تأثیر ارتفاع محل کشت بر صفات فیزیکوشیمیایی دو رقم بومی (’طارم هاشمی‘) و اصلاح‌شده (’شیرودی‘) برنج در شرایط اقلیمی مازندران

ناهید فتحی*[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲]، اسماعیل بخشنده[۳]، مرتضی نصیری[۴]

۱- دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۲- دانشیار گروه زراعت، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۳- استادیار پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران.
۴- استادیار، بخش اصلاح و تهیه بذر، مؤسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران، آمل، ایران.

*Email: nahidfathi21@yahoo.com

چکیده

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر ارتفاع محل کشت بر برخی صفات فیزیکوشیمیایی دانه دو رقم بومی (’طارم هاشمی‘) و اصلاح‌شده (’شیرودی‘) برنج در سه منطقه شامل شهرستان‌های آمل، بابلسر و پل‌سفید از استان مازندران به‌ترتیب با ارتفاع ۲۱-، ۲۴ و ۶۲۵ متر از سطح دریا در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. سه آزمایش به طور مجزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. عملیات کاشت، داشت و برداشت در هر یک از مناطق مطابق با عرف همان منطقه انجام شد. همچنین، کلیه صفات کیفی برنج بعد از برداشت در آزمایشگاه کیفیت بذر معاونت موسسه تحقیقات برنج کشور در مازندران (آمل) اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که اثر اقلیم محلی بر برخی از صفات همچون درصد آمیلوز، درصد پروتئین، دمای ژلاتینه شدن، قوام ژل و طول و عرض دانه بعد از پخت به طور آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. رقم ’شیرودی‘ از نظر کلیه صفات نسبت به رقم ’طارم هاشمی‘ برتری معنی‌داری داشت که علت آن را می‌توان به ویژگی‌های ژنتیکی این رقم نسبت داد. دانه برنج تولید شده در منطقه پل‌سفید با طول بعد از پخت ۱۳/۸ میلی‌متر، میزان آمیلوز ۲۱/۵ درصد، عدد ژلاتینه شدن ۴/۷ و میزان نسبت طویل شدن ۱/۹۴ از نظر کلیه صفات کیفی اندازه‌گیری‌شده نسبت به دو منطقه آمل و بابلسر از کیفیت بالاتری برخوردار بودند. علت این برتری را می‌توان به وقوع میانگین دمای هوا پایین‌تر در طول مرحله زایشی برنج به‌ویژه مرحله پر شدن دانه (۲۴ درجه سانتی‌گراد) نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: اقلیم‌های محلی، برنج، درصد آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن

مقدمه

تجربیات نشان داده است که تولید محصول با هدف افزایش کمیّت بدون توجه به کیفیت با استقبال مصرف‌کنندگان روبرو نشده است. کیفیت دانه برنج تا حد زیادی به ویژگی‌های پخت، شکل، عطر و طعم آن بستگی دارد. از خصوصیات شیمیایی دانه برنج می‌توان به میزان آمیلوز، قوام ژل و دمای ژلاتینه شدن اشاره نمود. مقدار آمیلوز در نشاسته دانه برنج، نه تنها مسئول میزان نرمی یا سختی برنج پخته می‌باشد بلکه بر میزان چسبندگی آن نیز تأثیرگذار است. دمای ژلاتینه شدن نیز به عنوان یک عامل مهم کیفیت برنج با مدت زمان پخت و ماهیت برنج پخته ارتباط دارد. مطالعات نشان داد که وقوع دماهای بالا در مرحله پر شدن دانه موجب

افزایش دمای ژلاتینه شدن و کاهش گرانول‌های نشاسته برنج شد (زانگ و چنگ، ۲۰۰۳). در مجموع، عرض کمتر قبل پخت، طول بیشتر بعد از پخت و نسبت طویل شدن بیشتر و آمیلوز متوسط (۲۵-۲۰ درصد) از صفات مطلوب کیفیت دانه برنج محسوب می‌شوند (حبیبی، ۱۳۹۲).

علاوه بر عوامل ژنتیکی، کیفیت برنج به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی دمای هوا، خشکی، شوری و غلظت دی‌اکسیدکربن می‌باشد، به گونه‌ای که کیفیت برنج ممکن است از سالی به سال دیگر و از مزرعه‌ای به مزرعه دیگر متفاوت باشد (هانگ و هوان، ۲۰۱۳). با افزایش ارتفاع نیز دمای ژلاتینه شدن و قوام ژل در ارقام برنج ایندیکا کاهش و میزان آمیلوز افزایش خواهد یافت. پاسخ صفات کیفی برنج به تغییرات ارتفاع از سطح آب‌های آزاد به دلیل توان سازگاری ارقام، موقعیت مکانی آزمایش و مدیریت در عملیات کاشت و داشت بسیار متغیر است. در حقیقت، تأثیر ارتفاع محل کشت بر کیفیت پخت دانه برنج هنوز به درستی شناخته نشده و نیازمند مطالعات بیشتری در این زمینه می‌باشد (لی و یوان، ۲۰۱۲). بنابراین، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر ارتفاع محل کشت بر صفات فیزیکوشیمیایی دانه دو رقم بومی (’طارم هاشمی‘) و اصلاح‌شده (’شیرودی‘) برنج، در سه منطقه آمل، بابلسر و پل‌سفید (با ارتفاع متفاوت از سطح آب‌های آزاد) در استان مازندران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۳ در سه منطقه با ارتفاع متفاوت از سطح آب‌های آزاد با شرایط آب و هوایی متفاوت در استان مازندران اجرا گردید. مناطق مورد مطالعه شامل مزارع بابلسر با ارتفاع پایین (۲۱- متر)، مزارع آمل با ارتفاع متوسط (۲۴ متر) و مزارع پل‌سفید با ارتفاع بالا (۶۲۵ متر) بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا و برای آنالیز داده‌ها از روش تجزیه مرکب استفاده شد. در هر منطقه تمامی عملیات کاشت، داشت و برداشت برای هر رقم مطابق با عرف منطقه انجام شد. نیاز کودی در هر منطقه بر اساس نتایج آزمون خاک تأمین شد. داده‌های هواشناسی نیز شامل حداکثر و حداقل درجه حرارت، رطوبت نسبی، بارندگی و ساعت آفتابی به صورت روزانه از نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی در هر منطقه جمع‌آوری شد (جدول ۱).

جدول ۱- میانگین دمای کمینه، بیشینه، رطوبت نسبی، تشعشع خورشیدی و مجموع بارندگی سه منطقه (آمل، بابلسر و پل‌سفید) در دوره آزمایش (از مرحله ۵۰ درصد گلدهی تا رسیدگی برداشت) در مقایسه با آمار بلند مدت ۱۰ ساله (۱۳۹۳-۱۳۸۳) مناطق مورد مطالعه.

منطقه	دمای کمینه (°C)		دمای بیشینه (°C)		رطوبت نسبی (%)		مجموع بارندگی (mm)		تشعشع خورشیدی (MJ m^{-2} d^{-1})	
	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت	دوره آزمایش	بلند مدت
آمل	۲۲/۶	۲۱/۸	۳۰/۹	۲۹/۴	۷۵/۰	۷۷/۶	۲۷/۰	۲۹/۶	۲۰/۸	۱۸/۸
بابلسر	۲۲/۰	۲۲/۴	۲۹/۸	۲۹/۳	۷۵/۵	۷۸/۹	۲۹/۸	۳۲/۲	۲۲/۴	۲۰/۴
پل‌سفید	۱۹/۲	۱۸/۲	۲۷/۳	۲۶/۱	۶۸/۱	۷۱/۳	۳۴/۱	۳۷/۷	۱۹/۸	۱۸/۴

در مرحله رسیدگی کامل رطوبت شلتوک با خشک‌کن به ۱۱ درصد رسانده شد. مقدار ۲۵۰ گرم شلتوک از هر نمونه برنج با استفاده از دستگاه پوست‌کن و سفیدکن (Satake، ساخت ژاپن) به برنج قهوه‌ای و برنج سفید تبدیل شد. برای تعیین طول و عرض دانه برنج قبل از پخت، ۲۵ دانه سالم توسط دستگاه اندازه‌گیری دانه (Grain measure، ساخت ژاپن) با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری

گردید. طول و عرض دانه برنج بعد از پخت نیز از میانگین ۲۰ دانه برنج پخته‌شده محاسبه شد (حبیبی، ۱۳۹۲). درصد آمیلوز با استفاده از روش کالرومتریک و در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای تعیین دمای ژلاتینه شدن دانه از روش پخش در قلیا استفاده گردید. قوام ژل نیز بر اساس قوام برنج سفید در هیدروکسید پتاسیم ۰/۲ نرمال اندازه‌گیری شد. میزان نیتروژن دانه توسط دستگاه NIR Component Analyzer (ساخت ژاپن) اندازه‌گیری و مقدار پروتئین دانه نیز از طریق ضرب درصد نیتروژن اندازه‌گیری‌شده در ضریب ثابت ۵/۹۵ برآورد گردید (حبیبی، ۱۳۹۲). در نهایت، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که صفات کیفی شامل درصد آمیلوز، دمای ژلاتینه شدن، درصد پروتئین، قوام ژل، نسبت طویل شدن، طول و عرض دانه بعد از پخت تحت تأثیر شرایط آب و هوایی منطقه مورد آزمایش قرار گرفتند (جدول ۲). بر اساس یافته‌ها، رقم 'طارم هاشمی' از نظر همه صفات کیفی مورد مطالعه نسبت به رقم 'شیرودی' برتری داشت که علت آن را می‌توان به ویژگی‌های ژنتیکی این رقم نسبت داد. زیرا رقم 'طارم هاشمی' جزء ارقام برنج با کیفیت بالا محسوب می‌شود. بالاترین کیفیت دانه برنج در هر دو رقم 'طارم هاشمی' و 'شیرودی' مربوط به مزارع پل‌سفید بود و بین مزارع آمل و بابلسر از این نظر اختلاف آماری معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). برنج تولیدشده در مزارع پل‌سفید دارای عرض دانه قبل از پخت ۳/۱۷ میلی‌متر، طول دانه بعد از پخت ۱۳/۸ میلی‌متر و نسبت طویل شدن دانه ۱/۹۴ بود. نسبت طویل شدن دانه تحت تأثیر ژنوتیپ و محیط به‌ویژه دما در دوره پر شدن دانه می‌باشد (کروز و همکاران، ۱۹۸۹). همچنین، برنج تولیدشده در مزارع پل‌سفید با میزان آمیلوز ۲۱/۵ درصد، نمره ژلاتینه شدن ۴/۷ و قوام ژل ۴۵/۵ میلی‌متر کیفیت بهتری نسبت به دو منطقه دیگر را نشان دادند. در واقع، علت بهبود کیفیت پخت ارقام 'طارم هاشمی' و 'شیرودی' در مزارع پل‌سفید را می‌توان به وقوع دماهای پایین در مرحله زایشی در این منطقه نسبت داد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات مورد بررسی. عرض دانه قبل از پخت (WBC)، عرض دانه بعد از پخت (WAC)، طول دانه قبل از پخت (LBC)، طول دانه بعد از پخت (LAC)، نسبت طویل شدن (ELO)، درصد آمیلوز (AC)، قوام ژل (GC)، دمای ژلاتینه شدن (GT)، درصد پروتئین (GP).

SOV	Df	WBC(mm)	WAC(mm)	LBC(mm)	LAC(mm)	ELO	AC(%)	GC(mm)	GT	GP(%)
منطقه (R)	۲	ns	*	ns	**	*	**	**	**	**
رقم (C)	۱	*	**	**	ns	**	**	*	**	**
R*C	۲	ns	ns	**	ns	ns	ns	ns	*	ns
CV (٪)	-	۱/۸۹	۱/۸۳	۱/۴۸	۱/۲۸	۱/۷۲	۲/۱۱	۷/۴۵	۴/۶۹	۳/۱۴
منطقه	بابلسر	۱/۹۸ a	۳/۲۲a	۷/۲۷a	۱۳/۵۱b	۱/۸۶b	۱۹/۴۲b	۶۱/۲۰a	۳/۶۷b	۷/۲۹a
	آمل	۱/۹۷a	۳/۲۰a	۷/۲۲a	۱۳/۰۱b	۱/۸۵b	۱۹/۴۰b	۵۸/۲۵a	۳/۴۴c	۷/۱۹a
	پل‌سفید	۱/۹۷a	۳/۱۱b	۷/۱۷a	۱۳/۸۰a	۱/۹۴a	۲۱/۵۰a	۴۵/۵۰b	۴/۷۰a	۶/۴۲b
رقم	شیرودی	۲/۰۰a	۲/۹۷b	۶/۸۸b	۱۳/۵۶a	۱/۹۵a	۱۸/۳۷b	۵۷/۰۰a	۴/۰۸a	۷/۳۴a
	طارم‌هاشمی	۱/۹۶b	۳/۴۵a	۷/۵۶a	۱۳/۶۹a	۱/۹۷b	۲۱/۸۶a	۵۳/۰۰b	۳/۸۰b	۶/۵۹b

در بین صفات کیفی درصد پروتئین و آمیلوز از جمله عوامل شیمیایی اصلی تأثیرگذار بر کیفیت پخت و خوراک برنج می‌باشند. این صفات به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر شرایط اقلیمی به‌ویژه دماهای پایین (ناشی از افزایش ارتفاع محل کشت از سطح آب‌های آزاد) در مرحله زایشی قرار می‌گیرند. از جمله عوامل تأثیرگذار بر میزان آمیلوز دانه برنج می‌توان به موقعیت جغرافیایی منطقه کشت (عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا)، شرایط آب و هوایی (دما، شدت تشعشع و بارندگی)، طول روز و عملیات زراعی اشاره نمود (زانگ و چنگ،۲۰۰۳). محققین گزارش کردند که وقوع دماهای پایین در طول دوره پرشدن دانه ناشی از افزایش ارتفاع موجب افزایش میزان آمیلوز (لی‌یوان، ۲۰۱۲) و وقوع دماهای بالا در این مرحله موجب کاهش میزان آمیلوز در ارقام مختلف برنج شد (زانگ و چنگ، ۲۰۰۳). آمیلوپلاست‌ها از جمله اندامک‌های مسئول سنتز و ذخیره گرانول‌های نشاسته در آندوسپرم بوده که فعالیت آن‌ها تحت تأثیر دما می‌باشد. به عبارتی، دمای بالا موجب کاهش میزان آمیلوپلاست بالغ و افزایش آمیلوپلاست نارس می‌گردد که نتیجه آن کاهش تولید میزان آمیلوز در دماهای نامطلوب خواهد بود (احمد و همکاران، ۲۰۰۸). مطابق با نتایج این مطالعه سو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که با افزایش ارتفاع میزان قوام ژل کاهش یافت که میزان تغییرات بر اساس نوع رقم متفاوت بود. شرایط محیطی از عوامل تأثیرگذار بر میزان پروتئین ذخیره‌ای در آندوسپرم دانه برنج می‌باشد. محققین ثابت کردند که دمای بالا در طول دوره پر شدن دانه موجب افزایش درصد پروتئین (یاماکاوا و همکاران، ۲۰۰۷) و دمای پایین در این مرحله موجب کاهش درصد پروتئین دانه برنج خواهد شد (جین و همکاران، ۲۰۰۵). دماهای بالا از طریق حرکت آمینواسیدها از ساقه و برگ‌ها به دانه و افزایش میزان آنزیم پروتئین سنتتاز موجب افزایش پروتئین دانه می‌گردد (کیم و همکاران، ۲۰۱۱).

منابع مورد استفاده

حبیبی ف، ۱۳۹۲. روش‌های آزمایشگاهی اندازه‌گیری ویژگی‌های کیفی دانه‌ی برنج. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور، رشت. ۲۷ص.

Ahmed N, Maekawa M and Tetlow IJ, 2008. Effects of low temperature on grain filling, amylose content, and activity of starch biosynthesis enzymes in endosperm of basmati rice. Crop Pasture Science. 59:599-604.

Cruz Ndl, Kumar I, Kaushik RP and Khush GS, 1989. Effect of temperature during grain development on stability of cooking quality components in rice. Japanese Journal Breeding. 39:299-306.

Huang M, Jiang L, Zou Y and Zhang W, 2013. On-farm assessment of effect of low temperature at seedling stage on early-season rice quality. Field Crops Research. 141:63-68.

Jin Z, Qian C, Yang J, Liu H and Jin X. 2005. Effect of temperature at grain filling stage on activities of key enzymes related to starch synthesis and grain quality of rice. Rice Science. 12:261-266.

Kim J, Shon J, Lee CK, Yang W, Yoon Y, Yang WH, Kim YG and Lee BW, 2011. Relationship between grain filling duration and leaf senescence of temperate rice under high temperature. Field Crops Research. 122:207-213.

Li J and Yuan J, 2012. Research progress in effects of different altitude on rice yield and quality in China. Greener Journal Agricultural Science. 2:340-344.

Yamakawa H, Hirose T, Kuroda M and Yamaguchi T, 2007. Comprehensive expression profiling of rice grain filling-related genes under high temperature using DNA microarray. Plant Physiology. 144:258-277.

hong LJ and Cheng FM, 2003. Varietal differences in amylose accumulation and activities of major enzymes associated with starch synthesis during grain filling in rice. Acta Agronomica Sinica. 29:452-456.Su Z, Liao X, Zhao G, Shi R, Jiang C, Zou Q and Dai L, 2008. Analysis of grain qualities in Japonica rice (*Oryza sativa* L.) under different altitudes in highland region. Ecology Environment. 17:1157-1162.