Archive of SID

تأثیر سطوح کود نیتروژن و تقسیط آن بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه برنج

حمید رضا علی عباسی[۱] و مسعود اصفهانی[۲]

چکیده

به منظور بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن‌دار و تقسیط آن بر سرعت و طول دوره پر شدن دانه برنج رقم خزر در خاکی با بافت سبک، آزمایشی در سال ۱۳۸۲ در استان گیلان و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار در سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل: شاهد (بدون استفاده از نیتروژن)، ٤٠ (به عنوان پایه)، ٤٠+٤٠ (پایه+اواسط پنجه‌زنی)، ٢٠ +٢٠+ ٤٠ (پایه+اواسط پنجه‌زنی+آغازش خوشه)، ٦٠+٦٠ (پایه+اواسط پنجه‌زنی) و ٣٠ +٣٠+٦٠ (پایه+اواسط پنجه‌زنی+ آغازش خوشه) کیلوگرم نیتروژن در هکتار از منبع اوره بود. نتایج نشان داد که وزن دانه با سرعت پر شدن دانه و مساحت برگ پرچم در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت معنی‌دار داشت (r=٠/٩٣٧ و r=٠/٨٩٣). همچنین بین مساحت برگ پرچم و سرعت پر شدن دانه در تیمارهای نیتروژن در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و بالایی مشاهده شد (r=٠/٩٦٢)، در حالی که طول دوره پر شدن دانه همبستگی منفی و معنی‌داری را در سطح احتمال یک درصد با سرعت پر شدن دانه (r=-٠/٧٧٢) و مساحت برگ پرچم (r=-٠/٦٤٣) و در سطح احتمال ٥ درصد با وزن دانه (r=-٠/٤٩٥) نشان داد. برخلاف طول دوره پر شدن دانه، سرعت پر شدن دانه برنج تحت تأثیر مقادیر و تقسیط نیتروژن قرارگرفت به طوری که بالاترین سرعت پر شدن دانه در تیمارهای سه تقسیطهٔ نیتروژن (چهارم و ششم) مشاهده شد (٠/٦٨٩ میلی‌گرم در روز). بیشترین وزن دانه در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک نیز در تیمارهای چهارم و ششم به مقدار ٢٢/٥ میلی‌گرم بدست آمد (شاهد ١٨/٩ میلی‌گرم)، که این موضوع می‌تواند ناشی از مصرف کود سرک دوم نیتروژن و مساحت بالاتر برگ پرچم (٤٥/٥ و ٤٤/٨ سانتی‌متر مربع) و سرعت پر شدن بالاتر دانه در این دو تیمار باشد. در نتیجه به منظور افزایش وزن و سرعت پر شدن دانه مصرف کود سرک نیتروژن به ویژه در مرحله آغازش خوشه قابل توصیه می‌باشد.

کلید واژه‌ها: برنج، کود نیتروژن، سرعت پر شدن دانه، طول دوره پر شدن دانه

مقدمه

برنج مانند هر گیاه زراعی دیگری برای رشد و نمو خود نیاز به نیتروژن دارد. نیتروژن در تشکیل آنزیم‌ها، ترکیبات پروتئینی، ترکیبات مرتبط با نقل و انتقال انرژی، ترکیبات حدواسط متابولیک و در ساختمان DNA که انتقال صفات ارثی را به عهده دارد، نقش دارد (۲). قسمت عمده نیتروژن موجود در گیاه به شکل آلی است، که به عنوان مثال از ترکیبات آلی کربن‌دار، اسیدهای نوکلئیک، بعضی ویتامین‌ها (ریبوفلاوین) و رنگدانه‌ها (کلروفیل) را می‌توان نام برد. بنابراین شیمی نیتروژن در انجام وظیفه سلولی حایز اهمیت است (۲ و ۵).

خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان اغلب در واکنش به میزان دسترسی به منابع (مانند کود) دچار تغییر می‌شود. با توجه به اینکه رشد و نمو گیاه و عملکرد آن وابسته به فرآیندهای فتوسنتزی بوده و نیتروژن نیز می‌تواند اثر مستقیمی بر میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ داشته باشد، کمبود آن می‌تواند باعث کاهش میزان جذب دی اکسید کربن

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد ، گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان (aliabasi_h@yahoo.com)

۲- استادیار دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

تاریخ دریافت: ۸۴/۵/۱۷

تاریخ پذیرش: ۸۶/۳/۲۱

www.SID.ir

Archive of SID

شود. بنابراین بیلان نیتروژن در گیاه به طور مستقیم با بیلان دی اکسید کربن مرتبط است، زیرا مصرف نیتروژن موجب افزایش غلظت آن در گیاه، افزایش غلظت آنزیم‌های فتوسنتزی و غلظت کلروفیل در مراکز واکنش فتوسنتزی در گیاه می‌شود (۹).

از آنجایی که در برنج میزان فتوسنتز برگ با غلظت نیتروژن برگ ارتباط نزدیکی دارد (۱۹ و ۲۵)، متعادل نگه‌داشتن میزان نیتروژن برگ در طی دوره رشد برای بدست آوردن عملکرد بالا قطعاً ضروری می‌باشد (۲۵). از طرفی عملکرد بالا برنج با تأمین مقدار مناسب نیتروژن امکان پذیر است و صفاتی که باعث افزایش عملکرد می‌شوند نیز همبستگی خوبی با مقدار مصرف نیتروژن دارند. به علاوه ارقام برنجی که دارای برگ‌های سبز تیره، ضخیم، کوتاه و عمودی و ساقه‌های کوتاه و ضخیم و کودپذیر هستند واکنش مشخص‌تری نسبت به نیتروژن دارند (۱).

چو و همکاران[1] (۱۰) اعلام نمودند که سرعت پر شدن مهم‌ترین خصوصیت دوره پر شدن دانه برنج می‌باشد. همچنین ثابت گردیده که افزایش غلظت نیتروژن برگ تا ۱۶ روز بعد از مرحله ظهور خوشه[2] بازدارنده پر شدن دانه می‌باشد به طوری که تا این مرحله بین افزایش وزن دانه و افزایش غلظت نیتروژن برگ همبستگی منفی وجود دارد در حالی که بعد از این مرحله تا مرحله رسیدگی، همبستگی بین وزن دانه و میزان نیتروژن برگ مثبت و زیاد می‌باشد به طوری که غلظت نیتروژن برگ بالاتر موجب افزایش سرعت پر شدن دانه می‌گردد (۲۲). لی و همکاران[3] (۱۷) نیز گزارش نمودند با مصرف کودهای حاوی نیتروژن و پتاسیم بعد از ظهور خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد و همچنین سرعت پر شدن دانه تا ۱۵ روز بعد از ظهور خوشه افزایش یافت. یاماگوچی و همکاران[4] (۲۴) اظهار نمودند که همبستگی مثبتی بین سطح برگ به ازای هر خوشچه و افزایش میزان وزن دانه برنج قهوه‌ای[5] وجود دارد. همچنین مشخص گردیده که همبستگی منفی بین مدت و سرعت پر شدن دانه (۶ و ۱۰) و همبستگی مثبتی بین سرعت پر شدن دانه و وزن دانه، در برنج وجود دارد (۱۰ و ۱۵).

شی و همکاران[6] (۲۱) اعلام نمودند که در ارقامی از برنج که در مرحله پر شدن دانه دارای میزان نیتروژن بالاتری در خوشه و میزان نیتروژن کمتری در ساقه باشند و نیتروژن بیشتری را از اندام رویشی به دانه منتقل کنند، پتانسیل عملکرد بالاتری دارند. ایوازاکی و همکاران[7] (۱۲) با استفاده از نیتروژن نشان‌دار نشان دادند که نیتروژن به عنوان منبع اصلی در پر شدن دانه‌های بالایی محور اصلی خوشه شرکت کرده و باعث زودرسی خوشچه‌های بالایی محور اصلی خوشه و دیررسی دانه‌های پایینی محور فرعی خوشه می‌گردد.

کامیجی و هوری[8] (۱۴) طی بررسی اثر تقسیط کود NPK (پایه، آغازش خوشه و تشکیل خوشچه) بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج گزارش نمودند که میزان عملکرد در این تیمارها با مقادیر بالاتر نیتروژن انتقال یافته از اندام های رویشی به دانه‌ها، میزان نیتروژن بالاتر برگ و همچنین پتانسیل آب بالاتر برگ‌ها در طی دوره پر شدن دانه ارتباط داشت. آسیف و همکاران[9] (۸) طی آزمایشی با بررسی اثر مقادیر مختلف کود NPK و تقسیط نیتروژن در یک، دو و سه مرحله بر عملکرد دانه و

1- Cho *et al.*
2- Heading
3- Li *et al.*
4- Yamaguchi *et al.*
5- Brown rice
6- Shi *et al.*
7- Iwasaki *et al.*
8- Kamiji & Horie
9- Asif *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

اجزای آن گزارش نمودند که مقادیر نیتروژن بالا باعث افزایش وزن هزار دانه گردید. آنها معتقد بودند که در تیمارهای سه تقسیطه در دسترس بودن نیتروژن در طی مراحل رویشی و زایشی به خصوص در مرحلهٔ پر شدن دانه در مقایسه با تیمارهای یک تقسیطه (پایه) باعث کاهش نرمی مغز دانه و افزایش مقدار وزن دانه شد.

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر سطوح کود نیتروژن دار و تقسیط آن بر تغییرات وزن دانه، سرعت و طول دوره پر شدن دانه و همچنین تعیین عوامل موثر در پر شدن دانه برنج رقم پر محصول خزر در خاک‌های سبک و ساحلی استان گیلان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در فصل زراعی سال ۱۳۸۲ در خاکی با بافت شنی (۸۸ درصد شن، ۸ درصد سیلت و ۴ درصد رس) با نیتروژن پایین ۰/۰۷۷–۰/۰۶۵ درصد، pH حدود ۶/۵–۶/۴، هدایت الکتریکی ۰/۶۸ – ۰/۶۳ (دسی زیمنس بر متر) و اشباع بازی ۴۹٪–۴۳ در بخش آبکنار از توابع شهرستان بندر انزلی در استان گیلان با عرض جغرافیایی درجه ۳۷° و ۲۸′ شمالی، طول جغرافیایی ۴۹° و ۲۸′ شرقی و ارتفاع ۲۶/۲ متر پایین‌تر از سطح دریای آزاد اجرا گردید. میزان بارندگی سالانه در محل آزمایش بر مبنای میانگین ۳۰ ساله گذشته ۱۳۵۳/۶ میلیمتر و متوسط دمای سالانه آن ۱۵/۸ درجه سانتیگراد است، که بر اساس روش اقلیم بندی کوپن، این منطقه جزء مناطق معتدله نیمه مدیترانه‌ای گرم محسوب می‌شوند که تابستان گرم و زمستان‌های ملایم دارند (۴).

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با شش تیمار اجرا گردید. کود نیتروژن از منبع اوره به مقادیر مختلف و با زمان‌بندی ثابت به صورت تیمارهای ذیل تقسیط گردید: T_1: شاهد (بدون نیتروژن)، T_2: ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (به صورت پایه)، T_3: ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۴۰ کیلوگرم پایه + ۴۰ کیلوگرم در اواسط پنجه زنی)، T_4: ۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۴۰ کیلوگرم پایه + ۲۰ کیلوگرم در اواسط پنجه زنی + ۲۰ کیلوگرم در مرحله تشکیل مریستم خوشه)، T_5: ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۶۰ کیلوگرم پایه + ۶۰ کیلوگرم در اواسط پنجه زنی)، T_6: ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار (۶۰ کیلوگرم پایه+۳۰ کیلوگرم در اواسط پنجه‌زنی + ۳۰ کیلوگرم در مرحله تشکیل مریستم خوشه).

نوع برنج مورد استفاده در این آزمایش، رقم خزر بوده که یک رقم اصلاح شده نیمه کوتاه با برگ‌های سبز تیره و عمودی می‌باشد، که در سال ۱۳۵۵ از طریق دورگ‌گیری بین رقم TNAU 7456 یکی از لاین‌های خواهری IR36 به نام IR2071-625-1-52 بدست آمده‌است. از نظر مقاومت به خوابیدگی جزء گروه خیلی مقاوم طبقه بندی می‌شود و مقاوم به ریزش و بیماری بلاست است. وزن هزار دانه آن حدود ۲۴/۵ گرم است (۷).

در این آزمایش برای مبارزه شیمیایی با علف های هرز، علف‌کش بوتاکلر به غلظت ۳/۵ لیتر در هکتار در چهار روز قبل از نشاءکاری مصرف شد و برای مبارزه دستی با علف هرز، طی دو نوبت در ۲۵ و ۵۰ روز بعد از نشاءکاری وجین انجام گردید. یک روز قبل از نشاءکاری، نیتروژن خالص به مقدار صفر، ۴۰، ۴۰، ۴۰، ۶۰ و ۶۰ کیلوگرم به ترتیب برای تیمارهای اول تا ششم به صورت پایه همراه با ۴۵ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع سوپرفسفات تریپل) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص (از منبع سولفات پتاسیم) به خاک اضافه گردید. در ۲۹ اردیبهشت ماه نشاءهای سالم و یکنواخت برنج (رقم خزر) در مرحله سه برگی از خزانه انتخاب و به زمین اصلی منتقل و نشاءها به فاصله ۲۰× ۲۰ سانتی‌متر به تعداد ۴ بوته در هر کپه، در کرت‌هایی به ابعاد

www.SID.ir

Archive of SID

۵/۶×۵/۸ متر کاشته و پس از نشاءکاری کرت‌ها به روش غرقابی آبگیری شد. طبق برنامه کودی در مرحله اواسط پنجه زنی (۳۴ روز بعد از نشاءکاری) به تیمارهای سوم، چهارم، پنجم و ششم به ترتیب ۴۰، ۲۰، ۶۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص و در مرحله تغییر شکل مریستم خوشه از شکل گنبدی به شکل ستونی (۵۳ روز بعد از نشاءکاری و در آغاز رشد زایشی) به تیمارهای چهارم و ششم به ترتیب۲۰ و ۳۰ کیلوگرم نیتروژن خالص اضافه گردید (شکل۱).

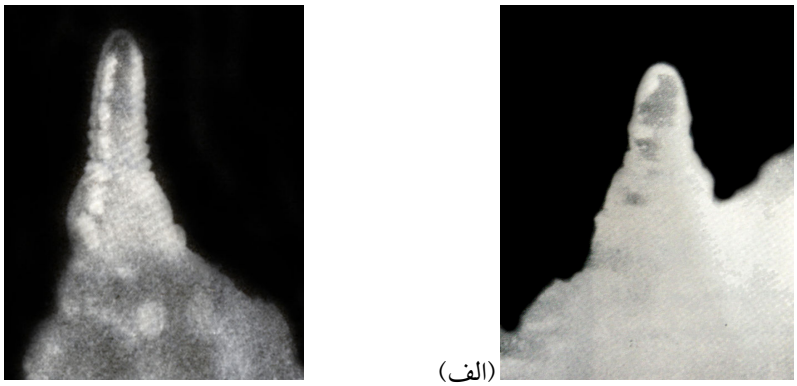
جهت برآورد مساحت برگ پرچم از روش وزنی (رسم تصاویر برگ‌ها بر کاغذ A4) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری سرعت و طول دوره پر شدن دانه بعد از مرحله آبستنی (غلاف رفتن)، اولین خوشه ظاهر شده در هر بوته که مربوط به ساقه اصلی می‌باشد، علامت گذاری و پس از گذشت ۹ روز از۵۰ درصد گلدهی از خوشه‌های علامت گذاری شده با فاصله زمانی هر سه روز یکبار نمونه‌بردای شد. این روند تا مرحله ثابت شدن وزن دانه ها (رسیدگی فیزیولوژیک دانه‌ها) ادامه یافت. زمانی که مزرعه کاملا رو به زردی نهاد و نوک خوشه‌ها به سمت زمین خم شد، آخرین نمونه‌برداری انجام گرفت (۱۱۰ روز بعد از نشاءکاری). در هر نوبت نمونه‌برداری ۱۵ خوشه به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از برداشت، در آون در دمای $70^{\circ}C$ به مدت ۴۸ ساعت خشکانیده شد، سپس وزن شلتوک‌ها اندازه‌گیری و از تقسیم آن بر تعداد دانه، متوسط وزن تک دانه محاسبه گردید (۱۳ و ۱۹).

برای برازش روند افزایش وزن دانه ها از مدل چند جمله‌ای درجه سوم پیشنهادی جونز و همکاران (۱۲) استفاده شد (معادله۱). با استفاده از نرم افزار MATLAB از معادله درجه سوم (معادله۱) مشتق‌گیری به عمل آمد و معادله (۲) حاصل گردید. همچنین با در نظر گرفتن مشتق معادله به دست آمده برابر با صفر، زمان لازم برای دست‌یابی به حداکثر وزن تک دانه برآورد گردید. از تقسیم حداکثر وزن تک دانه بر دوره پر شدن دانه میانگین سرعت پر شدن دانه حاصل شد. در معادله‌های (۱ و ۲) y وزن تک دانه، t زمان و a، b، c و d ثابت‌های رگرسیونی می‌باشد.

معادله (۱) $y=a+bt+ct^{2}+dt^{3}$

معادله (۲) $\frac{dy}{dt}=b+2ct+3dt^{2}$

در این تحقیق برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SAS، SPSS و MATLAB و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد.


(ب) (الف)

شکل۱- مرحله آغازش مریستم خوشه برنج: (الف) شکل گنبدی(ب) شکل ستونی(۱۱)

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

طول دوره پر شدن دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مقادیر و تقسیط نیتروژن تأثیر معنی‌داری بر طول دوره پر شدن دانه‌ها ندارد (جدول۱). نتایج مشابهی توسط چو و همکاران (۱۰) نیز گزارش شده است.

بر اساس مقایسهٔ میانگین‌ها طول دوره پر شدن دانه از طولانی‌ترین به کوتاه‌ترین در تیمار دوم (۴۰ کیلوگرم نیتروژن)، تیمار شاهد، تیمار سوم (۴۰+۴۰ کیلوگرم نیتروژن)، تیمار پنجم (۶۰+۶۰ کیلوگرم نیتروژن)، تیمار ششم (۳۰+۳۰+۶۰ کیلوگرم نیتروژن) و تیمار چهارم (۲۰+۲۰+۴۰ کیلوگرم نیتروژن) به ترتیب به مدت ۳۶/۶، ۳۵/۸، ۳۴/۷، ۳۳/۷، ۳۳/۴ و ۳۳/۲ روز به دست آمد (جدول۲).

سرعت پر شدن دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که نیتروژن به احتمال ۹۹ درصد اثر معنی‌داری بر سرعت پر شدن دانه‌های برنج داشت (جدول۱). مطابق جدول (۲) مقایسهٔ میانگین‌ها بالاترین سرعت پر شدن دانه در تیمارهای سه تقسیطه چهارم و ششم مشاهده شد (۰/۶۸۹ میلی‌گرم در روز)، که تفاوت معنی‌داری را با تیمار دو تقسیطه پنجم نشان نداد، اما به طور معنی‌داری زیادتر از سایر تیمارها بود. کمترین سرعت پر شدن دانه در تیمار دوم مشاهده شد، که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، در عین حال به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود (جدول۲).

جدول۱- تجزیه واریانس طول دوره و سرعت پر شدن دانه، مساحت برگ پرچم، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه در برنج

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		دوره پرشدن دانه	سرعت پرشدن دانه	مساحت برگ پرچم	وزن نهایی دانه	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۹۰۴^{ns}	۲/۱×۱۰$^{-۴ns}$	۰/۳۹۹^{ns}	۰/۱۹۲^{ns}	۰/۲۴۷*
تیمار	۵	۵/۹۵۴^{ns}	۱/۴۶×۱۰$^{-۲}$**	۲۱۰/۲۳۳**	۴/۴۳۷**	۱/۴۶۶**
خطا	۱۰	۳/۹۴۴	۴/۱×۱۰$^{-۴}$	۰/۲۱۳	۰/۲۵۲	۳/۵۹×۱۰$^{-۲}$
کل	۱۷	–	–	–	–	–
CV%		۵/۷۵	۳/۳۱	۱/۲۹	۲/۴۲	۴/۶۳

ns و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح ۱٪ احتمال

جدول۲- تأثیر تقسیط و سطوح مختلف نیتروژن بر طول و سرعت دوره پر شدن دانه، مساحت برگ پرچم، وزن نهایی دانه و عملکرد دانه در برنج

تیمار	نیتروژن مصرف شده (کیلوگرم در هکتار)			دوره پرشدن دانه (روز)	سرعت پرشدن دانه (میلی‌گرم در روز)	مساحت برگ پرچم (سانتی مترمربع)	وزن نهایی تک دانه(میلی‌گرم)	عملکرد دانه (تن در هکتار)
	Ba	MT	PI					
شاهد T_1	–	–	–	۳۵/۸^{a}*	۰/۵۴۴^{c}	۲۶/۲^{d}	۱۸/۸^{d}	۳/۰۶
دوم T_2	۴۰	–	–	۳۶/۶^{a}	۰/۵۳۲^{c}	۲۷/۳^{d}	۱۹/۳^{d}	۳/۴۵^{d}
سوم T_3	۴۰	۴۰	–	۳۴/۷^{a}	۰/۵۹۶^{b}	۳۲/۸^{c}	۲۰/۴^{c}	۴/۱۹^{c}
چهارم T_4	۴۰	۲۰	۲۰	۳۳/۲^{a}	۰/۶۸۹^{a}	۴۴/۸^{a}	۲۲/۴^{ab}	۴/۶۷^{ab}
پنجم T_5	۶۰	۶۰	–	۳۳/۷^{a}	۰/۶۵۱^{a}	۳۷/۳^{b}	۲۱/۵^{b}	۴/۳۷^{bc}
ششم T_6	۶۰	۳۰	۳۰	۳۳/۴^{a}	۰/۶۸۹^{a}	۴۵/۵^{a}	۲۲/۵^{a}	۴/۸۳^{a}

Ba مرحله نشاءکاری، MT مرحله اواسط پنجه‌زنی و PIمرحله تشکیل مریستم خوشه می‌باشد

*میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون از نظر آماری اختلاف غیر معنی‌داری دارند (آزمون چند دامنه دانکن)

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت پر شدن دانه در تیمار سوم به طور معنی داری پایین‌تر از تیمارهای چهارم و پنجم و ششم و بالاتر از تیمارهای اول و دوم بود. بین سرعت پر شدن دانه در تیمارهای با سه تقسیط نیتروژن (چهارم و ششم) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در حالی که در بین تیمارهای با دو تقسیط نیتروژن، تیمار پنجم (۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن) به طور معنی‌داری سرعت پر شدن دانه بالاتری نسبت به تیمار سوم (۸۰ کیلوگرم نیتروژن) داشت (جدول۲).

سرعت زیادتر پر شدن دانه در تیمارهای چهارم، پنجم و ششم احتمالاً به علت دسترسی مناسب به کود نیتروژن‌دار در طول دوره رشد بوده، که مساحت برگ بوته‌ها بخصوص برگ پرچم (جدول۲)، میزان کلروفیل و آنزیم های فتوسنتزی تحت تأثیر قرار داده و باعث افزایش فتوسنتز جاری، مواد فتوسنتزی منتقل شده به دانه و افزایش سرعت پر شدن دانه گردیده است. پایین‌تر بودن سرعت پر شدن دانه در تیمارهای اول، دوم و سوم نسبت به تیمارهای چهارم، پنجم و ششم نیز احتمالاً به علت مصرف نیتروژن در طی مراحل رویشی در این تیمارها بوده است. همچنین، سبک بودن بافت خاک و قابلیت شستشوی بالای نیتروژن، این عنصر را به سرعت از دسترس گیاه خارج کرده و کاهش دسترسی به نیتروژن نیز باعث کاهش میزان نیتروژن برگ و مساحت برگ پرچم (جدول۲) در این تیمارها گردیده که این موضوع باعث کاهش فتوسنتز جاری در طول دوره پر شدن دانه و کمتر شدن حجم مواد فتوسنتزی منتقل شده به دانه و در نهایت کاهش سرعت پر شدن دانه گردیده است.

چو و همکاران (۱۰) و تسونو و همکاران[1] (۲۲) علت زیادتر بودن سرعت پر شدن دانه در بوته‌هایی که در مراحل نزدیک به ظهور خوشه، کود سرک نیتروژن دریافت کرده بودند را غلظت بالاتر نیتروژن برگ در طی مرحله پر شدن دانه اعلام نمودند، زیرا مصرف نیتروژن در مراحل آبستنی و پر شدن دانه باعث بالا نگه داشتن میزان کلروفیل برگ پرچم و تأخیر در پیری برگ می‌گردد، که این موضوع باعث افزایش میزان مواد فتوسنتزی و سرعت فتوسنتز در اندام‌های فتوسنتز کننده (۲۰ و ۲۶) و افزایش وزن دانه گردید (۲۴). همچنین گزارش گردیده که دانه‌های نسبتاً سنگین‌تر سرعت پر شدن دانه بالاتری نیز دارند (۱۳، ۱۴ و ۱۷).

مساحت برگ پرچم

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها مشخص گردید که تیمارهای کود نیتروژن تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر مساحت برگ پرچم دارد (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بالاترین مساحت برگ پرچم در تیمار ششم در حدود ۴۵/۵ سانتی متر مربع بدست آمد، مساحت برگ پرچم در این تیمار تفاوت معنی‌داری را با تیمار چهارم نشان نداد، اما نسبت به سایر تیمارها به طور معنی‌داری زیادتر بود. پایین‌ترین سطح برگ پرچم (۲۶/۲ سانتی متر مربع) متعلق به تیمار شاهد بود. نتایج نشان داد که مساحت برگ پرچم در تیمارهای سه تقسیطه به طور برجسته‌ای بالاتر از تیمارهای دو تقسیطه بود (جدول ۲). سچین[2] (۹) نیز گزارش نمود مصرف نیتروژن موجب توسعه سطح برگ در برنج می‌گردد. صدر زاده (۳) گزارش نمود که در برنج رقم خزر، مصرف نیتروژن باعث افزایش سطح برگ پرچم می شود. وی اعلام نمود که بیشترین مساحت برگ پرچم در تیمار ۱۲۰کیلوگرم نیتروژن در حدود ۳۴/۲ سانتی متر مربع و پایین‌ترین آن در تیمار شاهد در حدود ۲۴/۴ سانتی متر مربع مشاهده گردید.

1- Tsuno *et al.*

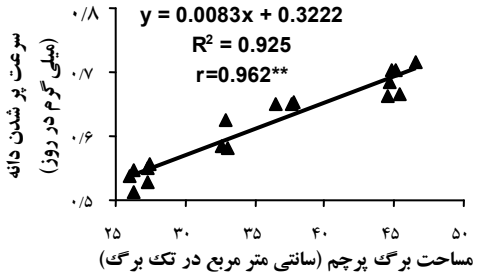
2- Cechin *et al.*

www.SID.ir

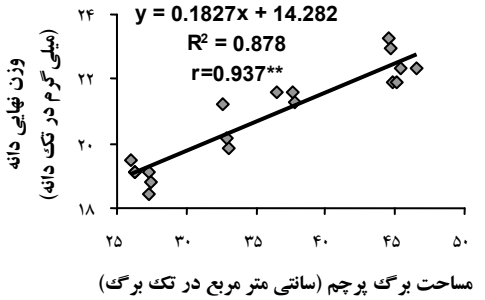
Archive of SID

همبستگی بین مساحت برگ پرچم، وزن دانه، طول دوره پر شدن دانه و سرعت پر شدن دانه

بر اساس تجزیه همبستگی ساده مشخص گردید که مساحت برگ پرچم با سرعت پر شدن دانه و وزن نهایی دانه در سطح احتمال یک درصد همبستگی مثبت و بالایی را به ترتیب در حدود r=۰/۹۶۲ و r=۰/۹۳۷ دارد (شکل‌های۲ و ۳).



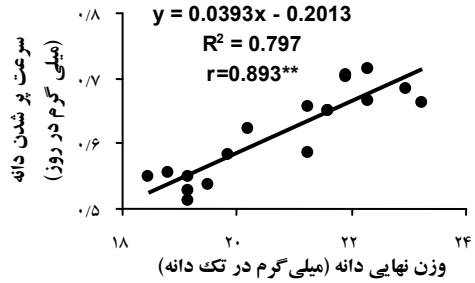
شکل۲- رگرسیون خطی بین سرعت پر شدن دانه و مساحت برگ پرچم در تیمارهای نیتروژن



شکل۳- رگرسیون خطی بین وزن نهایی دانه و مساحت برگ پرچم در تیمارهای نیتروژن

صدرزاده (۳) همبستگی مثبت و معنی داری را بین وزن دانه و مساحت برگ پرچم و دو برگ زیرین آن گزارش نمود. از آنجایی که مصرف نیتروژن موجب افزایش سطح برگ، میزان آنزیم‌های فتوسنتزی، غلظت کلروفیل در مراکز واکنش فتوسنتزی و فتوسنتز برگ می‌شود (۹) و همبستگی نزدیکی نیز بین سطح برگ به ازای هر خوشچه و افزایش میزان وزن دانه قهوه‌ای وجود دارد، بنابراین افزایش نیتروژن برگ باعث افزایش سطح برگ و سرعت پر شدن بالاتر دانه و افزایش وزن دانه می‌گردد (۲۴).

نتایج همبستگی ساده نشان داد که بین سرعت پر شدن دانه و وزن دانه در تیمارهای نیتروژن همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (r=۰/۸۹۳) (شکل۴). نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج جونز و همکاران[1] (۱۳)، کاتو[2] (۱۵) و کوماری و والارماسی [3] (۱۶) مطابقت داشت. آنها گزارش نمودند دانه‌هایی با وزن بالاتر دارای سرعت پر شدن بالاتری نسبت به دانه‌هایی با وزن کمتر می‌باشند. به علاوه گزارش شده بوته‌هایی که در مراحل نزدیک به ظهور خوشه کود سرک نیتروژن دریافت نموده باشند به علت بالا بودن میزان نیتروژن برگ و وزن نهایی بالاتر دانه در طی مرحله رسیدگی، سرعت پر شدن دانه بالاتری نیز دارند (۱۰ و ۲۲).



شکل٤- رگرسیون خطی بین وزن نهایی دانه و سرعت پر شدن دانه درتیمارهای نیتروژن

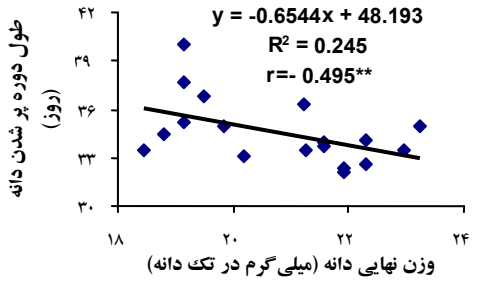
در تحقیق حاضر بین طول دوره پر شدن دانه و وزن نهایی دانه همبستگی منفی معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد مشاهده شد (r=-۰/۴۹۵) (شکل۵). لیانگ و همکاران[4] (۱۸) محدودیت ظرفیت منبع در دوره پر شدن دانه را عامل کاهش

1- Jones *et al.*
2- Kato
3- Kumari and Valarmathi
4- Liang *et al.*

www.SID.ir

Archive of SID

فرآورده‌های فتوسنتزی، میزان پر شدن دانه و به تأخیر افتادن طول دوره پر شدن دانه دانستند.



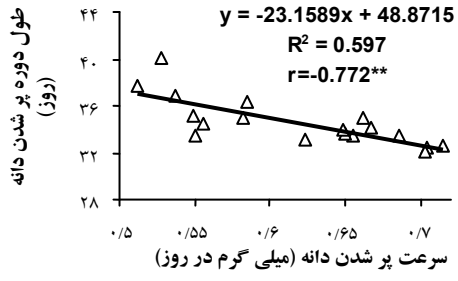
شکل۵- رگرسیون خطی بین وزن نهایی دانه و طول دوره پر شدن دانه درتیمارهای نیتروژن

روابط رگرسیونی بین مساحت برگ پرچم، سرعت و طول دوره پر شدن دانه نشان داد که با افزایش سرعت پر شدن دانه و مساحت برگ پرچم، طول دوره پر شدن دانه به طور معنی‌داری (در سطح احتمال یک درصد) کاهش یافت. ضریب همبستگی بدست آمده برای سرعت و طول دوره پر شدن دانه r=-۰/۷۷۲ و برای مساحت برگ پرچم و طول دوره پر شدن دانه r=-۰/۶۴۳ بود (شکل‌های ۶ و ۷). نتایج بدست آمده در این تحقیق با نتایج مجتبایی زمانی (۶) و چو و همکاران (۱۰) مطابقت داشت آنها نیز یک همبستگی منفی معنی‌داری را بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه گزارش نمودند.

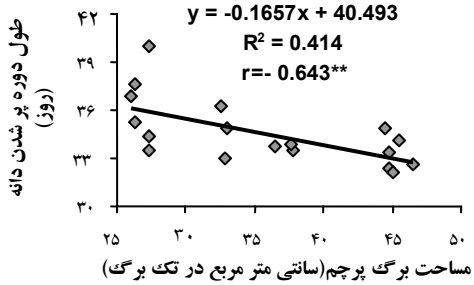
یاماگوچی و همکاران (۲۴) افزایش سطح برگ، غلظت نیتروژن برگ و غلظت آمونیوم دانه را عوامل افزایش وزن دانه قهوه‌ای، سرعت بیشتر پر شدن دانه و کوتاه شدن دوره رسیدگی دانستند. از آنجا که بوته‌ها برنج در تیمارهای سه تقسیطه علاوه بر مراحل رویشی، در ابتدای مرحله رشد زایشی نیز نیتروژن را دریافت نموده بودند، نسبت به بوته‌ها برنج در تیمار شاهد و تیمارهای یک و دو تقسیطه نیتروژن (تقسیط در مراحل رویشی)، دارای مساحت برگ پرچم (جدول۲) و میزان نیتروژن برگ بالاتر بودند. میزان نیتروژن و مساحت بالاتر برگ پرچم سهم بالایی در فتوسنتز جاری و پر شدن دانه دارد. این موضوع می‌تواند عامل افزایش سرعت پر شدن دانه و وزن دانهٔ بوته‌های مربوط به تیمارهای سه تقسیطه نسبت به سایر تیمارها باشد.

وزن نهایی دانه در مرحله رسیدگی و عملکرد دانه

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، تیمارهای نیتروژن در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری بر وزن نهایی دانه در مرحله رسیدگی و عملکرد دانه داشت (جدول۱). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که بیشترین وزن نهایی دانه (۲۲/۵ میلی‌گرم در دانه) در ۳۶ روز بعد از پنجاه درصد گلدهی به تیمار ششم با سه تقسیط نیتروژن (۱۲۰ کیلوگرم) تعلق دارد. وزن نهایی دانه در این تیمار اختلاف معنی‌داری را با وزن نهایی دانه تیمار چهارم



شکل٦- رگرسیون خطی بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه درتیمارهای نیتروژن



شکل۷- رگرسیون خطی بین طول دوره پرشدن و مساحت برگ پرچم درتیمارهای نیتروژن

www.SID.ir

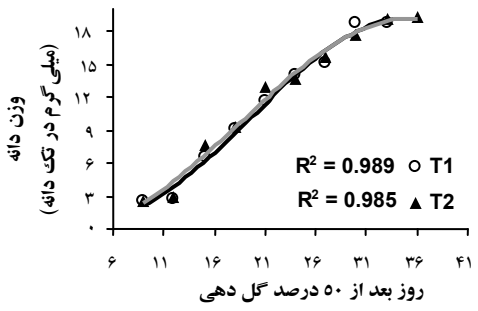
Archive of SID

با سه تقسیط نیتروژن (۸۰ کیلوگرم) به مقدار ۲۲/۴ میلی‌گرم نشان نداد، ولی به طور معنی‌داری بالاتر از وزن نهایی دانه در سایر تیمارها بود. کمترین وزن نهایی دانه مربوط به تیمار اول (شاهد) بود، که اختلاف معنی‌داری را با وزن نهایی دانه تیمار دوم نشان نداد، ولی به طور معنی‌داری کمتر از وزن نهایی دانه در سایر تیمارها بود. وزن نهایی دانه در تیمارهای با سه تقسیط نیتروژن (ششم و چهارم) بالاتر از وزن نهایی دانه در تیمارهای با دو تقسیط نیتروژن (پنجم و سوم) بود. در بین تیمارهای با دو تقسیط، وزن نهایی دانه در تیمار پنجم به طور معنی‌داری از تیمار سوم بالاتر بود (جدول۲). این در حالی بود که بیشترین عملکرد دانه نیز در تیمارهای سه تقسیطه نیتروژن (۴۶۷۰ و ۴۸۳۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب در تیمار چهارم و ششم) به دست آمد که به طور معنی‌داری زیادتر از سایر تیمارها بود. کمترین عملکرد دانه نیز در تیمار شاهد به مقدار ۳۰۶۰ کیلوگرم در هر هکتار مشاهده شد. عملکرد دانه در تیمارهای سه تقسیطه (چهارم و ششم) بالاتر از تیمارهای دو تقسیطه (سوم و پنجم) بود (جدول۲). بر اساس گزارش اکسکول[1] (۲۳) وزن هزار دانه هنگامی تحت تأثیر نیتروژن قرار می‌گیرد که کمبود یا زیادی این عنصر وجود داشته باشد. آسیف و همکاران (۸) نیز گزارش نمودند که تقسیط نیتروژن در سه مرحله باعث کاهش دانه‌های پوک، نرمی مغز دانه، افزایش وزن دانه و عملکرد دانه نسبت به تیماری که تمامی نیتروژن را در مرحله نشاءکاری (پایه) دریافت کرده بودند، شد.

به نظر می‌رسد که وزن نهایی و عملکرد بالاتر دانه در تیمارهای با سه تقسیط نیتروژن (چهارم و ششم) نسبت به سایر تیمارها به علت فراهم بودن نیتروژن در طول دوره رشد بوده که احتمالاً با اثر بر صفاتی نظیر غلظت نیتروژن برگ، مساحت برگ پرچم (جدول۲) و دوام برگ‌ها باعث افزایش سطح فتوسنتز کننده، افزایش تولید مواد فتوسنتزی، افزایش سرعت انتقال مواد به دانه و وزن نهایی دانه شد (۲۴ و ۲۶). در نهایت این موضوع باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در این تیمارها گردید. اما در تیمارهای دو تقسیطه نیتروژن، بالاتر بودن وزن نهایی دانه و عملکرد دانه در تیمار پنجم نسبت به تیمار سوم احتمالاً به علت مصرف ۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص بیشتر در هر مرحله از تقسیط در تیمار پنجم بوده است. بنابراین نیتروژن دیرتر از دسترس گیاه خارج شده و مقادیر بیشتر آن باعث افزایش سطح فتوسنتز کننده بوته‌ها، ماده تولید شده و مقدار ماده منتقل شده به دانه‌ها در تیمار پنجم گردیده است. در نهایت این امر موجب افزایش وزن نهایی دانه و عملکرد دانه در تیمار پنجم نسبت به تیمار سوم شده است (جدول۲).

روند پر شدن دانه

روند پر شدن دانه در تیمارهای کود نیتروژن از الگوی تقریبا یکسانی (منحنی سیگموئیدی درجه سوم) پیروی نمود پر شدن دانه بعد از گلدهی دارای یک روند کند بود. اما پس از آن یک تجمع خطی ماده خشک مشاهده گردید، در ادامه تا رسیدن به رسیدگی فیزیولوژیکی از سرعت پر شدن دانه کاسته شد (شکل ۸).

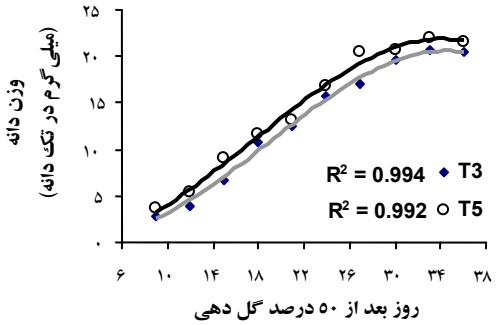


شکل ۸- تغییرات وزن دانه در طی مراحل پر شدن دانه در تیمارهای شاهد و دوم

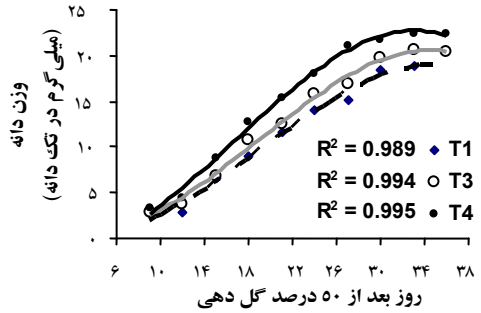
1- Uexkull

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۹- تغییرات وزن دانه در طی مراحل پر شدن دانه در تیمارهای سوم و پنجم



شکل۱۰- تغییرات وزن دانه در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای شاهد، سوم و چهارم

جونز و همکاران و چو و همکاران (۱۰ و ۱۳) گزارش کردند که روند پر شدن دانه برنج از الگوی منحنی درجه سوم پیروی می‌کند. تیمار شاهد و تیمار دوم با ۴۰ کیلوگرم نیتروژن خالص به صورت پایه دارای روند پر شدن دانه مشابهی بوده به طوری که دو منحنی تقریباً بر هم منطبق بودند (شکل ۸).

همچنین بر اساس مقایسه میانگین‌ها برای کلیه مراحل پر شدن دانه، مقدار وزن دانه این دو تیمار کمتر از سایر تیمارها بود، اما اختلاف معنی‌داری بین وزن دانه این دو تیمار در تمامی مراحل اندازه‌گیری مشاهده نشد (جدول۳). این تشابه می‌تواند احتمالاً به این علت باشد که در تیمار دوم که نیتروژن قبل از مرحله نشاءکاری به زمین اضافه گردید، به علت سبک بودن بافت خاک و قابلیت شستشوی بالای کود، نیتروژن به سرعت از دسترس گیاه خارج شده و کمبود نیتروژن نیز در این دو تیمار باعث کاهش میزان نیتروژن، مساحت برگ بوته‌ها به ویژه برگ پرچم و کاهش کلروفیل و دوام سطح برگ گردید. این موضوع باعث کاهش سطح فتوسنتز کننده و مواد فتوسنتزی تولید شده در طول دوره پر شدن دانه و در نهایت کاهش سرعت پر شدن دانه و کاهش حجم مواد فتوسنتزی منتقل شده به دانه گردید (شکل‌های۲ و ۳).

منحنی روند پر شدن دانه در تیمارهای با دو تقسیط نیتروژن در تیمار پنجم در کلیه مراحل پر شدن دانه بالاتر از تیمار سوم بود (شکل ۹). بالاتر بودن منحنی روند پر شدن دانه در تیمار پنجم به علت مصرف بیشتر نیتروژن در مرحله اواسط پنجه‌زنی (۶۰ کیلوگرم در تیمار پنجم و ۴۰ کیلوگرم در تیمار سوم) و در دسترس باقی ماندن آن به مدت بیشتر و داشتن مساحت بالاتر برگ پرچم (جدول۲) و همچنین احتمالاً بالاتر بودن میزان نیتروژن، کلروفیل برگ، دوام سطح برگ برای گیاهان این تیمار بوده است. همچنین مقایسه میانگین‌ها برای کلیه مراحل پر شدن دانه نیز نشان داد که وزن دانه در کلیه مراحل پر شدن دانه در تیمار پنجم زیادتر از تیمار سوم بود، ولی تنها از مراحل میانی دوره پر شدن دانه به بعد وزن دانه تیمار پنجم اختلاف معنی‌داری را با تیمار سوم نشان داد (جدول۳).

منحنی روند پر شدن دانه در تیمار سوم (۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) در کلیه مراحل پر شدن دانه بالاتر از تیمار شاهد بود، اما نسبت به روند پر شدن دانه در تیمار چهارم (۸۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) پایین‌تر بود (شکل ۱۰). نتایج مقایسه میانگین‌ها برای کلیه مراحل پر شدن دانه نشان داد که وزن دانه در تیمار شاهد به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای سوم و چهارم بود، اما وزن دانه تیمار چهارم به غیر از ۹، ۱۲ و ۱۸ روز بعد از گلدهی در کلیه مراحل پر شدن دانه به طور معنی‌داری بالاتر از تیمار سوم بود (جدول۳).

www.SID.ir

Archive of SID

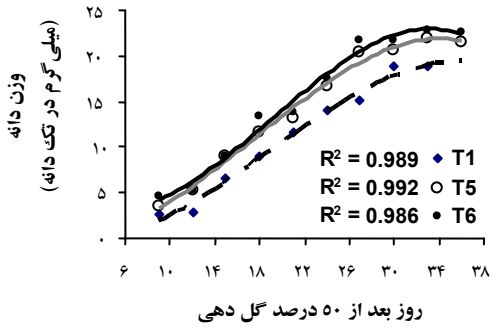
منحنی روند پر شدن دانه تیمار پنجم (۶۰+۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) نیز نسبت به تیمار شاهد در کلیه مراحل بالاتر و در مقایسه با منحنی روند پر شدن دانه در تیمار ششم (۳۰+۳۰+۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) در کلیه مراحل پر شدن دانه پایین‌تر بود (شکل۱۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها برای کلیه مراحل پر شدن دانه نشان داد فقط در چهار مرحله انتهایی پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری بین وزن دانه دو تیمار پنجم و ششم وجود دارد ولی در کلیه مراحل پر شدن دانه مقدار وزن دانه تیمار شاهد به طور معنی‌داری پایین‌تر از تیمارهای پنجم و ششم بود (جدول۳). تسونو و همکاران (۲۲) همبستگی مثبت و بالایی از ۱۶ روز بعد از مرحله ظهور خوشه تا مرحله رسیدگی بین افزایش وزن دانه و افزایش میزان نیتروژن برگ گزارش نمودند به طوری که زیادتر بودن میزان نیتروژن برگ موجب افزایش فتوسنتز و وزن دانه می‌گردد. در حالی که بین وزن دانه و افزایش غلظت نیتروژن برگ تا ۱۶ روز بعد از مرحله ظهور خوشه چنین همبستگی مشاهده نشد، که این امر می‌تواند باعث بروز اختلاف معنی‌دار در وزن دانه در مراحل انتهایی پر شدن دانه در تیمار ششم شده باشد. از آنجایی که منحنی روند پر شدن دانه در تیمارهای با سه تقسیط نیتروژن (تیمار چهارم ۸۰ و تیمار ششم ۱۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص) در طول دوره پر شدن دانه مشابه و تقریباً بر هم منطبق بودند (شکل۱۲).

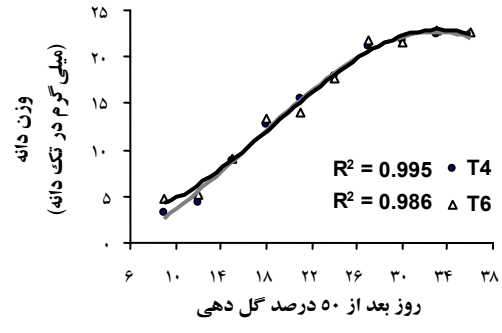
جدول۳- مقایسه میانگین وزن دانه(میلی گرم درتک دانه) در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای نیتروژن

تیمار		روز پس از ۵۰ درصد گلدهی								
		۹*	۱۲**	۱۵**	۱۸**	۲۱*	۲۴*	۲۷**	۳۰**	۳۳**	۳۶**
شاهد	T_1	۲/۵^{b}	۲/۸^{c}	۶/۵^{b}	۹/۰۵^{b}	۱۱/۶^{c}	۱۳/۷^{d}	۱۵/۴^{d}	۱۸/۵^{d}	۱۸/۸^{d}	۱۸/۸۹^{d}
دوم	T_2	۲/۶^{b}	۲/۹^{c}	۷/۶^{b}	۹/۲۸	۱۲/۵^{bc}	۱۴/۰^{cd}	۱۹/۰^{cd}	۱۷/۶^{d}	۱۹/۱^{d}	۱۹/۳^{d}
سوم	T_3	۲/۹^{b}	۳/۸^{bc}	۶/۷^{b}	۱۰/۸^{ab}	۱۳/۰^{bc}	۱۵/۱^{bc}	۱۶/۹^{c}	۱۹/۶^{c}	۲۰/۷^{c}	۲۰/۴^{c}
چهارم	T_4	۳/۳^{b}	۴/۴^{ab}	۸/۸^{a}	۱۲/۶^{a}	۱۵/۴^{a}	۱۸/۹۸^{a}	۲۱/۱^{ab}	۲۱/۷^{a}	۲۲/۵^{ab}	۲۲/۴^{ab}
پنجم	T_5	۳/۶^{ab}	۵/۳^{ab}	۸/۹۹^{a}	۱۱/۶^{ab}	۱۳/۲^{bc}	۱۶/۷^{ab}	۲۰/۴^{b}	۲۰/۷^{b}	۲۲/۰۲^{b}	۲۱/۵^{b}
ششم	T_6	۴/۶^{a}	۵/۲^{a}	۹/۶^{a}	۱۳/۳^{a}	۱۳/۹^{ab}	۱۷/۶^{ab}	۲۱/۳^{a}	۲۱/۷^{a}	۲۲/۷^{a}	۲۲/۵^{a}

*,** میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون به ترتیب در سطوح احتمال ۵ و ۱٪ اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون چند دامنه دانکن)



شکل۱۱- تغییرات وزن دانه در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای شاهد، پنجم و ششم



شکل۱۲- تغییرات وزن دانه در مراحل پر شدن دانه در تیمارهای چهارم و ششم

www.SID.ir

Archive of SID

بالاتر بودن منحنی روند پر شدن دانه در این تیمارها نسبت به تیمارهایی با دو تقسیط نیتروژن احتمالاً به علت فراهم بودن نیتروژن (به مقدار مناسب) در طول دوره رشد و مصرف کود سرک نیتروژن به خصوص در ابتدای رشد زایشی بوده است. در دسترس بودن این عنصر در طی دروه پر شدن دانه موجب افزایش میزان نیتروژن برگ، سطح برگ به ویژه برگ پرچم (جدول۲)، کلروفیل و دوام سطح برگ بوته‌ها گردیده است. این امر باعث افزایش سطح برگ گیاه و فتوسنتزی جاری در طول دوره پر شدن دانه و در نهایت افزایش سرعت پر شدن دانه و افزایش وزن دانه و نهایتاً عملکرد دانه گردیده است (۲۶).

منابع

۱. اسلافر، گ. الف. ۱۳۷۵. فیزیولوژیکی اصلاح نباتات. ترجمه: رحیمیان، ح. و م. بنایان. انتشارات دانشگاه مشهد، ۳۴۴ ص.

۲. سالاردینی، ع. ۱۳۷۱. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۴۴۱ ص.

۳. صدرزاده، س. م. ۱۳۸۱. بررسی اثرکود ازت و پتاسیم بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص رشد برنج رقم خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۸۰ ص.

۴. کریمی، م. ۱۳۶۶. آب و هوای منطقه مرکزی ایران. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان، ۹۷ ص.

۵. مایر، آندرسون بونینگ، فراتیان، ترجمه: لسانی،ح. و م. مجتهدی. مبانی فیزیولوژی گیاهی. ۱۳۷۹. انتشارات دانشگاه تهران، ۷۲۵ ص.

۶. مجتبایی زمانی، م. ۱۳۸۰. بررسی روابط همبستگی بین سرعت و طول دوره پر شدن دانه با صفات فیزیولوژیک در ارقام برنج. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، ۷۱ ص.

۷. صالحی، م. ۱۳۶۲. معرفی رقم خزر در استان گیلان و مناطق آب و هوایی مشابه. گزارش پژوهشی. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی گیلان، ۲۶ ص.

8. Asif, M., Chaudhary, F.M., and Saeed, M. 1999. Influence of NPK levels and split N application on grain filling and yield of fine rice. Soil, nutrient, and water management. International Rice Research Notes, 25(1): 30-31.

9. Cechin, I. 1997. Comparison of growth and gas exchange in two hybrids of sorghum in relation to nitrogen supply. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, 9: 151-156.

10. Cho, D.S., Jong, S.K., Park, Y.K., and Son, S.Y. 1987. Studies on the duration and rate of grain filling in rice (*Oryza sativa* L.). I. Varietal difference and effects of nitrogen. Korean Journal of Crop Science, 32(1): 103-111.

www.SID.ir

Archive of SID

11. http://www.ricephotos.org/

12. Iwasaki, Y., Mae, T., Fukazawa, C., Makino, A., Ohira, K., and Ojima, K. 1993. Glutelin accumulation and changes in the levels of its mRNA in the superior and inferior spikelets of rice ear during ripening. Soil and Plant Sciences, 54(2): 155-156.

13. Jones, D.B., Peterson, M.L., and Geng, S. 1978. Association between grain filling rate and duration and yield component rice. Crop Science, 19(4): 641-645.

14. Kamiji, Y., and Horie, T. 1988. Nitrogen dynamics in soil crop system and grain production processes in rice influence of nitrogen pattern as induced by its different application on the growth and yield formation processes. Journal of Agricultural Science, 33(2): 171-180.

15. Kato, T. 1999. Genetic environmental variations and association of the characters related to the grain filling processing rice cultivars. Plant Production Science, 2(1): 32-36.

16. Kumari, S.L., and Valarmathi, G. 1998. Relationship between grain yield grain filling rate and duration of grain filling in rice. Madras Agricultural Journal, 85(3-4): 210-211.

17. Li, Z.L., Wu, Y.L., Xie, L.C., and Chen, Y.Q. 1991. A preliminary study of the production and dry matter distribution after heading in N98s X Teqing (a two-line inter subspecific hybrid rice). Journal of South China Agricultural University, 12(1): 22-27.

18. Liang, J.S., Zhang, J.H., and Cao, X.Z. 2001. Grain sink strength may be related to the poor grain filling of indica japonica rice hybrids. Phyologia plantarum, 112(4): 470-477.

19. Mallino, A., Mae, T., and Ohira, K. 1988. Differences between wheat and rice in the enzymic properties of ribulose1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase and the relationship to photosynthetic gas exchange. Planta, 174(1): 30-38.

20. Murchie, E.H., Yang, J., Hubbart, S., Horton, P., and Peng, S. 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field-grown rice? Journal of Experimental Botany, 53(378): 2217-2224.

21. Shi, Q.H., and Akita, S. 1994. Potential dry matter production and grain yield of present rice cultivars in the tropics. Acta Agriculture Universitatis Jiangxiensis, 15(2): 129-137.

22. Tsuno, Y., Yamaguchi, T., and Nakano, J. 1994. Analysis of the grain filling process of rice plant from the viewpoint of source-sink relationships and the role of root respiration in its relationship. Bulletin of the faculty of Agriculture, Tottori University, 47: 1-10.

23. Uexkull, H.R. Von. 1976. Fertilizing for High Yield Rice. International potash Institute. Berne. Switzerland, pp: 74.

www.SID.ir

Archive of SID

24. Yamaguchi, T., Tsuno, Y., Nakano, J., and Miki, K. 1995. Influence of nitrogen content on grain weight at the early ripening stage and relationship between root respiration and leaf area per spikelet of rice plants. Japanese Journal of Crop Science, 33(2): 251-258.

25. Yoshida, S., and Coronel, V. 1976. Nitrogen nutrition leaf resistance, and leaf photosynthetic rate of the rice plant. Soil Science and plant Nutrition, 22(2): 207-211.

26. Zhou, R.B., Gu, L. P., and Zhou, J.H. 1992. Study on improvement of rice fruiting and its nutrition's quality by intensifying the late nitrogen nutrition. Plant Physiology, 28(3): 171-176.

www.SID.ir