نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۴۹۳-۴۷۷

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 3, Fall. 2017, p. 477-493

اثر تاریخ، آرایش کاشت و سطوح نیتروژن بر ماده مؤثره برگ و گل، عملکرد و اجزای عملکرد دانه راش‌گندم (*Fagopyroum esculentum* Moench)

محمدرضا سبحانی[1*]- امین فرنیا[2]- داریوش مظاهری[3]- مجید مجیدیان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ کاشت، آرایش کاشت و نیتروژن بر ماده مؤثره (روتین) برگ و گل، عملکرد و اجزای عملکرد دانه راش‌گندم، آزمایشی به‌صورت اسپلیت‌پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در سال زراعی ۹۰-۱۳۸۹ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی اراک انجام شد. تیمار آرایش کاشت به‌عنوان عامل اصلی در دو سطح ۵۰ سانتی‌متر عرض پشته با دو ردیف کاشت به فاصله ۲۰ سانتی‌متر (P_1) و ۶۰ سانتی‌متر عرض پشته با سه ردیف کاشت به فاصله ۱۵ سانتی‌متر (P_2)، تیمار تاریخ کاشت در چهار سطح شامل: ۳۰خرداد (D_1)، ۱۴تیر (D_2)، ۲۹تیر (D_3) و ۱۳مرداد (D_4) و نیتروژن در چهار سطح صفر (N_1)، ۵۰کیلوگرم (N_2)، ۱۰۰کیلوگرم (N_3) و ۱۵۰کیلوگرم (N_4) به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که اثرات متقابل آرایش کاشت×تاریخ کاشت×نیتروژن بر صفت‌های عملکرد دانه و وزن هزاردانه در سطح احتمال پنج‌درصد و بر صفات تعداد کل دانه در گیاه، درصد روتین برگ و گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار و بر صفت تعداد خوشه در گیاه معنی‌دار نبودند. به‌طوری‌که بیش‌ترین عملکرد دانه با ۲۸۵۷ کیلوگرم در هکتار، تعداد خوشه در گیاه با ۳۳/۲۰ عدد، تعداد کل دانه در گیاه با ۴۳۴/۱ عدد مربوط به تیمار ($P_2D_3N_3$) بود. بیش‌ترین وزن هزاردانه با ۲۹/۲۸ گرم مربوط به تیمار ($P_2D_3N_4$) بود و بیش‌ترین درصد روتین برگ با ۱/۰۱ درصد، مربوط به تیمار ($P_2D_4N_4$) بود. هم‌چنین بیش‌ترین درصد روتین گل با ۱/۳۶ درصد، مربوط به تیمار ($P_1D_3N_3$) بود.

واژه‌های کلیدی: درصد روتین برگ، درصد روتین گل، دو ردیف کاشت، وزن هزار دانه

مقدمه

راش‌گندم[5]، گیاهی یک‌ساله پهن‌برگ متعلق به خانواده علف هفت‌بند[6]، می‌باشد که به غله کاذب معروف است. از دانه‌های آن به‌عنوان یک محصول غذایی و دارویی استفاده می‌شود که این خاصیت با محتوای روتین[7] آن در ارتباط است. این گیاه بومی کشور چین است، اما اغلب این گیاه را فاگوپیروم ژاپنی می‌نامند و در آسیا در کشورهای چین، ژاپن، روسیه و چند کشور دیگر کشت می‌شود (Bluett, 2001). آرد حاصل از دانه این گیاه اثر شفابخش مشخص در کنترل و بهبود دیابت داشته و نیز سبب مداوای تصلب بافت‌های رگ‌های مغز، بیماری‌های مربوط به رگ‌های قلب و بیماری فشار خون می‌شود (Quettier *et al*., 2000; Bluett, 2001; Tuo *et al*., 2002). ارزش تغذیه‌ای دانه این گیاه نسبت به دانه غلات حقیقی بیش‌تر بوده و به‌عنوان یک منبع عالی از پروتئین با کیفیت و یک منبع غنی از اسیدآمینه ضروری لیزین (میزان این اسیدآمینه در غلات بسیار پایین است) محسوب می‌شود (Ikeda *et al*., 1999; Brunori

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی بروجرد و مربی دانشگاه آزاد اسلامی اراک
۲- استادیار، گروه زراعت، واحد بروجرد، دانشگاه آزاد اسلامی، بروجرد
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران
۴- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی گیلان
(*- نویسنده مسئول: Email: sobhani.mohammadreza47@yahoo.com)
DOI: 10.22067/gsc.v15i3.25177

5- Buckwheat
6- Polygonaceae
7- Rutin

(*et al*., 2005). همچنین با دارا بودن درصد نشاسته بالا، مواد معدنی و ویتامین‌ها به جهت مصارف مختلف از جمله آرد کیک، بلغور، سوپ و غیره استفاده می‌شود (Schneider *et al*., 1996). سطح زیر کشت راش‌گندم بالغ بر سه میلیون هکتار ذکر گردیده که بیش‌تر بوده و به‌عنوان یک منبع عالی از پروتئین با کیفیت و یک منبع غنی از اسیدآمینه ضروری لیزین (میزان این اسیدآمینه در غلات بسیار پایین است) محسوب می‌شود (Ikeda *et al*., 1999; Brunori *et al*., 2005). همچنین با دارا بودن درصد نشاسته بالا، مواد معدنی و ویتامین‌ها به جهت مصارف مختلف از جمله آرد کیک، بلغور، سوپ و غیره استفاده می‌شود (Schneider *et al*., 1996).

سطح زیر کشت راش گندم بالغ بر سه میلیون هکتار ذکر گردیده که بیش‌ترین سطح زیر کشت آن به اتحاد جماهیر شوروی (۵۴ درصد) و بعد از آن به چین (۳۸ درصد) نسبت داده شده است (Bjorkman, 2002). با توجه به افزایش جمعیت جهان و شرایط زندگی جوامع بشری، نیاز به مواد غذایی بیش‌تر و کیفیت بهتر ضروری است و از طرفی با شرایط اقلیمی کشور و از آنجاکه این گیاه توقعات تغذیه‌ای پایینی دارد و در خاک‌های غیرحاصلخیز نیز رشد نسبی مناسبی دارد، (و عدم کشت آن در کشور) توسعه کشت آن با داشتن خصوصیات مطلوب غذایی دارویی گزینه مناسبی برای استفاده می‌باشد (Joshi and Rana, 1995; Bjorkman, 2002; Aufhammer, 1999). عملکرد گیاهان، حاصل رقابت‌های درون و برون‌گونه‌ای برای کسب امکانات بالقوه محیطی بوده و حداکثر عملکرد در واحد سطح هنگامی حاصل می‌گردد که این رقابت‌ها به حداقل برسد. یکی از راه‌های به حداقل رساندن این رقابت‌ها تنظیم توزیع گیاهان در واحد سطح است، چرا که فاصله بین ردیف‌های کاشت و همچنین فاصله گیاهان در روی ردیف‌های کاشت تعیین‌کننده فضای رشد قابل‌استفاده هر بوته می‌باشد (Hu, 2003; Inoue, 2004). در بررسی تراکم‌های ۱۲۵، ۲۵۰، ۳۷۵ و ۵۰۰ بوته در واحد سطح (مترمربع) و فاصله ردیف کاشت (۱۲، ۲۴، ۳۶ و ۴۸سانتی‌متر) راش‌گندم، بهترین عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط ۱۲۵بوته در ردیف‌های۳۶سانتی‌متر گزارش شد (Lee *et al*., 2001b).

هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان مناسب کاشت رقم یا گروهی از ارقام مشابه یک گیاه است. به نحوی‌که مجموعه عوامل محیطی موجود در آن زمان برای سبز شدن، استقرار و بقای گیاه مناسب باشد (Hore *et al*., 2002). تاریخ کاشت مناسب از عوامل مهم و مؤثر در به‌دست آوردن عملکرد مطلوب گیاهان زراعی می‌باشد. طی گزارشی بهترین تاریخ کاشت راش‌گندم در بین تاریخ‌های مختلف کاشت (اواخر آوریل، اوایل و اواخر می، اوایل و اواخر ژوئن)، اواخر می با عملکرد ۲۰۵۹کیلوگرم در هکتار گزارش شد (Lee *et al*., 2002). بهترین تاریخ کاشت راش‌گندم در اروپای غربی از اواسط ماه می تا جولای ذکر شده است (Bernath, 2000). همچنین در آزمایشی در تاریخ کاشت اواسط ماه می در ردیف‌های ۱۲/۵سانتی‌متری با تراکم ۲۰۰ بوته در هکتار بیش‌ترین عملکرد دانه در راش‌گندم گزارش شد (Kalinova and Nadezda, 2009). یکی از این عناصر غذایی که از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است نیتروژن می‌باشد (Feng, 2003). در آزمایشی که بر روی راش‌گندم در دو تاریخ کاشت (۲۰ و ۲۵ژوئن) و سطوح مختلف نیتروژن (صفر–۲۰–۴۰–۶۰)کیلوگرم در هکتار انجام شد، بیش‌ترین تعداد شاخه در گیاه، وزن هزاردانه و عملکرد در تاریخ کاشت ۲۵ژوئن و استفاده از ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن گزارش شد (Wagenbreth *et al*., 1996). طی آزمایشی به‌منظور تأثیر تاریخ‌های کاشت بر درصد روتین راش‌گندم درصد روتین در تاریخ‌های کاشت بعد از تابستان نصف تاریخ‌های کشت تابستان گزارش شده است (Mao *et al*., 2003). طبق آزمایشات انجام شده در کشور آلمان بیش‌ترین میزان روتین در راش‌گندم ۴۵روز پس از کشت به‌دست آمد. هم‌چنین کود نیتروژن زیاد باعث کاهش روتین و افزایش زیست‌توده گردید (Hagels *et al*., 1995). بررسی خصوصیات راش‌گندم در هفت تاریخ کاشت در شهرستان کرج، بهترین تاریخ کاشت برای بیش‌ترین تعداد شاخه در گیاه، ماده خشک و درصد روتین پنج تیر ماه گزارش شده است (Omidbaigi and Mastro, 2004).

هدف از اجرای این آزمایش مطالعه اثر تاریخ کاشت، آرایش کاشت و نیتروژن بر عملکرد دانه و روتین گیاه راش‌گندم برای اولین‌بار در شرایط آب‌وهوایی اراک بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۰–۱۳۸۹ در مزرعه پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی استان مرکزی واقع در ۲کیلومتری شمال شهر اراک با مختصات جغرافیایی ۳۴ درجه و پنج دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول‌جغرافیایی و ارتفاع ۱۷۵۷متر از سطح دریا در قطعه زمینی با بافت خاک لومی‌رسی، اسیدیته ۷/۶، میزان هدایت‌الکتریکی عصاره اشباع آب خاک ۱/۲۸ دسی‌زیمنس بر متر و درصد نیتروژن خاک ۰/۰۶ اجرا شد. میزان بارندگی در طول دوره آزمایش مذکور بر مبنای آمار هواشناسی صفر و میانگین دمای سالیانه بر اساس آمار این ایستگاه برابر با ۲۴/۶ درجه سلسیوس بود.

این آزمایش به‌صورت طرح اسپلیت‌پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌اجرا درآمد، تیمارها شامل آرایش کاشت (P) به‌عنوان عامل اصلی در دو سطح ۵۰ سانتی‌متر عرض پشته با دو ردیف کاشت روی آن به فاصله ۲۰سانتی‌متر (P_1) و۶۰ سانتی‌متر عرض پشته با سه ردیف کاشت روی آن به فاصله

۱۵سانتی‌متر (P_2) و تیمارهای تاریخ کاشت (D) در چهار سطح شامل ۳۰خرداد (D_1)، ۱۴تیر (D_2)، ۲۹تیر (D_3) و ۱۳مرداد (D_4) و نیتروژن (N) در چهار سطح شامل صفر (N_1)، ۵۰کیلوگرم (N_2)، ۱۰۰کیلوگرم (N_3) و۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار (N_4) به‌عنوان عوامل فرعی بودند. فاصله روی خطوط کاشت با توجه به تراکم ثابت (۱۰۰بوته در مترمربع) برای تیمار P_1، چهار سانتی‌متر و P_2، پنج سانتی‌متر در نظر گرفته شد. ابعاد هر کرت آزمایشی در آرایش کاشت (P_1) ۲×۱/۶متر و برای آرایش کاشت (P_2) ۲/۴×۱/۶متر و متشکل از چهار ردیف کاشت تعیین شد. رقم مورد استفاده، راش‌گندم معمولی (common) تهیه شده از کشور روسیه بود. عملیات کشت در تاریخ‌های ذکر شده به‌صورت دستی انجام گرفت. توزیع کود نیتروژن (از منبع اوره) در دو مرحله، مرحله اول چهاربرگی گیاه و مرحله دوم هشت‌برگی گیاه در مزرعه انجام شد (Zepp *et al.*, 1996). برای محاسبه میزان عملکرد نهایی دانه مجموع دانه‌های موجود در سطح یک مترمربع (بر مبنای ۱۲درصد رطوبت) در زمان رسیدن ۷۵ درصد دانه‌ها در هر کرت به‌عنوان معیار عملکرد دانه در هکتار محاسبه گردید. به‌منظور تعیین (تعداد خوشه در کل گیاه و تعداد کل دانه در گیاه) تعداد ۱۰بوته به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد خوشه‌ها و دانه‌های موجود شمارش و میانگین آن‌ها مورد استفاده قرار گرفت و برای تعیین وزن هزاردانه ۱۰نمونه صدتایی از توده دانه مربوط به هر تیمار توزین و میانگین آن‌ها در عدد ۱۰ ضرب شد، استخراج و اندازه‌گیری روتین با دستگاه اچ‌پی‌ال‌سی انجام گرفت (Kreft *et al.*, 1999; Kreft *et al.*, 2002). پس از اتمام کار تزریق و گرفتن نمودارها و اعداد به‌دست آمده از دستگاه، درصد دقیق روتین در نمونه‌های گیاهی توسط معادله زیر محاسبه شد (Omidbaigi and Mastro, 2004):

$$rutin = \frac{a \times V}{v \times m} \times 100 \qquad (۱)$$

که در این معادله، a: مقدار روتین گزارش شده توسط دستگاه برحسب میلی‌گرم، V: حجم نهایی حاصل از عصاره‌گیری برحسب میلی‌لیتر، v:حجم تزریق از نمونه‌ی مورد نظر برحسب میلی‌لیتر، m: وزن خشک معرفی جهت عصاره‌گیری به میلی‌گرم می‌باشد. کلیه محاسبات آماری و تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS و برای ترسیم منحنی از نرم‌افزار Excel استفاده گردید و میانگین‌های حاصل در آزمایش با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج‌درصد مقایسه صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

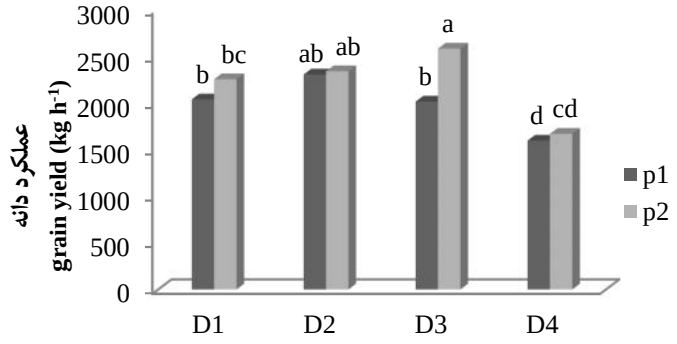
عملکرد دانه

بررسی و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار نگرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، اثر متقابل سال با آرایش کاشت، سال با تاریخ کاشت، سال با کود نیتروژن و سال با تکرار معنی‌دار نبودند. در بین اثرات ساده، تیمارهای تاریخ کاشت و آرایش کاشت معنی‌دار بودند و سطوح کود نیتروژن معنی‌دار نبود. در بین اثرات متقابل، تیمارهای تاریخ کاشت با کود نیتروژن، آرایش کاشت با کود نیتروژن و تاریخ کاشت با آرایش کاشت معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد تاریخ کاشت سوم با میانگین عملکرد ۲۳۸۱کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین عملکرد را به‌همراه داشت و بیش‌ترین عملکرد در استفاده از ۵۰کیلوگرم نیتروژن به‌میزان ۲۲۵۹کیلوگرم در هکتار و بیش‌ترین عملکرد در تیمار برهم‌کنش آرایش کاشت× تاریخ کاشت مربوط به تیمار P_1D_3 به‌میزان ۲۶۴۹کیلوگرم در هکتار، در برهم‌کنش آرایش کاشت× نیتروژن با ۲۴۲۹کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمارP_2N_3 در برهم‌کنش تاریخ کاشت× نیتروژن مربوط به تیمار D_3N_3 با ۲۴۲۶/۶۸کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). برهم‌کنش سه‌گانه تیمارها نیز اختلافی در سطح پنج‌درصد را نشان داد، به‌طوری‌که در جدول ۳ مشاهده می‌شود بیش‌ترین عملکرد دانه با ۲۸۵۷کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار $P_2D_3N_3$ بود. مهمترین صفت مورد بررسی در هر آزمایش که تقریباً تمام نتیجه‌گیری‌ها را به‌خود اختصاص خواهد داد، عملکرد دانه می‌باشد. زیرا اجزای عملکرد در نهایت منتهی به این فاکتور خواهد شد. عملکرد نهایی راش‌گندم مانند سایر گیاهان تابع عوامل متعدد محیطی و ژنتیکی گیاه است (Hore *et al.*, 2002).

عملکرد گیاهان در شرایط دمای بالا (تابستان) بستگی به همه عوامل به‌خصوص تعیین تاریخ کاشت مناسب به جهت تعیین منبع مواد آسیمیلاتی دانه و تأثیر آن بر کاهش دوره پُرشدن دانه، نه سرعت پُرشدن آن و بسیار با اهمیت است (Srinivasan *et al.*, 2005). عملکرد دانه بیش‌تر در تاریخ کاشت سوم را می‌توان به رشد رویشی بهتر، توسعه تاج پوشش و در نتیجه استفاده مناسب‌تر از تشعشع خورشیدی و فتوسنتز بالا درمراحل رویشی و تبع آن ذخیره بیش‌تر برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در دوره پُرشدن دانه نسبت داد. در تاریخ‌های کاشت اول و دوم احتمالاً ایجاد تنش دمایی به‌دلیل افزایش درجه حرارت و تبخیر از سطح خاک، برخورد زمان گل‌دهی با درجه حرارت‌های بالا، ریزش گل‌ها و سقط جنین (شرایط نامساعد محیطی در مرحله زایشی) دلایل اصلی کاهش عملکرد بوده است. در تاریخ کاشت چهارم شاهد کاهش شدیدی در تمامی صفات (به‌جز وزن هزاردانه و درصد روتین برگ) نسبت به تاریخ کاشت سوم بودیم. این روند نزولی به‌حدی بود که افزایش وزن هزاردانه نتوانست آن را جبران کند که نتیجه آن کاهش عملکرد دانه بود. نتایج از این لحاظ با یافته‌های Egli and Bruening (2000) مطابقت داشت.

Hore *et al*, (2002) بهترین تاریخ کاشت را در هند در ماه August اعلام نمودند. طی گزارشی بهترین تاریخ کاشت را آخر ماه می با عملکرد ۲۰۵۹کیلوگرم در هکتار اعلام کرده‌اند (Lazányi

and László, 2009). محققین چینی در آزمایشی میزان عملکرد راش‌گندم را ۲۵۰۰کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند (Mao *et al*., 2003; Lazányi and László, 2009). در بررسی عملکرد پنج رقم راش‌گندم در ایتالیا بیش‌ترین عملکرد را مربوطه به رقم La Harpe به‌میزان ۲۳۷۹کیلوگرم گزارش شد (Brunori *et al*., 2005). برخی از محققین کم‌ترین میزان عملکرد به‌میزان ۸۲۱کیلوگرم و بیش‌ترین میزان عملکرد راش‌گندم را ۱۸۹۰کیلوگرم گزارش کردند (Chang *et al*., 2003)، هم‌چنین بیش‌ترین عملکرد دانه راش‌گندم را در منطقه موردمطالعه ۲۰۰۰کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند (Marquard and Kroth, 2001). در تیمار آرایش کاشت با توجه به‌این‌که تراکم ثابت بود، توزیع بوته‌ها در تیمار P_2 نسبت به P_1 توانسته رقابت درون‌گونه‌ای (رقابت روی و بین ردیف) را کمتر نماید و امکان این‌که سهم هر گیاه به جهت کسب نور و جذب آب و مواد غذایی از ریشه‌ها را بیش‌تر کند محتمل می‌باشد. وقتی گیاهان به‌صورت ردیفی کشت می‌شوند، رقابت درون‌گونه‌ای آن‌ها به‌علت تغییر در مورفولوژی گیاه و افزایش تعداد منبع و مخزن افزایش می‌یابد و بیش‌تر محققان بر این باورند که حداکثر عملکرد دانه زمانی به‌دست می‌آید که فاصله ردیف‌های کاشت نزدیک‌تر باشند. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد، خنک‌تر بودن شرایط خرداقلیمی داخل سایه‌انداز در آرایش کشت P_2 سبب حفظ بیش‌تر محتوای رطوبتی خاک شده و توانسته تأثیر خود را در عملکرد نمایان سازد. در آزمایشی با اعمال تیمار تراکم (فاصله ردیف‌های ۳۰، ۴۰ و ۵۰سانتی‌متر)، عملکرد دانه حاصل به‌ترتیب ۳/۲۱، ۲/۸۵، ۲/۴۸ تن در هکتار را نشان داد (Hagels *et al*., 1995). با توجه به‌این‌که افزایش کود نیتروژن باعث می‌شود رشد رویشی تحریک شود و طول دوره زایشی کاهش یابد و از طرف دیگر در شرایط کاشت تابستانه اثر دما که خود عاملی در جهت سرعت بخشیدن به فعالیت‌های گیاهی (کاهش دوره رویشی و زایشی) بسیار مؤثر است و از آن‌جایی‌که راش‌گندم گیاهی رشد نامحدود است، لذا برهم‌کنش کود نیتروژن و تاریخ‌های کاشت باعث شده که در استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن گیاه بتواند به شاخص سطح برگ مناسب خود نزدیک‌تر شود و سهم بیش‌تری از مواد فتوسنتزی به دانه‌ها تعلق گیرد.

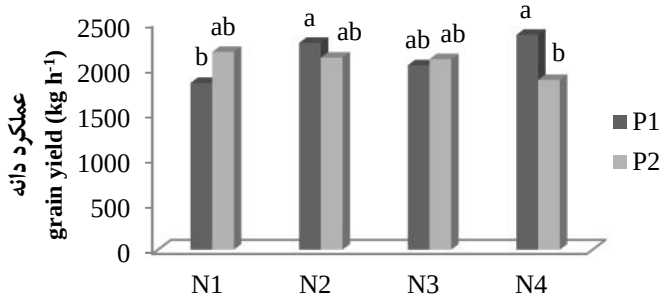


شکل ۱- برهم‌کنش آرایش کاشت و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 1- Interaction of planting pattern and sowing date on grain yield

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.



شکل ۲- برهم‌کنش آرایش کاشت و کود نیتروژن بر عملکرد دانه

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 2- Interaction of planting pattern and nitrogen fertilizer on grain yield

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.

در تیمارهای استفاده از صفر و ۵۰کیلوگرم نیتروژن گیاه نتوانسته به شاخص سطح برگ مطلوب برسد و فرصت فتوسنتز بیش‌تر و در نتیجه تولید زیست‌توده بیش‌تر قبل از دوره پُرشدن دانه به گیاه داده نشده است. لذا سهم انتقال مجدد در گیاه با اتکا به بنیه ضعیف ذخیره مواد در این شرایط بسیار محدود خواهد بود و ریسک کاهش عملکرد افزایش می‌یابد (شکل‌های ۱ و ۲).

طی گزارشی از هند میزان استفاده ۵۰کیلوگرم نیتروژن، ۲۰کیلوگرم فسفر و۴۰کیلوگرم پتاسیم را باعث افزایش عملکرد راش‌گندم اعلام نمودند (Quettier *et al*., 2000). در آزمایشی در تراکم‌های مختلف کاشت و نیتروژن گزارش شد که تراکم ۳۳/۳ بوته در مترمربع با میزان۱۰۰کیلوگرم نیتروژن بالاترین عملکرد را به‌همراه داشت (Omidbaigi and Zakizadeh, 2002).

وزن هزاردانه

بررسی و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار گرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، اثر متقابل سال با آرایش کاشت، سال با تاریخ کاشت، سال با کود نیتروژن و سال با تکرار معنی‌دار نبودند. در بین اثر ساده، تیمارهای تاریخ کاشت و کود نیتروژن معنی‌دار بودند و آرایش کاشت معنی‌دار نبود و بین اثر متقابل، تیمارهای آرایش کاشت با کود نیتروژن و تاریخ کاشت با آرایش کاشت و تاریخ کاشت با کود نیتروژن معنی‌دار بودند (جدول ۱). وزن هزاردانه تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده نشان داد که بیش‌ترین وزن هزاردانه در تاریخ کاشت ۲۹تیر (D_3) به‌میزان۲۸/۹۳ گرم به‌دست آمد. هم‌چنین بیش‌ترین وزن هزاردانه در تیمار کود نیتروژن مربوط به استفاده از ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن (N_4) به‌میزان ۲۸/۰۵ گرم بود. در برهم‌کنش دوگانه تاریخ کاشت× نیتروژن بیش‌ترین میزان وزن هزاردانه مربوط به تیمار D_3N_4 به‌میزان ۲۹/۸۶ گرم بود (جدول ۲). در برهم‌کنش سه‌گانه تاریخ کاشت× آرایش کاشت× نیتروژن بیش‌ترین میزان وزن هزاردانه مربوط به تیمار $P_2D_3N_4$ به‌میزان ۲۹/۲۸ گرم بود (جدول ۳). وزن هزاردانه از جمله مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده عملکرد است. وجود دانه‌های بزرگ که به‌خوبی پُر شده‌اند، باعث بالابردن عملکرد نیز خواهد شد. اندازه نهایی دانه تا حد زیادی بین ژنوتیپ‌ها و نیز تحت شرایط محیطی مختلف متغیر است. وزن هزاردانه به سرعت و دوام رشد دانه از مرحله گرده‌افشانی، تا رسیدگی فیزیولوژیکی بستگی دارد و می‌تواند تحت تأثیر شرایط محیطی از جمله گرما قرار گیرد (Saeger and Dyck, 2000).

می‌توان چنین بیان کرد در تاریخ کاشت سوم به‌علت شرایط رویشی بهتر از نظر دمایی و مصادف شدن گل‌دهی و تلقیح گل‌ها با فعالیت بیش‌تر حشرات و هوای مطلوب محیط انتقال بیش‌تر مواد غذایی و فتوسنتزی به دانه‌ها صورت پذیرفته است. چون بین منبع فتوسنتز و ظرفیت تولید دانه (مقصد)، توازن ایجاد می‌گردد، درنتیجه در شرایط گرما تعداد دانه کاهش می‌یابد و لذا سهم هر دانه از مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد. اگرچه وزن هزاردانه به‌طور عمده متأثر از میزان مواد فتوسنتزی، تعداد دانه و ظرفیت هر دانه می باشد، اما ژنوتیپ و شرایط آب‌وهوایی طی دوره رشد و نمو گیاه نیز بر آن مؤثرند. از این‌رو به‌نظر می‌رسد که کاهش وزن هزاردانه در تاریخ‌های کاشت دیگر نسبت به تاریخ کاشت سوم می‌تواند به‌علت کم‌بودن ماده فتوسنتزی که به‌صورت عملکرد بیولوژیکی کمتر (حاصل دوره رشدکوتاه‌تر) و انطباق مراحل زایشی و دوره پُرشدن با شرایط آب‌وهوایی نامساعدتر نسبت به تاریخ کاشت سوم باشد. با افزایش فواصل کاشت به‌همراه کاشت یکنواخت، رقابت بوته‌ای کاهش یافته و در نتیجه استفاده هر خوشه از مواد غذایی بیش‌تر می‌شود، چون تعداد دانه در هر خوشه تغییر نمی‌کند؛ اثر خود را با افزایش وزن هزاردانه نشان می‌دهد. در آرایش کاشت ۵۰سانتی‌متر عرض پشته با دو ردیف کاشت امکان تبخیر از سطح زمین به‌دلیل کم‌بودن حجم خاک پشته و سایه‌اندازی کمتر گیاه بر روی پشته و جویچه‌ها علی‌رغم آبیاری یکسان در تمامی تیمارها به‌نظر می‌رسد گیاه دچار کمبود آب شده و نتوانسته در حد پتانسیل خود تولید دانه (از نظر وزن و تعداد) داشته باشد.

استفاده از ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن راش‌گندم را به بیشینه پتانسیل تولید مواد ذخیره‌ای در دانه رسانده و با توجه به پویابودن مواد اندوخته‌ای توانسته باعث موفقیت در افزایش وزن هزاردانه نسبت به سایر تیمارهای کود نیتروژن شود. افزایش وزن هزاردانه با افزایش درجه حرارت به‌همراه استفاده از کود نیتروژن توسط محققان دیگر گزارش شده است (Kalinova and Nadezda, 2009; Vinodkumar, 2005). تأثیر درجه‌حرارت (کشت تابستان) بر اندازه بذر گزارش شده است (Hagels *et al*., 1995).

تعداد خوشه در گیاه

بررسی و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار نگرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، اثر متقابل سال با آرایش کاشت و سال با تکرار معنی‌دار بود و سال با تاریخ کاشت و سال با کود نیتروژن معنی‌دار نبود. در بین اثر ساده، تیمارهای تاریخ کاشت، آرایش کاشت و کود نیتروژن معنی‌دار بودند و در اثر متقابل تیمارها تاریخ کاشت با آرایش کاشت، تاریخ کاشت با کود نیتروژن و آرایش کاشت با کود نیتروژن معنی‌دار نبود (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد، روتین برگ و گل

Table 1- Mean squares from analysis of variance yield and component yield, leaf and flower rutin

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد کل دانه در گیاه Total number of seed per plant	تعداد خوشه درگیاه Number of ear per plant	درصد روتین برگ Leave rutin	درصد روتین گل Flower rutin
سال (Y)	1	726.192^{ns}	20.28**	22194.45**	55.15^{ns}	0.065*	0.001^{ns}
سال × تکرار (Y × R)	4	192396.09^{ns}	0.422^{ns}	292.86^{ns}	12.65*	0.005^{ns}	0.019*
آرایش کاشت (P)	1	192482.67**	4.02^{ns}	36591.5**	113.75*	0.001^{ns}	2.79**
سال× آرایش کاشت (Y × P)	1	0.001^{ns}	0.001^{ns}	351.86^{ns}	76.01*	0.005^{ns}	0.001^{ns}
(Y × P × R) سال× آرایش کاشت ×تکرار	4	65111.72^{ns}	0.832^{ns}	419.48^{ns}	8.38^{ns}	0.012^{ns}	0.010^{ns}
تاریخ کاشت (D)	3	496822.61**	57.05**	334853.95**	119.67*	1.34**	1.903**
کود نیتروزن (N)	3	310005.01^{ns}	6.81**	6245.74**	58.85**	0.100**	0.171**
(D × P) تاریخ کاشت ×آرایش کاشت	3	1476401.61**	10.25**	2440.67**	210.33^{ns}	0.151*	1.38**
(P × N) آرایش کاشت × کود نیتروزن	3	1513156.67**	2.73**	7303.24*	275.71^{ns}	0.058*	0.495**
(P × N) تاریخ کاشت × کود نیتروزن	9	1036153.74**	2.96**	19885.03**	78.85^{ns}	0.493**	0.089**
تاریخ کاشت ×سال (P × Y)	3	0.001^{ns}	0.001^{ns}	95.71^{ns}	122.59^{ns}	0.015^{ns}	0.003^{ns}
کود نیتروزن ×سال (N × Y)	3	0.001^{ns}	0.001^{ns}	641.75*	38.02^{ns}	0.040**	0.001^{ns}
(N × Y × D) کود نیتروزن × سال × تاریخ کاشت	9	0.001^{ns}	0.001^{ns}	1607.30**	60.33^{ns}	0.016*	0.003^{ns}
(Y × D × P) سال × تاریخ کاشت ×آرایش کاشت	3	0.001^{ns}	0.001^{ns}	81.78*	69.99^{ns}	0.007^{ns}	0.004^{ns}
(Y × P × N) سال × تاریخ کاشت× کود نیتروزن	3	0.001^{ns}	0.001^{ns}	722.01*	45.70^{ns}	0.017*	0.0005^{ns}
(D × N × P) تاریخ کاشت × کود نیتروزن× آرایش کاشت	9	11077511.76*	12.65*	12426.89**	148.89^{ns}	0.095**	0.261**
(Y × P ×N × R) سال × تاریخ کاشت ×کود نیتروزن × آرایش کاشت	9	0.001^{ns}	0.001^{ns}	198.71**	37.05^{ns}	0.011^{ns}	0.004^{ns}
خطای آزمایش Test error	91	183728.35	1.63	232.70	8.35	0.006	0.005
ضریب تغییرات %CV		19.84	4.61	10.28	13.37	16.58	10.48

ns ، *و** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک‌درصد

Ns, *, **. Non significant, significant at level of p<0.05, 0.01, respectively

نتایج بررسی تعداد خوشه در گیاه تحت تأثیر تاریخ کاشت، آرایش کاشت و نیتروژن نشان می‌دهد که تاریخ کاشت سوم (D_3) با تعداد ۲۴/۸۷خوشه درگیاه و آرایش کاشت (P_2) ۶۰ سانتی‌متر عرض پشته سه ردیف کاشت با تعداد ۲۱/۳۳خوشه در گیاه و در تیمار نیتروژن سطح چهارم نیتروژن ۱۵۰کیلوگرم با ۲۲/۹۰خوشه بیش‌ترین میزان خوشه در گیاه را به‌خود اختصاص دادند. در برهم‌کنش دوگانه، آرایش کاشت در تاریخ کاشت تیمار D_2P_2 با تعداد ۲۴/۷۰ خوشه در گیاه و در تاریخ کاشت× نیتروژن تیمار D_3N_4 با تعداد ۲۷/۰۴ خوشه درگیاه و در آرایش کاشت× نیتروژن تیمار P_2N_4 با تعداد ۲۳/۲۷ خوشه در گیاه بیش‌ترین بودند (جدول ۲). با مشاهده نتایج اثر متقابل سه‌گانه، تیمار

$D_3N_3P_2$ با تعداد ۳۳/۲۰ عدد خوشه در گیاه بیش‌ترین خوشه را به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). تعداد خوشه و تعداد دانه در خوشه که در مرحله گلدهی تعیین می‌شوند و از اجزای اساسی عملکرد دانه هستند و پتانسیل عملکرد را معین می‌کنند، تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله شرایط نامساعد محیطی (گرما در این آزمایش) و کمبود مواد فتوسنتزی (کوتاه‌شدن دوره زندگی) قرار می‌گیرند. مرحله تولیدمثل جنسی در گیاهان در مقایسه با مراحل رشد رویشی، به دمای بالا بسیار حساس می‌باشد، علاوه‌بر آن از ویژگی‌های با ارزش گیاهان رشد نامحدود سرعت در ورود به مرحله گل‌دهی و استفاده بهتر از زمان درجهت تولید بیشینه می‌باشد. بنابراین می‌توان عنوان کرد که در تاریخ‌های کاشت اول و دوم دمای بالا باعث کاهش دوره رویشی و تأثیر آن در تعداد گل‌ها درگیاه گردیده و در اثر گلدهی زودتر از موقع، گیاه با حذف فیزیولوژیکی اندام‌های خود (ریزش گل‌ها) تعداد خوشه‌های را که می‌تواند داشته باشد، حفظ نموده و در تاریخ کاشت چهارم به‌دلیل کاهش دما دوره رویشی افزایش یافته در نتیجه دوره زایشی کوتاه و تعداد گل‌ها کاهش یافته بود. در تاریخ کاشت سوم شرایط مناسب زمانی از لحاظ آب‌وهوا باعث تولید زیست‌توده مناسب و رسیدن به سطح پوشش مطلوب برای کسب بیشینه نور و تولید ماده خشک بیش‌تر فراهم شد. هم‌چنین تشکیل پریموردیای اولیه گل و زمان گلدهی، که پتانسیل تعداد گل و خوشه‌ها در گیاه را پایه‌ریزی می‌نماید نسبت به تاریخ‌های کاشت دیگر مناسب‌تر بوده است. عملکرد بیش‌تر درکشت با ردیف‌های باریک‌تر نسبت به ردیف‌های عریض‌تر، به‌دلیل توزیع یکنواخت بوته‌ها است که باعث توزیع مناسب تابش خورشیدی در پوشش گیاهی شده و در نتیجه باعث کاهش رقابت درون‌گونه‌ای می‌شود و این موضوع باعث افزایش تعداد خوشه در هر بوته می‌شود (Johnson and Hanson, 2003) و در همین ارتباط در آزمایشی همبستگی تراکم و آرایش کاشت با تعداد گل و غنچه مثبت گزارش شد (Hu, 2003).

از نتایج به‌دست آمده چنین استنباط می‌شود در آرایش کاشت (P_2) فضای مناسب جهت ایجاد خوشه‌های بیش‌تر فراهم شده است. در نتیجه امکان ایجاد گل‌های بیش‌تری در هر خوشه و گیاه فراهم می‌گردد. از آنجایی‌که راش‌گندم گیاهی رشدنامحدود است و در این گیاه گل‌آذین به‌غیر از ساقه اصلی در شاخه‌های جانبی (فرعی و فرعی‌فرعی) نیز ظاهر می‌شود. بنابراین بالاتر بودن تعداد شاخه‌های جانبی در آرایش کاشت (P_2) نسبت به آرایش کاشت (P_1) می‌تواند دلیل اصلی افزایش تعداد گل‌آذین‌های تشکیل شده بوده است. کاربرد کود نیتروژن با توسعه رشد رویشی، گسترش و دوام بیش‌تر سطح برگ، ساقه و نیز تولید شاخه‌های بیش‌تر سبب افزایش تولید گل‌ها و خوشه‌ها گردید. بدین‌ترتیب مصرف ۱۰۰کیلوگرم کود نیتروژن توانسته شرایطی را برای ایجاد فعالیت جوانه‌های جانبی گل‌دهنده در روی ساقه‌ها نسبت به مصرف صفر و ۵۰کیلوگرم نیتروژن ایجاد نماید. در مصرف ۱۵۰کیلوگرم کود نیتروژن با افزایش رشد رویشی و زایشی، احتمالاً تشکیل گل‌های ناقص و بیش‌تر از ظرفیت نگه‌داری گیاه فزونی یافته بود. Hu (2003) در بررسی اثر تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد راش‌گندم میزان ۱/۰۵میلیون بوته در هکتار را بهترین تراکم اعلام نموده و همبستگی تراکم را با تعداد گل و غنچه مثبت گزارش کرده است. طی گزارشی تعداد خوشه در ساقه اصلی گیاه راش‌گندم را شش عدد عنوان نموده است (Cawoy, 2007). طی گزارشی روی ۴۰رقم از (*F. Esculentum*) و ۳۰رقم از (*F. tatary*) در دو منطقه نپال، همبستگی مثبت بین روزهای رسیدگی دانه با تعداد گل گزارش شده است (Bal, 2005). در تحقیقی بیش‌ترین تعداد خوشه در گیاه راش‌گندم ۱۸۰عدد گزارش شده است (Bavec, 2006 .b)

تعداد دانه در گیاه

بررسی و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار گرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، تیمار سال با کود نیتروژن معنی‌دار بود و اثر متقابل سال با تکرار، سال با آرایش کاشت و سال با تاریخ کاشت معنی‌دار نبود. در بین اثر متقابل سایر تیمارها کلیه تیمارها معنی‌دار بودند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان دادند که بیش‌ترین تعداد دانه در گیاه در تیمار آرایش کاشت (P_2) با ۱۷۱/۴۶عدد، در تیمار تاریخ کاشت مربوط به تاریخ کاشت سوم با ۲۷۷/۲عدد و در تیمار کود نیتروژن مربوطه به استفاده از ۱۰۰کیلوگرم کود نیتروژن درهکتار با ۱۷۶/۳۵عدد بود. بیش‌ترین تعداد دانه در گیاه در برهم‌کنش دوگانه تیمارها برای آرایش کشت× تاریخ کاشت مربوط به تیمار ($P_2 D_3$) با تعداد ۲۸۳/۶۰عدد برای آرایش کاشت× نیتروژن مربوط به تیمار ($P_2 N_2$) با تعداد ۱۹۹/۸۵عدد و برای تاریخ کاشت× نیتروژن مربوطه به تیمار (D_3N_3) با تعداد ۳۴۹/۹۷عدد بود (جدول ۲). در برهم‌کنش سه‌گانه، تیمار ($P_2D_3N_3$) با تعداد ۴۳۴/۱عدد بیش‌ترین تعداد دانه در گیاه را دارا بود (جدول ۳).

پتانسیل تعداد دانه در گیاه مربوط به تعداد گل در بوته و دوام گل‌ها در شرایط نامساعد محیطی می‌باشد (Seong, 1998). با توجه به‌این‌که تعداد دانه در گیاه به عواملی از قبیل تطابق زمان گل‌دهی با شرایط نامناسب محیطی و تعداد گل‌ها و خوشه‌های تشکیل شده در گیاه مرتبط می‌باشد. لذا تاریخ کاشت سوم توانسته چنین شرایطی برای ایجاد گل‌انگیزی بیش‌تر و در نتیجه تعداد دانه در گیاه را قبل از شرایط گرده‌افشانی فراهم سازد و هم‌چنین شرایط مناسب در زمان گرده‌افشانی توسط حشرات (زنبور) نیز عامل مهم تعیین‌کننده تعداد دانه در گیاه بوده است. در تاریخ‌های کاشت اول و دوم، دمای بالا ضمن تأثیر بر دوره زایشی باعث کاهش ایجاد اندام‌های زایشی گیاه شده و از طرفی در زمان گل‌دهی و گرده‌افشانی باعث عدم لقاح و

فعالیت حشرات (زنبور) گردیده است.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد، روتین برگ و گل

Table 2- Mean comparison of yield and component yield, leaf and flower rutin

تیمار Treatment	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})	وزن هزاردانه 1000 grain weight (g)	تعداد خوشه در گیاه Number of ear per plant	تعداد کل دانه در گیاه Total namber of seed per plant	روتین برگ Leave rutin percent	روتین گل Flower rutin percent
			آرایش کشت (P)			
P_1	2021.91a	27.50a	20.94a	146.56b	0.47a	0.85a
P_2	2127.88a	27.79a	21.33a	171.46a	0.47a	0.61b
			تاریخ کشت (D)			
D_1	1692d	26.69d	19.96d	120.84c	0.48b	0.47d
D_2	2205 c	21.83c	23.27a	151.52b	0.32c	0.99a
D_3	2381 a	28.93a	24.87a	277.20a	0.42d	0.77b
D_4	2363 b	28.18b	16.24c	86.47d	0.65a	0.68c
			کود نیتروژن (N)			
N_1	2070 d	27.15d	21.65ab	141.19c	0.42c	0.75ab
N_2	2259 a	27.74b	19.71b	170.34a	0.45bc	0.70cb
N_3	2128 c	27.68c	22.09ab	176.35a	0.54a	0.79a
N_4	2181 b	28.05a	22.90a	158.15c	0.48b	0.68c
			آرایش کشت × تاریخ کشت (P×D)			
P_1D_1	2097 e	25.95b	19.84b	270.80b	0.50c	0.46de
P_1D_2	2363 c	26.12b	21.84b	107.34e	0.32d	0.108e
P_1D_3	2649 a	27.02a	25.13a	127.77b	0.47c	1.13a
P_1D_4	1655 h	25.70b	16.98c	80.30g	0.60b	0.69c
P_2D_1	2073 f	26.26b	20.09b	175.26d	0.46c	0.49d
P_2D_2	2398 b	27.86a	24.70a	134.34d	0.33d	0.91b
P_2D_3	2313 d	28.19a	24.61a	238.60a	0.36d	0.41e
P_2D_4	1728 g	25.99b	15.50c	96.63f	0.73a	0.66 c
			آرایش کشت × کود نیتروژن (P×N)			
P_1N_1	1900 h	26.86a	22.46a	140.45f	0.46bc	0.93a
P_1N_2	2314 b	26.29a	20.62ab	140.82f	0.44c	0.89a
P_1N_3	2094 f	26.89a	22.17a	150.57de	0.52ab	0.90a
P_1N_4	2162 e	26.78a	18.52b	154.38cd	0.47bc	0.64b
P_2N_1	2440 c	26.67a	21.71a	141.94ef	0.38d	0.57c
P_2N_2	2178 d	26.63a	18.80b	199.85a	0.45bc	0.52c
P_2N_3	2429 a	26.72a	21.12ab	182.14b	0.56a	0.68b
P_2N_4	1932 g	26.21a	23.27a	161.92c	0.50abc	0.71b
			تاریخ کشت × کود نیتروژن (D×N)			
D_1N_1	20.24ac	24.31g	22.17eb	201.47d	0.52ef	0.54 gih
D_1N_2	1993ac	21.33gf	18.36ef	161.54e	0.56de	0.45jh
D_1N_3	1663.70cd	26.11bf	19.77cf	264.89c	0.60d	0.50ijh
D_1N_4	2221.07ab	25.05dg	19.56df	115.13hi	0.025ij	0.51jh
D_2N_1	2178.2ab	28.08ae	23.14ab	107.76i	0.32h	0.92bc
D_2N_2	2229.4ab	27.99af	22.87bd	136.29fg	0.34h	0.94bc
D_2N_3	2180.99ab	28.03ad	22.67ac	124.19gf	0.47ef	1.11a
D_2N_4	2320.08ab	28.10ac	23.39bd	161.76e	0.33ih	1.02ab
D_3N_1	2240.6ac	28.00ad	25.09ab	138.74f	0.17kj	0.84cb
D_3N_2	2232 ab	28.98ab	23.15ab	134.30f	00.44gf	0.79ed
D_3N_3	2426.68a	28.78ac	17.96fg	349.97a	0.71c	0.86dc
D_3N_4	2390 ab	29.86a	27.04a	86.39j	00.36gh	0.59ef
D_4N_1	1794.9cd	26.79eg	14.46g	85.14j	0.86b	0.70ef
D_4N_2	1998.45bc	26.21bf	14.46g	92.35j	0.45gh	0.63gf
D_4N_3	1848cd	26.35gf	16.09fg	82.00j	0.37gh	0.68f
D_4N_4	1449cd	27.13bf	16.45gf	201.47d	0.99a	0.69ef

میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد ندارند

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (p=0.05)

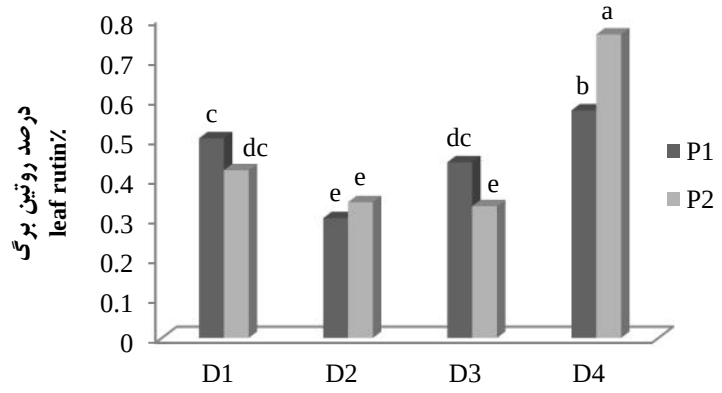
Halbrecq *et al*, (2005) طی گزارشی تأثیر تاریخ کاشت بر تعداد دانه در گیاه را اعلام نمودند. حساس‌ترین مرحله زندگی گیاه راش‌گندم به درجه‌حرارت مرحله گرده‌افشانی گزارش شده است (Feng, 2003; Omidbaigi and Mastro, 2004). اندازهٔ دانه در مقایسه با سایر اجزای عملکرد، کمتر تغییر می‌کند و شرایط محیطی نامساعد در زمان گرده‌افشانی را یکی از مهم‌ترین عوامل عدم لقاح

کامل گزارش نمودند (Phogat and Sharma, 2000; Inoue and Hagiwara, 2002). آرایش کاشت ۶۰ سانتی‌متر عرض پشته با سه ردیف کاشت نیز با مهیاکردن فضای مناسب جهت رشد رویشی و تشکیل برگ‌های جدید بالای زیست‌توده این گیاه کارآمدترین برگ‌ها را در بهترین موقعیت از نظر فتوسنتز قرار داده، در نتیجه گیاه با آمادگی بیش‌تری وارد مرحله زایشی (رویشی و زایشی در این گیاه) شد و پیامد آن تعداد گل‌های بیش‌تر در ساقه اصلی و فرعی و در نتیجه بیش‌ترین دانه را ایجاد نمود. Ikeda and Yamashita (1994) در گزارشی بیان کردند که تعداد دانه در گیاه در تیمار کاشت مربع بیش‌تر از دیگر تیمارها بود. در بررسی خصوصیات کمی گیاه راش‌گندم، بیش‌ترین تعداد را ۳۰۲عدد گزارش نمودند (Kwang *et al*., 2004). نظر به‌این‌که کاربرد نیتروژن ارتباط تنگاتنگی با تجمع ماده خشک دارد، لذا میزان۱۰۰کیلوگرم نیتروژن با توجه به شرایط محیطی (دمای مناسب) در تاریخ کاشت سوم و رشد نامحدود بودن گیاه توانسته بیشینه تاج پوشش را جهت دریافت مقدار انرژی نورانی به‌دام افتاده، طی چرخه زندگی (فرآیند فتوسنتز) در گیاه ایجاد نماید و توانسته بر تعداد دانه درگیاه، بیش‌تر از سایر سطوح کودی تأثیرگذار باشد. در مطالعه‌ای بر روی دو رقم راش‌گندم در چهار آرایش و پنج سطوح کودی شامل (N-P-K=8-4-12) (NPK,PK,NP,NK,0) بر پایه در کشور کره گزارش شد که در تراکم‌های مختلف بیش‌ترین تعداد دانه در گیاه مربوط به تراکم ۶۰×۳۰ با ۴۰۹/۹ عدد دانه و در سطوح کودی بیش‌ترین تعداد دانه در گیاه با ۹۶۷عدد مربوط به تیمار (N-P-K) بود.

درصد روتین برگ

بررسی و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار گرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، اثر متقابل سال با آرایش کاشت، سال با تاریخ کاشت و سال با تکرار معنی‌دار نبود و سال با کود نیتروژن معنی‌دار بود. در بین اثرات ساده، تیمارهای کود نیتروژن و تاریخ کاشت معنی‌دار و تیمار آرایش کاشت معنی‌دار نبودند و بین اثرات متقابل تیمارها تاریخ کاشت با آرایش کاشت و تاریخ کاشت با کود نیتروژن و آرایش کاشت با کود نیتروژن معنی‌دار بودند (جدول ۱). بیش‌ترین درصد روتین برگ مربوط به تاریخ کاشت سوم (D_4) به‌میزان ۰/۶۵گرم در صدگرم ماده خشک بود و در تیمار کود نیتروژن بیش‌ترین درصد روتین برگ مربوط به تیمار N_3 به‌میزان ۰/۵۴گرم در صد گرم ماده خشک می‌باشد (جدول ۲). در برهم‌کنش آرایش کاشت×تاریخ کاشت بیش‌ترین درصد روتین برگ مربوط به تیمار P_2D_4 به‌میزان ۰/۷۳گرم در صدگرم ماده خشک و در تیمار تاریخ کاشت×نیتروژن بیش‌ترین درصد مربوط به تیمار D_4N_4 به‌میزان ۰/۹۹گرم در صد گرم ماده خشک مشاهده شد.

در برهم‌کنش سه‌گانه تیمارها بیش‌ترین درصد روتین برگ مربوط به تیمار $P_2D_4N_4$ به‌میزان ۱/۰۱گرم در صدگرم ماده خشک بود (جدول ۳). این نتیجه بیان‌گر آن است که در تاریخ کاشت چهارم دمای مناسب به‌همراه اثر طول روز سبب افزایش طول دوره رشد گیاه گردیده و باعث زیاد شدن شاخص سطح برگ از طریق افزایش در تعداد و سطح آن می‌گردد. بنابراین درصد ماده مؤثره (روتین) برگ نسبت به سایر تاریخ‌های کاشت که بیش‌تر دوره زندگی خود را در دمای بالا سپری نمودند برتری داشت (شکل‌های ۳ و ۴). استخراج روتین و اندازه‌گیری مقادیر آن در راش‌گندم حاصل از کشت‌های مختلف نشان داد که با گرم‌شدن هوا و افزایش طول روز، محتوای روتین موجود در برگ‌ها کاهش می‌یابد به‌طوری‌که در کشت فروردین‌ماه بیش‌ترین میزان روتین و در کشت مردادماه کم‌ترین مقدار آن حاصل خواهد شد (Omidbaigi and Zakizadeh, 2002).

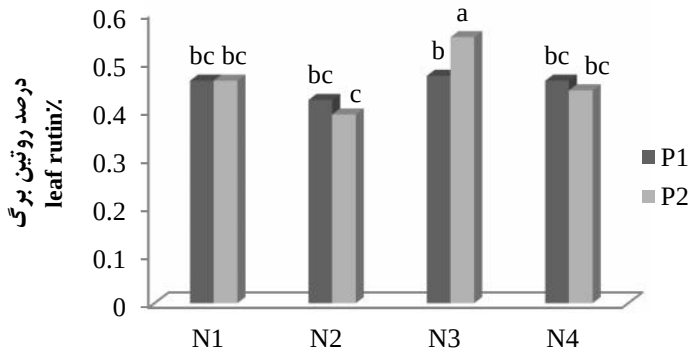


شکل ۳- برهم‌کنش آرایش کاشت و تاریخ کاشت بر روتین برگ

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 3- Interaction of planting pattern and sowing date on leaf rutin

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.



شکل ٤- برهم‌کنش آرایش کاشت و نیتروژن بر روتین برگ

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 4- Interaction of planting pattern and nitrogen fertilizer on leaf rutin

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.

تحقیقات نشان داد که تولید روتین در دمای بالا افزایش می‌یابد، اما دمای خیلی بالا روتین آن را کاهش می‌دهد (Zepp *et al*., 1996; Handa and Kaul, 1996).

گزارش شده است که از میان فاکتورهای محیطی، دما و نور مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار بر تجمع فلاونوئیدها و روتین می‌باشد (Omidbaigi, 2005; Li-Hong *et al*., 2008).

Seong *et al*, (1998) در گزارشی بیش‌ترین میزان روتین برگ و گل راش‌گندم را در شرایط روز بلند و گرم اعلام نموده‌اند. برقراری یک ارتباط کلی بین تولید خالص و ناخالص در این گیاه با مدنظر قراردادن شاخص سطح برگ به‌عنوان ملاک سنجش فتوسنتز و تولید بیوماس (از جمله بیوماس متابولیتی، یعنی تولید بهینهٔ روتین) می‌تواند ما را در دست‌یابی به بهترین تراکم و آرایش کاشت رهنمون سازد که در این رابطه آرایش کاشت P_2 توانسته باعث افزایش ارتباط اکوفیزیولوژیکی بین نهاده‌ها شده و متعاقب آن به نتایج متنابهی از جنبه تولید زیست‌توده متابولیکی (روتین) دست پیدا نماییم. میانگین میزان روتین ۴۷ تا ۷۷ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک گزارش شده است (Ota *et al*., 1999). درآزمایشی اثر تراکم‌های مختلف کشت بر روی عملکرد رویشی، زایشی و تولید روتین در گیاه راش‌گندم مورد بررسی قرار گرفت که طبق نتایج حاصله، تراکم ۳۳/۳بوته در مترمربع دارای بیش‌ترین مقدار ماده خشک در پیکر رویشی و کم‌ترین مقدار روتین بوده است (Omidbaigi and Zakizadeh, 2002). از نتایج سطوح کود نیتروژن بر درصد روتین برگ در می‌یابیم که ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن باعث افزایش تشکیل جوانه‌های رویشی در روی ساقه‌های اصلی و فرعی گردیده و تولید برگ در گیاه را افزایش داده و با توجه به درصد وزنی روتین برگ باعث افزایش روتین نسبت به تیمارهای صفر، ۵۰ و۱۰۰کیلوگرم نیتروژن شده است. این نتیجه با گزارش پژوهشگران مبنی بر اثر کم نیتروژن بر درصد روتین مطابقت ندارد. که احتمالاً مصرف نیتروژن زیاد با دمای بالا در کشت تابستانه و تیپ رشدی گیاه برهم‌کنش ایجاد نموده است، تأثیر تغذیه را در درصد روتین راش‌گندم اعلام داشته‌اند (Kim *et al*., 2001; Zhu *et al*., 2002; Honermeier and Wagenbreth, 2000) طی گزارش افزایش ۲۹ تا ۱۸درصدی روتین را در راش‌گندم با استفاده از سطوح نیتروژن از صفر تا ۹۰کیلوگرم در هکتار اعلام نموده‌اند. در مطالعه‌ای بر روی دو رقم راش‌گندم در چهار تراکم و پنج سطوح کودی در کره گزارش نموده‌اند که بیش‌ترین درصد روتین مربوط به تراکم ۶۰×۳۰ به‌میزان ۱۸۸۷ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک و در سطوح کودی بیش‌ترین درصد روتین در دو رقم در تیمار بدون استفاده از کود به‌میزان ۱۹۳۴ و ۱۸۳۹ میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک به‌دست آمد (Lazányi and László, 2009).

درصد روتین گل

بررسی و تحلیل مرکب داده نشان داد که این صفت تحت تأثیر اثر سال قرار نگرفت و در اثر متقابل سال با تیمارها، اثر متقابل سال با آرایش کاشت، سال با تاریخ کاشت و سال با کود نیتروژن معنی‌دار نبود و سال با تکرار معنی‌دار بود. در بین اثرات ساده، تیمارهای کود نیتروژن، تاریخ کاشت و تیمار آرایش کاشت معنی‌دار بودند و بین اثرات متقابل تیمارها تاریخ کاشت با آرایش کاشت و تاریخ کاشت با کود نیتروژن و آرایش کاشت با کود نیتروژن معنی‌دار بودند (جدول ۱). نتایج نشان داد در برهم‌کنش سه‌گانه تیمارها بیش‌ترین درصد روتین گل مربوط به تیمار $P_1D_3N_3$ به‌میزان ۱/۳۶گرم در صد گرم ماده خشک بود (جدول ۳). در رابطه با نحوه تجمع متابولیت‌های ثانویه می‌توان نتیجه گرفت که وقتی متابولیسم اولیه با حداکثر فعالیت، رشد رویشی گیاه را به پایان می‌رساند و مقدار زیادی مواد و انرژی حاصل از آن برای فعال شدن مرحله زایشی و تجلی موسم گل‌آوری به‌کار

می‌افتد، اگر در این حال گیاه با تنش‌های محیطی (در این آزمایش گرما) روبه‌رو شود به ناچار عمدهٔ ذخایر فیزیولوژیک را در یک مرحله سرنوشت‌ساز به کمک می‌گیرد و مصرف می‌کند، درعوض مقدار زیادی بازماندهٔ حاصل از متابولیسم اولیه را به‌صورت متابولیت‌های ثانویه به‌جا می‌گذارد که این متابولیت‌ها در صورت انبوهی زیاد، در نقاط خاصی از پیکر رویشی گیاه بیش‌تر متمرکز و انباشته می‌شوند.

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد، روتین برگ و گل

Table 3- Mean comparison among all treatments interaction for yield and component yield, leaf and flower rutin

تیمار Treatment	عملکرددانه Seed yield	وزن هزاردانه 1000 grain weight	تعداد خوشه در گیاه Number of ear per plant	تعداد کل دانه در گیاه Total number of seed per plant	روتین برگ Leave rutin	روتین گل Flower rutin
$P_1D_1N_1$	2197 bh	25.25gh	22.77bd	235.34e	0.58ef	0.49ml
$P_1D_1N_2$	2150.3bh	25.58gh	21.36cg	265.58d	0.57ef	0.51ml
$P_1D_1N_3$	2160.3ch	26.75ah	20.98dh	282.68cd	0.61d	0.42ml
$P_1D_1N_4$	2793ab	26.68bh	14.24jk	299.35cb	0.25nk	0.43ml
$P_1D_2N_1$	1657fj	26.98ah	21.56cf	102.51mo	0.15mn	1.00df
$P_1D_2N_2$	1613.6fj	26.80ah	22.88bf	106.1mn	0.35jk	1.00df
$P_1D_2N_3$	2273.7bf	26.81ah	19.49dj	108.98lm	0.42hi	1.20bc
$P_1D_2N_4$	2463.7af	27.55ah	23.42be	118.78kl	0.34jk	1.11dc
$P_1D_3N_1$	1793.7ej	28.81ad	25.16bd	128.6ij	0.17mn	1.27ab
$P_1D_3N_2$	2443.6af	28.17df	21.05dh	131.18ij	0.44hf	1.26ab
$P_1D_3N_3$	1074j	28.75ad	20.89di	128.68il	0.84bc	1.36a
$P_1D_3N_4$	2799a	29.17ab	21.09di	122.65km	0.44hi	0.50ml
$P_1D_4N_1$	1710ej	26.31ch	20.37dh	95. 35op	0.96b	0.88gf
$P_1D_4N_2$	1710.3ej	27.45ah	17.19fj	60.18q	0.40ji	0.74gi
$P_1D_4N_3$	1600.3hj	25.65gh	15.01ik	81.93p	0.41ji	0.62ji
$P_1D_4N_4$	1357hj	27.38ah	15.35hk	83.76op	0.84bc	0.53ml
$P_2D_1N_1$	2112bi	25.82h	21.56cf	167.6g	0.46hf	0.60ji
$P_2D_1N_2$	1315.7hj	26.21eh	15.27hk	13.93gh	0.54ef	0.40mo
$P_2D_1N_3$	2067bi	27.85af	18.56ej	302.26b	0.60d	0.58jl
$P_2D_1N_4$	2033.7bi	25.43ah	24.88bd	230.43e	0.26nk	0.37mo
$P_2D_2N_1$	2067bi	28.18af	24.73bd	109.43ln	0.14n	0.84gf
$P_2D_2N_2$	1833.7fj	28.45af	22.85bf	127.76ij	0.34jik	0.87gf
$P_2D_2N_3$	2493.7ae	28.85ab	26.86b	163.6gh	0.52hf	1.02de
$P_2D_2N_4$	2390ae	29.18ab	23.36be	136.6ij	0.33ji	0.93ef
$P_2D_3N_1$	2487ae	27.48ah	25.02bd	194.93f	0.17mn	0.31o
$P_2D_3N_2$	2400ah	25.75gh	25.24bd	154.76hi	0.43hf	0.30o
$P_2D_3N_3$	2857a	28.03af	33.20a	434.1a	0.57df	0.36no
$P_2D_3N_4$	1957di	29.28a	27.29bc	200.43pq	0.28jk	0.69ji
$P_2D_4N_1$	1622fj	24.78gh	15.55gj	77.43pq	0.76c	0.53ml
$P_2D_4N_2$	2057bi	23.96gh	11.72k	110.1lm	0.50hf	0.52ml
$P_2D_4N_3$	1678fj	26.05fh	17.18fk	102.26mo	0.58ef	0.49ml
$P_2D_4N_4$	2057bi	24.23eh	22.24d-f	145.4gh	1.01a	0.88gf

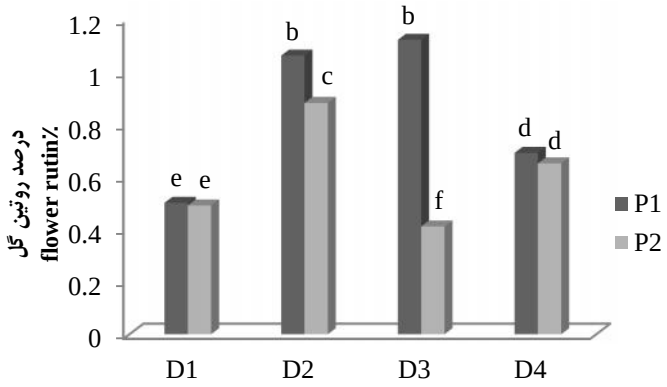
میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف مشترکند، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد ندارند

Means followed by the same letter in each column are not significantly different (p=0.05)

این پدیده چنانچه گفته شد در رابطه با گیاه راش‌گندم تبعات اقتصادی در پی خواهد داشت (Morishiat, 2002; Motoyuki and Akio, 2004).

این نتیجه در تاریخ کاشت سوم، آرایش کاشت P_1 (عرض پشته ۵۰سانتی‌متر با دو ردیف کاشت با فاصله ۲۰سانتی‌متر) و استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن محقق شد (شکل‌های ۵ و ۶). در تاریخ‌های کاشت اول و دوم گیاه به‌دلیل دمای بالا در دوره رویشی و زایشی و عدم تراز تنفسی تولید-مصرف با کاهش تعداد واحدهای زایشی روبه‌رو شد و در نتیجه منجر به کاهش درصد روتین گل گردید. در بررسی تأثیر درجه‌حرارت بر درصد روتین، بیش‌ترین ساخت روتین در دمای حداکثر ۲۴/۵درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۸درجه سانتی‌گراد در شب و درجه‌حرارت حداقل ۱۸درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۲درجه سانتی‌گراد در شب را گزارش نموده‌اند (Seong *et al*.,1998). در آرایش کاشت P_1 به‌دلیل رقابت بیش‌تر تک‌بوته گیاهان مرحله زایشی را زودتر آغاز کرده و در زمان برداشت گل‌ها برای استحصال روتین، تعداد گل‌های بیش‌تری موجود بود. در بررسی اثر هفت تاریخ کاشت راش‌گندم در ایران بهترین تاریخ کاشت برای میزان درصد روتین را تاریخ پنج تیر ماه گزارش نموده‌اند (Omidbaigi and Mastro, 2004). Marquard and Kroth (2001) بیش‌ترین درصد روتین را ۱/۲۱درصد گزارش نموده‌اند. در آزمایشی برروی ارقام مختلف

راش‌گندم بیش‌ترین درصد روتین گل را به‌میزان ۱۲ میلی‌گرم در ماده خشک گزارش شده است (Williamson *et al*., 2000). در رابطه با اثر نیتروژن بر میزان درصد روتین گل راش‌گندم طبق نتایج محققین زیر درمی‌یابیم نیتروژن در سطوح خیلی زیاد باعث کاهش درصد روتین گل خواهد شد و تغییرات درصد روتین گل به‌ازای افزایش مصرف نیتروژن تا یک حد معین از قانون بازده نزولی میچرلیخ پیروی می‌نماید. به همین‌ترتیب گیاه در استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن توانسته نسبت به سایر تیمارهای کودی بیش‌ترین درصد روتین گل را به‌همراه داشته باشد. تأثیر عناصر غذایی بر میزان روتین دانه، برگ، گل و ساقه در راش‌گندم را گزارش نموده‌اند و میزان روتین در گل را بین ۴۶۰۰۰-۳۰۰ پی‌پی‌ام گزارش نموده‌اند (Kreft *et al*., 2002). در بررسی هفت رقم راش‌گندم و دو سطح کود نیتروژن سطح ۵۰کیلوگرم جهت اندازه‌گیری درصد روتین در ساقه، دانه، برگ و گل (بر حسب گرم در صدگرم ماده خشک) عنوان نموده‌اند که بیش‌ترین درصد روتین در گل مربوط به رقم kora با ۰/۶۵ درصد بوده است. هم‌چنین گزارش نموده‌اند که در استفاده از کود نیتروژن درصد روتین برگ، ساقه و گل معنی‌دار نبودند (Kalinova *et al*., 2006). Michalova (1997) در آزمایشی ارتباط نیتروژن و درصد روتین در راش‌گندم را غیر معنی‌دار گزارش نموده‌اند.

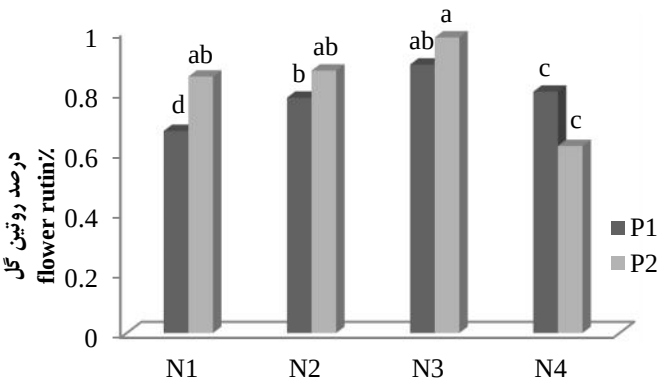


شکل ۵- برهم‌کنش آرایش کاشت و تاریخ کاشت بر درصد روتین گل

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 5- Interaction of planting pattern and sowing date on flower rutin

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.



شکل ٦- برهم‌کنش آرایش کاشت و کود نیتروژن بر درصد روتین گل

ستون‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج‌درصد با آزمون دانکن ندارند.

Figure 6- Interaction of planting pattern and nitrogen fertilizer on flower rutin

The columns having at least one common letter are not significant differences on the level of five percent by Duncan test.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش چنانچه استفاده از این گیاه فقط به‌جهت مصرف دانه باشد، تاریخ کاشت سوم با آرایش کاشت(P_2) ۶۰ سانتی‌متر عرض پشته با سه ردیف کاشت روی آن به‌همراه استفاده از ۱۰۰کیلوگرم نیتروژن پیشنهاد می‌شود. چنانچه استفاده از این گیاه فقط به‌جهت تولید مادهٔ مؤثره به‌عنوان گیاه دارویی مدنظر باشد، برای استخراج روتین برگ تاریخ کاشت چهارم با آرایش کاشت (P_2) ۶۰ سانتی‌متر عرض پشته با سه ردیف کاشت روی آن به‌همراه استفاده از ۱۵۰کیلوگرم نیتروژن و برای استخراج روتین گل تاریخ کاشت سوم با آرایش کاشت (P_1) ۵۰سانتی‌متر عرض پشته با دو ردیف کاشت روی آن به‌همراه استفاده از۱۰۰کیلوگرم نیتروژن پیشنهاد می‌شود.

References

1. Andrade, F., and Calvino, P. 2002. Yield responses to narrow rows depend on increased radiation interception. Agronmy Journal 4: 975-980.
2. Aufhammer, W., Kubler, E., and Lee, Jh. 1999.Grain quality of the pseudocreals buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench), quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild) and amaranth (*Amaranthushy pochondriacus* L .x A. hybridus L.) in relation to growing conditions. Bodenkultur 50: 11-24.
3. BAL, KJ. 2005. Correlation, regression and path coefficient analyses for some yield components in common and Tartary buckwheat in Nepal Biotechnology Unit, NARC Khumaltar, PO Box 1135 Kathmandu, Nepal Received January 14,2005; accepted in revised form August 28, 2005, Fagopyrum 22: 77-82.
4. Bavec, M., Bavec, F., Plazovnik, C., and Grobelnim Mlakar, S. 2006b. Buckwheat leaf area index and yield performance depending on plant population under fullseason and stubble-crop growing periods. Bodenkultur. 56: 3-10.
5. Bernath, J. 2000. Medicinal and Aromatic Plants, Mezo. Publ. Budapest, 667pp.
6. Bjorkman, T. 2002. Production Guide to buckwheat production in the Northeast avaiabl Online: http:// www. nysaes.cor nell.edu /hort/ faculty /bjorkman/ buck /Buck. Html.
7. Bluett, C. 2001. Managing buckwheat production in Australia. Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra 1-19.
8. Brunori, A., Brunon, A., Baviello, G., Marconi, E., Colonna, M., and Ricci, M. 2005. The yield of five buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) varieties grown in Central and Southern Italy. Fagopyrum 22: 98-102.
9. Cawoy, V. 2007. Etude du controle de la floraison et de la fructification chez le sarrasincommun, *Fagopyrum esculentum* Moench (cv. La Harpc). PhD Thesis, Facult£ Des Sciences.University Catholique de Louvain, pp 252.
10. Chang, D. K., Won-Kyung, L., and Kyong-Ok, N. O. 2003. Anti-allergic action of buckwheat (Fagopyrumesculentum Moench) grain extract. Int Immunopharmacol 3 (1): 129-36.
11. Egli, D. B., and Bruening, W. P. 2000. Potential of early-maturing soybean cultivars in late planting. Agronmy Journal 92: 532-537.
12. Feng, B. L., Zhang, B., Zhou, J. M., and GAO, X. L. 2003. Progress in fertihzation on the performance of the pseudocereals common and Flavonoid compounds as possible regulators of reproductive processes in buckwheat. Biologiya Journal 23: 154-159.
13. Hagels, H., Wagenbrcth, D., and Schilcher, H. 1995. Phenolic compounds of buckwheat herb and influence of plant and agricultural factors (*fagopyrum esculentum* moench and *fagopyrum tataricum* gartner). The 6th international symposium on buckwheat. 801-809.
14. Halbrecq, B., Romedenne, P., and Ledent, J. F. 2005. Evolution of flowering, ripening and seed set in buckwheat (*fagopyrum esculentum* moench): quantitative analysis. European Journal of Agronomy 23 (3): 209-224.
15. Handa, S. S., and Kaul, M. K. 1996. Supplement to Cultivation and Utilization o f Medicinal Plants. Regional Research Laboratory, Council of Scientific and Industrial Research, Jammu-Tawi.
16. Honermeier, B., and Wagenbreth, D. 2000. Production studies on the suitability of buckwheat (*fagopyrum esculentum* Mornch) for dietetic and pharmaceutical use. Journal of Medicinal & Aromatic Plants 5: 154-159.
17. Hore, D., and Rathi, R. S. 2002. Collection, cultivation and characterization of buckwheat in North-eastern region of India. Fagopyrum 19: 11-15
18. Hu, J. Y., and Feng, Y. J. 2003. Binary Relative Evaluation of Construction Enterprise Performance. Journal Harbin Institute of Technology 35 (7): 799-801.
19. Ikeda, S., and Yamashita, Y. 1994. Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese. Fagopyrum (Slovenia). Buckwheat newsletter 14: 329-342.
20. Ikeda, S., Yamashita, Y., and Kreft, I. 1999. Mineral composition of buckwheat by-products and its processing characteristics to konjak preparation. Fagopyrum 16: 89-94.

21. Inoue, N., and Hagiwara, M. 2002. Relationship between the harvest index and duration of each developmental stage of shoot apex in common buckwheat. Fagopyrum 19: 49-53.
22. Inoue, N. 2004. Food plant resources in the forest of Ynnan province Use of Tartary buckwheat. Food Science Journal 31: 94-97.
23. Johnson, B. L., and Hanson, B. K. 2003. Row-spacing interactions on spring canola performance in the Northern Great Plains. Agronomy Journal 95: 703-708.
24. Joshi, B. D., and Rana, J. C. 1995. Stability analysis in buckwheat. Indian Journal. Agric. Sci. 65: 32-34.
25. Kalinova, J., Triska, J., and Vrchotova, N. 2006. Distrivution of vitamin E, squalene, epicatechin, and rutin in common buckwheat. Plants (*Fagopyrum esculentum* moench). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 5330-5335.
26. Kalinova, J., and Nadezda, J. 2009. Vrchotovalevel of catechin, myricetin, quercetin and isoquercitrin in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* moench), changes of their levels during vegetation and their effect on the growth of selected weeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 2719-2725.
27. Kim, S. L., Son, Y. K., Hwang, J. J., Kim, S. K., and Hur, H. S. 2001. Development of buckwheat sprouts as a functional vegetable. Journal Crop Science 40 (2): 191-199.
28. Kreft, S., Knapp, M., and Kreft, I. 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* moench) seed and determination by capillary electrophoresis. Journal Agriculture Food Chemistry 47: 4649-4652.
29. Kreft, S., Strukelj, B., Gaberscik, A., and Kreft, I. 2002. Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometer and an HPLC method. Journal of Experimental Botany 53: 1801-1804.
30. Kwang, J. C., Jong, I. P., and Byoung, J. P. 2004. Effects of planting density and fertilization on yield and rutin content in tartary buckwheat. 445-800. College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea. Proceedings of the 10th international symposium on buckwheat.
31. Kwiatkowski, J., Ukowski, M., and Tworkouski, N. 2004. Production of buckwheat seeds on soil of good wheat soil suitability complex proc. 9th International Symposium Buckwheat at Prague: 475-480.
32. Lazányi, J., and László, G. 2009. Second crop buckwheat in nyírség regions. University of Debrecen centre for Agricultural Sciences, 4032 Debrecen, and böszörményi út 138. Hungary, correspondence analele universităţii din Oradea, fascicula: Protecţia Mediului Vol. XIV.
33. Lee, H. B., Kim, S. L., and Park, C. H. 2001 b. Productivity of whole plant and rutin content under the different quality of light in buckwheat. In: Ham, S.S., Y.S. Choi, N.S. Kim and e.H. Park, (eds.) Advances in Buckwheat Research (Proc. 8th IntI. Symp). Buckwheat at Chunchon: 84-89.
34. Li-Hong, C., Bozhang, J., and Zi-qinxu, I. 2008. Inter varietal variations of rutin content in common buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* monch). Transgenic Research 17 (1): 121-132.
35. Mao, C., Cheng, G. X., and Chen, L. Z. 2003. Breeding a new tartary variety. Fagopyrum 6: 1214-1216.
36. Marquard, R., and Kroth, E. 2001. Anbau und qualitats-nforderun genausge wahlter arzneipflanzen. Agriculture Media, Bergen/Dumme, pp. 64-71.
37. Michalova, C. L. 1997. Variabilita agronomickych a nutricnich znaku v genofondech pohanky pro sa a laskavce - moznosti jejiho vyuziti. Alternativni a maloobjemove plodiny ' pro lidskou vyzivu. VURV, Praha: 37-50.
38. Morishiat, O. 2002. Differences of rutin, protein and oil content of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) grain in Kyushu area. Journal of Experimental Botany 50: 1629-1634.
39. Motoyuki, H., and Akio, U. 2004. Effects of environmental factors on the chemical characteristics of common buckwheat in relation to flour texture variation in amylose and crude protein content of seeds collected at various sites in Japan. Fagopyrum 21: 65-69.
40. Omidbaigi, R., and Zakizadeh, H. 2002. Influence of nitrogen fertilization and plant density on grain yield of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*). Indian Journal Agriculture Science 72: 484-485.
41. Omidbaigi, R., and De Mastro, G. 2004. Influence of sowing time on the biological behaviour, biomass production, and rutin content on buckwheat. Italian Journal Agronomy 8 (1): 47-50.
42. Omidbaigi, R. 2005. Production and Processing of Medicinal Plants. Vol. 2 (5th Ed). Behnashr Publication. Tehran, Iran. 424 p.
43. Ota, A., Hagiwara, M., and Inoue, N. 1999. Effect of desiccation on the fertilization of common buckwheat. 68 (Suppl. 2): 150-151
44. Ozer, H. 2003. The effect of plant population densities on growth, yield and yield components of two spring rapeseed cultivars. Plant Soil Environ 49 (9): 422-426.
45. Phogat, B. S., and Sharma, G. D. 2000. Under Utilized Food Crops: their Uses, Adaptation and Production Technology. Tech. Bulletin pp. 10-15. NBPGR (lCAR). New Delhi.
46. Quettier-Deleu, C., Gressier, B., Vasseur, J., Dine, T., Brunet, C., Luyckx, M., Cazin, M., Cazin, J. C., Bailleul, F., and Trotin, F. 2000. Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. Journal of Ethnopharmacology 72: 35-42

47. Saeger, E., and Dyck, E. 2000. Buckwheat Minnesota grown crops rtunities. Available online: http//www.mdo.state. mn.us/mog/ publication/ buckwheat.pdf.
48. Schneider, M., Kuhlmann, H., and Marquard, R. 1996. Investigation on rutin content in *fagopyrum esculentum* under specific climatic condition in the phytotrone. Proc. Intl. Symp. Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants Quedlimburg: 351-354.
49. Seong, J. D., Park, Y. J., Kim, H. T., Kim, G. S., Park, C. K., and Kwack, Y. H. 1998. Effect of seeding date and row with on the grain yield and rutin content of *fagopyrum esculentum* in yeongnam areas of Korea. Journal of Industrial Crops Science 40 (1): 19-22.
50. Srinivasan, K., Kaul, C. L., and Ramarao, P. 2005. Partial protective effect of rutin on multiple low dose streptozotocin-induced diabetes in mice. Indian Journal Pharmacology 37: 327-328.
51. Tuo, D. B., Duan, Y., and Yao, Z. Q. 2002. Balance of N.P.K application. Fagopyrum1: 23-25.
52. Vinodkumar, S. 2005. Preliminary study of fertilizer management in buckwheat. Department of Agronomy, CSK Himachal Pradesh Agricultural University, Himachal Pradesh, India. Fagopyrum 22: 95-97.
53. Wagenbreth, D., Hagels, H., Schilcher, H., and Pank, F. 1996. Characterization of buckwheat cultivars and gene bank material for rutin content and growth parameters. Proceedings. International Symposium. Breeding Research on Medicinal and Aromatic Plants, Quedlinburg. Germany, Beitrage- Zur-Zurchtungsforschung- Bundesanstalt-Fur- Zurchtungsforschung- a KulTurpflanzen 2 (1): 95-98.
54. Williamson, G., Day, A. J., Plumb, J. W. and Couteau, D. 2000. Human metabolic pathways of dietary flavonoids and cinnamates. Biochemistry Society Transactions 28:16-22. 5
55. Zepp, G., Harwood, J., Hammand, Ch., and Somwaru A. 1996. Buckwheat: An Economic Assessment of the Feasibility of Providing Multiple-Peril Crop Insurance. U. S. Department of Agriculture.
56. Zhu, Y. G., He, Y. Q. Smith, S. E. and Smith, F. A. 2002. Buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) has high capacity to take up phosphorus (P) from calcium (Ca)-bound source. Plant Soil 39: 1-8.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 3, Fall. 2017, p. 477-493

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۴۹۳-۴۷۷

Effects of Sowing Date, Planting Pattern and Nitrogen Levels on Leaf and Flower Essential Oil, Yield and Component Yield Grain of Buckwheat (*Fagopyroum esculentum* Moench)

M. R. Sobhani[1*]- A. Farnia[2]- D. Mazaheri[3]- M. Majidian[4]

Received: 28-06-2013
Accepted: 13-08-2015

Introduction

Buckwheat which has been scientifically named *Fagopyrum esculentum* can be considered as a yearling broad-leaved plant belonging to the family of *Polygonaceae* which is known as false Cereal. Its seeds are in use as a nutritional and medicinal product that is due to the rutin content of them. As the population is rapidly increasing worldwide, a solution must be found to supply necessary food. What agriculture science is responsible for is to produce more products with better quality in order to meet this increasing population's needs so that food poverty and starvation are more likely to be removed and keep food safety. Considering the fact that buckwheat is of a variety of medical, industrial and food applications and in our country and some other ones, it has not been seriously cultivated, this plant must be used as a new plant and it should be extensively applied in multiple planting systems (summer planting) for commercial goals through producing seeds while its nutritional value is more than grain and it can be regarded as a rich source of high quality protein, amino acid necessary for lysine, high starch percent, minerals and vitamins for different applications involving cake flour, frumenty and soup and improving the optimal rate of rutin as a secondary metabolite having effective medical features concerning our country's climatic conditions.

Materials and Methods

In order to investigate the effects of sowing date, planting patterns and nitrogen on leaf and flower rutin, yield and yield component of Buckwheat plant, a field study was conducted during 2010 and 2011 in Agricultural Research Institute of Arak, Iran. The experimental design was regarded as the randomized complete block design in the form of split plot factorial with three replications. Planting treatments as the fundamental elements may be implemented at two levels including the mounds with the width of 50 cm associated with two planting rows regarding the distance intervals of 20 cm (P_1) and those with the width of 60 cm along with three planting rows which are of the distance intervals of 15 cm (P_2). Sowing date and nitrogen treatments were considered as the minor elements are likely to be studied at four levels of dates and weights involving 20th June (D_1), 5th July (D_2), 20th July (D_3) and 5th August (D_4) and 0 (N_1), 50 (N_2), 100 (N_3) and 150 kg ha^{-1} (N_4), respectively. With respect to the fixed density of 100 plants per square meter, the distances between the planting lines were specified as four and five cm for treatments of P_1 and P_2, respectively. Dimensions of each plot for the planting patterns of P_1 and P_2 have been determined as 1.6×2 and 1.6×2.4 m consisting of four planting rows.

Results and Discussion

Results showed that the interaction effects of sowing date×planting pattern × nitrogen were significant on grain yield and 1000- grain weight ($p \leq 0.05$). the number of seeds in plant, leaf and flower rutin percent also were

1- PhD student in Islamic Azad University of Borujerd and College of Agriculture and Natural Resources, Islamic Azad University, Arak Branch

2- Assistant Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Islamic Azad University of Borujerd, Iran

3- Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, University of Tehran, Karaj, Iran

4- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

(*- Corresponding Author Email: sobhani.mohammadreza47@yahoo.com)

significant ($p \leq 0.01$). But, number of bunch in the plant were non significantly. Maximum grain yield with 2857 $kgha^{-1}$, 1000- grain weight (29.28 g), and number of the seeds in the plant 434.1 was observed $P_2D_3N_3$. The highest of number of bunch in the plant with 33.20 was produced $P_2D_2N_3$. Maximum leaf rutin percent with 1.01 was observed to $P_2D_2N_4$ treatment also highest flower rutin percent (1.36%) observed to $P_1D_3N_3$ treatment. The lowest rates of grain yield as 1074 kg ha^{-1}, 1000- grain weight as (23.96 g), number of bunch in the plant (11.72), number of seeds (60.18), leaf rutin (0.14%) and flower rutin (0.30%) have been found for the treatments of $P_1D_3N_1$, $P_2D_4N_2$, $P_2D_4N_2$, $P_1D_4N_2$, $P_2D_2N_1$, $P_2D_3N_2$.

Conclusions

If application of this plant is just for grain consumption, the treatment $P_2D_3N_3$ to produce active substances as a medicinal plant should be considered. For the extraction rutin leaves $P_2D_4N_4$ treatment and flower $P_1D_3N_3$ treatment is suitable for extraction rutin.

Keywords: Flower rutin percent, 1000- grain weight, Leaf rutin percent, Planting row