

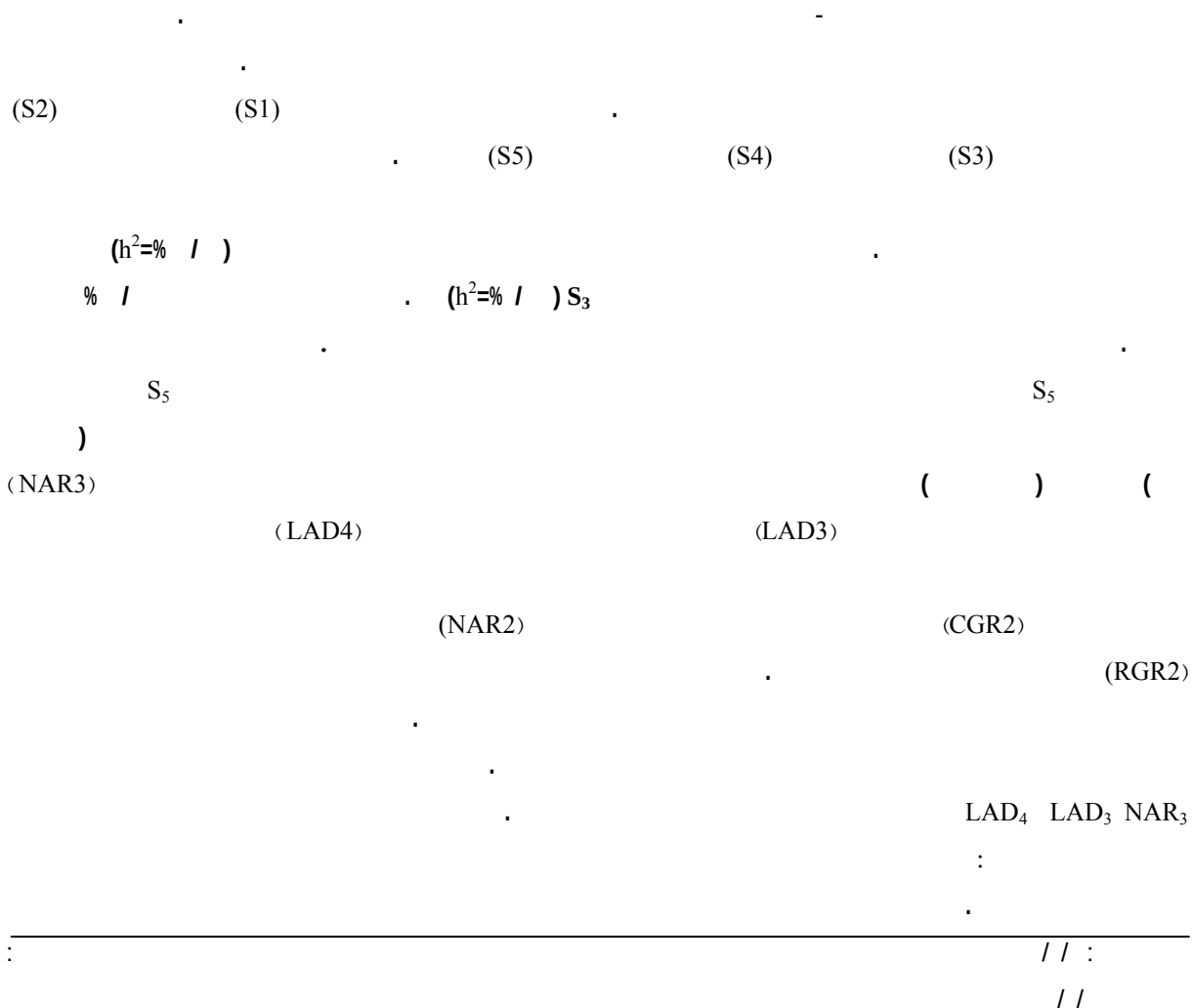
" "

(*Triticum aestivum* L.)

Genotypic variation, heritability , genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield, its components and some morpho- physiological characters in bread wheat

(*Triticum aestivum* L.)

محمد رضا سیاهپوش^۱، یحیی امام^۲ و عباس سعیدی^۳



۱- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی فارس (زرقان) ۲- استاد دانشگاه شیراز- شیراز ۳- استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- کرج

می‌کند) Falconer, 1989; Hallauer and Miranda, 1988).

مشخص شده است که برای بهبود عملکرد گندم، گزینش غیرمستقیم برای وزن دانه، تعداد دانه در واحد سطح و تعداد دانه در هر سنبله بسیار مؤثر است (McNeal et al., 1978). در پژوهشی که بر روی ۲۰ رقم گندم بهاره و در دو مکان انجام شد و سه جزء تعداد دانه در هر سنبله، وزن دانه و تعداد سنبله در واحد سطح مورد ارزیابی قرار گرفتند، مشخص شد که تعداد دانه در هر سنبله بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد دانه دارد. (Shelembe et al., 1992).

هدف از انجام پژوهش حاضر اندازه‌گیری ویژگی‌های مهم ظاهری و فیزیولوژیکی در ۲۵ رقم گندم نان تحت شرایط کشت زراعی و سپس ارزیابی این صفات و تعیین تنوع ژنتیکی، قابلیت توارث آن‌ها بوده است. همین‌طور همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین صفات تعیین شده و مؤثرترین صفاتی که بتوانند در برنامه‌های اصلاحی، جهت انتخاب غیرمستقیم عملکرد دانه به کار روند معرفی می‌شوند.

این آزمایش در سال زراعی ۷۷-۱۳۷۶ در دو ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز (ایستگاه باجگاه با طول و عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۶ دقیقه شرقی و ۲۹ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و ایستگاه کوشکک با طول و عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی و ۳۰ درجه و ۷ دقیقه شمالی) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۵ رقم گندم (ارقام: Soisson، امید، Tam 200، قدس، 61Ard/Prl، طبسی، بزوستایا، دابل کراس شاهی، M-73-19، M-75، البرز، 128(N-170)، زرین، کراس امید، اترک، نیک‌نژاد، Custer، (Rsh*2/10120)، کویر، 5525(MU21)، کاوه، پاستور، استار، مرودشت و فلات) و سه تکرار انجام شد. ارقام بر اساس ویژگی‌هایی مثل تعداد پنجه، اندازه سنبله، تراکم سنبله و ارتفاع بوته از

افزایش عملکرد دانه مهم‌ترین هدف بهنژادی در تحقیقات غلات می‌باشد. اصلاح برای عملکرد زیاده‌تر، اصلاح برای ترکیبی از صفات مطلوب است. اصلاح برای یک صفت ممکن است بر صفات دیگر تأثیر منفی بگذارد، که این موضوع به پیوستگی بین ژن‌ها و پلیوتروپی صفات مربوط می‌شود (Borjevic, 1990; Bos and Caligoria, 1995).

بهنژادگران علاقمند به شناسایی ویژگی‌هایی غیر از عملکرد هستند که بتوانند از آن‌ها به عنوان معیار انتخاب در انتخاب والدین و یا در انتخاب تک بوته در نسل‌های در حال تفکیک استفاده کنند. بر اساس پژوهش‌های گذشته انتخاب بر اساس اجزاء عملکرد پیشرفت ژنتیکی بیشتری را نسبت به انتخاب بر اساس خود عملکرد در افزایش عملکرد داشته است. تعداد زیادی از پژوهشگران همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و صفاتی نظیر تعداد پنجه (Bhatt, 1973; Dofing and Knight, 1992; Singa and Sharma, 1979) (اهدایی و همکاران، ۱۳۶۷؛ Bhatt, 1973)، وزن دانه (Bhatt, 1973; Singa and Sharma, 1979) و طول سنبله (Briggs and Aytenfisu, 1980; Sandha, et al., 1985) گزارش کرده‌اند.

اگر بهنژادگر افراد والد را بر پایه ارزش فنوتیپی آن‌ها انتخاب کند موفقیت او در تغییر ویژگی‌های جمعیت فقط در صورتی قابل پیش‌بینی است که درجه تطابق بین ارزش‌های فنوتیپی (Phenotypic values) و ارزش‌های زادآوری (Breeding values) معلوم باشد. اندازه‌گیری این درجه تطابق به وسیله وراثت‌پذیری انجام می‌گیرد. مهم‌ترین نقش وراثت‌پذیری در صفات، نقش پیش‌بینی کننده آن است که حد اطمینان ارزش فنوتیپی افراد را به عنوان راهنمایی برای ارزش زادآوری آن‌ها نشان می‌دهد. فقط ارزش فنوتیپی افراد مستقیماً قابل اندازه‌گیری است. اما ارزش زادآوری افراد است که تأثیر ارزش‌های فنوتیپی را در نسل بعدی تعیین

بخش غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. انتخاب ارقام به گونه‌ای صورت گرفت که برای صفات مورد نظر حداکثر پراکندگی وجود داشته باشد. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، لولر و سپس ایجاد جوی و پشته به‌طور معمول انجام شد. کوددهی مزرعه در هر دو منطقه بر اساس فرمول کودی (۵۰-۱۰۰-۲۵۰) کیلوگرم در هکتار P,K و N بر اساس آزمایش خاک پیش از کاشت انجام شد. از کود فسفات آمونیم تماماً به‌صورت پایه و از کود اوره به دو صورت پایه و سرک در اواخر پنجه‌زنی استفاده گردید. کشت در کرت‌هایی به ابعاد 3×2 متر و بر مبنای تراکم 300 بوته در متر مربع در آبان ماه 1376 و برداشت در تیر ماه 1377 صورت پذیرفت. آبیاری کرت‌ها با استفاده از سیفون به‌طور یکنواخت در طول فصل رشد انجام شد و علف‌های هرز با دست وجین گردید. در هر کرت با در نظر گرفتن حاشیه و ردیف‌های نمونه‌برداری و عملکرد اصلی ده ردیف کشت شد. در این آزمایش پنج نمونه‌برداری در مراحل، اواسط پنجه‌زنی (Tillering)، اواسط رشد طولی ساقه (Stem elongation)، ظهور سنبله (Spike emergence)، خمیری شدن دانه (Dough development) و رسیدن دانه (Ripening) انجام شد. سطح نمونه‌برداری با در نظر گرفتن حاشیه در هر مرحله 40 سانتیمتر مربع بود. در هر مرحله نمونه‌برداری ویژگی‌های ظاهری، فنولوژیکی و تعدادی از شاخص‌های فیزیولوژیکی به شرح زیر تعیین و ثبت گردید:

پنجه‌هایی که حداقل دارای یک برگ کامل بودند (منظور از برگ کامل برگ است که زبانک آن ظاهر شده باشد و یا انتهای برگ بعد از آن قابل رؤیت باشد):

پنجه‌هایی که دارای سنبله بودند،

بیشترین تعداد پنجه تولید شده،

در مرحله آخر،

با استفاده از

دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ،

خاک (طوقه) تا ابتدای محور سنبله گندم،

پس از جدا کردن ریشه‌ها از محل طوقه

شاخساره گیاه به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتیگراد آون قرار گرفت و سپس با ترازوی حساس توزین شد،

از ابتدای محور سنبله تا انتهای ریشک‌ها،

از ابتدای محور سنبله تا انتهای محور سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله فرعی

برای هر رقم چهار نمونه صدتایی جدا گردید و میانگین آن‌ها محاسبه شد،

نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، نسبت وزنی سنبله به ساقه در ساقه اصلی، نسبت وزنی سنبله به ساقه در پنجه‌ها،

از محل میانگره اول و دوم، (Culm density)

نسبت وزن هر میانگره به طول همان میانگره، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک

سرعت رشد محصول [Crop growth rate]

سرعت جذب خالص [Net assimilation (CGR)]

دوام سطح برگ [Leaf area (NAR)]

سرعت رشد نسبی [Relative duration (LAD)]

با استفاده از رابطه‌های زیر:

$$CGR = [\Delta(DM) / \Delta H] \times 10$$

$$RGR = [\Delta(\ln DM) / \Delta H] \times 1000$$

$$NAR = [CGR \div (LAI_1 - LAI_2) / 2] \times 10$$

$$LAD = (LAI_1 + LAI_2) \Delta H / 2$$

در این رابطه‌ها:

DM: وزن خشک

ΔH : مجموعه حرارتی جذب شده

LAI: شاخص سطح برگ

RGR: سرعت رشد نسبی

برای محاسبه شاخص حرارتی بر حسب درجه-روزهای

بخش غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شدند. انتخاب ارقام به گونه‌ای صورت گرفت که برای صفات مورد نظر حداکثر پراکندگی وجود داشته باشد. عملیات تهیه زمین شامل شخم، دیسک، لولر و سپس ایجاد جوی و پشته به‌طور معمول انجام شد. کوددهی مزرعه در هر دو منطقه بر اساس فرمول کودی (۵۰-۱۰۰-۲۵۰) کیلوگرم در هکتار P,K و N بر اساس آزمایش خاک پیش از کاشت انجام شد. از کود فسفات آمونیم تماماً به‌صورت پایه و از کود اوره به دو صورت پایه و سرک در اواخر پنجه‌زنی استفاده گردید. کشت در کرت‌هایی به ابعاد 3×2 متر و بر مبنای تراکم 300 بوته در متر مربع در آبان ماه 1376 و برداشت در تیر ماه 1377 صورت پذیرفت. آبیاری کرت‌ها با استفاده از سیفون به‌طور یکنواخت در طول فصل رشد انجام شد و علف‌های هرز با دست وجین گردید. در هر کرت با در نظر گرفتن حاشیه و ردیف‌های نمونه‌برداری و عملکرد اصلی ده ردیف کشت شد. در این آزمایش پنج نمونه‌برداری در مراحل، اواسط پنجه‌زنی (Tillering)، اواسط رشد طولی ساقه (Stem elongation)، ظهور سنبله (Spike emergence)، خمیری شدن دانه (Dough development) و رسیدن دانه (Ripening) انجام شد. سطح نمونه‌برداری با در نظر گرفتن حاشیه در هر مرحله 40 سانتیمتر مربع بود. در هر مرحله نمونه‌برداری ویژگی‌های ظاهری، فنولوژیکی و تعدادی از شاخص‌های فیزیولوژیکی به شرح زیر تعیین و ثبت گردید:

پنجه‌هایی که حداقل دارای یک برگ کامل بودند (منظور از برگ کامل برگ است که زبانک آن ظاهر شده باشد و یا انتهای برگ بعد از آن قابل رؤیت باشد):

پنجه‌هایی که دارای سنبله بودند،

بیشترین تعداد پنجه تولید شده،

در مرحله آخر،

با استفاده از

دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ،

خاک (طوقه) تا ابتدای محور سنبله گندم،

پس از جدا کردن ریشه‌ها از محل طوقه

شاخساره گیاه به مدت 48 ساعت در دمای 75 درجه سانتیگراد آون قرار گرفت و سپس با ترازوی حساس توزین شد،

از ابتدای محور سنبله تا انتهای ریشک‌ها،

از ابتدای محور سنبله تا انتهای محور سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله فرعی

برای هر رقم چهار نمونه صدتایی جدا گردید و میانگین آن‌ها محاسبه شد،

نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک، نسبت وزنی سنبله به ساقه در ساقه اصلی، نسبت وزنی سنبله به ساقه در پنجه‌ها،

از محل میانگره اول و دوم، (Culm density)

نسبت وزن هر میانگره به طول همان میانگره، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک

سرعت رشد محصول [Crop growth rate]

سرعت جذب خالص [Net assimilation (CGR)]

دوام سطح برگ [Leaf area (NAR)]

سرعت رشد نسبی [Relative duration (LAD)]

با استفاده از رابطه‌های زیر:

$$CGR = [\Delta(DM) / \Delta H] \times 10$$

$$RGR = [\Delta(\ln DM) / \Delta H] \times 1000$$

$$NAR = [CGR \div (LAI_1 - LAI_2) / 2] \times 10$$

$$LAD = (LAI_1 + LAI_2) \Delta H / 2$$

در این رابطه‌ها:

DM: وزن خشک

ΔH : مجموعه حرارتی جذب شده

LAI: شاخص سطح برگ

RGR: سرعت رشد نسبی

برای محاسبه شاخص حرارتی بر حسب درجه-روزهای

$$PCV = \frac{\sqrt{\sigma_{ph}^2}}{\bar{x}} \times 100$$

$$GCV = \frac{\sqrt{\sigma_g^2}}{\bar{x}} \times 100$$

ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی با استفاده از واریانس ها و کوواریانس های ژنوتیپی و فنوتیپی از طریق فرمول های ارائه شده توسط میلر و همکاران (Miller et al., 1957) به شرح زیر محاسبه گردیدند:

$$\Gamma_{ph} = \frac{\sigma_{ph1,2}}{\sqrt{(\sigma_{ph1}^2)(\sigma_{ph2}^2)}}$$

$$\Gamma_g = \frac{\sigma_{g1,2}}{\sqrt{(\sigma_{g1}^2)(\sigma_{g2}^2)}}$$

که در این رابطه ها r بر ضریب همبستگی، σ و σ^2 به ترتیب بر کوواریانس و واریانس، g و ph علائم ژنوتیپی و فنوتیپی و 1 و 2 بر صفات اول و دوم دلالت دارند. خطای معیار همبستگی ژنوتیپی جهت آزمون ضرایب همبستگی ژنوتیپی از رابطه زیر به دست آمد (Falconer, 1989).

$$\sigma(\gamma_g) = (1 - r_g) \sqrt{\frac{\sigma(h_x^2) \cdot \sigma(h_y^2)}{h_x^2 \cdot h_y^2}}$$

که در آن σ خطای معیار، h_x^2 وراثت پذیری صفت اول، h_y^2 وراثت پذیری صفت دوم می باشد، مطابق فرمول های زیر:

$$h_x^2 = \frac{\sigma_{gx}^2}{\sigma_{phx}^2} \quad h_y^2 = \frac{\sigma_{gy}^2}{\sigma_{phy}^2}$$

نتایج حاصل از تجزیه واریانس صفات مختلف در جدول ۱ آمده است. بر اساس این جدول لاین ها از نظر اکثر صفات اختلاف معنی دار دارند. اثر محیط نیز در

رشد (GDD)

از کاشت تا هر مرحله نمونه برداری از فرمول زیر استفاده شد:

$$H = [(T_{Max} + T_{Min})/2] - T_b$$

که در آن H ، شاخص حرارتی روزانه بر حسب درجه - روزهای رشد (GDD)

T_{max} حداکثر دمای روزانه با حد بالای ۳۵ درجه سانتیگراد، T_{min} حداقل دمای روزانه با حد پایین پنج درجه سانتیگراد و T_b درجه حرارت پایه می باشد.

داده های جمع آوری شده برای هر صفت ابتدا مورد تجزیه مرکب با طرح پایه بلوک های کامل تصادفی قرار گرفتند. به منظور برآورد اجزاء واریانس ژنوتیپی، محیطی، فنوتیپی و برهمکنش ژنوتیپ در محیط، تجزیه کوواریانس داده های مربوط به هر زوج صفت بر اساس مدل طرح بلوک های کامل تصادفی با تکرار مشاهدات در دو منطقه، انجام گردید (Falconer, 1989; Fehr, 1987)، در کلیه محاسبات محیط و رقم به عنوان عوامل تصادفی در نظر گرفته شدند. واریانس و کوواریانس ژنوتیپی و فنوتیپی صفات بر مبنای امید ریاضی میانگین مربعات و میانگین حاصل ضرب ها برآورد گردید (Baker, 1986; Falconer, 1989; Miller, et al., 1957).

از تقسیم واریانس ژنوتیپی به فنوتیپی برآوردی از درصد وراثت پذیری هر صفت به دست آمد. انحراف معیار وراثت پذیری بر اساس روش پسک و بیکر (Pesek and Baker, 1969) محاسبه گردید. ضریب تغییرات [Genotypic coefficient of variation (GCV)] و ضریب تغییرات فنوتیپی [Phenotypic coefficient of variation (PCV)] به ترتیب با استفاده از واریانس ژنوتیپی (σ_g^2) و واریانس فنوتیپی (σ_{ph}^2) و هم چنین میانگین صفات ($\bar{x}$) و بر اساس رابطه های زیر محاسبه شدند.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف

Table 1. Analysis of variance for different traits

صفات Traits	میانگین مربعات MS				اشتباه آزمایش df=96	میانگین Mean
	E محیط df= 1	تکرار در محیط df= 4	L لاین df=24	E×L df=24		
(						
a) Main stem traits						
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S3 Spike to stem weight ratio at S3	3.256**	0.062 ^{ns}	0.058**	0.058**	0.026	0.44
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S4♣ Spike to stem wight ratio at S4♣	5.223**	0.025 ^{ns}	0.197**	0.203**	0.058	1.27
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S5 Spike to stem ratio at S5	8.516**	0.051 ^{ns}	0.183*	0.060 ^{ns}	0.039	1.54
تعداد دانه در سنبله No.of kernel /Spike	14727.45**	108.868 ^{ns}	212.142*	128.364*	69.876	41.99
تعداد سنبله در سنبله No. of spikelet/spike	372.157**	1.934 ^{ns}	13.526**	2.508 ^{ns}	2.072	17.02
(						
b) Tiller stem traits						
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S3 Spike to stem ratio at S3	1.893**	0.004 ^{ns}	0.032**	0.023**	0.004	0.41
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S4 Spike to stem ratio at S4	5.023**	0.077 ^{ns}	0.192**	0.228**	0.063	1.18
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S5 Spike to stem weight ratio at S5	8.857**	0.112 ^{ns}	0.186**	0.071 ^{ns}	0.055	1.50
تعداد دانه در سنبله No. of kernels/ spike	6842.747**	85.587 ^{ns}	190.878**	1399727.47**	633769.616	31.66
تعداد سنبله در سنبله No. of spikelets/ spike	345.416**	4.735 ^{ns}	10.895**	3.617 ^{ns}	3.5	14.89
(						
c) Yield and yield components						
عملکرد دانه Grain yield(t/ha)	33.546 ^{ns}	3.377 ^{ns}	4.326**	1.057 ^{ns}	1.064	5.42
وزن صد دانه 100 grain waight(g)	0.130 ^{ns}	0.474 ^{ns}	0.652**	0.178 ^{ns}	0.141	3.65
شاخص برداشت Harvest index (%)	2906.917**	25.766 ^{ns}	47.951*	48.877*	27.763	37.70
تعداد سنبله در متر مربع No. of spikes/ m ²	8215158.407*	11823.067 ^{ns}	27307.354**	20126.657**	8146.789	540.29
(						
d) Plant height						
ارتفاع Plant height (cm)	3253.717*	247.352 ^{ns}	425.659 ^{ns}	150.767 ^{ns}	97.726	75.01
تعداد پنجه سنبله دار در بوته No.of fertile tillers/ plant	4.23*	0.443 ^{ns}	0.803**	0.971**	0.321	1.71
تعداد کل پنجه در بوته No. of tiller/plant	101.139*	1.482 ^{ns}	1.885*	1.110 ^{ns}	0.989	3.64
عملکرد بیولوژیک Biomass(t/ha)	39.332 ^{ns}	22.351 ^{ns}	7.476 ^{ns}	7.544 ^{ns}	5.018	14.55

♣: در مورد این صفات چون واریانس ژنوتیپی منفی به دست آمده به جای واریانس ژنوتیپی، صفر منظور شده است. در این حالت محاسبه ضریب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد، وراثت پذیری، GCV و پیشرفت ژنتیکی امکان پذیر نمی باشد.

♣: As in these traits genotypic variance is negative zero was replaced instead of genotypic correlation with yield, heritability GCV and genetic advance.

* and ** Significant at the 5 and 1% levels of probability respectively .

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪.

ns: Non significant

ns: غیر معنی دار

اعداد داخل پرانتز در ستون وراثت پذیری نشان دهنده اشتباه معیار وراثت پذیری هر صفت می باشد.

Values in the brackets in column of heritability are standard error of heritability for each trait .

GCV: Genotypic

GCV: ضریب تغییرات ژنوتیپی

PCV: Phenotypic

coefficient of variation

PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی

coefficient of variation

Table 1.

مجله علوم زراعی ایران، جلد پنجم، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۲

Continued

Traits	میانگین مربعات MS				اشتباه آزمایش df=96	میانگین Mean
	E محیط df= 1	تکرار در محیط df= 4	L لاین df=24	E×L df=24		
قطر ساقه (میانگره اول) stem.diameter (mm) (1 st . internode)	0.018 ^{ns}	0.091 ^{ns}	0.401 ^{**}	0.170 ^{**}	0.082	3.37
درصد تلفات پنجه Tiller mortality(%)	11.222 ^{ns}	363.537 ^{ns}	105.602 ^{ns}	371.381 [*]	217.952	24.04
درصد پنجه های نابارور Infertile tillers(%)	6.263 ^{ns}	670.806 ^{ns}	437.024 ^{**}	268.712 ^{ns}	169.034	64.59
طول سنبله بدون ریشک Length of awnless spike (cm)	13.428 ^{**}	0.473 ^{ns}	3.712 ^{**}	0.986 ^{ns}	0.983	8.94
طول سنبله با ریشک Length of awned spike (cm)	33.863 ^{**}	1.175 ^{ns}	11.854 ^{**}	3.607 ^{ns}	2.974	13.59
(e) Physiological indices						
CGR1	2.532 ^{ns}	0.665 ^{ns}	0.323 ^{ns}	0.284 ^{ns}	0.203	1.53
CGR2	43.557 ^{**}	1.321 ^{ns}	3.243 ^{**}	1.41 ^{ns}	1.235	3.15
CGR3	176.085 ^{**}	0.935 ^{ns}	5.878 ^{ns}	5.457 ^{ns}	4.682	2.24
CGR4	37.667 ^{**}	2.335 ^{ns}	3.525 ^{ns}	4.415 ^{**}	2.002	0.60
NAR1	0.685 ^{ns}	0.186 ^{ns}	0.085 ^{ns}	0.072 ^{ns}	0.078	0.81
NAR2	37.735 ^{**}	0.200 ^{ns}	1.554 [*]	1.384 [*]	0.826	0.85
NAR3	37.735 ^{**}	0.200 ^{ns}	1.554 [*]	1.384 ^{ns}	0.826	0.82
NAR4	758.934 [*]	70.388 ^{ns}	68.473	72.463 ^{ns}	69.486	0.64
RGR1	55.969 [*]	5.586 ^{ns}	1.767 ^{ns}	1.001 ^{ns}	1.471	7.31
RGR2	9.284 [*]	0.607 ^{ns}	1.666 ^{**}	0.757 ^{ns}	0.728	3.24
RGR3	21.712 ^{**}	0.177 ^{ns}	1.549 ^{ns}	1.362 ^{ns}	1.074	1.01
RGR4	2.570 ^{ns}	0.421 ^{ns}	0.306 ^{ns}	0.476 [*]	0.269	0.19
LAD1	151282.98 ^{ns}	190632.1 ^{ns}	40309.368 ^{**}	26693.734 ^{ns}	20095.435	550.97
LAD2	5638344.236 ^{**}	226936.946 ^{ns}	1116640.578 ^{**}	227756.233 ^{**}	98646.541	1593.91
LAD3	5638344.236 ^{**}	362061.01 ^{ns}	269996.818 ^{**}	278955.526 ^{**}	67862.303	1168.38
LAD4	2215.943 ^{ns}	551726.233 ^{ns}	154447.063 ^{**}	157305.132 ^{**}	58761.255	385.65

۱- در مورد صفات این گروه تبدیل داده صورت گرفته است.

* and ** Significant at the 5 and 1% levels of probability respectively.

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪.

ns : Non significant

ns : غیر معنی دار.

S₃: Third sampling S₄: Fourth sampling S₅: Fifth S₃: نمونه برداری سوم S₄: نمونه برداری چهارم S₅: نمونه برداری پنجم
sampling

اکثر صفات به جز عملکرد دانه، وزن صد دانه، یوماس، قطر ساقه و درصد تلفات پنجه و تعدادی صفات دیگر معنی دار بوده است. اطلاعات جامع در زمینه اثر محیط، تکرار در محیط، لاین، لاین در محیط و اشتباه آزمایش را می توان در جدول ۱ ملاحظه کرد.

لاد ۲ (h²=۰.۷۹/۱۲)، لاد ۲ (h²=۰.۷۵/۲۸)، طول سنبله بدون ریشک (h²=۰.۷۲/۹۸) و کمترین وراثت پذیری مربوط به صفات نسبت وزنی سنبله به ساقه اصلی در نمونه برداری سوم (h²=۰.۱/۰۵) و عملکرد بیولوژیک (h²=۰.۱/۴) بوده است. وراثت پذیری عملکرد در این آزمایش برابر ۲۱/۵۴٪ برآورد گردید. پژوهشگران متعددی مقادیر متوسط و یا کمی را برای قابلیت توارث عملکرد دانه گزارش کرده اند که با نتیجه حاصل از این آزمایش مطابقت دارد (Pathak and Nema, 1985). کمتر بودن مقدار قابلیت توارث عملکرد دانه نسبت به سایر صفات در اغلب بررسی ها حاکی از این موضوع است که اثرات محیطی قسمت اعظم تغییرات فنوتیپی این صفت را

اطلاعات به دست آمده از محاسبات بالا در جدول ۲ آورده شده است. براساس این جدول بالاترین وراثت پذیری ها مربوط به صفات تعداد سنبله در سنبله ساقه اصلی (h²=۰.۸۰/۱۴)، تعداد دانه در سنبله فرعی

به وجود می‌آورند، در نتیجه انتخاب ژنوتیپ برتر فقط بر اساس عملکرد دانه نمی‌تواند چندان مؤثر باشد. وراثت‌پذیری سایر صفات در جدول ۲ آمده است. اشتباه معیار هر وراثت‌پذیری در درون پرانتز در کنار آن وراثت‌پذیری ارائه شده است. جهت تعیین میزان تنوع موجود در درون صفات اقدام به محاسبه ضریب تغییرات ژنوتیپی و فنوتیپی گردید. در کلیه صفات ضریب تغییرات فنوتیپی بزرگ‌تر از ضریب تغییرات ژنوتیپی بود. بالاترین ضرایب تغییرات ژنوتیپی را صفات گروه شاخص‌های فیزیولوژیک به خود اختصاص دادند. ضریب تغییرات ژنوتیپی صفات نشان می‌دهند که تنوع موجود در صفات مختلف متفاوت است. در بعضی صفات تنوع زیاد و در بعضی صفات تنوع کمی وجود دارد. مسلماً هر چه تنوع موجود در صفات بیشتر باشد انتخاب در آن‌ها از دقت بالاتری برخوردار خواهد بود (Falconer, 1989). همان طوری که در ادامه بحث خواهد شد تعدادی از صفات که دارای تنوع کمی بودند با توجه به ویژگی‌های دیگر این صفات مثل ضریب همبستگی ژنوتیپی، وراثت‌پذیری و پیشرفت ژنتیکی آن‌ها از آزمایش حذف شدند.

با توجه به این که هدف اصلی این پژوهش تعیین صفاتی است که علاوه بر ویژگی‌های ذکر شده در قسمت‌های قبل دارای بالاترین رابطه با عملکرد دانه باشند، اقدام به محاسبه ضرایب همبستگی ژنوتیپی صفات مختلف با عملکرد گردید. هدف از محاسبه ضریب همبستگی ژنوتیپی، بررسی روابط در شرایطی است که عوامل محیطی دخالتی ندارند. به این ترتیب همبستگی بین صفات مختلف و عملکرد از دیدگاه پیوستگی و پلیوتروپی بین صفات مورد بررسی قرار می‌گیرد. اکثر صفات اندازه‌گیری شده ضریب همبستگی معنی‌داری در سطح ۱٪ یا ۵٪ با عملکرد دانه داشتند. صفات نسبت وزنی

سنبله به ساقه فرعی در نمونه‌برداری سوم، LAD1، LAD2، ضرایب همبستگی ژنوتیپی معنی‌داری با عملکرد دانه نداشتند و از ادامه آزمایش حذف گردیدند. از صفات گروه ساقه اصلی بالاترین همبستگی ژنوتیپی را صفت تعداد دانه در سنبله اصلی با عملکرد (**۰/۸۲) نشان داد و به دنبال آن صفت نسبت وزنی سنبله به ساقه اصلی در S₅ با ضریب همبستگی **۰/۷۵ و پس از آن صفت تعداد سنبله‌چه در سنبله اصلی با ضریب همبستگی **۰/۷۱ با عملکرد در ارتباط بوده‌اند.

از صفات گروه ساقه فرعی بالاترین ضریب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد را صفت نسبت وزنی سنبله به ساقه فرعی در S₅ با ضریب همبستگی **۰/۷۸ و به دنبال آن صفات تعداد دانه در سنبله فرعی با ضریب همبستگی **۰/۷۳ و تعداد سنبله‌چه در سنبله فرعی با ضریب همبستگی **۰/۶۸ داشتند. این نتایج با یافته‌های صدیق و همکاران (Siddique et al., 1989b) و کربی (Kirby, 1988) که عقیده بر نقش مؤثر صفت نسبت وزنی سنبله به ساقه در برنامه‌های به نژادی به منظور افزایش عملکرد دانه را دارند و هم‌چنین با گزارش‌های مقدم و همکاران (۱۳۷۲)، پیری و دانتونو (Perry and Dantono, 1989)، صدیق و همکاران (Siddique et al., 1989a) اسلاف‌ر و آندرید (Slafer and Andrade; 1989 and 1993) و شوران

جدول ۲- میانگین، ضریب همبستگی ژنوتیپی صفات با عملکرد دانه، وراثت پذیری، GCV، PCV در صفات مختلف

Table 2. Mean, genotypic correlation of traits with grain yield, GCV, PVC and genetic advance in different traits

صفات Traits	میانگین Mean	ضریب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد Genot. correl. coeff. with grain	وراثت پذیری Heritability (%)	ضریب تغییرات فنوتیپی Genotypic coefficient of variation (GCV%)	ضریب تغییرات فنوتیپی Phenotypic coefficient of variation (PCV%)
(					
a) Main stem traits					
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S3 Spike to stem weight ratio at S3	0.44	0.71**	1.05(0.389)	2.59	25.19
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S4 Spike to stem weight ratio at S4	1.27	-	-	-	16.75
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S5 Spike to stem weight ratio at S5	1.54	0.75**	63.66(0.177)	9.30	11.65
تعداد دانه در سنبله No. of Grain /Spike	41.99	0.82**	34.71(0.288)	8.90	15.10
تعداد سنبلهچه در سنبله No. of spikelet/spike	17.02	0.71**	80.14(0.107)	7.96	8.89
(					
b) Tiller stem traits					
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S3 Spike to stem weight ratio at S3	0.41	0.008 ^{ns}	20.67(0.324)	24.30	31.80
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S4 Spike to stem weight ratio at S4	1.18	-	-	-	57.32
نسبت وزنی سنبله به ساقه در S5 Spike to stem ratio at S5	1.50	0.78**	59.23(0.202)	9.23	12.00
تعداد دانه در سنبله Kernels/ spike	31.66	0.73**	79.12(0.150)	15.2	17.09
تعداد سنبلهچه در سنبله Spikelets/ spike	14.89	0.68**	64.93(0.184)	7.33	9.09
(					
c) Yield and yield components					
عملکرد دانه Grain yield (t/ha)	5.42	1	21.54(0.343)	4.05	8.73
وزن صد دانه 100 grain weight (g)	3.65	-0.61**	70.67(0.151)	7.71	9.16
شاخص برداشت Harvest index (%)	37.70	0.61**	45.40(0.396)	9.80	14.30
تعداد سنبله در متر مربع Spikes/ m ²	540.29	0.42*	21.57(0.329)	6.40	13.79
d) Plant traits					
ارتفاع بوته Plant height(cm)	75.01	-0.72**	60.79(0.189)	9.02	11.57
تعداد پنجه سنبله دارد در بوته Fertile tillers/ plant	1.71	-	-	-	25.29
تعداد کل پنجه در بوته No. of tiller/plant	3.64	0.44*	39.84(0.282)	9.88	15.66
عملکرد بیولوژیک Biomass (t/ha)	14.55	0.79**	1.4(0.394)	0.73	8.29
قطر ساقه (میانگرمه اول) Stem diameter (1 st internode) mm	3.37	0.85**	51.8(0.219)	5.81	8.08

♣: در مورد این صفات چون واریانس ژنوتیپی منفی به دست آمده به جای واریانس ژنوتیپی، صفر منظور شده است. در این حالت محاسبه ضریب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد، وراثت پذیری، GCV و پیشرفت ژنتیکی امکان پذیر نمی باشد.

♣: As in these traits genotypic variance is negative zero was replaced instead of genotypic correlation with yield, heritability GCV and genetic advance.

* and ** Significant at the 5 and 1% levels of probability respectively .

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح ۵٪ و ۱٪.

ns: Non significant

ns: غیر معنی دار

اعداد داخل پرانتز در ستون وراثت پذیری نشان دهنده اشتباه معیار وراثت پذیری هر صفت می باشند.

Values in the brackets in column of heritability are standard error of heritability for each trait .

GCV: Genotypic

GCV: ضریب تغییرات ژنوتیپی

PCV: Phenotypic

coefficient of variation

PCV: ضریب تغییرات فنوتیپی

coefficient of variation

Table 2. Continued

ادامه جدول ۲

صفات Traits	میانگین Mean	ضریب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد Genot. correlation coeff. with grain yield	وراثت پذیری Heritability (%)	GCV Geno. Coefficient of variation (%)	PCV Pheno. coefficient of variation (%)
قطر ساقه (میانگره دوم) mm Stem diameter (2 nd internode)	3.64	0.65**	60.67(0.187)	6.36	8.17
Culm density وزن واحد طول ساقه	0.04	0.41*	50.0(0.179)	8.78	12.42
درصد پنجه های نابارور Infertile tillers (%)	64.59	-0.49*	34.57(0.291)	8.20	13.95
طول سنبله بدون ریشک Length of awnless spike (cm)	8.94	-0.40*	72.98(0.147)	7.54	8.83
طول سنبله با ریشک Length of awned spike (cm)	13.59	0.44*	67.77(0.166)	8.63	10.48
CGR1	1.53	1.06 [‡]	10.52(0.367)	52.32	60.73
CGR2	3.15	-0.75**	52.06(0.236)	60.25	72.36
CGR3	2.24	1.88 [‡]	16.70(0.353)	50.31	64.31
CGR4	0.60	-	-	-	80.94
NAR1	0.9	1.47 [‡]	5.60(0.83)	28.94	50.31
NAR2	0.85	-0.86**	10.59 (0.239)	60.45	74.56
NAR3	0.82	0.54**	2.91(0.385)	65.31	81.42
NAR4	0.64	-	-	-	85.67
RGR1	7.31	0.26**	50.05(0.274)	4.89	6.91
RGR2	3.24	-0.61**	52.87(0.236)	11.80	16.24
RGR3	1.01	0.42**	16.92(0.35)	21.32	51.83
RGR4	0.19	-	-	-	65.4
LAD1	550.97	0.24 ^{ns}	31.22(0.307)	8.64	15.40
LAD2	1593.91	0.06 ^{ns}	75.28(0.116)	7.64	27.85
LAD3	1168.38	0.54**	42.30(0.398)	13.93	21.41
LAD4	385.65	0.42*	33.70(0.396)	27.73	47.78

S1: نمونه برداری اول S2: نمونه برداری دوم S3: نمونه برداری سوم S4: نمونه برداری چهارم S5: نمونه برداری پنجم
S1: First sampling S2: Second sampling S3: Third sampling S4: Fourth sampling S5: Fifth sampling
[‡]: ضریب همبستگی بزرگتر از یک و غیر قابل قبول
^{ns}: Correlation coefficient is bigger than one and unaccepted

CGR: Crop growth rate(gm⁻² day⁻¹)
NAR: Net assimilation rate(gm⁻² day⁻¹)
RGR: Relative growth rate(gg⁻¹ day⁻¹)
LAD: Leaf area duration(m² day⁻¹)

معنی داری در ارتباط با عملکرد دانه بوده‌اند. بالاترین ضرایب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد در گروه چهارم صفات یعنی صفات بوته را صفات: قطر ساقه (میانگره اول) (۰/۸۵**)، ارتفاع بوته (۰/۷۲**)، قطر ساقه (میانگره دوم) (۰/۶۵**)، درصد پنجه‌های نابارور (۰/۴۹*) دارا بودند. منفی بودن رابطه ارتفاع و درصد پنجه‌های نابارور با عملکرد دانه در تحقیقات دیگران نیز عنوان شده است (اهدایی و همکاران، ۱۳۶۷). ضرایب همبستگی سایر صفات در جدول ۲ آمده است. در گروه

(Shoran, 1995) که بر وجود همبستگی بالا و مثبت بین تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه تأکید دارند، مطابقت دارد. در گروه سوم صفات یعنی گروه عملکرد و اجزاء عملکرد، شاخص برداشت با ضریب همبستگی ** ۰/۶۱ بالاترین همبستگی ژنوتیپی را با عملکرد دانه نشان داد. شوران (Shoran, 1995)، مقدم و همکاران (۱۳۷۲) و اهدایی و همکاران (۱۳۶۷) نیز نتایج مشابهی گزارش کرده‌اند. پس از آن وزن صد دانه با ضریب همبستگی ** ۰/۶۱- و تعداد سنبله در متر مربع با ضریب همبستگی ** ۰/۴۲ به طور

پنجم صفات ضرایب همبستگی ژنوتیپی با عملکرد به ترتیب بزرگی به این قرار بودند: NAR2 با ضریب همبستگی 0.86^{**} ، CGR2 با ضریب همبستگی 0.75^{**} ، RGR2 با ضریب همبستگی 0.61^{**} ، NAR3 با ضریب همبستگی 0.54^{**} و LAD3 با ضریب همبستگی 0.54^{**} و LAD4 با ضریب همبستگی 0.42^{**} .

واریانس ژنوتیپی برخی صفات به دلیل اشتباه نمونه برداری، کمی تعداد داده ها، استفاده از مدل آماری نادرست و یا عدم وجود تنوع ژنتیکی کافی منفی شده است (Baker, 1986; Miller et al., 1957). در این آزمایش در چنین مواردی به جای واریانس صفت مربوطه صفر منظور گردید. به طور کلی صفاتی که دارای ضریب همبستگی ژنوتیپی معنی داری با عملکرد بودند و در عین حال وراثت پذیری قابل قبولی نیز داشتند، به علاوه تنوع ژنتیکی زیادی هم داشتند شناسایی گردیدند و بدین وسیله از بین ۴۵ صفت اندازه گیری شده ۲۳ صفت انتخاب شدند. که روابط بین آنها در ادامه مورد بحث قرار می گیرد.

جدول ۳ ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین صفات مختلف را نشان می دهد. با توجه به این جدول می توان ملاحظه کرد که صفت نسبت وزنی سنبله به ساقه در ساقه اصلی و در ساقه های فرعی با اکثر صفات مورد مطالعه یک همبستگی مثبت و معنی دار داشته و فقط با وزن صد دانه، ارتفاع بوته، NAR2 و RGR2 همبستگی منفی و معنی دار دارند. در بسیاری از مطالعات گزارش شده است که نسبت وزنی سنبله به ساقه معیار خوبی جهت پیشبرد عملکرد دانه می باشد (Siddique et al., 1989b) که در این آزمایش نیز دقیقاً این موضوع تأیید شده است.

تعداد دانه در سنبله صفتی است که در مقالات مهم ترین جزء مؤثر بر افزایش عملکرد گزارش شده

است. (Perry and Dantonio, 1989; Waddington et al., 1986) به طوری که در جدول ۳ ملاحظه می شود چه در سنبله ساقه اصلی و چه در سنبله های ساقه های فرعی این صفت همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشته و با صفت وزن صد دانه همبستگی منفی دارد. به عبارتی تلاش در افزایش عملکرد از طریق افزایش تعداد دانه تا اندازه ای از طریق کاهش در وزن دانه خنثی می گردد دو فرضیه برای توجیه همبستگی معکوس این دو صفت وجود دارد: فرضیه اول این که با افزایش تعداد دانه در مترمربع قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای هر دانه کمتر می شود و لذا منجر به کاهش وزن تک دانه می گردد و فرضیه دوم این که افزایش تعداد دانه در سنبله باعث می شود تا تعداد دانه های بیشتری را در موقعیت هایی از سنبله که پتانسیل پر کردن دانه آنها پایین است (ابتدا و انتهای سنبله) داشته باشیم و این باعث کاهش وزن دانه می گردد (Slafer and Anderade, 1991 and 1993) نکته قابل توجه در این آزمایش همبستگی مثبت و معنی دار قطر ساقه (میانگره اول و میانگره دوم) و وزن واحد طول ساقه با تعداد دانه در سنبله های ساقه اصلی و ساقه های فرعی می باشد و به نظر می رسد که این ویژگی های ساقه می توانند معیارهای مناسبی در افزایش این صفت باشند. براساس اطلاعات حاصل از این آزمایش با افزایش طول سنبله، تعداد سنبله، قطر ساقه و وزن واحد طول ساقه می توان به افزایش تعداد دانه در سنبله دست یافت.

در این آزمایش صفت وزن صد دانه با اکثر صفات مورد بررسی همبستگی منفی داشته است این صفت فقط با صفات ارتفاع بوته CGR₂، RGR₂ همبستگی مثبت معنی دار نشان داده است. بسیاری از تحقیقات افزایش عملکرد دانه را در سیر تاریخی اصلاح این گیاه به افزایش شاخص برداشت نسبت داده اند (Slafer and Andrade, 1991). در این آزمایش نیز ضریب همبستگی ژنوتیپی این صفت با عملکرد مثبت

جدول ۳- ضرایب همبستگی ژنوتیپی و فنوتیپی بین صفات مختلف (در هر ردیف اعداد بالا نشان‌دهنده ضرایب همبستگی ژنوتیپی و اعداد پایین نشان‌دهنده همبستگی فنوتیپی است)

Table 3. Genotypic and phenotypic correlation coefficient different traits (the upper and lower values indicate genotypic and phenotypic correlation coefficient respectively)

صفات Traits	تعداددانه در سنبله اصلی Kernels/ main spike	تعداد سنبله در سنبله اصلی Spikelets/ main spike	نسبت وزنی سنبله به ساقه فرعی در S5 Spike to tiller stem weight ratio at S5	تعداددانه در سنبله فرعی ernels/ tiller spike	تعداد سنبله در سنبله فرعی pikelet/ tiller spike	عملکرد دانه Grain yield	وزن صد دانه 100 grain weight	تعداد سنبله Spikes/ m ²	شاخص برداشت Harvest index	ارتفاع بوته Plant height	تعداد کل پنجه در بوته Tillers/ plant	قطر ساقه (میانگرم اول) Stem diameter (1st. internode)
نسبت وزنی سنبله به ساقه اصلی در S5	0.59** :G	0.24ns	0.91**	0.47*	0.34ns	0.75**	-0.42*	0.35ns	0.61*	-0.81**	0.27ns	0.15ns
Spike to main stem weight ratio S5	0.40 :P	0.19	0.88	0.42	0.31	0.68	-0.26	-0.15	0.58	-0.43	-0.01	0.05
تعداد دانه در سنبله اصلی	:G	0.87**	1.11†	1.18†	0.99**	0.82**	-0.52**	-0.29ns	0.45*	0.30ns	-0.08ns	0.85**
Kernels/main spike	:P	0.56	0.41	0.67	0.62	0.28	-0.15	-0.30	0.58	0.09	0.00	0.38
تعداد سنبله در سنبله اصلی	:G		0.37ns	0.87**	1.03†	0.71**	-0.36ns	-0.34ns	0.12ns	-0.40*	0.54**	0.48*
Spikelets/main spike	:P		0.13	0.56	1.04†	0.21	-0.24	-0.25	-0.05	0.22	0.48	0.48
نسبت وزنی سنبله به ساقه فرعی در S5	:G			0.72**	0.54**	0.78**	-0.58**	0.59**	0.46*	-0.91**	0.17ns	0.44*
Spike to tiller stem weight ratio at S5	:P			0.45	0.26	0.84	-0.38	-0.01	0.59	-0.42	-0.22	0.04
تعداد دانه در سنبله فرعی	:G				0.99**	0.73**	-0.76**	-0.08ns	0.15ns	-0.02ns	0.25ns	0.78**
Kernel /tiller spike	:P				0.81	0.41	-0.49	-0.13	0.17	0.01	0.14	0.57
تعداد سنبله در سنبله فرعی	:G					0.68**	-0.68**	0.77**	0.01ns	0.20ns	0.82**	0.61**
Spiklet /tiller spike	:P					0.20	-0.35	0.18	0.02	0.19	0.41	0.45
عملکرد دانه	:G						-0.61**	0.42*	0.61**	-0.72**	0.44*	0.85**
Grain yield (t/ha)	:P						-0.5	0.33	0.41	-0.20	-0.13	0.25
وزن صد دانه	:G							-0.59**	-0.33ns	0.78**	-0.12ns	-0.28ns
100 grain weight (g)	:P							-0.54	-0.31	0.46	0.00	-0.12
تعداد سنبله در متر مربع	:G								-0.10ns	-1.02†	0.66**	-0.76**
Spikes /m ²	:P								-0.05	-0.32	-0.25	-0.15
شاخص برداشت	:G									-0.54**	0.11ns	0.13ns
Harvest index	:P									-0.64	0.13	0.16
ارتفاع بوته	:G										0.79**	0.28ns
Plant height (cm)	:P										0.14	0.06
تعداد کل پنجه در بوته	:G											-0.25ns
Tillers /plant	:P											0.25

Table 3. continued

ادامه جدول ۳

صفات Traits	قطر ساقه (میانگره دوم) Stem diameter (2nd.Internode)	وزن واحد طول ساقه Culm density	درصد پنجه‌های نابارور Infertile tillers(%)	طول سنبله بدون ریشک Awnless spike length	طول سنبله با ریشک Awned spike length	CGR2	NAR2	NAR3	RGR2	LAD3	LAD4	
نسبت وزنی سنبله به ساقه اصلی در S5	0.33 ^{ns}	:G	0.64**	0.40*	0.02ns	0.24ns	-0.34ns	-0.83**	1.40‡	-0.40*	0.08ns	-0.12ns
Spike to main stem weightratio at S5	0.2	:P	0.30	0.10	0.13	0.18	-0.13	0.03	0.23	-0.16	0.10	-0.15
تعداد دانه در سنبله اصلی	G : 1.06‡		0.91**	0.11ns	1.00‡	0.50**	0.18ns	-0.62**	0.06ns	-0.35ns	0.13ns	0.25ns
Kernels/main spike	P : 0.47		0.67	-0.26	0.46	0.21	0.20	0.01	-0.09	0.17	0.15	0.29
تعداد سنبلچه در سنبله اصلی	0.28 ^{ns}	:G	0.70**	0.50**	0.76**	-0.06ns	-0.33ns	-1.62‡	0.08ns	-0.92**	0.35ns	0.11ns
Spiklets/main spike	0.37	:P	0.60	0.08	0.52	-0.16	-0.00	-0.36	-0.18	-0.46	0.49	0.08
نسبت وزنی سنبله به ساقه فرعی در S5	0.57**	:G	0.92**	0.15ns	-0.17ns	0.17ns	-0.17ns	-0.71**	1.00‡	-0.49*	-0.31ns	-0.25ns
Spike to tiller stem weight ratio at S5	0.14	:P	0.30	0.08	0.06	0.25	-0.20	-0.00	0.21	-0.27	-0.35	-0.23
تعداد دانه در سنبله فرعی	0.53**	:G	0.80**	-0.09ns	0.75**	0.14ns	-0.14ns	-1.0‡	1.94‡	-0.69**	0.25ns	0.11ns
Kernels /tiller spike	0.48	:P	0.57	-0.17	0.55	0.10	0.19	-0.03	0.09	-0.27	0.21	0.03
تعداد سنبلچه در سنبله فرعی	0.30 ^{ns}	:G	-0.63**	0.63**	0.85**	0.01ns	-0.35ns	-0.91**	1.35‡	-0.98**	0.35ns	0.21ns
Spiklet /tiller spike	0.31	:P	0.91	0.08	0.63	-0.01	0.02	-0.35	0.02	-0.43	0.46	0.13
عملکرد دانه	0.65**	:G	0.41*	-0.49*	-0.40*	0.44*	-0.75**	-0.86**	0.54**	-0.61**	0.54**	0.42*
Grain yield (t/ha)	0.22	:P	0.29	0.17	0.16	0.07	0.44	-0.22	0.25	-0.59	0.38	0.27
وزن صد دانه	-0.07 ^{ns}	:G	-0.12ns	-0.38ns	-0.07ns	0.05ns	0.60**	1.20‡	-2.00‡	0.42*	0.25ns	0.35ns
100 grain weight (g)	0.03	:P	-0.15	-0.23	-0.06	0.07	0.41	0.28	-0.42	0.31	0.24	0.31
تعداد سنبله در متر مربع	-0.20 ^{ns}	:G	-0.95**	-0.12ns	-1.41 ‡	-0.26ns	-0.92**	0.95**	1.46‡	0.11ns	-0.35ns	-0.38ns
Spikes /m ²	-0.05	:P	-0.33	0.23	-0.41	-0.07	-0.36	-0.11	0.30	-0.14	0.37	-0.32
شاخص برداشت	0.12 ^{ns}	:G	-0.81**	0.18ns	-0.21ns	-0.14ns	-0.11ns	-0.11ns	0.15ns	0.10ns	-0.21ns	-0.15ns
Harvest index	0.19	:P	-1.20‡	0.17	0.27	-0.10	-0.20	-0.04	0.13	0.02	-0.30	-0.09
ارتفاع بوته	0.17 ^{ns}	:G	0.55**	-0.24ns	-0.24ns	-0.20ns	0.31ns	-0.09ns	-1.29‡	-0.23ns	0.43*	0.31ns
Plant height (cm)	-0.07	:P	0.06	-0.12	0.47	0.11	0.24	-0.11	-0.22	-0.08	0.45	0.28
تعداد کل پنجه در بوته	-0.49*	:G	0.60**	0.90**	0.43*	-0.64**	-0.31ns	-1.31‡	0.97**	0.33ns	0.14ns	0.21ns
Tillers /plant	0.02	:P	0.14	0.10	0.06	0.07	-0.01	-0.01	-0.10	-0.09	0.22	0.20
قطر ساقه (میانگره اول)	G : 1.00‡		0.93**	-0.17ns	0.52**	-0.08ns	0.05ns	-0.57**	-1.68‡	-0.34ns	0.29ns	0.18ns
Stem diameter (1 st .internode) mm	0.55		0.55	-0.24	0.22	-0.22	0.32	0.06	-0.33	-0.13	0.27	0.14
قطر ساقه (میانگره دوم)		:G	0.60**	-0.62**	0.13ns	-0.27ns	0.25ns	0.27ns	1.86‡	-0.06ns	0.15ns	0.29ns
Stem diameter (2 nd .internode) mm		:P	0.54	-0.30	0.01	-0.29	0.33	0.17	0.72	0.01	0.16	0.28

Table 3. continued

ادامه جدول ۳

صفات Traits	درصد پنجه‌های نا بارور Infertile tillers (%)	طول سنبله بدون ریشک Awnless spike length	طول سنبله با ریشک Awned spike length	CGR2	NAR2	NAR3	RGR2	LAD3	LAD4
وزن واحد طول ساقه Culm density	G : 0.31 ^{ns} -0.14 :P	0.87** 0.29	-0.12 ^{ns} 0.26	-0.19 ^{ns} 0.06	-1.42 [‡] -0.19	-1.74 [‡] -0.58	-0.80** -0.41	0.31 ^{ns} 0.34	0.32 ^{ns} 0.30
درصد پنجه‌های نابارور Infertile tillers (%)	:G :P	-0.22 ^{ns} -0.15	-0.13 ^{ns} -0.03	-0.91** -0.78	-1.40 [‡] -0.65	0.06 ^{ns} 0.14	-0.64** -0.49	-0.14 ^{ns} -0.06	0.31 ^{ns} -0.35
طول سنبله بدون ریشک Awnless spike length	:G :P		0.41* 0.46	0.13 ^{ns} 0.09	-0.66** -0.21	0.19 ^{ns} 0.16	-0.44* -0.19	0.31 ^{ns} 0.43	0.25 ^{ns} 0.21
طول سنبله با ریشک Awned spike length	:G :P			-0.04 ^{ns} -0.01	0.20 ^{ns} 0.04	0.94** 0.15	-0.27 ^{ns} 0.02	0.21 ^{ns} -0.10	0.04 ^{ns} -0.10
CGR2	:G :P				1.57 [‡] 0.74	0.03 ^{ns} -0.29	0.72** 0.67	0.11 ^{ns} 0.12	0.22 ^{ns} 0.30
NAR2	:G :P					0.85** -0.10	1.82 [‡] 0.77	0.35 ^{ns} 0.47	-0.11 ^{ns} 0.05
NAR3	:G :P						1.61 [‡] -0.10	-0.28 ^{ns} -0.36	-0.09 ^{ns} -0.29
RGR2	:G :P							-0.14 ^{ns} -0.26	0.09 ^{ns} 0.12
LAD3	:G :P								0.38 ^{ns} 0.59

ns, * and **: Non- significant at the 5 and 1% level of probability, respectively.

‡: Bigger than one and unaccepted

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار در سطح ۵٪ و ۱٪.

‡: بزرگ‌تر از یک و غیرقابل قبول

و در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. اجزاء عملکرد دانه بجز وزن صد دانه همبستگی مثبتی با شاخص برداشت داشتند. همبستگی وزن واحد طول ساقه با شاخص برداشت منفی و بسیار معنی دار بود که از نقطه نظر فیزیولوژیکی نیز توجیه پذیر و مورد انتظار است.

با توجه به جدول ۳ ملاحظه می شود که تعداد کل پنجه در بوته با تعداد سنبلچه در سنبله اصلی و سنبله های فرعی همبستگی مثبت و معنی دار در سطح ۱٪ داشته اند. همین طور افزایش تعداد کل پنجه در بوته باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد سنبله در واحد سطح و درصد پنجه های نابارور می شود و با توجه به همبستگی فنوتیپی منفی این صفت با عملکرد دانه به نظر می رسد که محدود کردن آن در یک حد مطلوب می تواند کارایی انتخاب را بالا ببرد.

همان طوری که قبلاً گفته شد صفت قطر ساقه (میانگره اول) با صفات مهمی چون تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله اصلی، تعداد سنبلچه در سنبله فرعی، عملکرد دانه، وزن واحد طول ساقه همبستگی مثبت و معنی دار دارد و این خود به این صفت ارزش قابل توجهی می بخشد. نکته جالب این که همبستگی قطر ساقه (میانگره اول) با تعداد سنبله در مترمربع منفی و معنی دار بوده یعنی افزایش تراکم در نتیجه افزایش رقابت بین گیاهی باعث کاهش قطر ساقه و افزایش احتمال خوابیدگی گیاه می گردد در صورتی که همبستگی این صفت با تعداد پنجه در بوته هر چند منفی بوده ولی معنی دار نیست به عبارتی احتمالاً رقابت درون گیاهی بین ساقه ها چندان روی قطر ساقه مؤثر نیست.

وزن واحد طول ساقه یکی از ویژگی هائی است که باعث کاهش خوابیدگی ساقه می شود. این صفت همبستگی مثبت و معنی دار با قطر ساقه و ارتفاع بوته دارد. به عبارتی می توان با پیشبرد این صفت حساسیت ارقام پا بلند نسبت به خوابیدگی ساقه را کاهش داد. همبستگی این صفت با عملکرد دانه مثبت و معنی دار بوده است. با توجه به جدول ۳ ضریب

همبستگی ارتفاع بوته با اکثریت صفات منفی بوده است این صفت با عملکرد دانه همبستگی منفی داشته که در سطح ۱٪ معنی دار می باشد این همبستگی را می توان به اثر مثبت ژن های پا کوتاهی بر عملکرد دانه مربوط دانست. با مروری بر شاخص های فیزیولوژیک مشاهده می شود که سرعت رشد محصول (CGR)، سرعت جذب خالص (NAR) و سرعت رشد نسبی (RGR) ارقام در مرحله دوم نمونه برداری (CGR₂, RGR₂) یعنی در محدوده زمانی بین پنجه دهی تا رشد طولی ساقه همبستگی منفی و بسیار معنی داری با عملکرد دانه دارند. سرعت جذب خالص در مرحله سوم نمونه برداری (NAR₃) یعنی در محدوده زمانی گلدهی تا خمیری شدن دانه و دوام سطح برگ نیز در مراحل سوم و چهارم نمونه برداری (LAD₃, LAD₄) یعنی در محدوده های زمانی گلدهی تا خمیری شدن دانه و خمیری شدن دانه تا رسیدن کامل همبستگی های مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشته اند که البته مورد انتظار هم بود. همبستگی های بین دیگر صفات در جدول ۳ قابل ملاحظه است.

لازم است به این نکته اشاره شود که ضرایب همبستگی که مورد بررسی قرار گرفته ضرایب همبستگی ژنوتیپی بوده است. مسلماً با توجه به این که در مبحث ضرایب همبستگی ژنوتیپی اثر عوامل محیطی نادیده گرفته می شود، همبستگی های بین صفات ممکن است از نظر مقدار و جهت این روابط با نتایج حاصله از ضرایب همبستگی خطی هم خوانی نداشته باشد.

با توجه به جدول ۳ همبستگی ژنوتیپی برخی صفات به دلیل پاره ای از اشتباهات غیر قابل تشخیص بزرگ تر از یک برآورد گردیده است که قابل چشم پوشی می باشند.

در کل براساس نتایج حاصل از این آزمایش می توان به این نکات اشاره کرد که افزایش عملکرد دانه از طریق

افت عملکرد می‌باشد. از بین شاخص‌های فیزیولوژیک به نظر می‌رسد که شاخص‌های NAR_3 ، AD_3 و LAD_4 صفات مهمی در افزایش عملکرد می‌باشند و می‌بایست در برنامه‌های اصلاحی ارقام به آن‌ها توجه داشت.

بدینوسیله از بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به خاطر تأمین بذر ارقام گندم و سرکار خانم معصومه محمدی به خاطر همکاری صمیمانه در تایپ این مقاله قدردانی می‌شود.

انتخاب غیرمستقیم صفات مؤثرتر بوده و از پیشرفت ژنتیکی بیشتری برخوردار است این موضوع را می‌توان به پلی‌ژنیک بودن و پایین بودن وراثت پذیری عملکرد دانه نسبت داد. از بین صفات مختلف مورد بررسی به نظر می‌رسد که مهم‌ترین اجزاء افزایش‌دهنده عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله ساقه اصلی و در سنبله ساقه‌های فرعی و صفت مرتبط با آن یعنی تعداد سنبلچه در سنبله باشد. همین طور براساس نتایج حاصل صفات قطر ساقه و وزن واحد طول ساقه نیز صفاتی هستند که هم به طور مستقیم و هم غیرمستقیم و از طریق صفات دیگر می‌توانند در افزایش عملکرد مؤثر باشند. از طرف دیگر کاهش در ارتفاع بوته و درصد پنجه‌های نابارور راهکاری مؤثر در کاهش

References

- اهدایی، ب.، ق. نورمحمدی، ع. کجباف و ح. بزرگمهری. ۱۳۶۷. تغییرات ژنتیکی، قابلیت توارث و تجزیه همبستگی صفات زراعی ارقام گندم هگزاپلوئید بومی خوزستان. مجله علمی کشاورزی، ۴۷-۱۲: ۲۷-۱۲.
- مقدم، م.، م. بصیرت، ف. رحیم‌زاده‌خویی، م. ر. شکبیا. ۱۳۷۲. تجزیه علیت عملکرد دانه، اجزای آن و برخی صفات مرفولوژیک در گندم پاییزه. دانش کشاورزی ۷۵-۴۸: ۲ و ۱.
- Baker, R. J. 1986. Selection Indices in Plant Breeding. CRC.Press. Inc. 218 P.
- Bhatt, G.H.1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association. Euphytica 22: 338-343.
- Borjevic S. 1990. Principles and Methods of Plant Breeding. Elsevier. Pob. Comp. pp.69-78.
- Bos, I. and P. Caligoria. 1995. Selection Method in Plant Breeding. (1st. ed.) . Chapman & Hall . U.K. 347 P.
- Briggs, K. G. and A. Aytenfisu. 1980. Relationship between morphological characters above the flag leaf node and grain yield in spring wheats. Crop Sci. 20: 350-354.
- Dofing, S. M. and Knight, C. W. 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Sci. 32: 487-489.
- Falconer, D. S. 1989. Introduction to Quantitative Genetics. (3rd edition) Longman, New York. 415 p.
- Fehr, W.R. 1987. Principles of cultivar development . (Vol 1) Mc Grow-Hill , Inc. 536 p.
- Hallauer, A.R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative Genetics in Maize Breeding. (2nd ed.) Iowa State University Press, Ames Iowa. 468 p.
- Kirby , E.J.M. 1988. Analysis of leaf, stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis . Field Crops Res. 18: 127-131.

- McNeal, F.H., C. O. Qualset, D. E. Baldridge and V. R. Stewart. 1978. Selection for yield and yield components in wheat. *Crop Sci.* **18**: 795-799.
- Miller, P. A., J. C. Williams, Jr. H. F. Robinson and R. E. Comstock. 1957. Estimates of genotypic and environmental variances and covariances in upland cotton and their implication in selection. *Agron. J.* **29**: 126-131.
- Pathak, N. N. and D. P. Nema. 1985. Genetic advance in landraces of wheat. *Indian J. Agric. Sci.* **55**: 478-479.
- Perry, M. W. and M. F. Dantono. 1989. Yield improvement and associated characteristics of some Australian spring wheat cultivars introduced between 1890 and 1982. *Aust. J. Agric. Res.* **40**: 457-465.
- Pesek, J. and R. J. Baker. 1969. Desired improvement in relation to selection indices. *Can. J. Plant Sci.* **49**: 803-804.
- Sandha, G. S., R. K. Vellanki and G. S. Dhindsa. 1985. Variability among metric traits in hexaploid triticale. *Indian. J. Agric. Sci.* **55**: 499-501.
- Shelembi, M. A., A. T. Wright and D. C. Tanner. 1992. Correlation and path-coefficient analysis on yield components of twenty spring bread wheat genotypes evaluated at 2 locations in Arusha region of Tanzania. *Plant Breeding Abs.* **62**: 530.
- Shoran, J. 1995. Estimation of variability parameters and path coefficient for certain metric traits in winter wheat (*Triticum aestivum* L. EM. Thell). *Indian J. Genetics Plant Breeding.* **55(4)**: 399-405.
- Siddique, K. H., R. K. Belford, M. Perry and D. Tennant. 1989a. Growth in Mediterranean-type environment . *Aust. J. Agric. Res.* **40**: 473-484.
- Siddique, K. H., E. J. M. Kirby and M. Perry. 1989b. Ear-to-stem ratio in old and modern wheats: Relationship with improvement in number of grains per ear and yield . *Field Crops Res.* **21**: 59-68.
- Singa, G. C. P. and N. N. Sharma. 1979. Correlation, regression and path analysis studies in wheat varieties. *Indian. J. Agron.* **25**: 225-229.
- Slafer, G. A. and F. H. Andrade. 1989. Genetic improvement in Argentina. *Field Crops Res.* **21**: 289- 298.
- Slafer, G. A. and F. H. Andrade. 1991. Change in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum*) through genetic improvement of grain potential at different regions of the world. A review. *Euphytica* **58**: 37-58.
- Slafer, G. A. and F. H. Andrade. 1993. Physiological attributes related to the generation of grain yield in bread wheat cultivars released at different area. *Field Crops Res.* **31**: 351-363.
- Waddington, S. R., J. K. Ransom, M. Osmanzai and D. A. Saunders. 1986. Improvement in the yield potential of bread wheat adapted to northwest Mexico. *Crop. Sci.*, **26**: 679-698.

Genotypic variation, heritability, genotypic and phenotypic correlation coefficients of grain yield, its components and some morpho-physiological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.)

Siahpoosh¹, M. S., Y. Emam² and A. Saidi³

ABSTRACT

In this study a field experiment was conducted in 1997-98 at two locations (Kooshkak and Bajgah). Twenty five bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes were studied in a randomized complete block design with replications in each location. Agronomic and physiological traits were measured in five developmental stages [tillering (S₁), stem elongation (S₂), spike emergence (S₃), dough stage (S₄) and maturity (S₅)]. The significant traits were distinguished and their genotypic correlation coefficient with grain yield, heritability, genotypic and phenotypic coefficient of variation were determined. Number of spikelet per main spike and spike to main stem dry weight ratio (at S₃) had the highest ($h^2=80.14\%$) and the lowest ($h^2=1.05\%$) heritability, respectively. The heritability of grain yield was estimated 21.54%. Most of the measured traits had significant genotypic coefficient of variation. Grain yield had significantly positive genotypic correlation coefficient, with spike to stem dry weight ratio of main stem at S₅, number of grains per main spike, number of spikelet per main spike, spike to stem dry weight ratio of tillers at S₅, number of kernels per tiller, number of spikelet per tiller, number of spike per square meter, harvest index, number of tiller per plant, stem diameter (1st. internode), stem diameter (2nd internode), culm density, spike length, including awns net assimilation rate at third sampling (NAR₃), leaf area duration at third sampling (LAD₃) and leaf area duration at fourth sampling (LAD₄) and had significantly negative correlation, with 100 grain weight, plant height, percentage of infertile tillers, spike length, without awns crop growth rate at second sampling (CGR₂), net assimilation rate at second sampling (NAR₂), and relative growth rate at second sampling RGR₂. Overall, increasing grain yield through indirect selection, is effective. In this experiment the most important traits for increasing grain yield were number of grains per main and tiller stems, number of spikelet per spike, stem diameter and culm density. It was also determined that decreasing in plant height and percentage of infertile tillers could be suitable for improving grain yield. Among physiological indices, NAR₃, LAD₃ and LAD₄ were the most effective criteria for increasing grain yield.

Key words: Wheat, Grain yield, Morphological traits, Physiological indices, Genotypic correlation coefficient, Heritability.

1- Scientific member of Fars Agric. Research Center

2- Prof. Of University of Shiraz, Iran.

3- Research Assist. Prof., Seed & Plant Improv. Institute, Karaj, Iran.