"مجله علوم زراعي ايران"

جلد هفتم ، شماره ۳، پاييز ۱۳۸٤

اثر مقادير مختلف كود نيتروژن و پتاسيم بر رشد، عملكرد و اجزاي عملكرد دانه برنج رقم خزر

Study the effect of different levels of nitrogen and potassium fertitizers on yield, yield components and growth of rice c. v. Khazar

مسعود اصفهانی[۱]، سیدمجتبی صدرزاده[۲]، مسعود کاووسی[۳]، عادل دباغ‌محمدی نسب[٤]

چكيده

اصفهاني، م.، س. م. صدرزاده، م. كاووسي، ع. دباغ‌محمدي نسب، ۱۳۸٤. بررسی اثر مقادير مختلف كود نيتروژن و پتاسيم بر عملكرد، اجزای عملكرد و رشد برنج رقم خزر. مجله علوم زراعی ايران. جلد هفتم، شماره ۳، صفحه: ۲٤۰-۲۲٦.

به منظور بررسي اثر مقادير مختلف نيتروژن و پتاسيم بر عملكرد، اجزاي عملكرد و رشد برنج رقم خزر، آزمايشي در سال زراعي ۱۳۸۰ در مؤسسه تحقيقات برنج كشور در رشت اجرا گرديد. اثر پنج مقدار نيتروژن (۰، ۳۰، ٦۰، ۹۰ و ۱۲۰ كيلوگرم در هكتار) و چهار مقدار پتاسيم (۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و۳۰۰ كيلوگرم در هكتار)، با استفاده از آزمايش فاكتوريل و در قالب طرح بلوك هاي كامل تصادفي در ۳ تكرار مورد ارزيابي قرار گرفت. نتايج نشان داد كه با افزايش مقدار كود نيتروژن، تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و درصد دانه‌هاي پر شده افزايش معني‌داري داشت. اما وزن هزار دانه تغييري نكرد. با مصرف ٦۰ كيلوگرم نيتروژن در هكتار عملكرد دانه به طور معني‌داري افزايش و سپس در سطح ۹۰ كيلوگرم در هكتار به طور معني‌داري كاهش يافت. تأثير كود نيتروژن بر عملكرد ماده خشك گياهي و كاه نيز تقريباً از همين روند پيروي كرد. تأثير مقادير مختلف كود پتاسيم بر عملكرد دانه، تعداد خوشه در واحد سطح، وزن هزار دانه، تعداد پنجه و ارتفاع بوته غيرمعني‌دار بود اما باعث افزايش معني‌دار تعداد دانه در خوشه و درصد دانه‌هاي پرشده گرديد. شاخص برداشت تحت تأثير هيچ يك از تيمارهاي كودي قرار نگرفت. نتايج حاصل از اين آزمايش نشان داد كه بيشترين مقدار عملكرد دانه برنج از تيمار ٦۰ كيلوگرم نيتروژن و ۳۰۰ كيلوگرم پتاسيم در هكتار به دست آمد. شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) برنج به طور معني‌داري در تيمارهاي مقادير بالاي نيتروژن نسبت به تيمارهاي نيتروژن پايين بيشتر بود.

واژه‌هاي كليدي: برنج، نيتروژن، پتاسيم، عملكرد، اجزاي عملكرد، شاخص‌هاي رشد.

تاريخ دريافت: ۱۳۸۳/۲/۲۳

۱ـ استاديار دانشگاه گيلان، رشت (مكاتبه‌كننده)

۲ـ دانشجوی سابق كارشناسی ارشد رشته زراعت ـ دانشگاه گيلان

۳ـ پژوهشگر مؤسسه تحقيقات برنج كشور ـ رشت

٤ـ استاديار دانشگاه تبريز، تبريز

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

مقدمه

تخمین زده شده است که تا سال ۲۰۵۰ تولید برنج بایستی بالغ بر ۵۰ درصد افزایش یابد که این افزایش تولید نیازمند اصلاح ارقام و اعمال مدیریت‌های صحیح زراعی است (Ntanos and Koutroubas, 2002; Ying *et al*., 1998; Dobbermann *et al*., 1998). برای دستیابی به عملکرد بالا، حفظ حاصلخیزی خاک که از طریق مصرف متعادل کودهای شیمیایی حاصل می‌شود، ضروری است. نیتروژن مهم‌ترین عنصر غذایی در تولید گیاهان زراعی و اولین عنصر محدودکننده عملکرد در زراعت برنج است (Dahatonde, 1995; Peng, 2000; Uexkull, 1976; Yoshida, 1981). در مورد اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در برنج تحقیقات متعددی انجام شده است. به طور کلی با افزایش مقدار نیتروژن تا یک حد معین عملکرد دانه به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد (Aguilar and Guru, 1990; Bindra *et al*., 2000; Counce *et al*., 1992; Ohnishi *et al*., 1999; Sheehy *et al*., 1998; Singh and Jain, 2000; Yoshida, 1981). پتاسیم فراوان‌ترین عنصر غذایی در گیاه بوده و برنج خصوصاً ارقام پرمحصول آن، مقدار قابل ملاحظه‌ای پتاسیم جذب می‌کنند که حتی مقدار آن گاهی تا ٤ برابر ارقام بومی است (توفیقی، ۱۳۷۷؛ Dobbermann *et al*., 1998; DeDatta and Mikkelsen, 1985; Prasad and Prasad, 1997; Uexkull, 1976; Yoshida, 1981). اما باید متذکر شد که واکنش برنج به کودهای پتاسیم در مقایسه با نیتروژن و فسفر محدودتر است. واکنش ارقام پرمحصول برنج به پتاسیم خاک شدیدا تحت تأثیر مقدار پتاسیم در دسترس، فراوانی نیتروژن، بافت خاک، وضعیت زهکشی خاک، میزان pH و آهک آب آبیاری قرار دارد (DeDatta and Mikkelsen, 1985; DeDatta and Gumez, 1980; Iqbal *et al*., 1991; Prasad and Prasad, 1997; Uexkull, 1976).

عملکرد دانه در برنج تابعی از تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در هر خوشه، درصد دانه‌های پر و وزن هزار دانه است (Uexkull, 1976; Yoshida, 1981; Mondal *et al*., 1987). افزایش تعداد خوشه در واحد سطح عامل اصلی افزایش عملکرد برنج در اثر مصرف کودهای نیتروژن است (Bindra *et al*., 2000; Counce *et al*., 1992; Lin and Lin, 1985; Yoshida, 1981). در مقابل، پتاسیم تأثیر چندانی بر پنجه‌زنی برنج ندارد (Uexkull, 1976; Wilson *et al*., 1996; Yoshida, 1981). نیتروژن تعداد سنبلچه در خوشه را افزایش می‌دهد. تشکیل سنبلچه‌ها قویا بوسیله جذب نیتروژن و دسترسی به کربوهیدرات‌ها در طول مرحله زایشی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Saha and Yamagishi, 1998; Uexkull, 1976). پتاسیم نیز تأثیر مثبت آشکاری بر تعداد سنبلچه‌ها در خوشه دارد. درصد دانه‌های پر شده با افزایش مقدار نیتروژن به بالاتر از یک مقدار مشخص کاهش می‌یابد (Kalita *et al*., 1995; Saha and Yamagishi, 1998). پتاسیم هم اثر افزاینده بر درصد دانه‌های پرشده در هر خوشه دارد و کمبود آن موجب عقیمی دانه‌های گرده در مرحله آبستنی و در نتیجه کاهش تعداد دانه‌های پرشده می‌شود (DeDatta and Mikkelsen, 1985; Uexkull, 1976). وزن هزار دانه در برنج یکی از پایدارترین خصوصیات رقم به شمار می‌رود (Aguilar and Guru, 1990; Kalita *et al*., 1995; DeDatta and Mikkelsen, 1985) که معمولا تحت تأثیر عوامل محیطی و زراعی قرار نمی‌گیرد اما یوشیدا (Yoshida, 1981) معتقد است که کود نیتروژن به دلیل افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح برگ باعث افزایش وزن هزار دانه می‌شود.

تجزیه و تحلیل رشد جهت بررسی عوامل مؤثر در عملکرد و رشد و نمو، با اندازه‌گیری دو عامل سطح برگ و وزن خشک در فواصل مکرر انجام می‌گیرد (اسلافر، ۱۳۷۵). ساهو و گورو (Sahoo and Guru1998) در آزمایشی نشان دادند که عملکرد دانه در برنج

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

با شاخص سطح برگ (Leaf Area Index)، دوام سطح برگ (Leaf Area Duration)، سرعت رشد نسبی (Relative Growth Rate)، سرعت رشد محصول (Crop Growth Rate) و سرعت جذب خالص (Net Assimilation Rate) همبستگی مثبتی دارد. ارقامی از برنج که شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت رشد نسبی و سرعت جذب خالص بالاتری دارند روند رشد بهتر و نیز عملکرد بالاتری خواهند داشت (Ntanos and Koutroubas, 2002). سرعت رشد محصول حاصل‌ضرب سرعت جذب خالص و شاخص سطح برگ است و حداکثر محصول زمانی حاصل می‌شود که این دو شاخص در بیشترین مقدار باشند (اسلافر، ۱۳۷۵).

اهداف مورد نظر در این تحقیق عبارت بود از بررسی تاثیر مقادیر مختلف کودهای نیتروژن و پتاسیم و اثرات متقابل آن‌ها بر عملکرد، اجزای عملکرد و روند رشد برنج و تعیین بهترین ترکیب کودی که منجر به افزایش عملکرد و رشد برنج می‌گردد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال زراعی ۱۳۸۰ در مؤسسه تحقیقات برنج کشور واقع در رشت با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۴۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی انجام شد. سه ماه قبل از اجرای آزمایش اولین شخم انجام و در اواخر اردیبهشت ۱۳۸۰ زمین اصلی پس از شخم دوم، ماله‌کشی شده و پس از تسطیح، نقشه طرح در آن پیاده شد. بذر برنج رقم خزر، در نیمه اول اردیبهشت در خزانه پاشیده شد و در نیمه نخست خرداد، نشاءکاری انجام گردید. بافت خاک رسی، pH آن ۷/۲، هدایت الکتریکی عصاره‌ی اشباع ۱/۱۵ دسی زیمنس بر متر، CEC آن برابر ۳۱ میلی‌گرم بر ۱۰۰ گرم خاک، کربن آلی و نیتروژن کل آن به ترتیب ۱/۷۳ و ۰/۱۸ درصد و مقدار فسفر و پتاسیم قابل جذب به ترتیب ۱۰/۲ و ۱۴۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. کود نیتروژن با پنج سطح صفر، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار از منبع کود اوره و کود پتاسیم در چهار سطح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار و به شکل کود کلرور پتاسیم دو فاکتور آزمایش را تشکیل می‌دادند که تماماً قبل از نشاءکاری در زمین پاشیده شدند. کود فسفر نیز به مقدار ۴۵ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل به همه تیمارها اضافه شد. نشاءهای سالم و یکنواخت برنج در مرحله سه تا چهار برگی به زمین اصلی انتقال داده شده و با فواصل ۲۰×۲۰ سانتیمتر به تعداد سه تا پنج نشاء در هر کپه و در کرت‌هایی به ابعاد ۳/۴ و ۲/۷ متر نشاءکاری شدند. برای مبارزه شیمیایی با کرم ساقه‌خوار برنج از سم دیازینون ۵ درصد استفاده گردید و برای مبارزه شیمیایی با علف‌های هرز یک هفته بعد از نشاءکاری از علف‌کش ساترن به غلظت ۳/۵-۳ لیتر در هکتار استفاده شد. وجین دستی نیز در دو نوبت ۲۵ و ۵۰ روز پس از نشاءکاری انجام شد.

برای تعیین عملکرد دانه، در مساحت پنج مترمربع از هر کرت، بوته‌ها کف‌بر شده پس از خشک کردن در آون با دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت، کل ماده خشک توزین و سپس دانه‌ها جدا گردید و عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۴ درصد محاسبه شد. اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیک برنج بر اساس سیستم استاندارد ارزیابی صفات (Standard Evaluation System (SES): IRRI) اندازه‌گیری و ثبت شدند.

برای اندازه‌گیری مقدار ماده خشک، تعداد چهار بوته (معادل ۰/۲۵ مترمربع) از ناحیه‌ی نمونه‌برداری کرت‌ها کف بر شده و در دمای ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و به عنوان وزن خشک در نظر گرفته شدند. برای تعیین روند تغییرات ماده خشک برنج از معادله رگرسیونی $W = e^{(a + bt + ct^2)}$ استفاده شد که در آن W وزن ماده خشک، t زمان و a، b و c

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

ضرایب رگرسیونی هستند. برای محاسبه سطح برگ تعداد ۱۵-۱۰ پنجه، به طور تصادفی از بین نمونه‌های کف‌بر شده انتخاب و توزین شدند. سپس برگ‌های آن‌ها جدا شده و طول و عرض آن‌ها محاسبه گردید و با استفاده از رابطه LA=0.725LW مساحت آن‌ها محاسبه گردید (Yoshida,1981) که در آن LA سطح برگ و L و W نیز به ترتیب طول و عرض برگ است. هم‌چنین برای محاسبه سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص به ترتیب از معادلات $CGR=(b+2ct)(e^{a+bt+ct^2})$ و $NAR=\frac{CGR}{LAI}$ استفاده شد. تجزیه واریانس نتایج حاصل با نرم‌افزار SAS و محاسبه ضرایب رگرسیونی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که با افزایش مقدار کود نیتروژن تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، تعداد خوشه در مترمربع به طور معنی‌داری افزایش یافت اما پتاسیم تأثیری بر آن نداشت (جدول ۱). کوبایاسی (Kobayasi, 2000) نیز گزارش کرد که تعداد خوشه در واحد سطح، بیشترین همبستگی را با مقدار نیتروژن در مراحل اولیه تمایز سنبلچه‌ها دارد. با افزایش میزان نیتروژن تعداد سنبلچه در خوشه نیز افزایش یافت و مصرف ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بیشترین تعداد سنبلچه در خوشه را ایجاد کرد (جدول ۱ و ۲). اصولاً همبستگی بالایی بین مقدار نیتروژن گیاه و تعداد سنبلچه‌ها در واحد سطح وجود دارد (Kobayasi, 2000; Saha and Yamagishi, 1998; Sheehy *et al*., 1998). سطوح کود پتاسیم نیز تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر این صفت داشت. سینگ و جین (Singh and Jain, 2000)، کالیتا و همکاران (Kalita *et al*., 1995) و موندال و همکاران (Mondal *et al*., 1987) نیز گزارش کردند که پتاسیم تأثیری مثبت بر تعداد سنبلچه در خوشه برنج دارد.

اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم بر تعداد سنبلچه در خوشه نیز معنی‌دار بود و تیمار ۹۰ کیلوگرم نیتروژن به‌علاوه ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم بیشترین تعداد سنبلچه در خوشه را داشت. سطوح مختلف کود نیتروژن بر درصد دانه‌های پر شده برنج در سطح احتمال ۱ درصد تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). به نظر می‌رسد که در سطوح بالای نیتروژن به علت افزایش تعداد سنبلچه در خوشه رقابت زیادی برای کربوهیدرات‌ها بین آن‌ها به وجود آمده و درنتیجه درصد دانه‌های پر شده کاهش یافته باشد. در سطوح پایین‌تر نیتروژن نیز ناکافی بودن ماده غذایی لازم برای پر شدن دانه‌ها علت اصلی پایین بودن درصد دانه‌های پر شده در خوشه می‌تواند باشد. به طور کلی ارتباط بین درصد دانه‌های پرشده و میزان کود نیتروژن به صورت یک سهمی است (Aguilar and Guru, 1990). سطوح مختلف پتاسیم نیز بر درصد دانه‌های پرشده برنج تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که کود پتاسیم تأثیری مثبت بر درصد دانه‌های پرشده در برنج دارد و کمبود آن باعث عقیمی دانه‌های گرده و کاهش تعداد دانه‌های پرشده برنج می‌شود (Uexkull, 1976; Mondal *et al*., 1987). وزن هزار دانه تحت تأثیر هیچ یک از کودها قرار نگرفت (جدول ۱). این نتیجه تا حدودی قابل انتظار بوده است و علت آن می‌تواند پوشیده بودن دانه برنج توسط گلوم‌های خارجی و داخلی باشد که در این شرایط رشد دانه توسط همین پوشش مستحکم خارجی محدود می‌گردد (Uexkull, 1976; Wilson *et al*., 1996; Yoshida, 1981). از طرف دیگر افزایش تعداد سنبلچه در خوشه تحت تأثیر کودهای نیتروژن و پتاسیم، باعث گردیده است که ماده خشک تولیدی بین تعداد دانه بیشتری توزیع شود که در نتیجه از وزن دانه‌ها کاسته شد.

در این آزمایش، تأثیر سطوح مختلف نیتروژن بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. افزایش عملکرد دانه برنج در اثر افزایش مقدار کود نیتروژن در مطالعات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

جدول۱- نتایج تجزیه واریانس عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت برنج رقم خزر در تیمارهای مختلف کودی نیتروژن و پتاسیم

Table 1. ANOVA output for yield, yield components and HI in rice cv. Khazar as affected by different rates of Nitrogen and Potassium

منابع تغییرات S.O.V.	درجات آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Square							
		تعداد خوشه در متر مربع Panicle m^{-2}	تعداد سنبلچه در خوشه Spikelet per panicle	درصد دانه‌های پر شده Filled grains percentage	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد ماده خشک *Biomass yield*	عملکرد کاه Straw yield	شاخص برداشت *HI*
کود نیتروژن Fertilizer N	4	12276.7**	7674.8**	28.3**	10.9^{ns}	3441891.5**	18589685.6**	653276.9**	23.1^{ns}
کود پتاسیم Fertilizer K	3	164.7^{ns}	3414.3**	6.1*	0.1^{ns}	661251.1^{ns}	104472862.2^{ns}	6793997.1^{ns}	64.7^{ns}
نیتروژن×پتاس K×N	12	602.01^{ns}	196.3*	7.1**	0.04^{ns}	263391.4^{ns}	6085476.4^{ns}	4292151.9^{ns}	28.5^{ns}
ضریب‌تغییرات(٪) C.V. (%)	-	8.9	6.67	6.9	6.2	19.02	26.2	34.3	14.1

* and ** : significant at probability level of 5% and 1%- ns: Non significant

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد- ns: غیر معنی‌دار

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت برنج رقم خزر در تیمارهای مختلف کودی نیتروژن و پتاسیم[۱]

Table 2. Mean comparison for Yield, yield components and HI of rice cv. Khazar as affected by different rates of Nitrogen and potassium[1]

منابع تغییرات S.O.V.	تعداد خوشه در متر مربع Panicle m^{-2}	تعداد سنبلچه در خوشه Spikelet per panicle	درصد دانه‌های پر شده Filled grains percentage	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه Grain yield	عملکرد ماده خشک *Biomass yield*	عملکرد کاه Straw yield	شاخص برداشت HI
مقدارنیتروژن(کیلوگرم‌درهکتار) **N (kg ha^{-1})**								
0	190.12 d	106.59 b	63.96 c	24.37	2352.5 d	6395 b	3996.7 b	41.59
30	211.06 c	128.25 b	67.33 a	24.28	2840 cd	7641 ab	4918.6 ab	40.48
60	240.27 b	164.10 ab	67.45 a	24.85	3633.9 a	9075 a	5440.8 ab	41.86
90	247.99 b	174.22 a	64.81 b	24.86	3118.2 bc	7891 ab	4770 ab	40.06
120	271.69 a	175.44 a	64.8b c	24.58	3585.7 ab	9544 a	5958.5 a	38.39
مقدارپتاسیم(کیلوگرم‌درهکتار) **K_2O (kg ha^{-1})**								
0	229.38	122.73 c	65.4 b	23.8	2826.9	7266	4437.6	40.78
100	230.97	131.30 bc	66.58 a	24	3222.8	7983	4785.9	42.97
200	231.53	163.31 a	66.24 ab	23.9	3070.0	7926	4855.8	40.24
300	237.00	157.46 ab	65.26 b	23.8	2304.6	9263	5988.4	37.90

۱- اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دارند.

1-Whitin a column, means followed by the same letters are not significantly different at the P<0.05 by the Duncan's multiple range test.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

جدول ضرایب همبستگی میان صفات اندازه‌گیری شده برنج تحت تاثیر مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم

Table of regerration coeficients between measured traits of rice under effect of different Nitrogen and Potassium levels

صفت Treat		عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد کاه Straw yield	شاخص برداشت Harvest Index	تعداد خوشه در ترمربع No. of panicle	تعدادخوشچه در خوشه No. of spikelet in panicle	درصد دانه‌های پر Filled grains percent	وزن هزاردانه 1000 seeds weight	تعداد پنجه در مترمربع No of till/m^2	طول خوشه Panicle length	ارتفاع بوته Plant height	برگ مساحت پرچم Flag leaf area
Grain yield	عملکرد دانه	1											
Biological yield	عملکرد بیولوژیک	0.81**	1										
Straw yield	عملکرد کاه	0.72**	0.98**	1									
Harvest index	شاخص برداشت	-0.37^{ns}	-0.68^{ns}	0.8**	1								
No. of panicle/m^2	تعدادخوشه‌درمترمربع	0.75**	0.64**	0.53*	-0.38^{ns}	1							
No. of spikelets in panicle	تعدادخوشچه‌درخوشه	0.68**	0.59**	0.52*	-0.45**	0.81**	1						
Filled grains %	درصد دانه‌های پر	0.67**	0.32^{ns}	0.28^{ns}	0.05^{ns}	0.15^{ns}	0.02^{ns}	1					
1000 seeds weight	وزن هزاردانه	0.31^{ns}	-0.13^{ns}	0.32^{ns}	0.48*	0.82**	0.64**	0.25^{ns}	1				
No. of fill / m^2	تعدادپنجه در مترمربع	0.72**	0.56*	0.44^{ns}	-0.35^{ns}	0.95**	0.83**	0.09^{ns}	0.85**	1			
Panicle length	طول خوشه	0.58**	0.43^{ns}	0.31^{ns}	-0.04^{ns}	0.82**	0.68**	0.09^{ns}	0.71**	0.78**	1		
Plant height	ارتفاع بوته	0.81**	0.71**	0.62**	-0.43^{ns}	0.93**	0.82**	0.07^{ns}	0.81**	0.9**	0.71**	1	
Flag leaf area	مساحت برگ پرچم	0.65**	0.72**	0.69**	-0.6**	0.65**	0.64**	-0.16^{ns}	0.5*	0.68**	0.37^{ns}	0.8**	1

Bordered coefficients of correlations are referred to in the text.

ضرایبی که دور آن‌ها پررنگ شده است، در متن مقاله به آن‌ها اشاره شده است.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

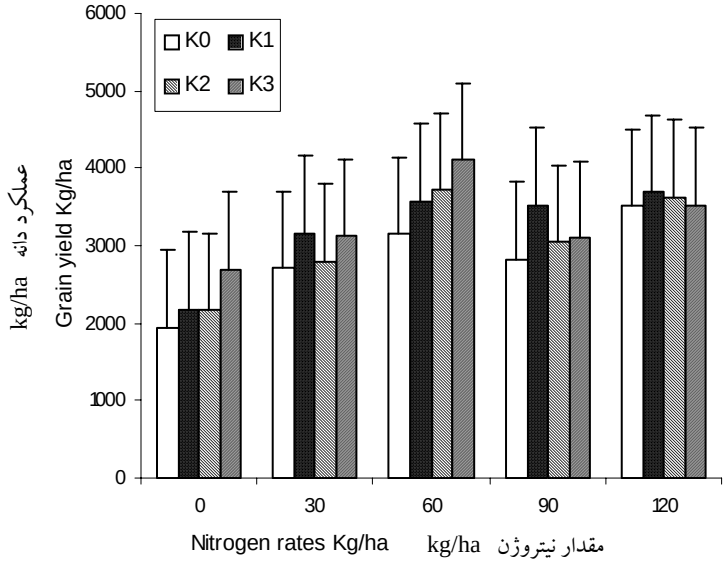
بسیاری از محققان دیگر نیز گزارش شده است (Counce *et al.*, 1992؛ Bindra *et al.*, 2000؛ Lin and Lin, 1985؛ Ntanos and Koutroubas, 2002؛ Ohnishi *et al.*, 1999). به نظر می‌رسد که کود نیتروژن از طریق تأثیر بر روی اجزاء عملکرد به ویژه تعداد خوشه در واحد سطح و تعداد دانه در خوشه و هم‌چنین تأثیر بر روی صفاتی نظیر طول خوشه و افزایش مساحت برگ پرچم، باعث افزایش ماده خشک گیاه و در نهایت عملکرد دانه برنج شده است. همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد با تعداد خوشه در مترمربع و تعداد دانه در خوشه (به ترتیب با ضرایب همبستگی **۰/۷۵ و **۰/۶۸) نیز مؤید همین موضوع است. هی و همکاران (He *et al.*, 1992) نیز معتقدند که تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح و تعداد سنبلچه در خوشه بیشترین مشارکت را در عملکرد دانه برنج دارند. سطوح مختلف کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه برنج نداشت (جدول ۱). با توجه به میزان پتاسیم قابل دسترس موجود در خاک، افزودن کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه برنج نداشته است. این نتیجه با نتایج پراساد و پراساد (Prasad and Prasad, 1997)، ویلسون و همکاران (Wilson *et al.*, 1996)، داهاتنده (Dahatonde, 1995)، دی‌داتا و گومز (DeDatta and Gumez, 1980) و ایکبال (Iqbal, 1991) مطابقت دارد. طبق نظر پراساد و پراساد (Prasad and Prasad, 1997) واکنش عملکرد برنج به کود پتاسیم در مکان‌های مختلف و بسته به مقدار پتاسیم قابل دسترس خاک متفاوت است. در آزمایش‌های دی‌داتا و گومز (DeDatta and Gumez, 1980) اثر نیتروژن بر عملکرد دانه در حضور پتاسیم به طور معنی‌داری افزایش یافته و زمانی که کود نیتروژن مصرف نشده بود، واکنش به کود پتاسیم نیز مشاهده نشد.

با وجود معنی‌دار نشدن اثر متقابل نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد دانه، در سطح ۶۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار افزایش پتاسیم به صورت خطی باعث افزایش عملکرد برنج در این سطح از نیتروژن شد که می‌توان این حالت را به تعامل مثبت خاک در سطح ۶۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار با کود پتاسیم نسبت داد. در حالی که در سطح ۹۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار تنها سطح دوم پتاسیم (۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار) توانست باعث افزایش عملکرد دانه شود و در سطوح دیگر پتاسیم تقریباً تفاوت محسوسی وجود نداشت (شکل ۱). در سطح ۱۲۰ کیلوگرم باز هم سطوح مختلف پتاسیم تفاوت محسوسی از نظر تأثیر بر عملکرد دانه نداشتند. عملکرد ماده خشک و عملکرد کاه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر مقدار نیتروژن قرار گرفتند اما کود پتاسیم بر آن‌ها تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱). شاخص برداشت تحت تأثیر هیچ یک از کودها قرار نگرفت (جدول ۱). در این آزمایش، با افزایش عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک نیز با نسبت بیشتری افزایش یافت. این امر می‌تواند علت پایین بودن شاخص برداشت در سطوح بالای کود باشد. همبستگی منفی شاخص برداشت با عملکرد دانه ($r = -۰/۳۷^{ns}$) نیز این موضوع را تأئید می‌کند.

مقدار شاخص سطح برگ محاسبه شده در سطوح پایین‌تر نیتروژن به طور معنی‌داری نسبت به سطوح بالاتر آن، کمتر بود (جدول ۳). در آزمایش اوهنیشی و همکاران (Ohnishi *et al.*, 1999)، قوش و سینگ (Ghosh and Singh, 1998) هاسگاوا و هوری (Hasegawa and Horie, 1996) و لین و لین (Lin and Lin, 1985) نیز با افزایش مقدار نیتروژن، شاخص سطح برگ افزایش یافت. حداکثر شاخص سطح برگ در همه تیمارها در مرحله گرده‌افشانی (۶۰ روز پس از نشاءکاری) رخ داد و سپس کاهش یافت. به نظر می‌رسد که کاهش شاخص سطح برگ در انتهای فصل رشد به علت پژمردگی برگ‌های پائینی و ریزش برگ‌ها باشد که این کاهش در سطوح پائین‌تر نیتروژن شدیدتر بوده است (شکل ۲). در سطوح بالاتر نیتروژن روند کاهشی شاخص سطح برگ کندتر بود و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]



شکل ۱- میانگین عملکرد دانه برنج تحت تأثیر مقادیر مختلف نیتروژن و پتاسیم

Fig. 1. Mean grain yield as affected by different rates of N and K

این امر را به تأثیر مثبت نیتروژن بر توسعه سطح برگ و تولید پنجه و افزایش دوام فعالیت فتوسنتزی برگ‌ها می‌توان نسبت داد (Sahoo and Guru, 1998; Ntanos and Koutroubas, 2002; Peng, 2000). کود پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر شاخص سطح برگ نداشت (جدول ۳). باید متذکر شد که شاخص سطح برگ بالاتر لزوماً موجب افزایش عملکرد نمی‌گردد. زیرا با افزایش توسعه سطح برگ و تعداد پنجه‌ها، فتوسنتز خالص پوشش گیاهی، تولید ماده خشک کل و در نهایت عملکرد دانه می‌تواند کاهش یابد (Ntanos and Koutroubas, 2002; Ohnishi *et al*., 1999; peng, 2000; Yoshida, 1981). نتایج آزمایش‌ها گاهی همبستگی مثبت بین شاخص سطح برگ و عملکرد دانه را تأکید و گاهی آن را نقض می‌کنند. در حقیقت این همبستگی تحت تأثیر خصوصیات دیگری از جمله میزان جذب خالص، سرعت رشد محصول و شاخص برداشت قرار دارد (Yoshida, 1981؛ اسلافر، ۱۳۷۵).

سرعت رشد محصول در همه تیمارها در طول دوره رشد رویشی روند افزایشی داشت و در مرحله گرده‌افشانی به بالاترین مقدار خود رسید و پس از این مرحله کاهش یافت (شکل ۳). سرعت رشد محصول در مقادیر بالاتر نیتروژن، بیشتر از مقدار آن در سطوح پایین‌تر نیتروژن بود (جدول ۳). حداکثر سرعت رشد محصول از تیمار ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن و ۲۰۰ کیلوگرم پتاسیم با میانگین ۲٤/۳ گرم در مترمربع در روز به دست آمد. از آنجا که برگ‌ها عامل اصلی فتوسنتز و افزایش ماده خشک در واحد سطح هستند، می‌توان انتظار داشت که تیمار دارای LAI بالاتر، CGR بالاتری نیز داشته باشد. همانطور که در شکل(۲) و (۳) و با مقایسه نمودارهای مربوط به شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول مشاهده می‌شود، به موازات افزایش شاخص سطح برگ در واحد زمان، سرعت رشد محصول نیز افزایش یافت تا اینکه در مرحله گرده‌افشانی از میزان سرعت رشد محصول کاسته شد. در شاخص سطح برگ بالا، افزایش تنفس موجب کاهش سرعت رشد محصول و همچنین سرعت جذب خالص می‌شود. بنابراین با توجه به پر برگ و پر پنجه بودن رقم خزر می‌توان نتیجه گرفت که شاخص سطح برگ در برنج رقم خزر از نوع مطلوب

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

است. در مقادیر بالاتر کود تشکیل پنجه‌های جدید تا انتهای دوره رشد ادامه داشت ولی این پنجه‌های جوان به مرحله باروری نرسیده و در سایه پنجه‌های بالایی قرار می‌گیرند. در این شرایط میزان تنفس آن‌ها بیشتر از میزان فتوسنتزشان بوده و این امر موجب کاهش فتوسنتز خالص گیاه می‌شود. البته یوشیدا (Yoshida, 1981) مطلوب بودن شاخص سطح برگ را در برنج مورد سوال قرار داده و معتقد است که تنفس پوشش گیاهی، با افزایش فتوسنتز خالص به صورت خطی و با افزایش شاخص سطح برگ به صورت منحنی مجانب افزایش می‌یابد (Peng, 2000; Yoshida, 1981).

با افزیش شاخص سطح برگ، در همه تیمارها سرعت جذب خالص کاهش یافت (شکل ۳) که این امر می‌تواند به این علت باشد که مقادیر بالای نیتروژن، تولید پنجه و توسعه سطح برگ را افزایش می‌دهد که این خود موجب سایه‌اندازی برگ‌ها بر روی یکدیگر و در نتیجه کاهش مقدار فتوسنتز خالص می‌گردد. روند کاهشی سرعت جذب خالص در سطوح بالاتر نیتروژن شدیدتر بود. به نظر می‌رسد که علت این امر تسریع در تولید برگ و زودتر بسته شدن پوشش گیاهی باشد چرا

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مقادیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، سرعت جذب خالص برنج در زمان گرده‌افشانی

Table 3. ANOVA output and mean comparison for LAI, CGR and NAR of rice cv. Khazar at Anthesis period

منابع تغییرات S.O.V.	درجات آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Mean of Squers		
		شاخص سطح برگ LAI	سرعت رشد محصول CGR	سرعت جذب خالص NAR
کود نیتروژن Fertilizer N	4	14.46**	106.18**	1.81*
کود پتاسیم Fertilizer K	3	0.75^{ns}	30.14**	2.74**
نیتروژن×پتاس K×N	12	1.003^{ns}	26.17**	2.26**
ضریب تغییرات(٪) C.V. (%)	-	30.7	10.57	15.75
مقدار نیتروژن(کیلوگرم در هکتار) N (kg ha^{-1})			میانگین‌ها	
0		2.23 c	12.98 c	4.85 ab
30		2.53 bc	16.68 b	5.36 a
60		3.29 b	20.18 a	4.75 ab
90		4.53 a	17.57 a	4.63 b
120		4.58 a	20.17 a	4.29 b
مقدار پتاسیم(کیلوگرم در هکتار) K_2O (kg ha^{-1})				
0		3.21	15.45 b	4.24 b
100		3.27	18.42 a	4.7 ab
200		3.58	17.71 a	5.27 a
300		3.65	18.47 a	4.89 a

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد- ns: غیر معنی‌دار

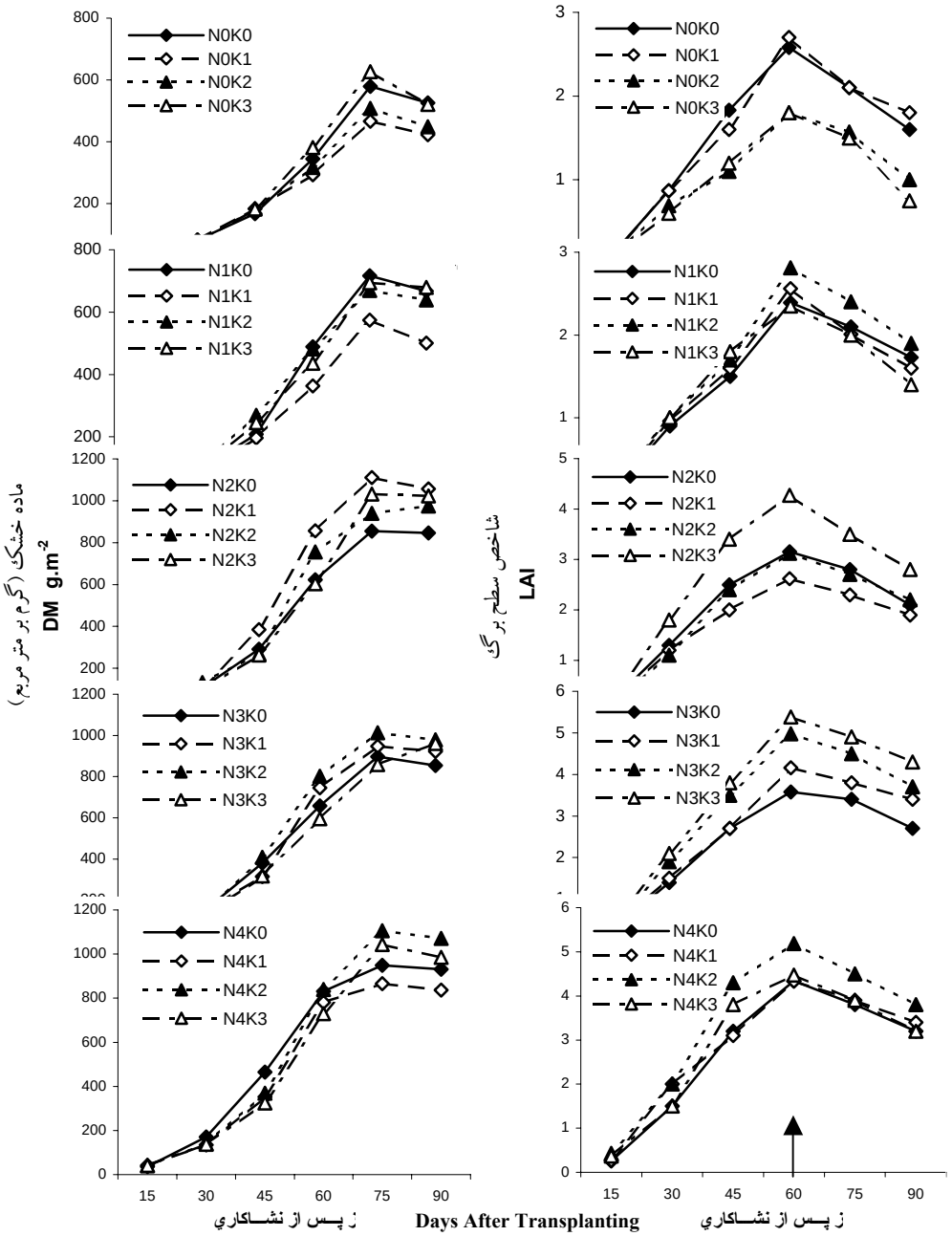
اعداد هر گروه در هر ستون که حداقل یک حرف مشترک دارند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد فاقد اختلاف معنی‌دارند.

* and ** : significant at probability level of 5% and 1%- ns: Non significant

Whitin a column, means followed by the same letters are not significantly different at the P<0.05 by the Duncan's multiple range test

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

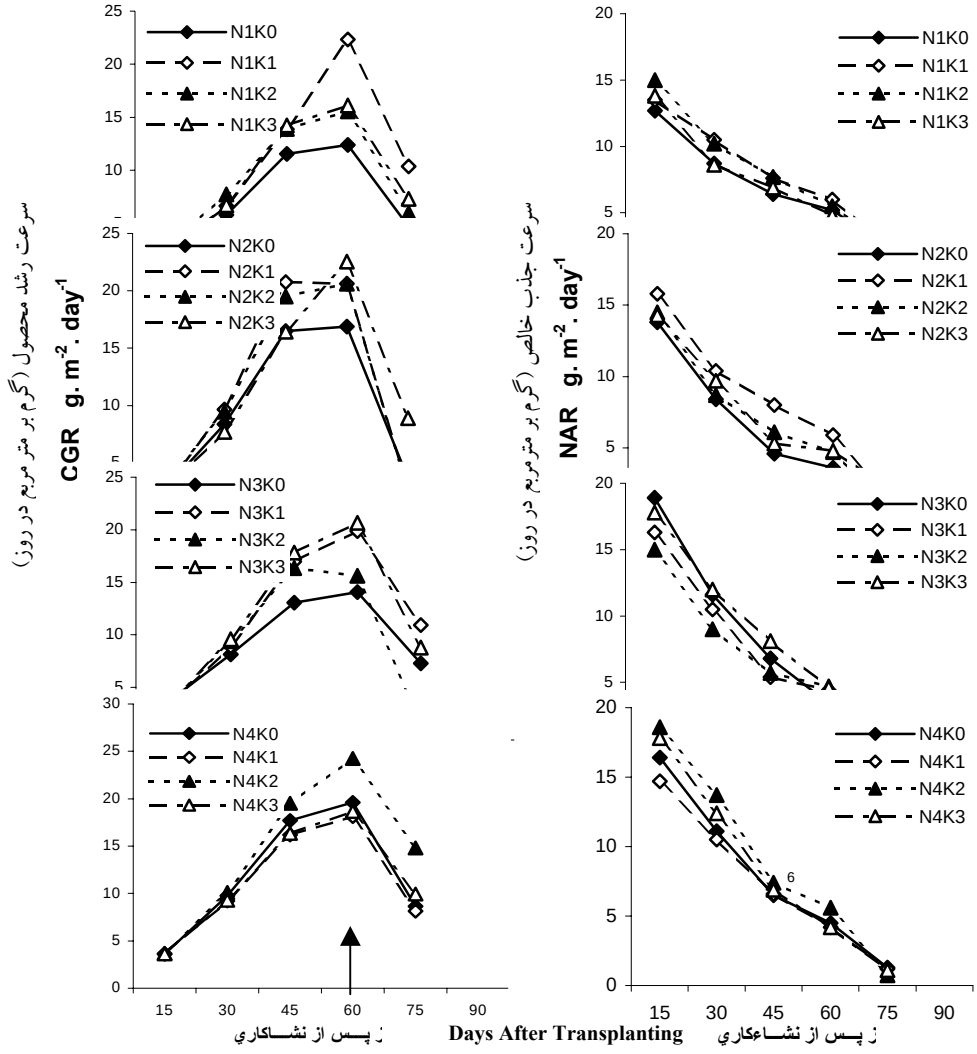


شکل۲- روند تغییرات تجمع ماده خشک (DM) و شاخص سطح برگ (LAI) در واحد زمان در تیمارهای کودی نیتروژن و پتاسیم. علامت پیکان نشان‌دهنده مرحله گرده‌افشانی است.

Fig. 2. Dry Matter (DM) and Leaf Area Index (LAI) at different fertilizer treatments. Arrow shows the Anthesis period.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]



شکل۳- روند تغییرات سرعت رشد محصول (CGR) و سرعت جذب خالص (NAR) در واحد زمان در تیمارهای کودی نیتروژن و پتاسیم. علامت پیکان نشان‌دهنده مرحله گرده‌افشانی است.

Fig. 3. Crop Growth Rate (CGR) and Net Assilmilation Rate (NAR) at different fertilizer treatments. Arrow shows the Anthesis period.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

که در این حالت تشعشع خورشیدی کمتری به هر یک از برگ‌ها رسیده و در نتیجه میزان فتوسنتز خالص مربوط به هر برگ کمتر می‌گردد. رابطه بین سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص تا قبل از مرحله گرده‌افشانی برنج منفی بود یعنی روند تغییرات سرعت رشد محصول افزایشی ولی سرعت جذب خالص کاهشی بود. اما بعد از این مرحله با کاهش سرعت جذب خالص از مقدار سرعت رشد محصول نیز کاسته شد. افزایش CGR تا قبل از گرده‌افشانی به دلیل افزایش شدیدتر LAI بود ولی بعد از این مرحله به دلیل پیری و ریزش برگ‌ها سرعت رشد محصول و همچنین سرعت جذب خالص کاهش یافت. ارتباط بین فتوسنتز خالص و سرعت رشد محصول در مرحله رشد رویشی در گونه‌های برنج منفی است. با افزایش سن گیاه و با زرد شدن و ریزش برگ‌ها از سطح فتوسنتز کننده کاسته شده و رشد گیاه کاهش می‌یابد و در نهایت متوقف می‌شود (اسلافر، ۱۳۷۵؛ Hasegawa and Horie, 1996).

در این آزمایش مشاهده شد که تیمارهایی با سرعت رشد محصول بیشتر تجمع ماده خشک سریع‌تر و بیشتری نیز داشتند (شکل ۲ و ۳) و عملکرد دانه نیز در این تیمارها به طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای دیگر بود. روند تجمع ماده خشک با افزایش سن گیاه و به موازات افزایش سرعت رشد محصول افزایش یافت اما در انتهای فصل رشد به علت کم شدن رشد محصول از میزان ماده خشک کاسته شد و یا به ثبات رسید. در خاتمه باید متذکر شد که که تولید زیاد ماده خشک معمولاً با مقادیر بالای شاخص سطح برگ و حداکثر مقادیر سرعت جذب خالص و سرعت رشد محصول همراه است (اسلافر، ۱۳۷۵).

منابع مورد استفاده References

اسلافر، جي. اي. ۱۳۷۵. مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات. ترجمه: ح. رحیمیان و م. بنایان اول. جهاد دانشگاهی مشهد. ۳۴۴ صفحه.

توفيقي، ح. ۱۳۷۷. بررسی پاسخ برنج به کود پتاسیم در خاک‌های شالیزاری شمال ایران. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۲۹. شماره ٤. صفحه ۸۸۲-۸٦۹.

Aguilar, M. and D. Guru. 1990. Effect of applied before seeding nitrogen fertilization on rice yield components. Cahiers Options Mediterranennes. 15: 53-64.

Bindra, A. D., B. D. Kalia and S. Kumar. 2000. Effect of N-levels and dates of transplanting on growth, yield and yield attributes of scented rice. Advances in Agricultural research in India. 10: 45-48.

Brohi, A. R., M. R. Karaman, A. T. Aktas and E. Savasli. 2000. Effect of potassium and magnesium fertilization on yield and nutrient content of rice crop grown on artificial siltation soil. *Turkish Journal of Agriculture and forestry*. 21: 46-50.

Counce, P. A., B. R. Wells and K. A. Gravios. 1992. Yield and harvest-index responses to preflood nitrogen fertilization at low rice plant populations. *Journal of Production Agriculture*. 5: 492-497.

Dahatonde, B. N. 1995. Effect of NPK fertilization on growth and yield of paddy. *PKV research Journal*. 19: 184-185.

De Datta, S. K. and D. S. Mikkelsen. 1985. Potassium nutrition of rice. In: Munson, R.D., summer, M.E., Bishop, W.D., Potassium in Agriculture. American society of agronomy, CSSA, SSSA, Madison, WI, PP. 665-699.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

De Datta, S. K. and K. A. Gumez. 1980. Changes in phosphorus and potassium response in wetland rice soils in south and South-East Asia. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

Dobbermann, A., K. G. Cassman, C. P. Mamaril, and J. E. Sheehy. 1998. Management of phosphorus, potassium, and sulfur in intensive, irrigated lowland rice. *Field Crops Research,* 56: 113-138.

Ghosh, D. C. and B. P. Singh. 1998. Crop growth modeling for wetland rice management. *Environment and Ecology.* 16:446-449.

Hasegawa, T. and T. Horie. 1996. Leaf nitrogen, plant age and crop dry matter production in rice. *Field Crops Research,* 47: 107-116.

He, C. L., M. Z. Liu and H. Jiang, and M. Lian. 1992. Study of a high yield model of a rice hybrid Weiyou 7. Fujian Agricultural Science and Technology, 5: 2-4.

Iqbal, J., A. A. Cheema, M. N. Niazi and M. S. Dogar. 1991. Response of potassium application to rice and wheat in salt affected soils. *Technique,* 8: 19-30.

Kalita, U., N. J. Ojha and M. C. Talukdar. 1995. Effect of levels and time of potassium application on yield and yield attributes of upland rice. *Journal of Potassium Research,* 11: 203-206.

Kobayasi, K. 2000. The analysis of the process in spikelet number determination with special reference to nitrogen nutrition in rice. Bulletin of the Faculty of Life and Environmental Science University, Japan, 5: 13-17.

Lin, J. L. and T. L. Lin. 1985. Tiller number and leaf area index in rice community as influenced by planting density and N-fertilizer. *Journal of the Agricultural Association of China,* 129: 14-34.

Mondal, S. S., A. N. Dasmahapatra and B. N. Chatterjee. 1987. Effect of high rates of potassium and nitrogen on rice yield components. *Environment and Ecology,* 5: 300-303.

Ntanos, D. A. and S. D. Koutroubas. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Research,* 74: 93-101.

Ohnishi, M., T. Horie, K. Homma, N. Supapoj, H. Takano and S. Yamamoto. 1999. Nitrogen management and cultivar effects on rice yield and nitrogen use efficiency in Northeast Thailand. *Field Crops Research,* 64: 109-120.

Peng, S. 2000. Single-leaf and canopy photosynthesis of rice. In: Redesigning rice photosynthesis to increase yield. J.E. Sheehy, P.L. Mitchell and B. Hardy. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines.

Prasad, B. and J. Prasad. 1997. Response of rice to potassium application in calcareous soils. *Journal of Potassium Research,* 13: 50-57.

Saha, A. and Y. Yamagishi. 1998. Effect of time of nitrogen application on spikelet differentiation and degeneration of rice. Bot. Bull. Acad. Sin, 39: 119-123.

Sahoo, N. C. and S. K. Guru. 1998. Physiological basis of yield variation in short duration cultivars of. *Indian Journal of Plant Physiology,* 3: 36-41.

Sheehy, J. E., M. J. Dionora, P. L. Mitchell, S. Peng, K. G. Cassman, G. Lemaire and R. L. Williams. 1998. Critical nitrogen concentrations: Implications for high yielding rice (*Oriza sativa* L) cultivars in the tropics. *Field Crops Research,* 59: 31-41.

Singh, S. and M. C. Jain. 2000. Growth and yield response of traditional tall and improved semi-tall rice cultivars to moderate and high nitrogen, phosphorus and potassium levels. *Indian Journal of Plant*

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

Physiology, 5: 38-46.

Uexkull, H. R. V. 1976. Fertilizing for high yield rice. International Potash Institute. Berne. Switzerland.

Wilson, C. E., N. A. Slaton, P. A. Dickson, R. J. Norman and B. R. Wells. 1996. Rice response to phosphorus and potassium fertilizer application. Research series- Arkansas agricultural Experiment Station, 450: 15-18.

Ying, J., S. Peng, Q. He, H. Yang, C. Yang, R. M. Visperas and K. G. Cassman. 1998. Comparison of high-yield rice in tropical and subtropical environments. I. Determinants of grain and dry matter yields. *Field Crops Research*, 57:71-84.

Yoshida, S. 1981. Fundamental of rice crop science. International Rice Research Institute. Los Banos. Philippines.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]

Study the effect of different levels of nitrogen and potassium fertilizers on growth, grain yield, yield components of rice (*Oryza sativa*) cv. Khazar

Esfahani, M[1]., S. M. Sadrzadeh[2], M. Kavoosi[3] and A. Dabagh-Mohammadi-Nasab[4]

ABSTRACT

The effects of 0,30,60,90 and 120 Kg N/ha and 0,100,200 or 300 Kg K_2O/ha on growth, grain yield, yield components of transplanted rice cv. Khazar were investigated in a field trial in 2001 crapping system at the Rice Research Institute, Rasht, Iran. Results showed that increasing rates of nitrogen fertilizer, increased plant height, tiller number per square meter and panicle length. Yield response to applied nitrogen fertilizer was significant up to 60 Kg N/ha. Grain yield was not affected by potassium fertilizer. However, the highest yield was obtained from 60 kg N/ha + 300 kg K_2O/ha. Total dry matter increased as nitrogen rate increased up to 60 kg N/ha. Potassium fertilizer did not affect the total dry matter production. Nitrogen and potassium effect on the harvest index (HI) was not significant. Increasing the rates of nitrogen from 0 to 120 kg/ha increased the number of rice panicles per square meter. Potassium fertilizer did not have significant effect on panicles/m^2. Spikelets per panicle increased by nitrogen and potassium and was greatest at 120 kg N/ha + 300 kg K_2O/ha. Percentage of filled grains was affected by nitrogen and potassium fertilizers. Thousand grain weight was not affected by nitrogen and potassium fertilizer. Grain yield correlated positively with panicle number/m^2 and spikelet per panicle. Nitrogen fertilizer had significant effect on Leaf Area Index (LAI) but potassium did not affect LAI significantly. Crop Growth Rate (CGR) and Net Assimilation Rate (NAR) were affected by both nitrogen and potassium fertilizers.

Key words: Rice, Nitrogen, Potassium, Yield, Yield components, Growth Indices.

Received: May, 2004

1- Assistant Profesor. Guilan University. Rasht, Iran. (corresponding author)
2- Faculty member. Rice Research Institute, Rasht, Iran.
3- Former MSc student Guilan University, Rasht.
4- Assistant Profesor. Tabriz University. Tabris, Iran.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2025-08-10]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1384.7.3.4.0]