۰^{ab}
۴۵	۳۴/۸۷^{c}	۳۷/۸۷^{ab}	۳۷/۲۵^{bc}	۳۵/۵۰^{c}	۳۸/۲۵^{ab}	۳۹/۷۵^{a}
۶۰	۳۶/۶۲^{b}	۳۹/۶۲^{a}	۴۰/۰۴^{a}	۳۹/۸۷^{a}	۴۱/۲۵^{a}	۴۱/۵۰^{a}
۷۵	۳۷/۳۷^{b}	۴۰/۶۲^{a}	۴۱/۲۵^{a}	۴۱/۵۰^{a}	۴۱/۸۷^{a}	۴۲/۷۵^{a}
۹۰	۳۶/۳۷^{b}	۳۹/۶۲^{a}	۳۹/۸۷^{a}	۴۱/۰۰^{a}	۴۱/۷۵^{a}	۴۲/۶۲^{a}
۱۰۵	۳۱/۷۵^{b}	۳۳/۸۷^{b}	۳۳/۷۵^{b}	۳۷/۷۵^{a}	۳۷/۷۵^{a}	۳۷/۶۲^{a}

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شده است و اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند معنی‌دار نیست.

جدول۵: مقایسه میانگین برهمکنش شاخص کلروفیل برگ در سال‌های زراعی مورد مطالعه (۹۶-۱۳۹۵)

سال زراعی	تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در زمان ۷۵ روز پس از نشاکاری					
	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۱۳۹۵	۳۸/۰۰ ^{fg}	۴۱/۷۵ ^{bcd}	۴۱/۵۰ ^{cd}	۴۲/۷۵ ^{abc}	۴۵/۲۵ ^{a}	۴۴/۵۰ ^{ab}
۱۳۹۶	۳۶/۷۵ ^{g}	۳۹/۵۰ ^{defg}	۴۱/۰۰ ^{cde}	۴۰/۲۵ ^{cdef}	۳۸/۵۰ ^{efg}	۴۱/۰۰ ^{cde}

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شده است و اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند معنی‌دار نیست.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

جدول۶: مقایسه میانگین وزن خشک تک بوته در مراحل مختلف رشد

تعداد روز پس از نشاکاری	تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی					
	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۳۰	۷/۹۲ a	۸/۶۹ a	۷/۹۹ a	۸/۰۶ a	۸/۲۳ a	۸/۵۷ a
۴۵	۱۸/۵۲ b	۲۰/۵۰ ab	۲۰/۱۳ ab	۱۹/۸۰ ab	۲۰/۶۶ a	۲۱/۶۹ a
۶۰	۳۴/۳۹ d	۳۷/۶۲ c	۳۸/۹۰ bc	۳۷/۸۱ c	۴۰/۱۷ ab	۴۱/۰۸ a
۷۵	۴۳/۷۱ d	۴۶/۵۹ c	۴۸/۸۸ b	۴۷/۶۸ bc	۵۱/۳۵ a	۵۱/۲۷ a
۹۰	۴۷/۸۴ d	۴۹/۶۳ cd	۵۲/۸۰ bc	۵۰/۶۰ cd	۵۶/۶۹ a	۵۵/۹۴ ab
۱۰۵	۵۷/۱۲ b	۶۲/۰۸ ab	۶۵/۲۴ b	۶۱/۸۷ ab	۶۵/۴۵ a	۶۴/۵۷ a

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شده است و اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند معنی‌دار نیست.

جدول۷: مقایسه میانگین برهمکنش وزن خشک کل تک بوته در سال‌های زراعی مورد مطالعه (۹۶-۱۳۹۵)

تیمارهای مورد مطالعه در زمان ۶۰ روز پس از نشاکاری						
سال زراعی	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۱۳۹۵	۳۳/۵۴ e	۳۸/۶۳ cd	۴۰/۱۸ abc	۳۹/۱۸ bcd	۴۳/۱۴ ab	۴۴/۱۴ a
۱۳۹۶	۳۵/۲۳ de	۳۶/۶۰ cde	۳۷/۶۲ cde	۳۶/۴۵ cde	۳۷/۲۱ cde	۳۸/۰۳ cde
تیمارهای مورد مطالعه در زمان ۷۵ روز پس از نشاکاری						
سال زراعی	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۱۳۹۵	۴۵/۱۳ de	۴۸/۹۴ c	۵۲/۷۱ b	۵۰/۰۲ bc	۵۶/۹۸ a	۵۶/۷۳ a
۱۳۹۶	۴۲/۲۹ e	۴۴/۲۵ de	۴۵/۰۵ de	۴۵/۱۶ de	۴۵/۷۲ d	۴۵/۸۲ d
تیمارهای مورد مطالعه در زمان ۹۰ روز پس از نشاکاری						
سال زراعی	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل پانیکول	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل پانیکول	تمامی مراحل
۱۳۹۵	۵۱/۳۴ de	۵۳/۸۷ d	۵۹/۸۸ bc	۵۵/۸۴ cd	۶۵/۴۴ a	۶۳/۹۴ a
۱۳۹۶	۴۴/۳۵ f	۴۵/۳۹ f	۴۵/۷۲ f	۴۵/۳۶ f	۴۷/۴۴ ef	۴۷/۹۴ d

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شده است و اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند معنی‌دار نیست.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.2.3]

جدول ۸: مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد رقم ساحل در تیمارهای مورد مطالعه

میانگین مورد مطالعه در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵	تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف رشد					
	شاهد	اواسط پنجه‌زنی	حداکثر پنجه‌زنی	آغاز تشکیل خوشه	حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه	تمامی مراحل
طول خوشه (سانتیمتر)	۲۷/۵۰ b	۳۰/۲۵ a	۳۰/۰۱ a	۲۹/۳۷ ab	۳۰ a	۳۰/۰۵ a
تعداد دانه پر در خوشه	۹۷/۲۵ b	۱۱۵/۲۵ a	۱۱۸ a	۱۱۵/۶۲ a	۱۱۹/۲۵ a	۱۱۷/۸۷ a
تعداد دانه پوک در خوشه	۳۰ a	۲۷ a	۲۶ a	۲۷ a	۲۳ a	۲۵ a
وزن هزار دانه (گرم)	۲۲/۸۷ a	۲۲/۲۵ a	۲۲/۰۲ a	۲۱/۵۰ a	۲۲/۱۲ a	۲۱/۸۷ a
عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	٦/۱۸ b	٦/۵۳ ab	٦/۵۵ ab	٦/۵۰ ab	٦/۸۷ a	٦/۷۳ a
شاخص برداشت	٦۰/۷۹ a	٦۰/۳۵ a	۵۹/۰۲ a	٦۰/٤۸ a	٦۵/۷۸ a	٦۱/۳۱ a

مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن انجام شده است و اختلاف میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند معنی‌دار نیست.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

می‌رسد. پس از خوشه‌دهی غلظت کربوهیدرات در غلاف برگ و ساقه کاهش یافته و حدود سه هفته پس از آن به‌دلیل انتقال به خوشه، غلظت کربوهیدرات‌ها در غلاف برگ و ساقه به کمترین میزان خود می‌رسد. بنابراین فتوسنتز پس از گلدهی نقش زیادی در عملکرد دانه داشته و به‌شدت با آن مرتبط است (پوستینی و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین نکته حائز اهمیت در این بخش تجمع مواد فتوسنتزی به خصوص در مرحله بسته شدن کانوپی حدفاصل زمان ۹۰-۶۰ روز پس از نشاکاری است. به نظر می‌رسد کاربرد عناصر ماکرو و میکرو بخصوص در مراحل انتهای رشد رویشی و اوایل رشد زایشی در رقم ساحل نقش مهمی در بهبود فتوسنتز، تجمع مواد فتوسنتزی و در نهایت انتقال آن به دانه‌ها دارد. نتایج مطالعات متعدد در این زمینه نشان داد کاربرد متعادل عناصر غذایی در اواسط رشد و مراحل بعد از آن می‌تواند درصد پنجه‌های بارور و شاخص سطح برگ را پس از خوشه‌دهی افزایش دهد (Peng *et al*., 2007)، تجمع و انتقال کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی را بهبود بخشد (Zheng *et al*., 2010) مانع کاهش تعداد خوشه‌چه (Zhang *et al*., 2013) و در نهایت منجر به افزایش عملکرد دانه شود (Singh *et al*., 2014). در نهایت عدم پیوستگی شبکه آوند چوب بر مبنای دانه برنج (به عنوان مخزن) می‌تواند به این واقعیت کمک کند که تداوم جذب و جابجایی دوباره مواد معدنی از بافت‌های منبع در طول پر شدن دانه بیشترین اهمیت را در مقایسه با فرآیند انتقال مجدد مواد معدنی ذخیره شده در اندام‌های رویشی دارد (Jiang *et al*., 2007). بطور کلی میزان ماده خشک گیاه یک استاندار بحرانی برای تعیین عملکرد دانه است و اساس و پایه افزایش عملکرد دانه، در اختیار داشتن ماده خشک کافی در گیاه است (Song *et al*., 2013). بنابراین به نظر می‌رسد در این تحقیق برهمکنش کاربرد برگی عناصر غذایی ماکرو و میکرو نقش مهمی در افزایش میزان ماده خشک و در نتیجه عملکرد دانه دارد. دیگر محققان نیز به اثر معنی‌دار کاربرد برگی عناصر غذایی بر عملکرد دانه اشاره کردند (Singh *et al*., 2014; Sultana *et al*., 2018; Khursheed *et al*., 2018).

شاخص برداشت

کاربرد برگی عناصر غذایی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت در سال‌های اول و دوم و میانگین ترکیب سال‌های مورد مطالعه نداشت (جدول۳). بطور کلی پارامترهای فیزیولوژیک کلیدی تعیین کننده شاخص برداشت عبارتند از: وزن خشک در زمان خوشه‌دهی، که با ظرفیت مقصد رابطه نزدیکی دارد و سرعت رشد گیاه زراعی نزدیک مرحله خوشه‌دهی که درصد رسیدگی را تعیین می‌کند. راه بهینه افزایش شاخص برداشت، بالاتر نگه داشتن سرعت رشد گیاه زراعی و کاهش وزن خشک در زمان خوشه‌دهی، بدون وارد کردن خسارت به ظرفیت مقصد است (پوستینی و همکاران، ۱۳۸۴). بنابراین به نظر می‌رسد در این تحقیق نیز سرعت رشد محصول در تیمارهای پنجم و ششم به خصوص در فاصله زمانی ۹۰-۷۵ روز پس از نشاکاری افزایش یافت هر چند این امر سبب اختلاف معنی‌دار میان تیمارهای کاربرد برگی عناصر غذایی در مراحل مختلف

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1398.11.44.2.3]

رشد نشد (جدول۵). با این حال افزایش ناچیز در میزان شاخص برداشت می‌تواند به دلایل فوق الذکر باشد. در این زمینه نتایج پژوهش برخی محققان، افزایش معنی‌دار میزان شاخص برداشت را در نتیجه کاربرد برگی عناصر غذایی نشان می‌دهد (قرنجیک و گالشی، ۱۳۸۰؛ حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱).

نتیجه‌گیری

در نهایت بر اساس نتایج به‌دست آمده و با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار میان تیمارهای پنجم و ششم از نظر میزان عملکرد، کاربرد برگی عناصر در دو مرحله رشد رویشی و زایشی در مقایسه با کاربرد برگی عناصر در سه مرحله صرفه اقتصادی بیشتر و اثربخشی بالاتری خواهد داشت. بنابراین می‌توان گفت در این تحقیق کاربرد عناصر ماکرو و میکرو در مراحل حداکثر پنجه‌زنی+آغاز تشکیل خوشه بیشترین اثر را بر خصوصیات فیزیولوژیکی، اجزای عملکرد و عملکرد دانه برنج رقم ساحل دارد و تامین عناصر غذایی در انتهای رشد رویشی گیاه نقش مهمی در بهبود فتوسنتز، میزان ماده خشک عملکرد و اجزای عملکرد رقم مذکور تحت شرایط آب و هوایی استان مازندران دارد.

منابع

بوربوری، م. و طهرانی، م. ۱۳۹۲. بررسی اثرات کاربرد عناصر آهن و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی گندم پیشتاز. مجله علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۹ (۳): ۷۸-۶۳.

پوستینی، ک.، سی و سه مرده، ع.، زواره، م. و مداح حسینی، ش. ۱۳۸۴. عملکرد گیاهان زراعی فیزیولوژی و فرآیندها. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. ۶۱۴ صفحه.

جوکار، م.، نصیری، م.، خیری، ن. و حبیبی، م. ۱۳۹۵. تاثیر زمان محلول‌پاشی و نوع کود مایع بر عملکرد کمی و کیفی راتون برنج. مجله علمی و پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. ۸ (۲۵): ۱۶۹-۱۶۱.

حسین‌زاده، ح.، مهدوی دامغانی، ع.م.، دلخوش، ب. و محدثی، ع. ۱۳۹۱. اثرات محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم شیرودی. فصلنامه یافته‌های نوین کشاورزی. ۷ (۱): ۵۷-۴۷.

خیاط، ش.، مجدم، م. و علوی فاضل، م. ۱۳۹۳. اثر مقادیر نیتروژن بر عملکرد دانه و کارایی مصرف نیتروژن ژنوتیپ‌های گندم دوروم در خوزستان. مجله علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۱ (۶): ۱۱۳-۱۰۳.

درزی نفت‌چالی، ع. و کاراندیش، ف. ۱۳۹۵. مدیریت کشت برنج در استان مازندران در شرایط تغییر اقلیم. مجله علمی و پژوهشی پژوهش آب در کشاورزی. ۳۰ (۳): ۳۴۶-۳۳۳.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

داداش زاده، س. و سیدشریفی، ر. ۱۳۹۶. برهمکنش قطع آبیاری، کودهای زیستی و محلول‌پاشی آهن بر عملکرد و برخی صفات مورفولوژیکی جو. مجله علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳۶ (۹): ۲۵-۵.

عباسی، ن.، چراغی، ج. و حاجی نیا، س. ۱۳۹۸. تاثیر محلول پاشی عناصر ریزمغذی آهن و روی به صورت نانو و شیمیایی بر صفات فیزیولوژیکی و عملکرد دانه دو رقم گندم نان. مجله علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۴۳ (۱۱): ۸۱-۶۶.

عبدلی، م.، اسفندیاری، ع.، موسوی، ب.، صادق‌زاده، ب. و سعیدی، م. ۱۳۹۴. اثر میزان درونی روی بذر و محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و ترکیبات ذخیره‌ای دانه گندم. مجله علمی و پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. ۲۸ (۷): ۱۰۶-۹۱.

قرنجیک ا. و گالشی، س. ۱۳۸۰. اثر محلول‌پاشی کود اوره بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه دو رقم گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۸ (۲): ۹۸-۸۷.

مودب شبستری م. و مجتهدی م. ۱۳۸۷. فیزیولوژی گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ دوم. ۴۳۱ صفحه.

Alexander, A. 1985. Foliar fertilization. developments in plant and soil science, Vol. 22. Martinus nijhoff publishers, Berlin. pp: 3-17.

Angelin Silviya, R. and Stalin, P. 2017. Rice crop response to applied copper under varying soil available copper status at tamilnadu, India. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(8): 1400-1408.

Arif, M., Chohan, M.A., Ali, S., Gui, R. and Khan, S. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. Journal of Agricultural and Biological Science. 1(4): 30-34.

Begum, M., Noor, M., Miah, H. and Mainul Basher, M. 2003. Effect of rate and method of zinc application on growth and yield of Aus rice (cv. BR26). Pakistan Journal of Biological Sciences. 6(7): 688-692.

Bhuyan M.H.M., R. Ferdousi and M.T. Igbal. 2012. Foliar spray of nitrogen fertilizer on raised bed increases yield of transplanted Aman rice over conventional Method. International Scholarly Research Network Agronomy. 15: 1-8.

Deswal, J. and Pandurangam, V. 2018. Morpho-physiological and biochemical studies on foliar application of zinc, iron and boron in maize (Zea mays L.). Journal of Pharmacognosy and Photochemistry. 7(2): 3515-3518.

Farooq, M., Ullah, A., Rehman, A., Nawaz, A., Nadeem, A., Wakeel, A. and Siddique, H.M. 2018. Application of zinc improves the productivity and bio fortification of fine grain

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

aromatic rice grown in dry seeded and puddled transplanted production systems. Field Crop Research. 216: 53-62.

Jiang W., P.C. Struik, J. Lingna, K.H. Van, M. Zhao and T.J. Stomph. 2007. Uptake and distribution of root applied or foliar applied 65Zn after flowering in aerobic rice. Annals of Applied Biology. 150: 383–391.

IRRI. 2002. Standard Evaluation System for rice (SES).

Khursheed, M.Q., Salih, Z.R. and Saber, T.Z. 2018. Response of barely (Hordeum vulgare L.) plants to foliar fertilizer with different concentration of hogland solution. Rafidain Journal of Science. 27(2): 1-7.

Kohnaki, M.E., Kiani, G. and Nematzadeh, G. 2013. Relation between morphological traits in rice restorer lines at F3 generation using multivariate analysis. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research. 1(6): 572-577.

Lordkaew S., S. Konsaeng, J. Jongjaidee. 2013. Variation in response to boron in rice. Plant and Soil. 363: 287-295.

Mohan, A., Tiwari, A., Kumar, M., Pandey, D., Singh, A. and Singh, B. 2017. Effect of foliar spray of various nutrients on performance of rainfed rice. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 6(5): 2252-2256.

Pahlavan Rad M. and Pessarakli, M. 2009. Response of wheat plants to zinc, Iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. Communication in Soil Science and Plant Analysis. 40: 1322-1332.

Peng, X.L., Liu, Y.Y., Luo, S.G., Fan, L.C., Song, T.X. and Guo, Y.W. 2007. Effects of site- specific nitrogen management on yield and dry matter accumulation of rice from cold areas of Northeastern China. China Journal of Agriculture Science. 6: 715–723.

Radhika, K., Hemalatha, S., Maragatham, S. and Praveena, S. 2013. Effect of foliar application of micronutrients on the yield components of rice and soil available micronutrients status. Asian Journal of Soil Science. 8(2): 419-421.

Saif-ur-Rasheed M., Sadaqat, H.A. and Babar, M. 2002. Cause and effect relations of panicle traits in rice (Oryza sative L.). Asian Journal of Plant Sciences. 1: 123-125.

Shaygany, J., Peivandy, N. and Ghasemi, S. 2012. Increased yield of direct seeded rice (Oryza sativa L.) by foliar fertilization through multi-component fertilizers. Agronomy and Soil Science. 58(10): 1091-1098.

Singh, J., Singh, M., Jain, A., Bhardwaj, S., Singh, A., Singh, D.K. and Dubey, S.K. 2014. An Introduction of Plant Nutrients and Foliar Fertilization: A Review. In: Shi Kumar, T.L. and Ram, S. (Eds) Precision farming: A New Approach. Publisher: Daya Publishing Company, New Delhi: 258-320.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

Song, G.Y., Xu, Z.J. and Yang, H.S. 2013. Effects of N rates on N uptake and yield in erect panicle rice. Agricultural Science. 4: 499–508.

Sperotto R.A. 2013. Zn/Fe remobilization from vegetative tissues to rice seeds: should I stay or should I go? Ask Zn/Fe supply! Frontiers Plant Science. 4: 464-469.

Sultana, S., Naser, H.M. and Quddus, M.A. 2018. Effect of foliar application of iron and zinc on nutrient uptake and grain yield of wheat under different irrigation regimes. Bangladesh J. Agriculture Research. 43(3): 395-406.

Zayed, B.A., Salem, A.K.M. and El Sharkawy, H.M. 2011. Effect of Different Micronutrient Treatments on Rice (Oriza sativa L.) Growth and Yield under Saline Soil Conditions. World Journal of Agricultural Sciences. 7(2): 179-184.

Zhang, Z.J., Chu, G., Liu, L.J., Wang, Z.Q., Wang, X.M., Zhang, H., Yang, J.C. and Zhang, J.H. 2013. Mid-season nitrogen application strategies for rice varieties differing in panicle size. Field Crop. Research. 150: 9–18.

Zheng, Y.M., Ding, Y.F., Liu, Z.H. and Wang, S.H. 2010. Effects of panicle nitrogen fertilization on non-structural carbohydrate and grain filling in indica rice. China Journal of Agriculture Science. 9: 1630–1640.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]

Investigation of foliage application of nutrients in yield and yield components of high yielding rice of sahel cultivar

B. Mahmodi[1], M. Moballeghi[2*], A. Eftekhari[3] and M. Neshaie Mogadam[4]

1) Ph.D Student of Department of Agronomy and Plant Breeding, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.
2) Assistant Professor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.
3,4) Instructor of Department of Agronomy and Plant Breeding, Chalous Branch, Islamic Azad University, Chalous, Iran.

***Corresponding author: mor.moballeghi@gmail.com**

Received date: 2019.08.25 **Accepted date: 2019.12.23**

Abstract

In order to determine the effect of foliage application of nutrients in different stages of growth of rice Sahel cultivar, an experiment was conducted during two years 2016-2017 in a randomized complete blocks design with four replications at the Rice Research Institute of Iran, located in Amol. The Experimental treatments included the foliage application of nutrients at a rate of one percent in the middle stage of tillering, maximum tillering, panicle initiation, maximum tillering + panicle initiation and all stages with the control treatment. Based on the obtained results, the foliage applications of nutrients in different stages of vegetative and reproductive growth had a significant effect on total dry weight, leaf chlorophyll index, the number of filled grains in panicle, panicle length, and paddy yield. In contrast to foliage application of nutrients in different stages of growth, there was no significant effect on the number of hollow grains in panicle, one-thousand seed weight and harvest index. Also, the highest mean was related to maximum tillering+ panicle initiation treatments and all stages and the least was related to the control treatment. The results showed that the application of macro and micronutrients especially in the late stages of vegetative growth and early reproductive growth in Sahel cultivar plays an important role in the improvement of photosynthesis and dry matter accumulation .Finally, the results of the present study showed that in Sahel cultivar, the foliage application of nutrients in the maximum tillering + panicle initiation, compared to the foliage application of nutrients in three stages, will be more economical and more effective.

Keywords: Foliage application, Panicle, Chlorophyll, Dry matter and Sahel cultivar.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2026-11-04]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1398.11.44.2.3]