

ارزیابی اثر سطوح زئولیت بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک ارقام برنج (*Oryza Sativa L.*) در منطقه میانه

داور قره داغی¹، علی فرامرزی^{1*}، جلیل اجلی¹، مهرداد عبدی¹ و ناصر نظری¹

1- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد میانه، دانشگاه آزاد اسلامی، میانه، ایران
* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: aliifaramarzi52@gmail.com

(تاریخ دریافت: 20 آذر ماه 1399؛ تاریخ پذیرش 8 بهمن ماه 1399)

چکیده

آزمایش در سال زراعی 97-1396 در روستای آچاچی میانه به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح تنش (a₁: بدون تنش (غرقاب) و a₂: دور آبیاری هر 10 روز (از مرحله شروع پنجه-زنی)، a₃: دور آبیاری 20 روز (از شروع پنجه‌زنی)؛ زئولیت در دو سطح (b₁: عدم کاربرد (شاهد)؛ b₂: 10 تن در هکتار) و ارقام در چهار سطح (C₁: شاه‌پسند ؛ C₂: طارم محلی ؛ C₃: CT13382-8-3-M و C₄: سنگ جو) بود. ترکیب غرقاب در کاربرد زئولیت در رقم CT13382-8-3-M با میانگین 5/9 تن در هکتار بیشترین و ترکیب 20 روز یک‌بار در عدم کاربرد زئولیت در رقم شاه‌پسند با میانگین 1/06 تن در هکتار کمترین عملکرد دانه داشت. بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی هنگامی به دست آمد که رقم سنگ جو تحت سطح هر 10 روز یک‌بار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت قرار گرفت (816 کیلوگرم در هکتار) و با افزایش مصرف زئولیت از سهم انتقال مجدد در عملکرد شلتوک کاسته شد. سایر برگ‌ها در مقایسه با سایر اندام‌ها (برگ پرچم و ساقه) نقش اصلی را در انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها ایفا کرده و میزان آن بسته به ژنوتیپ و شرایط محیطی از 3/45-14/63 درصد متغیر بود. ساقه‌ها در انتقال مجدد ماده خشک به دانه از سایر اندام‌های هوایی کمتر بوده بین 2/5-16/7 درصد بود. در مجموع به نظر می‌رسد که انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی ژنوتیپ‌های برنج نقش مهمی در پر کردن دانه دارد.

واژه‌های کلیدی: تنش، زئولیت، عملکرد و اجزای عملکرد، انتقال مجدد ماده خشک

مقدمه

برنج (*Oryza Sativa L.*) از غلات دانه‌ریز بوده و پس از گندم از نظر منبع غذایی، تولید و سطح زیر کشت، جایگاه عمده‌ای در تغذیه بشر دارد (50). تولید برنج در ایران تا اوایل دهه 40 نیازهای داخلی کشور را تأمین می‌کرد، اما در حال حاضر با توجه به افزایش سریع جمعیت و بهبود وضعیت اقتصادی مردم، تولید داخلی کفاف نیاز مردم را نمی‌دهد و همه‌ساله مقادیر زیادی برنج از خارج از کشور وارد می‌شود، بنابراین باید تولید این محصول را از طریق افزایش عملکرد در واحد سطح افزایش داد (25)، زیرا برنج یکی از مهم‌ترین محصولات است که به علت محدودیت منابع آب با محدودیت شدید سطح زیر کشت روبه‌رو است (43)، از سوی دیگر محدودیت‌های محیطی نیز همواره تهدیدی جدی برای تولید محصولات گیاهی از جمله برنج به شمار می‌روند. خشکی اصلی‌ترین چالشی است که سازگاری رقم‌های پر محصول برنج به‌ویژه در محیط‌های خشک و دیم برنج را محدود می‌کند (28). تنش خشکی تا حدودی در 50 درصد از اراضی تولید برنج جهان رخ می‌دهد (34). تنش آب می‌تواند آناتومی، مرفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمیایی گیاهان را تحت تأثیر قرار دهد و تقریباً بر کلیه جنبه‌های رشد و نمو آن‌ها اثر بگذارد (6). از 25 درصد آب‌های شیرین موجود در دنیا 70 درصد آن در بخش کشاورزی مصرف‌شده که از این مقدار 25 الی 30 درصد آن به زراعت برنج اختصاص داشته و بیشترین مقدار مصرف آب را در بین محصولات کشاورزی دارا بوده و حدود 8 درصد کل منابع آب شیرین مصرفی آسیا را شامل می‌شود (41). طبق گزارش وزارت جهاد کشاورزی، مازندران و گیلان به ترتیب با 37 و 28/2 درصد از 539 هزار هکتار سطح زیر کشت شلتوک کشور، بیشترین سطح زیر کشت برنج را دارا هستند و در مجموع 63/1 درصد از تولید برنج کشور متعلق به این دو استان ساحلی است (20). از سوی دیگر با توجه به روند رو به رشد خشک‌سالی در کشور در 30 سال آینده گزارش‌شده است که طی سال‌های 2025، 2034، 2035 و 2039 در بیشتر نقاط کشور از جمله مناطق شمال شرق و شمال غرب، خشک‌سالی شدید و بسیار شدید روی خواهد داد (20 و 26). کمبود رطوبت یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده روند رشد می‌باشد (11). مدیریت آبیاری متناوب می‌تواند نیاز گیاه را در شرایط بحرانی تأمین کند (42). مهم‌ترین مزیت روش آبیاری متناوب با دور آبیاری چندروزه برنج صرفه‌جویی در مصرف آب است (51).

یکی از روش‌های مناسب برای مقابله با شرایط سخت کمبود آب در مناطق خشک، استفاده از تکنیک‌های نوین در جهت افزایش توان ذخیره‌سازی آب در خاک و کاهش اتلاف آن از طریق تبخیر و فرونشست است. روش‌های مورد استفاده برای دستیابی به این اهداف تحت عنوان کلی عملیات خاک‌ورزی شناخته شده‌اند (14). یکی از شاخه‌های اصلی عملیات خاک‌ورزی، افزودن مواد اصلاحی به خاک است (16). در سال‌های اخیر استفاده از سیستم‌های کشاورزی پایدار مورد توجه بوده و در این راستا کاربرد مواد معدنی طبیعی به‌منظور بهبود باروری، اصلاح ساختمان فیزیکی و شیمیایی خاک منجر به افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک نیز می‌شود (2)، از جمله این مواد اصلاحی می‌توان به

ماده معدنی زئولیت اشاره کرد (33). زئولیت کانی طبیعی بوده و کلینوپتیلولایت¹ رایج‌ترین زئولیت مورد استفاده در بخش کشاورزی است (16). زئولیت دارای عناصری مانند پتاسیم، کلسیم، سدیم، آلومینیوم، منیزیم، مس، سلیسیم، فسفر و ... می‌باشد و در کشاورزی به‌عنوان حاصلخیز کننده و افزایش دهنده رطوبت خاک و کاهش دهنده آبشویی نیترات استفاده می‌شود (47). زئولیت در واقع بلورهای آلومینوسیلیکات هیدراته به همراه برخی کاتیون‌های قلیایی و قلیایی خاکی (Ca^{2+} و Mg^{2+} ، K^{+} ، Na^{+}) است. لیموچی و همکاران (30) کاهش طول دوره رشد ارقام به جهت کاهش انتقال کربوهیدرات‌های غیر ساختمانی به مخزن اصلی یعنی دانه را از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد عنوان نمود (30). بررسی‌های انجام شده نشان می‌دهد که در مراحل خاصی از نمو گیاهی، مواد فتوسنتزی مازاد بر نیاز فرآیندهای رشد و نمو تولید می‌شوند. این مواد به صورت ترکیبات غیر ساختمانی در اندام‌های رویشی گیاه مانند ساقه، غلاف و برگ‌ها ذخیره شده و به دنبال تشکیل مقصدهای فیزیولوژیکی قوی، طی فرآیند انتقال مجدد به طرف دانه‌ها حرکت می‌کنند (19). عملکرد دانه از سه منبع فتوسنتز جاری، انتقال اسیمیلات‌های ذخیره شده قبل از گلدهی به دانه و بالاخره اسیمیلات‌های ذخیره شده موقت در ساقه بعد از گلدهی تأمین می‌شود (38). تسهیم مطلوب ماده خشک عبارت است از توزیع مواد بین ریشه و اندام‌های هوایی و در اندام‌های هوایی بین اندام‌های رویشی و زایشی که در ارقام و شرایط مختلف محیطی، متفاوت است (24).

ذخایر موجود در اندام‌ها در مراحل بعدی به‌عنوان مثال در مرحله تولید دانه که فتوسنتز جاری قادر به تأمین همه احتیاجات مخزن نیست، می‌توانند مجدداً به صورت انتقال مجدد به دانه منتقل گردند (45). اغلب محدودیت عملکرد غلات از نظر اهمیت نسبی منبع و مخزن در نظر گرفته می‌شود و مخزن در نظر گرفته می‌شود و سیستم انتقال مواد فتوسنتزی از منبع به مخزن کمتر در نظر گرفته می‌شود. این در حالی است که ظرفیت خالص تولید هر گیاه به وضعیت انتقال مواد فتوسنتزی بستگی دارد (44). ممکن است در مواردی منبع و مخزن محدودکننده عملکرد نباشد، بلکه ظرفیت سیستم انتقال در مسیر منبع و مخزن محدودکننده باشد، وجود مقدار زیاد نشاسته و قند در غلاف برگ‌ها و ساقه در هنگام برداشت، نشان دهنده محدودیت در سیستم انتقال یا سیستم ذخیره است (3). آگاهی از اینکه هر یک از منابع چقدر به عملکرد دانه کمک می‌کند و تنوع آن چقدر است، راهکاری مفید در انتخاب ارقام اصلاح شده به نظر می‌رسد. پیردشتی و همکاران (3) گزارش کرد در بین اندام‌ها، ساقه نسبت به اندام‌های دیگر نقش مهمی در تأمین ماده خشک دانه به عهده دارد. همچنین اشاره داشتند که اختلاف ارقام در انتقال مجدد ماده خشک به میزان پیر شدن برگ و نیز سرعت پیر شدن آن بستگی دارد. دو فرایند فیزیولوژیک در رشد دانه تأثیر دارند که عبارت‌اند از مصرف فرآورده‌های فتوسنتزی طی فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای پیش از گرده‌افشانی (40). در برنج مواد پرورده جهت رشد دانه توسط مواد پرورده در طول دوره پیر شدن دانه و نیز مواد پرورده ذخیره شده در ساقه تأمین می‌گردد (35). طهماسبی سروسرستانی و پیردشتی (40) گزارش کردند که انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن اندام هوایی (ساقه+برگ+برگ پرچم) نقش مهمی در تجمع ماده خشک دانه دارد. نتانوس و کوتروپاس (35) سهم مواد فتوسنتزی ذخیره شده در اندام هوایی را قبل از

مرحله گردهافشانی در وزن دانه برنج حدود 9/1 تا 42/2 درصد گزارش کردند، این امر نشان دهنده اهمیت ذخایر غذایی پیش از گردهافشانی در حصول عملکرد بالای دانه برنج می باشد. پر شدن دانه همبستگی مثبت و معنی داری با کارایی انتقال ماده خشک دارد. بنابراین عملیات زراعی نقش مهمی در انتقال اسیمیلات ها در طول دوره پر شدن دانه دارد (5). نتایج بررسی کومار و همکاران (27) نشان دادند که اگر گیاهان در دوره پر شدن دانه در معرض تیمارهای مختلف از جمله تنش آبی قرار گیرند، انتقال مجدد مواد ذخیره ای به دانه جهت حصول عملکرد دانه، نقش اساسی خواهد داشت. با فرض اینکه کنش رقم های مختلف برنج از نظر انتقال مجدد ماده خشک اندام های هوایی و همچنین عملکرد دانه برنج در سطوح مختلف زئولیت متفاوت بوده، چهار ژنوتیپ برنج را در دو سطح زئولیت و سه سطح تنش مورد ارزیابی قرار داده و هدف، بررسی عکس العمل اندام های هوایی از نظر انتقال مجدد ماده خشک و تعیین سهم هر یک از اندام های هوایی در تأمین ماده خشک دانه در ژنوتیپ ها و سطوح مختلف زئولیت بود.

مواد و روش ها

این آزمایش در سال زراعی 97-1396 مزرعه شخصی واقع در روستای آچاچی میانه با ارتفاع 1100 متر از سطح دریا به اجرا درآمد. آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل سه سطح تنش (a1: بدون تنش (غرقاب) و a2: دور آبیاری هر 10 روز (از مرحله شروع پنجه زنی)، a3: دور آبیاری 20 روز (از شروع پنجه زنی)؛ زئولیت در دو سطح (b1: عدم کاربرد (شاهد)؛ b2: 10 تن در هکتار) و ارقام در چهار سطح (c1: شاه پسند؛ c2: طارم محلی؛ c3: CT13382-8-3-M و c4: سنگ جو) بود. آبیاری مزرعه در هر دو محیط غرقاب و تنش، تا مرحله پنجه دهی ژنوتیپ ها به طور یکسان به طور غرقاب انجام شد. سپس برای ایجاد تنش، آبیاری از 40 روز پس از نشاء (مرحله حداکثر پنجه زنی) بر اساس ظهور علائم تنش خشکی در گیاهان (لوله شدن برگ) (17) تا پایان فصل زراعی به فاصله 10 روز و 20 روزه مقدار یکسان (با استفاده از کنتور) انجام شد. زئولیت برای این آزمایش از نوع کلینوپتیلولایت است که اغلب در کشاورزی از آن استفاده می کنند که از شرکت افرند توسکا تهیه شد رنگ آن سبز روشن و وزن مخصوص 1gr/cm³ می باشد. درجه خلوص آن 85-95 درصد بوده و ظرفیت تبادل کاتیونی آن 180-160 meq/100gr می باشد که تجزیه شیمیایی آن به شرح زیر (جدول 1) می باشد:

جدول 1- تجزیه شیمیایی زئولیت استفاده شده در این تحقیق (بر حسب درصد)

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	MgO	TiO	MnO	P ₂ O ₅	L.O.L
6/5	11/8	3/1	1/2	2	1/3	0/8	0/3	0/04	0/01	12

زئولیت طبق تیمارهایی پیش بینی شده (10 تن در هکتار) به خاک و به طور یکنواخت اضافه شد. اندازه واحدهای آزمایشی 4/5 متر مربع (ابعاد کرت 3 × 1/5 متر) و با فاصله یک متر از یکدیگر در نظر گرفته شد. بعد از انتصاب تصادفی تیمارها به واحدهای آزمایشی، نشاء کاری به صورت چهار بوته در هر کیه انجام شد. برای اینکه کلیه ژنوتیپ ها در زمان واحدی به مرحله حداکثر پنجه زنی برسند و در زمان اعمال تنش در شرایط رویشی یکسانی باشند بذراشی و نشاء در فاصله زمانی 20 روز و بر اساس نتایج سال های گذشته انتقال نشاء ها انجام شد. هر ژنوتیپ در شش ردیف با فاصله 25

سانتی‌متر بین بوته‌ها و 25 سانتی‌متر بین ردیف‌ها و به طول 3 متر کشت شد. از 6 ردیف کاشته شده در هر کرت یک ردیف از طرفین جهت اثرات حاشیه و ردیف‌های دوم و چهارم جهت نمونه‌برداری انتخاب شد. در مرحله رسیدگی جهت تعیین عملکرد دانه، از سطح 1/5 مترمربع برداشت انجام و عملکرد دانه با رطوبت 14 درصد در هکتار محاسبه شد. در این تحقیق صفات وزن صد دانه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه و باروری (تعداد دانه پر بر تعداد کل دانه) و عملکرد دانه برنج مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری این صفات از هر واحد آزمایشی 10 بوته به‌طور تصادفی انتخاب و میانگین آن‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

انتقال مجدد ماده خشک

به‌منظور محاسبه انتقال مجدد ماده خشک، نمونه‌گیری طی دو مرحله به ترتیب در مرحله 50 درصد گلدهی (حداکثر رشد رویشی) و مرحله رسیدگی (برداشت) در سطح 0/2 مترمربع (چهار کپه) در هر کرت انجام و اندام‌های هوایی (ساقه، برگ، برگ پرچم) تفکیک شد. ماده خشک اندام هوایی با قرار دادن نمونه‌ها در آون و در دمای 70 درجه سلسیوس به مدت 72 ساعت اندازه‌گیری و از تفاضل ماده خشک طی دو مرحله (مرحله رشد رویشی و مرحله رسیدگی) مقدار انتقال مجدد برآورد گردید. برای محاسبه میزان انتقال مجدد ماده خشک از روابط زیر استفاده شد (9 و 49):

رابطه (1) وزن خشک اندام گیاهی در مرحله رسیدگی - ماده خشک اندام گیاهی در مرحله گلدهی = انتقال مجدد ماده خشک
رابطه (2) $100 \times (\text{حداکثر وزن خشک اندام هوایی} / \text{میزان انتقال مجدد از اندام هوایی}) = \text{کارایی انتقال مجدد از اندام هوایی}$

تجزیه و تحلیل داده‌ها

بعد از آزمودن نرمال بودن داده‌ها، تجزیه واریانس داده‌ها به‌صورت آزمایش فاکتوریل سه فاکتوره و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد، برای ترسیم جداول و تنظیم داده‌ها از نرم‌افزار Excel؛ برای آزمون‌های تجزیه واریانس و مقایسات میانگین از نرم‌افزار SPSS-24 و MSTATC استفاده شد.

نتایج و بحث

عملکرد دانه

عملکرد نهایی شلتوک در محصول برنج، عموماً با استفاده از اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد که شامل تعداد خوشه در واحد سطح، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه می‌باشد تا حدودی قابل‌استفاده و پیشگویی است (4). نتایج آزمایش نشان داد که اثرات ساده تنش، زئولیت، رقم و اثرات دوجانبه و سه‌جانبه آن‌ها بر عملکرد شلتوک معنی‌دار بود که نشان‌دهنده عکس‌العمل متفاوت ژنوتیپ‌های برنج به سطوح تنش و زئولیت می‌باشد (جدول 2). تنش هر 20 روز آبیاری نسبت به سطح بدون تنش (غرقاب) باعث کاهش 34/08 درصدی (جدول 3) و مصرف 10 تن در هکتار زئولیت نسبت به عدم کاربرد باعث افزایش 12/35 درصدی عملکرد دانه گردید (جدول 4). کاهش عملکرد در اثر تنش خشکی در برنج و سایر محصولات زراعی نیز گزارش شده است (۲۰). میانگین اثر سه‌جانبه تنش*ژنوتیپ*زئولیت نشان داد که (جدول 6) ترکیب غرقاب در کاربرد 10 تن در هکتار زئولیت در رقم CT13382-8-3-M با میانگین 5/9 تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را داشته و ترکیب 20 روز یک‌بار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت در رقم شاه‌پسند با میانگین 1/06 تن در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد. نتایج حاصل از مقایسه میانگین ارقام مختلف نیز نشان داد که

بیشترین وزن صد دانه و درصد باروری مربوط به رقم طارم محلی، بالاترین درصد دانه پوک، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد پنجه و عملکرد دانه مربوط به رقم سنگ جو تعلق داشت. نتایج این تحقیق با نتایج جایاواردنا و آبیسکرا (23) مطابقت دارد. علی‌پور و زاهدی (15) در تحقیقی به بررسی کاربرد زئولیت و نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج رقم هاشمی پرداختند و گزارش کردند که اثرات ساده کاربرد زئولیت و نیتروژن بر همه صفات به‌جز تعداد خوشه چه پوک در خوشه معنی‌دار گردید. بالاترین میزان عملکرد دانه با کاربرد 12 تن در هکتار زئولیت 3795 کیلوگرم در هکتار و کود نیتروژن به میزان 300 کیلوگرم در هکتار 3818 کیلوگرم در هکتار و کاربرد توأم 12 تن در هکتار زئولیت و کود نیتروژن به میزان 200 کیلوگرم در هکتار 4516 کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

جدول 2- تجزیه عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج در سطوح مختلف تنش و زئولیت

عملکرد شلتوک	میانگین مربعات				درجه آزادی	منابع تغییر
	باروری	وزن صد دانه	تعداد دانه پر در خوشه	تعداد پنجه		
1/867**	22/1**	0/319*	285/16	31/162**	2	تکرار
23/34**	5254/2**	7/582**	80243/5**	41/35**	2	فاکتور A (تنش)
0/042	0/558	0/018	1006/8	0/052	4	اشتباه
5/639**	6/759**	2/524**	1683/93*	5/151**	1	فاکتور B (زئولیت)
0/361**	4/183**	0/814**	579/389 ^{ns}	1/279**	2	اثر متقابل A×B
19/12**	5510/05**	18/17**	1366980**	126/77**	3	فاکتور C (رقم)
2/548**	1590/9**	4/184**	747376/6**	17/03**	6	اثر متقابل A×C
0/348**	1/32*	0/461**	550/574 ^{ns}	0/631**	3	اثر متقابل B×C
0/065**	0/148 ^{ns}	0/236**	537/907 ^{ns}	0/537**	6	اثر متقابل A×B×C
0/019	0/431	0/003	233/269	0/132	42	اشتباه آزمایشی
3/26	3/98	2/66	2/34	2/41		ضریب تغییرات (%)

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

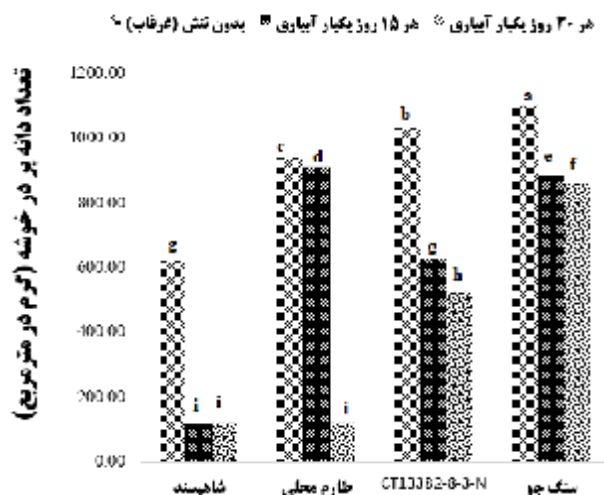
تعداد پنجه

قابلیت پنجه‌زنی در برنج یک صفت زراعی مهم برای تولید دانه محسوب می‌گردد (29). نتایج آزمایش نشان داد که اثرات ساده تنش، زئولیت، رقم و اثرات دوجانبه و سه‌جانبه آن‌ها بر تعداد پنجه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده عکس-العمل متفاوت ژنوتیپ‌های برنج به سطوح تنش و زئولیت می‌باشد (جدول 2). اعمال تنش و کاربرد زئولیت به ترتیب باعث کاهش و افزایش تعداد پنجه در این بررسی گردید (جدول 3). ترکیب غرقاب در کاربرد 10 تن در هکتار زئولیت در رقم سنگ جو با میانگین 20/41 عدد بیشترین و ترکیب 20 روز یک‌بار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت در رقم شاه‌پسند با میانگین 11/27 عدد کمترین تعداد پنجه را به خود اختصاص دادند (جدول 4). یانگ و همکاران (52) اظهار کردند که افزایش عملکرد به دلیل افزایش تعداد پنجه را می‌توان با تأثیر تعداد پنجه بر روی مخزن (تعداد خوشه و تعداد دانه در

واحد سطح برگ) در ارتباط دانست. رشد سریع برگ به همراه کاهش پنجه‌زنی در اوایل رشد رویشی موجب افزایش عملکرد در ارقام جدید خواهد شد (37).

تعداد دانه پر در خوشه

گزارش سورک و بیسر (46) نیز حاکی از آن است که تعداد دانه پر یکی از اجزای اصلی عملکرد در برنج است که می‌تواند به‌عنوان معیاری جهت انتخاب ارقام و لاین‌های پر محصول برنج استفاده شود. نتایج آزمایش نشان داد که اثرات ساده تنش، ژئولیت، رقم و اثرات دوجانبه تنش در رقم بر تعداد دانه پر در خوشه معنی‌دار بود که نشان‌دهنده عکس-العمل متفاوت ژنوتیپ‌های برنج به سطوح تنش می‌باشد (جدول 2). کاظمی پشت‌مساری و همکاران (7) گزارش کردند که ارقام مختلف از نظر تعداد دانه در خوشه با همدیگر در سطح یک درصد معنی‌دار هستند. افزایش تنش و کاربرد ژئولیت به ترتیب باعث کاهش و افزایش تعداد دانه پر در خوشه گردید (جدول 3). ترکیب غرقاب در رقم سنگ جو بیشترین و ترکیب هر 10 و 20 روز یک‌بار آبیاری در رقم شاه‌پسند و هر 20 روز یک‌بار آبیاری در رقم طارم محلی کمترین تعداد دانه پر در خوشه را به خود اختصاص دادند. در هر چهار رقم مورد ارزیابی با افزایش تنش تعداد دانه پر در خوشه کاهش داشته ولی این کاهش در رقم شاه‌پسند و طارم محلی کاملاً محسوس می‌باشد (شکل 1).



وجود حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار توسط آزمون LSD در سطح 5 درصد می‌باشد.

شکل 1- اثر برهمکنش تنش × ژنوتیپ مربوط تعداد دانه پر در خوشه (گرم در مترمربع)

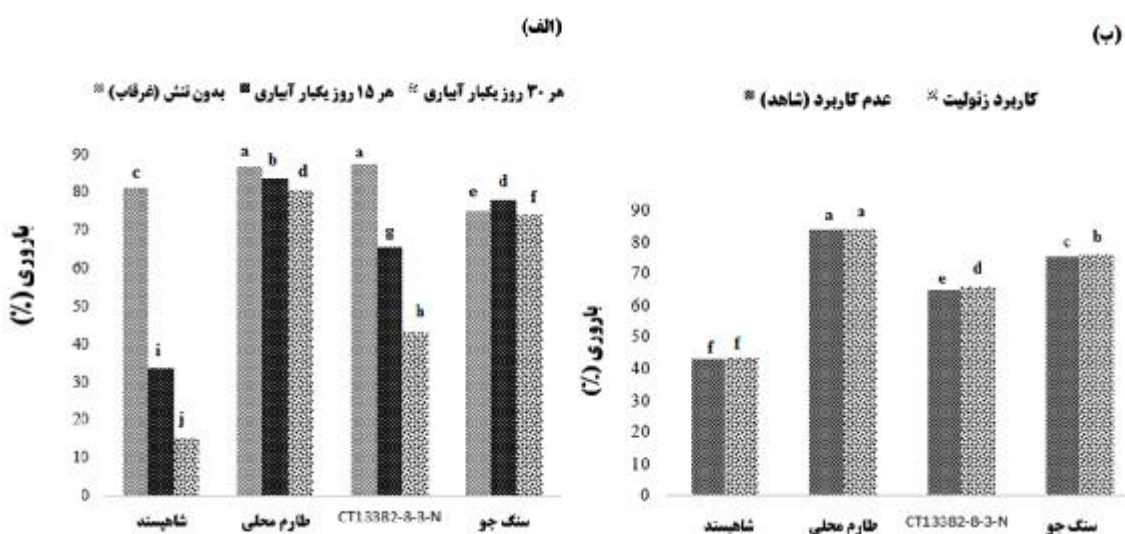
وزن صد دانه

برخلاف سایر غلات، عملکرد بیشتر در برنج به علت افزایش اندازه دانه بسیار محدود است زیرا از نظر فیزیولوژیکی رشد دانه توسط پوست دانه محدود می‌شود و اغلب وزن هزار دانه یکی از پایدارترین خصوصیات وارپته ای به شمار می‌رود (31). بعلاوه وزن دانه یکی از مؤلفه‌های مهم عملکرد محسوب می‌شود که از یک‌سو به میزان مواد فتوسنتزی موجود، به‌ویژه در مراحل اولیه رشد دانه و از سوی دیگر به ظرفیت و توانایی دانه در حال رشد برای استفاده از این مواد بستگی دارد (21). اثرات ساده تنش، ژئولیت، رقم، اثرات دوجانبه و سه‌جانبه بر وزن صد دانه معنی‌دار بود (جدول 2). اعمال تنش و کاربرد ژئولیت به ترتیب باعث کاهش و افزایش این صفت در این بررسی گردید (جدول 3). ترکیب غرقاب

در کاربرد 10 تن در هکتار زئولیت در رقم طارم محلی با میانگین 10/90 گرم بیشترین و ترکیب 20 روز یکبار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت در رقم شاهپسند با میانگین 5/8 گرم کمترین وزن صد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول 4). اصفهانی و همکاران (1) و کاظمی پشته مساری و همکاران (7) نیز در مطالعات جداگانه‌ای به نتایج مشابهی دست یافته‌اند. در کل ارقام اصلاح شده به علت طولانی بودن دوره پر شدن دانه و تجمع ماده خشک بالا در این دوره وزن هزار دانه بالایی دارند (22).

درصد باروری

اثرات ساده تنش، زئولیت، رقم و اثرات دوجانبه بر درصد باروری معنی دار بود ولی بر اثر سه جانبه تأثیر معنی دار نداشت (جدول 2). اعمال تنش و کاربرد زئولیت به ترتیب باعث کاهش و افزایش درصد باروری گردید (جدول 3). ترکیب‌های غرقاب در رقم طارم محلی و غرقاب در رقم CT13382-8-3-M بیشترین درصد باروری را داشتند و ترکیب هر 20 روز یکبار آبیاری در رقم شاهپسند کمترین درصد باروری را به خود اختصاص داد. در هر چهار رقم مورد ارزیابی با افزایش تنش درصد باروری کاهش داشته ولی این کاهش در رقم شاهپسند و CT13382-8-3-M بیشتر از دو رقم دیگر می‌باشد (شکل 2 الف). مصرف 10 تن در هکتار زئولیت باعث افزایش جزئی در 4 رقم مورد بررسی گردید، مصرف یا عدم مصرف زئولیت بر روی رقم طارم محلی تأثیر نداشته و این دو ترکیب بیشترین درصد باروری را داشتند و رقم شاهپسند کمترین درصد باروری را در بین ترکیب‌های مورد بررسی به خود اختصاص دادند (شکل 2 ب). در تحقیق مهدوی و همکاران (10) با بیشتر شدن تعداد کل دانه در خوشه، تعداد دانه پوک نیز بالا رفت، زیرا مواد فتوسنتزی تولید شده برای اختصاص به دانه‌ها کافی نبود، همچنین ارقامی که بالاترین و کمترین درصد باروری را داشتند، به ترتیب بالاترین و کمترین درصد دانه پر را داشتند.



وجود حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار توسط آزمون LSD در سطح 5 درصد می‌باشد.
شکل 2- اثر برهمکنش تنش × زئولیت (الف) و زئولیت × ژنوتیپ (ب) مربوط باروری (%)

جدول 3- میانگین سطوح فاکتور a (تنش) و سطوح فاکتور b (زئولیت) عملکرد و اجزای عملکرد ارقام برنج

صفات مورد ارزیابی					
عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	باروری (%)	تعداد پنجه (بوته)	تعداد دانه پر در خوشه (گرم در مترمربع)	وزن صد دانه (گرم)	سطوح فاکتور a
5/31 ^a	82/72 ^a	16/56 ^a	716/15 ^a	10/34 ^a	بدون تنش (غرقاب)
3/73 ^b	65/21 ^b	14/09 ^c	640/09 ^b	9/97 ^b	هر 15 روز آبیاری
3/50 ^c	53/30 ^c	14/54 ^b	602/67 ^c	9/24 ^c	هر 30 روز آبیاری
عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	باروری (%)	تعداد پنجه (بوته)	تعداد دانه پر در خوشه (گرم در مترمربع)	وزن صد دانه (گرم)	سطوح فاکتور B
3/9	66/77	14/8	648/13	9/668	عدم کاربرد (شاهد)
4/45	67/38	15/33	657/81	10/04	10 تن در هکتار

وجود حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار توسط آزمون LSD در سطح 5 درصد می باشد.

جدول 4- برهمکنش تنش*ژنولیت*ژنوتیپ مربوط عملکرد و اجزای عملکرد

صفات مورد ارزیابی				سطوح فاکتور C		
عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	تعداد پنجه (بوته)	تعداد خوشه چه (عدد)	وزن صد دانه (گرم)			
4/52 ^e	12/49 ^j	8/353 ^{cd}	10/11 ^{gh}	شاهپسند		
5 ^d	16/71 ^{hi}	6/42 ^g	10/80 ^{bc}	طارم محلی	عدم	
5/53 ^{bc}	19/27 ^c	9/77 ^b	10/10 ^{gh}	CT13382-8- 3-N	کاربرد (شاهد)	
5/62 ^b	19/71 ^{bc}	7/21 ^{ef}	10/29 ^f	سنگ جو		غرقاب
4/84 ^d	13/45 ^{hi}	8/52 ^c	10/14 ^g	شاهپسند		
5/37 ^c	13/6 ^{hi}	7/1 ^{ef}	10/90 ^a	طارم محلی	کاربرد	
5/9 ^a	19/82 ^{abc}	10/11 ^a	10/11 ^{gh}	CT13382-8- 3-N	ژنولیت	
5/67 ^b	20/41 ^a	8/32 ^{cd}	10/32 ^f	سنگ جو		
1/64 ^k	12/34 ^j	7/1 ^{ef}	8/14 ^k	شاهپسند		
4/21 ^{fg}	13/43 ⁱ	6/32 ^g	10/56 ^d	طارم محلی	عدم	
3/37 ^h	14/40 ^f	6/37 ^g	10/44 ^e	CT13382-8- 3-N	کاربرد (شاهد)	
4/31 ^{ef}	16/05 ^e	7/1 ^{ef}	10/14 ^g	سنگ جو		15 روز
2/45 ^j	12/83 ^j	7/2 ^{ef}	8/94 ^j	شاهپسند		یکبار
4/96 ^d	13/80 ^{ghi}	6/46 ^g	10/79 ^c	طارم محلی	کاربرد	آبیاری
4/49 ^e	14/37 ^{fg}	6/53 ^g	10/52 ^{de}	CT13382-8- 3-N	ژنولیت	
4/39 ^{ef}	15/52 ^e	7/03 ^f	10/27 ^f	سنگ جو		
1/06 ^l	11/27 ^k	8/12 ^d	5/80 ^m	شاهپسند		
4/06 ^g	12/27 ^j	7/18 ^{ef}	10/74 ^c	طارم محلی	عدم	
2/93 ⁱ	14/05 ^{fgh}	7/28 ^{ef}	8/96 ^j	CT13382-8- 3-N	کاربرد (شاهد)	
4/49 ^e	18/60 ^d	7/29 ^{ef}	9/94 ⁱ	سنگ جو		30 روز
1/49 ^k	12/83 ^j	8/19 ^{cd}	7/437 ^l	شاهپسند		یکبار
4/88 ^d	13/45 ^{hi}	7/38 ^e	10/89 ^{ab}	طارم محلی		آبیاری
4/05 ^g	13/80 ^{ghi}	7/37 ^e	10/04 ^h	CT13382-8- 3-N	کاربرد ژنولیت	
4/97 ^d	20/08 ^{ab}	7/35 ^{ef}	10/16 ^g	سنگ جو		

وجود حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار توسط آزمون LSD در سطح 5 درصد می باشد.

انتقال مجدد ماده خشک اندام‌های هوایی

نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد اثر تنش و رقم بر فتوسنتز جاری انتقال مجدد ماده خشک ساقه، برگ، برگ پرچم و کل اندام هوایی، از نظر سطوح زئولیت اثر دوجانبه تنش در رقم به جز انتقال مجدد ماده خشک ساقه در سایر صفات، از نظر اثر دوجانبه زئولیت در رقم و سه جانبه تنش در زئولیت در رقم به جز انتقال مجدد ماده خشک برگ پرچم در سایر صفات مورد بررسی اختلاف آماری معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد مشاهده گردید. کاظمی پشت مساری و همکاران (7) گزارش کردند که مقادیر و تقسیم کود نیتروژن بر مقدار انتقال مجدد ماده خشک کل اندام‌های هوایی، ساقه و برگ‌ها (غیر از برگ پرچم) اثر معنی‌دار داشته است.

جدول 5- تجزیه واریانس صفات مربوط به انتقال مجدد ماده خشک در ارقام برنج

میانگین مربعات				فتوسنتز جاری	درجه آزادی	منابع تغییر
انتقال مجدد ماده خشک (کیلوگرم بر هکتار)						
سایر برگ‌ها	برگ پرچم	ساقه	کل اندام هوایی			
1528/01 ^{ns}	11/173 ^{**}	1934/88 ^{ns}	1204/84 ^{ns}	1169/38 ^{ns}	2	تکرار
14646/18 ^{**}	394/69 ^{**}	1345/38 ^{ns}	1886/8 [*]	1403679/05 ^{**}	2	فاکتور A (تنش)
286/014	0/119	983/38	264/47	804/264	4	اشتباه
4608 ^{**}	5/522 ^{**}	1/389 ^{ns}	36360/05 ^{**}	1943077/5 ^{**}	1	فاکتور B (زئولیت)
91/125 ^{ns}	0/78 [*]	851/7 ^{ns}	376/347 ^{ns}	1656000/8 ^{**}	2	اثر متقابل A×B
977806/4 ^{**}	242/6 ^{**}	1099545/5 ^{**}	94865/8 ^{**}	739258/68 ^{**}	3	فاکتور C (رقم)
1997/1 ^{**}	2/678 ^{**}	845/407 ^{ns}	1246/82 [*]	19389/46 ^{**}	6	اثر متقابل A×C
3788/7 ^{**}	0/216 ^{ns}	6648/16 ^{**}	58537/9 ^{**}	12104/11 ^{**}	3	اثر متقابل B×C
5523/05 ^{**}	0/166 ^{ns}	2514/66 [*]	1044/4 [*]	20860/33 ^{**}	6	اثر متقابل A×B×C
103/268	0/15	1074/302	419/64	372/893	42	اشتباه آزمایشی
2/73	3/25	9/77	5/15	3/39		ضریب تغییرات (%)

ns، *، ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

نقش فتوسنتز جاری در عملکرد دانه انتخابی است، زیرا انتقال مجدد در هر دو مرحله انباشت و انتقال نیازمند مصرف انرژی است. در شرایطی که فتوسنتز جاری، برای پر شدن دانه کافی باشد، انتقال مجدد مواد فتوسنتزی محدود می‌شود (12). بالاترین مقدار فتوسنتز جاری مربوط به ترکیب بدون تنش (غرقاب) در 10 تن در هکتار زئولیت در رقم سنگ جو با میانگین 6115 بود (جدول 6). در جوامع گیاهی سیستم بهره‌برداری از انرژی خورشیدی از طریق فتوسنتز می‌باشد. عملکرد گیاهان زراعی بستگی به اندازه و کارایی سیستم فتوسنتزی دارد (8). اندوخته‌های غذایی موجود در اندام‌های رویشی گیاه، قبل از گرده‌افشانی در شرایطی که فتوسنتز و جذب عناصر معدنی طی پر شدن دانه با مشکل مواجه می‌شود، در عملکرد دانه اهمیت بسزایی دارند (48). بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی هنگامی به دست آمد که رقم سنگ جو تحت سطح هر 10 روز یک‌بار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت قرار گرفت (816 کیلوگرم در هکتار) با افزایش مصرف زئولیت از سهم انتقال مجدد در عملکرد شلتوک کاسته شد (جدول 6). سایر برگ-

ها در مقایسه با سایر اندام‌ها (برگ پرچم و ساقه) نقش اصلی را در انتقال مجدد ماده خشک به دانه‌ها ایفا کرده و میزان آن بسته به ژنوتیپ و شرایط محیطی از 14/63-3/45 درصد متغیر بوده و بیشترین و کمترین مقدار انتقال مجدد سایر برگ‌ها (تمام برگ‌ها به استثنای برگ پرچم) به ترتیب در ترکیب غرقاب در عدم کاربرد ژنوتیپ در رقم سنگ جو با میانگین‌های (822 کیلوگرم در هکتار) و غرقاب در عدم کاربرد ژنوتیپ در رقم CT13382-8-3-M با میانگین (191 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد (جدول 6). دلیل اختلاف ژنوتیپ‌های برنج مورد مطالعه از حیث انتقال مجدد ماده خشک برگ‌ها ناشی از میزان و سرعت پیر شدن برگ‌ها در آن‌ها می‌باشد (9). این نتیجه با یافته‌های نتانوس و کوتروبوس (35)، یانگ و همکاران (83) و کومار و همکاران (27) در تطابق است. نقش ساقه‌ها در انتقال مجدد ماده خشک به دانه از سایر اندام‌های هوایی کمتر بوده بین 2/5 - 16/7 درصد به ترتیب مربوط به ترکیب (غرقاب در عدم کاربرد ژنوتیپ در CT13382-8-3-M) و ترکیب 20 روز یک‌بار آبیاری در عدم کاربرد ژنوتیپ در رقم سنگ-جو بود (جدول 6). این نتایج با دیگر بررسی‌های (36، 18 و 32) مبنی بر کاهش عملکرد دانه در شرایط افزایش تنش، بیش از آستانه تحمل گیاه به دلیل اختلال رشد در مرحله زایشی و عدم انتقال و تخصیص کربوهیدرات‌ها و قندها به دانه و همچنین دیگر بررسی (13) مبنی بر کاهش عملکرد در شرایط غرقاب دائم مطابق آنچه گفته شد مطابقت داشته است. کازمی پشت مساری و همکاران (7) گزارش کردند که بالاترین مقدار انتقال مجدد ماده خشک از ساقه و کل اندام هوایی مربوط به رقم شفق بود. از نتایج به دست آمده می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که عملکرد شلتوک ارقام برنج تحت تأثیر سطوح مختلف ژنوتیپ و تنش متفاوت بوده و انتقال مجدد ماده خشک از اندام‌های هوایی (ساقه، برگ پرچم و سایر برگ‌ها) نقش مهمی در پر کردن دانه دارد. لی (29) در آزمایش روی فتوسنتز خالص، توزیع ماده خشک و عملکرد برنج گزارش نمودند که در شرایطی که خوشه‌های برنج پذیرای ماده خشک و مواد پرورده فتوسنتزی نباشند و به عبارت دیگر محدودیت مخزن وجود داشته باشد، حرکت ماده خشک و مواد پرورده فتوسنتزی به سمت ساقه و غلاف برگ صورت می‌گیرد و باعث افزایش وزن آن‌ها می‌گردد. مهدوی و همکاران (10) اعلام کرد که سه رقم والفجر، فجر و شفق (از ارقام پر محصول) در مقایسه با ارقام محلی، با شاخص برداشت بالاتر، میزان بیشتری از ماده خشک را به دانه‌ها اختصاص می‌دهند. افزایش عملکرد دانه در بعضی از غلات دانه‌ریز عمدتاً به علت افزایش ضریب برداشت می‌باشد. به عبارت دیگر گیاه، ماده خشک اضافی تولید نمی‌کند، بلکه قسمت زیادی از ماده خشک را به عملکرد اقتصادی دانه تخصیص می‌دهد. افزایش عملکرد غلات دانه‌ریز عمدتاً به علت افزایش شاخص برداشت می‌باشد (8). سامونته و همکاران (39) نیز گزارش نمودند که انتقال مجدد ماده خشک، نقش مهمی در پر کردن دانه برنج ایفا می‌کند و توانایی اندام‌های هوایی در تجمع و انتقال مجدد ماده خشک متفاوت است و ساقه سهم معنی‌دارتری در این نسبت دارد..

جدول 6- اثر برهمکنش تنش زئولیت × زئولیت بر مربوط به عملکرد دانه، فتوسنتز جاری، انتقال مجدد ماده خشک کل اندام هوایی، ساقه و سایر برگها (کیلوگرم بر هکتار)

صفات مورد ارزیابی			فتوسنتز جاری	عملکرد شلتوک (تن در هکتار)	سطوح فاکتور C		
انتقال مجدد ماده خشک (کیلوگرم بر هکتار)		ساقه			کل اندام هوایی	سایر برگها	
229 ^{jk} (5/07)	173 ^{de} (3/8)	237 ^{fgh} (5/25)	4554 ^q (101)	4/52 ^e	شاه پسند		
321 ^f (6/41)	308 ^c (6/2)	432 ^e (8/64)	4815 ^{kl} (96)	5 ^d	طارم محلی	عدم کاربرد (شاهد)	
191 ⁿ (3/45)	136 ^e (2/5)	195 ⁱ (3/53)	4755 ^m (86)	5/53 ^{bc}	CT13382-8-3-N		
822 ^a (14/63)	746 ^a (13/3)	798 ^a (14/2)	4988 ^d (89)	5/62 ^b	سنگ جو		غرقاب
284 ^g (5/88)	208 ^d (4/3)	208 ^{ghi} (4/29)	5385 ^d (111)	4/84 ^d	شاه پسند		
406 ^e (7/55)	340 ^c (6/3)	489 ^d (9/1)	5861 ^b (109)	5/37 ^c	طارم محلی	کاربرد	
259 ^h (4/39)	177 ^{de} (3)	194 ⁱ (3/28)	5490 ^c (93)	5/9 ^a	CT13382-8-3-N	زئولیت	
696 ^{bcd} (12/27)	629 ^b (11/1)	543 ^c (9/57)	6115 ^a (108)	5/67 ^b	سنگ جو		
234 ^{gk} (14/30)	174 ^{de} (10/6)	240 ^{fgh} (14/64)	4581 ^{pq} (280)	1/64 ^k	شاه پسند		
281 ^g (6/67)	313 ^c (7/4)	433 ^e (10/28)	4865 ^{hij} (116)	4/21 ^{fg}	طارم محلی	عدم کاربرد (شاهد)	
196 ^{mn} (5/82)	137 ^e (4/1)	197 ⁱ (5/85)	4761 ^m (141)	3/37 ^h	CT13382-8-3-N		15 روز
681 ^d (15/80)	657 ^b (15/2)	816 ^a (15/2)	5008 ^{fg} (116)	4/31 ^{ef}	سنگ جو		یکبار
242 ^{ij} (9/88)	182 ^{de} (7/4)	247 ^f (18/94)	4587 ^{op} (187)	2/45 ^j	شاه پسند		آبیاری
291 ^g (5/87)	318 ^c (6/4)	460 ^{de} (9/27)	4885 ^h (98)	4/96 ^d	طارم محلی	کاربرد	
211 ^{lm} (4/71)	156 ^{de} (3/5)	206 ^{hi} (4/6)	4875 ^{hi} (109)	4/49 ^e	CT13382-8-3-N	زئولیت	
703 ^{bc} (16/01)	678 ^b (15/4)	406 ^b (13/77)	5021 ^f (114)	4/39 ^{ef}	سنگ جو		
242 ^{hij} (22/86)	176 ^{de} (16/6)	241 ^{fg} (22/77)	4617 ^{no} (436)	1/06 ^l	شاه پسند		
288 ^g (7/09)	317 ^c (7/8)	437 ^e (10/76)	4840 ^{jk} (119)	4/06 ^g	طارم محلی	عدم کاربرد (شاهد)	
204 ^{mn} (6/97)	140 ^e (4/8)	201 ⁱ (6/86)	4785 ^{lm} (163)	2/93 ⁱ	CT13382-8-3-N		30 روز
688 ^{cd} (15/29)	752 ^a (16/7)	806 ^a (17/92)	5053 ^e (112)	4/49 ^e	سنگ جو		یکبار
251 ^{hi} (16/85)	184 ^{de} (12/3)	248 ^f (16/64)	4627 ⁿ (311)	1/49 ^k	شاه پسند		آبیاری
292 ^g (5/99)	320 ^c (6/6)	450 ^e (9/22)	4851 ^{ij} (99)	4/88 ^d	طارم محلی	کاربرد	
222 ^{kl} (5/49)	158 ^{de} (3/9)	216 ^{fghi} (5/34)	4796 ^l (118)	4/05 ^g	CT13382-8-3-N	زئولیت	
712 ^b (14/30)	677 ^b (13/6)	630 ^b (12/65)	5071 ^e (102)	4/97 ^d	سنگ جو		

وجود حروف متفاوت نشان دهنده اختلاف معنی دار توسط آزمون LSD در سطح 5 درصد می باشد.

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده سهم اندام هوایی در تأمین ماده خشک شلتوک می باشد (محاسبات بر اساس کیلوگرم در هکتار عملکرد شلتوک برآورد شد)

نتیجه گیری

تنش هر 20 روز آبیاری نسبت به سطح بدون تنش (غرقاب) باعث کاهش 34/08 درصدی و مصرف 10 تن در هکتار زئولیت نسبت به عدم کاربرد باعث افزایش 12/35 درصدی عملکرد دانه گردید. ترکیب غرقاب در کاربرد 10 تن در هکتار زئولیت در رقم CT13382-8-3-N با میانگین 5/9 تن در هکتار بیشترین و ترکیب 20 روز یکبار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت در رقم شاهپسند با میانگین 1/06 تن در هکتار کمترین عملکرد دانه داشت.

بیشترین میزان انتقال مجدد ماده خشک از اندام هوایی هنگامی به دست آمد که رقم سنگ جو تحت سطح هر 15 روز یکبار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت قرار گرفت (816 کیلوگرم در هکتار) با افزایش مصرف زئولیت از سهم انتقال مجدد در عملکرد دانه کاسته شد. سایر برگها در مقایسه با سایر اندامها (برگ پرچم و ساقه) نقش اصلی را در انتقال مجدد ماده خشک به دانهها ایفا کرده و میزان آن بسته به ژنوتیپ و شرایط محیطی از 14/63-3/45 درصد متغیر بوده و بیشترین و کمترین مقدار انتقال مجدد سایر برگها (تمام برگها به استثنای برگ پرچم) به ترتیب در ترکیب غرقاب در عدم کاربرد زئولیت در رقم سنگ جو با میانگینهای (822 کیلوگرم در هکتار) و غرقاب در عدم کاربرد زئولیت در رقم CT13382-8-3-N با میانگین (191 کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. نقش ساقهها در انتقال مجدد ماده خشک به دانه از سایر اندامهای هوایی کمتر بوده بین 2/5-16/7 درصد به ترتیب مربوط به ترکیب (غرقاب در عدم کاربرد زئولیت در CT13382-8-3-N) و ترکیب 20 روز یکبار آبیاری در عدم کاربرد زئولیت در رقم سنگ جو) بود. در مجموع به نظر می رسد که انتقال مجدد ماده خشک از اندامهای هوایی ژنوتیپهای برنج نقش مهمی در پر کردن دانه دارد.

منابع

- 1- اصفهانی، م.، صدرزاده، اس ام، کاوسی، م.، و دباغ محمدی نسب، ا. (1385). بررسی تأثیر سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاسیم بر رشد، عملکرد دانه، اجزای عملکرد برنج (*Oryza sativa L*). پژوهشهای زراعی ایران، 7 (3): 240-226.
- 2- بخشی گنجه، ا و رحیمی، م.م (1395). ارزیابی میزان مصرف زئولیت و سالیسیلیک در ارتفاع و قطر غار گلرنگ در تنش خشکی، دومین کنفرانس بین المللی ایده های جدید در کشاورزی محیطی و گردشگری، 12 صفحه.
- 3- پیردشتی، ا.ه.، طهماسبی سروستانی ز و نصیر، م. (1382). مطالعه انتقال مجدد ماده خشک و نیتروژن در ارقام برنج (*Oryza sativa L*) در تاریخهای مختلف نشاکاری. نشریه علوم زراعی ایران. 1382؛ 5 (1): 46-55.
- 4- سیادت، س.ع، فتحی، صادق زاده حمایتی، س، و بیرانوند، م. (1383). مطالعه تأثیر تاریخ کاشت روی عملکرد و اجزای عملکرد شلتوک سه رقم برنج. مجله علوم کشاورزی ایران، دوره 35 (1): 234-237.
- 5- شکری، س.، ا.، سیادت، ق.ا. فتحی و ع. ابدالی مشهدی، ع، گیلانی و ب، معادی (1389). ارزیابی تأثیر کود نیتروژن بر عملکرد شلتوک، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه ژنوتیپ برنج. مجله تولید گیاهان زراعی 3 (4): 73-87.

- 6- گیاهی اسکویی، م.، فرح بخش، ح.، صبوری، ح. و محمدی نژاد، ق (1392). ارزیابی ژنو تیپ‌های برنج در شرایط خشکی و عدم تنش خشکی بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت. نشریه تولید گیاهان زراعی. 6 (4): 55-75.
- 7- کاظمی پشت‌مساری، ح.، ه. پیردشتی، م. بهمنیار و م. نصیری. (1386). مطالعه تأثیر مقادیر و تقسیط کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف برنج. پژوهش و سازندگی. جلد 75: 68-77.
- 8- کوچکی، ا و سرمدنیا، ج (1380). فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). مطبوعات جهاد دانشگاهی مشهد. مشهد 426 ص.
- 9- مصطفوی راد، م. و طهماسبی سروستانی، ذ. (1382). ارزیابی اثرات کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و انتقال مجدد ماده خشک در سه ژنوتیپ برنج. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، سال 10 (2): 11 ص.
- 10- مهدوی، اف.، م. اسماعیلی، ا. فلاح و ا. چ. پیردشتی (1384). بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی، شاخص‌های فیزیولوژیکی، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح‌شده برنج (*Oryza sativa L.*). مجله علوم کشاورزی ایران. جلد 7. شماره 4. ص 280-294.
- 11- موسوی، س.ا، خالدیان، م.ر، اشرف‌زاده، ا و شاهین‌رخسار، پ. (1394). تأثیر آبیاری محدود در مراحل حساس رشد برافزایش عملکرد و بهره‌وری آب سه ژنوتیپ سویا در منطقه رشت. پژوهش آب در کشاورزی، 24 (4): 433-446.
- 12- نادری، ا. و مشرف، ج (1379). اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و خصوصیات زراعی وابسته به آن در ژنوتیپ‌های گندم. مجموعه مقالات ششمین همایش ایرانی در زراعت و اصلاح نباتات، بابلسر، ایران، ص: 555.
- 13-Abdola, A. A., and M. J. Zarea. (2015).** Effect of Mycorrhiza and Root Endophytic Fungi under Flooded and Semi-Flooded Conditions on Grain Yield and Yield Components of Rice. *Crop Production*. 8(1): 223-230
- 14-Abrisham, A.A., Jafari, M. And Tawili, A. (2015).** Effect of drought stress and application of zeolite on some soil characteristics and vegetative characteristics of *Halothamnus glaucus* species in dry areas. *Journal of Rangeland Research*, Volume 9, Number 2, Pages 128-120.
- 15-Alipour, A. And Zahedi, H. (2012).** Investigation of the application of zeolite and nitrosene on yield and yield components of Hashemi rice. *Journal of Agricultural Research*. Volume 4, Number 3. 11 pages.
- 16-Banj Shafiei, S., E. Rahbar & F. Khaksarian, (2010).** The effect of polymer composition with desert sand on *Panicum Antidotale* growth. *Research institute of forests and rangelands, Tehran, Iran*. 305-316.)
- 17-Cabulsay, G.S., Ito, O., and Alejar, A.A. (2002).** Physiological evaluation of response of rice (*Oryza sativa L.*) to water deficit. *Plant Sci*. 163: 815-827.
- 18-Durand, M., B, Porcheron., N. Hennion., L. Maurousset., R. Lemoine., and N. pourtau. (2016).** Water Deficit Enhances C Export to the Roots in *Arabidopsis thaliana* Plants with Contribution of Sucrose Transporters in Both Shoot and Roots. *Plant Physiology*. 170(1): 1460-1479.
- 19-Eradatmand, D and. N, Jamasbi (2013).** Investigation of the effect of shading on re-transfer of dry matter, yield and yield components of different rice cultivars. *Plant and Ecology*, 93-105.

- 20-FallahShamsi, S., Pirdashti, H., Ebadi, A.A., Isfahani, M. And Rainy, M. (2017).** Effect of drought stress on reproductive stage on seed germination characteristics of native and improved rice genotypes. Iranian Seed Research. Year 4, No. 1, pp. 86-75.
- 21-Ghilani, A. (1998).** Investigation of the effects of density and age of seedlings on growth indices, yield and performance components of three rice cultivars in Khuzestan conditions. Master's Thesis in Agriculture. Shahid Chamran University. Faculty of Ramin Educational and Research Complex. 239 pages
- 22-Honarnezhad, R. (2002).** Investigation of the correlation between some quantitative traits of rice (*Oryza sativa* L.) with grain yield through causal analysis. Iranian Journal of Agricultural Sciences. Volume IV. number 1. Pages 35-25.
- 23-Jayawardena, S.N., and S.W. Abeysekera. (2002).** Effect of plant spacing on the yield of hybrid rice. Annals of the Sri Lanka Department of Agriculture. 4: 15-20.
- 24-Kage, H., M. Kochler and H. Stutzel. (2014).** Root growth and dry matter partitioning of cauliflower under drought stress conditions: measurement and simulation. European Journal of Agronomy. 20: 379-394.
- 25-Karim Koshteh, R., Sabouri, H. (2016).** Rice drought-tolerant genotypes recognition using multivariate analysis. Agroecology Journal, 11(4), 24-13. Doi: 10.22034/aej.2016.521621
- 26-Khazanedari, L., Koohi, M., Zabol Abbasi, F., Kandahari, Sh. And Melbussey, Sh. (2010).** Investigation of drought trend in Iran over the next 30 years (2010-2039). Fourth Conference on Climate Change. 10 pages.
- 27-Kumar, R., Sarawagi, A.K., Ramos, C., Amarante, S.T., Ismail, A.M., and Wade, L.J. (2006).** Portioning of dry matter during drought stress in rain fed lowland rice. Field Crops Res. 9: 1-11.
- 28-Lafitte HR, Yongsheng G, Yan S, Li ZK (2007)** Whole plant responses, key processes, and adaptation to drought stress: the case of rice. Journal of Experimental Botany 58: 169-175.
- 29-Lee, N. (2003).** Control of tillering in rice. <http://www.nature.com/cgi-taf/dynapage>.
- 30-Limouchi, K., S. A. Siadat., and A. Gilani. (2014).** Effect of planting date on vegetatives growth and yield of three rice cultivares in north regions of Khuzestan. Agronomic Research in Semi Desert Regions. 11 (1): 51-63.
- 31-Mohammad, I. and M. Ranjan. (2001).** Response of rice to the graded levels of NPK fertilizers. Crop Research Hisar. 21:120-122.
- 32-Mohd-Zain, N.A., and M. Razi-Ismail. (2016).** Effects of potassium rates and types on growth, leaf gas exchange andbiochemical changes in rice (*Oryza sativa*) planted under cyclic water stress. Agricultural Water Management. 164 (1): 83-90
- 33-Mumpton FA. 1996.** Mineralogy and geology of natural Zeolite. Department of the Earth Science. University of New York, U S A.
- 34-Ndjiondjop MN, Cisse F, Futakuchi K, Lorieux M, Manneh B, Bocco R and Fatondji B (2010)** Effect of drought on rice (*Oryza* spp.) genotypes according to their drought tolerance level. Innovation and Partnerships to Realize Africa's Rice Potential, Second Africa Rice Congress, Bamako, Mali, 22-26 March 2010.

- 35-Ntanos, D.A., and Koutrobas, S.D. (2002).** Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crops Res.* 74: 93-101.
- 36-Pandey, A., A, Kumar. D. S. Pandey., and P. D. Thongbam. (2014).** Rice quality under water stress. *Indian Journal of Advances in Plant Research.* 1 (2): 23-26
- 37-Peng, S.,and D. Senadhira. (2003).** Genetic enhancement of rice yields. *Crop Sci.* 45: 1238-1246.
- 38-Pierre Saint, C., C. J. Peterson., A. S. Ross., J. B. Ohm., M. C. Verhoeven., M. Larson., and B. Hofer. (2008).** Winter wheat genotypes under different levels of nitrogen and water stress: Changes in grain protein composition. *Journal of Cereal Sciences.* 47 (3):407-416.
- 39-Samonte-SO., P.B., Wilson, L.T., Mcclung, A.M., and Tarpley, L. (2001).** Seasonal dynamics of nonstructural carbohydrate partitioning is in divers rice genotypes. *Crop Sciences,* 41: 902-909.
- 40-Sarvestani, Z.T., and Pirdashti, H. (2001).** Dry matter and nitrogen remobilization of rice genotypes under different transplanting date's. *Proceeding of the 10th Australian Agronomy Conference.*
- 41-Sedaghat, N., Pirdashti, H., Asadi, R. and Mousavi-Taghani, Y. (2015).** Effect of Different Irrigation Methods on Rice Water Productivity, *Journal of Water Research in Agriculture,* 28 (1): 1-9.
- 42-Shanmugasundaram, B. (2015).** Adoption of system of rice intensification under farmer participatory action research programme (FPARP). *Indian Res. J. Ext. Edu.* 15(1): 114- 117
- 43-Silva MA, Jifon JL, Da Silva JAG, Sharma V (2007)** Use of physiological parameters as fast tools to screen for drought tolerance in sugarcane. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 19: 193-201.
- 44-Slafer, G.A. (1997).** *Physiological Basics of Plant Breeding.* Translation: Rahmian, H. And the first builder, m. First Edition. Agricultural Educational Publishing Publications, 344 pages.
- 45-Stoskopf, N., (1996).** *Understanding the basics of crop production (ecophysiological approach).* A small translation, A. and Khalqani, vol. Ferdowsi University of Mashhad Publications. 536 pages.
- 46-Surek, H. and N. Beser. (2005).** The effect of water stress on grain and total biological yield and harvest index in rice (*Oryzae sativa* L.) *Cahiers options mediterraneennes,* 40: 61-68
- 47-Tabatabaii, S. and H. Khaledi, (2001).** The effect of Zeolite on the environmental issues. *Journal of social and cultural of water and environment,* (47), 24-30.
- 48-Tahir, I.S.A. and Nakata, N. 2005.** Remobilization of nitrogen and carbohydrate from stems of breadwheat in response to heat stress during grain filling. *Journal of Agronomy and Crop Science,* 42: 106-115.
- 49-Tan, W., J. Liu, T. Dai, Q. Jing, W. Cao and D. Jiang. (2008).** Alterations in photosynthesis and antioxidant enzyme activity in winter wheat subjected to post-anthesis water-logging. *Photosynthetica,* 46: 21-27.

- 50-Thiyagaragan K, manomani S, Pushpam, R, Malarvizhi D, Shankar P (2005)** Heterotic performance of private and public bred rice hybrids. *Madras Agriculture Journal* 927(7-9): 532-535.
- 52-Uphoff, N., A. Kassam., and A. Thakur. (2013).** Challenges of increasing water saving and water productivity in the rice sector: introduction to the system of rice intensification (SRI) and this issue. *Taiwan J. Water Conserv.* 61: 1-13.
- 51-Yang, F., H.C. Cheng, W.X. Li, S.X. Wen, G.X. Jun, F. Yang, C.C. Hu, X.L. Wang, X.W. Shao, and X.J. Geng. (2002).** Effects of plant density on growth and yield of rice Jinngda 7. *J. Jilling. Agri. Uni.* 22(4): 18-22.
- 52-Yang, J., Zhang, J., Wang, Z., Liu, L., and Zhu, Q. (2003).** Post a thesis water deficits enhance grain filling in two-line hybrid rice. *Crop Sci.* 43: 2099-2108.

Assessing the effect of zeolite levels on grain yield, yield components and re-transfer of dry matter of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars in Miyaneh region

Davar Gharadaghi¹, Ali Faramarzi^{1*}, Jalil Ajali¹, Mehrdad Abdi¹ and Naser Nazari¹

1-Department of Agronomy and Plant Breeding, Miyaneh Branch, Islamic Azad University, Miyaneh, Iran

*Corresponding Author; Email: aliifaramarzi52@gmail.com

(Received: 10 December 2020; Accepted: 27 January 2020)

Abstract

A test was conducted in Achachi village by a split-plot factorial design in form of a completely randomized design model with three replications in 2017-2018. The treatments include three stress levels (a1: without stress (flooding), a2: irrigation interval per 10 days (from the beginning of clawing step), a3: irrigation interval of 20 days (since the clawing step), zeolite in two levels (b1: non-use (control), b2: 10 ton/ha), and cultivars in 4 levels (c1: Shahpasand, c2: local Tarom, c3: CT13382-8-3-M, c4: Sangjoo). The maximum yield was in a combination of flooding and zeolite use in cultivar of CT13382-8-3-M with an average of 5.9 ton/ha, and the minimum yield was in a combination of once every 20 days' irrigation and non-use of zeolite in a cultivar of Shahpasand with the average of 1.06 ton/ha. The maximum transfer of the dry matter from the aerial parts was obtained when Sangjoo cultivar was irrigated once every 10 days in non-use of zeolite (816 kg/ha), and the share of grain re-transfer was reduced by increasing zeolite use. The other leaves have the main role of the dry matter re-transfer to the grain than the other parts (stem and flag leaf). In addition, its amount depends on the genotype and the environmental conditions and varied from -3.45 to 14.63%. The role of stems to transfer the dry matter to the grain was lower than the other aerial parts and in range of 2.5-16.7%. Totally, it seems that the re-transfer of the dry matter from the aerial parts of rice genotypes has an important role in filling the grains.

Keywords: Stress, Zeolite, Yield, Yield components, Re-transfer of dry matter