

تجزیه عاملی صفات مورفولوژیک و مورفوفیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های گندم نان (*Triticum aestivum* L.) تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی

- احمدرضا گل‌پرور، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان
- محمدرضا قنادها، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- عباسعلی زالی، استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- علی احمدی، استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران
- اسلام مجیدی هروان، عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران
- عبدالله قاسمی پیربلوطی، مربی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرکرد.

تاریخ دریافت: اردیبهشت ماه ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۸۵

Email: agolparvar@khuisf.ac.ir

چکیده

به منظور ارزیابی و طبقه‌بندی صفات مورفولوژیک و مورفوفیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم نان در هر دو شرایط تنش و بدون تنش خشکی ۵۶۷ ژنوتیپ گندم نان در قالب طرح مشاهده‌ای با چهار تکرار کشت شدند. دو تکرار به عنوان محیط تنش و دو تکرار نیز به عنوان محیط بدون تنش در نظر گرفته شد. تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس نشان داد که چهار عامل اول در محیط تنش روی هم رفته ۸۹/۶ درصد و در محیط بدون تنش ۸۷/۵ درصد از تغییرات متغیرهای مورد بررسی را توجیه می‌نمایند. در محیط تنش عامل اول ۴۲/۸ درصد از واریانس میان صفات را به خود اختصاص داده و نقش مهمی در توجیه تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد دانه سنبله ایفا نمود. از این‌رو این عامل به عنوان عامل عملکرد دانه سنبله نام‌گذاری گردید. عوامل دوم، سوم و چهارم نیز در محیط تنش ۲۰، ۱۷ و ۱۰ درصد از تغییرات موجود بین صفات را توجیه نموده و به ترتیب به عنوان عوامل عملکرد دانه گیاه، تراکم سنبله و انتقال آسیمیلات‌ها نام‌گذاری شدند. در محیط بدون تنش نیز عامل اول ۳۵ درصد از واریانس موجود بین صفات را به خود اختصاص داده و نقش مهمی در توجیه تغییرات عملکرد دانه گیاه و سنبله، شاخص برداشت گیاه و سنبله، تعداد دانه در سنبله و ارتفاع گیاه ایفا نمود. این عامل تحت عنوان عامل عملکرد دانه گیاه نام‌گذاری گردید. عوامل دوم، سوم و چهارم ۲۵/۵، ۱۶/۶ و ۱۱ درصد از تغییرات صفات را توجیه نموده و به ترتیب به عنوان عوامل تولید، انتقال آسیمیلات‌ها و تراکم سنبله نام‌گذاری شدند. به طور کلی نتایج نشان‌دهنده تأثیر عوامل محیطی مختلف بر عوامل استخراج شده، درصد توجیه تغییرات بین صفات توسط عوامل و صفات همبسته با هر عامل می‌باشد.

کلمات کلیدی: گندم نان، تجزیه به عامل‌ها، چرخش وریماکس، صفات مورفولوژیک و مورفوفیزیولوژیک.

Pajouhesh & Sazandegi No:72 pp: 52-59

Factor analysis of morphological and morpho-physiological traits in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under drought and non-drought stress conditions

By: By: A. R. Golpariyar, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Islamic Azad University, Branch of Khorasgan.

M. R. Ghanadha, Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University.

A. A. Zali, Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University.

A. Ahmadi, Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University.

E. M. Harvan, Scientific Member, Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Branch of Science and Research of Tehran.

A. Ghasemi pirbalooti., Scientific Member. Faculty of Agriculture, Islamic Azad University, Branch of Shahr-e-Kord.

In order to evaluate and classify morphological and morpho-physiological traits of bread wheat genotypes in drought and non-drought stress conditions 567 bread wheat genotypes were sown in modify augmented design with four replications. Two replications were considered as drought condition and two as non-drought. Factor analysis based on principal component analysis method and varimax rotation indicated that four important factors accounted for about 89.6 and 87.5 percent of the total variation among traits in drought and non-drought stress conditions, respectively. In drought stress condition, the first factor assigned 42.8 percent of total variation between traits and was significantly related with spike yield and its components. Therefore, this factor was regarded as spike seed yield factor. Other factors in drought stress condition accounted for 20, 17 and 10 percent of variation between traits and were entitled as plant seed yield, spike density and assimilate transmission factors, respectively. In non-drought stress condition, the first factor assigned 35 percent of total variation between traits and was significantly related with traits plant and spike seed yield, plant and spike harvest index, No. seed/spike and plant height. This factor was regarded as plant seed yield factor. Other factors in non-drought stress condition accounted for 25.5, 16.6 and 11 percent of variation between traits and were entitled as production, assimilate transmission and spike density factors, respectively. Overall, results revealed effect of different environments on extracted factors, percent of variation accounted for by factors and traits related with each factor.

Key words: Bread wheat, Factor analysis, Varimax rotation, Morphological and morpho-physiological traits.

مقدمه

اصلاح گران معمولاً در تشخیص پتانسیل ژنتیکی لاین ها و ارقام مختلف، با خصوصیات و صفات متنوعی از گیاه روبرو هستند که عملکرد را تحت تأثیر خود قرار می دهند. ارزیابی صحیح این صفات به دلیل وراثت پذیری پایین آنها به ویژه در شرایط واجد تنش مشکل بوده و اثر متقابل ژنوتیپ با محیط نتیجه گیری در این زمینه را بسیار دشوار می سازد. خشکی نیز معمولاً به عنوان شایع ترین تنش غیر زنده که گیاهان زراعی با آن مواجه می شوند شناخته می شود. با توجه به کاهش بارندگی های سالانه و افزایش خشکی و دمای هوا، ایجاد ارقام متحمل و دارای پتانسیل عملکرد بالا برای اصلاح گران اهمیت بسیاری دارد. برخی از محققین (۸، ۱۳۰۱۰) معتقدند که تحمل به تنش خشکی از طریق اصلاح صفات مورفولوژیک و مورفوفیزیولوژیک امکان پذیر است. در این راستا شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک به عنوان مهمترین صفات در این زمینه معرفی شده اند (۱۳۰۱۰). در غلات دانه ریز افزایش شاخص برداشت ممکن است باعث بهبود عملکرد در شرایط تنش گردد، بدون آنکه نیاز گیاه به آب افزایش یابد. از طرفی

اصلاح برای عملکرد بیولوژیک، کارائی استفاده گیاه از آب قابل دسترس را افزایش می دهد. بنابراین، تمامی شاخص های انتخاب بایستی باعث بهبود یک یا هر دو این صفات شوند (۱۳۰۱۰).

انتخاب غیرمستقیم در نسل های اولیه اصلاحی از طریق صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد دانه داشته و وراثت پذیری به مراتب بیشتر از عملکرد داشته باشند یکی از استراتژی های مهم اصلاحی است. تجزیه ضرایب همبستگی صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آنها به عنوان معیارهای انتخاب کمک می نماید (۹، ۶، ۲، ۱).

تجزیه به عامل ها یکی از روش های تجزیه و تحلیل چند متغیره آماری است که به وسیله آن می توان همبستگی بین تعداد زیادی از متغیرها را در قالب تعداد کمتری از عوامل مستقل (غیر همبسته) توضیح داد. چنین فرض می شود که هر یک از متغیرهای اندازه گیری شده با یکی از عوامل استخراج شده همبستگی دارد، ولی تحت تأثیر خطاهای تصادفی نیز می باشد. تجزیه به عامل ها^۱ بر اساس روش تجزیه به مؤلفه های اصلی^۲ که توسط Harman توضیح

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۲ با انتخاب تصادفی ۵۶۷ ژنوتیپ گندم نان از کلکسیون دانشکده کشاورزی کرج و کاشت آنها در مزرعه پژوهشی دانشکده کشاورزی آغاز گردید. عملیات تهیه زمین جهت کاشت شامل شخم، دیسک، تسطیح و ایجاد ردیف‌های کاشت بود. مقدار ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره خالص به فرم فسفات آمونیوم قبل از کاشت و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار ازت خالص به فرم اوره در سه مرحله کاشت، پنجه دهی و گل‌دهی استعمال گردید. از هر ژنوتیپ ۲۰۰ عدد بذر ضدعفونی شده و برای کاشت در واحدهای آزمایشی مورد استفاده قرار گرفت. طرح آزمایشی مورد استفاده از نوع مشاهده‌ای بود. آزمایش شامل دو تکرار تنش و دو تکرار بدون تنش بوده که در هر تکرار ژنوتیپ‌های اصلی به همراه شاهد‌های کرجیک و سرداری در ردیف‌های دو متری و به فاصله ۱۰ سانتی‌متر کشت شدند. بدین صورت که به ازاء هر ۱۰ ردیف از ژنوتیپ‌های اصلی، دو ردیف از شاهد‌ها نیز کشت شد.

پس از عملیات کاشت جهت جوانه‌زنی بذور یکبار در پائیز ۱۳۸۲ آبیاری صورت گرفت. در بهار سال ۸۳، تکرارهای بدون تنش هر ده روز یکبار آبیاری شدند ولی تکرارهای تنش هیچ‌گونه آبی دریافت نکردند. میزان نزولات از زمان کاشت تا برداشت گیاهان ۱۳۵ میلی‌متر بود. در هر ردیف ۵ بوته به طور تصادفی اتیکت‌گذاری شده و پس از رسیدگی محصول برای هر ژنوتیپ از صفات؛ عملکرد دانه گیاه، وزن سنبله، شاخص برداشت سنبله، شاخص برداشت گیاه، تعداد دانه در گیاه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه سنبله، وزن هزار دانه، طول سنبله، ارتفاع گیاه و طول پدانکل یادداشت‌برداری صورت گرفت.

بر روی داده‌های بدست آمده تجزیه واریانس یک‌طرفه با تکرار نامساوی برای بررسی یکنواختی زمین آزمایش انجام شد. سپس بر روی داده‌های تکرارهای مربوط به دو محیط تنش و بدون تنش میانگین گرفته شده و میانگین‌ها در محاسبات به کار گرفته شد. ابتدا ضرایب همبستگی بین صفات مختلف به دست آمده و سپس تجزیه به عامل‌ها بر اساس روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس بر روی داده‌های هر یک از دو محیط صورت گرفت. از روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به منظور استخراج ماتریس بارهای عاملی و همچنین تخمین تعداد عوامل استفاده شد (۷، ۱۵). بر این اساس عامل‌هایی که دارای ریشه مشخصه بزرگتر از یک بودند انتخاب گردیده و برای تشکیل ماتریس ضرایب عاملی به کار گرفته شدند. با استفاده از چرخش وریماکس، بر روی ماتریس بارهای عاملی اصلی چرخش انجام شده و بدین ترتیب ماتریس بارهای عاملی چرخش یافته به دست آمد (۷، ۱۵، ۱۶). به منظور تفسیر بهتر و منطقی‌تر، ضرایب عاملی بالای ۰/۵ به عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شد (۱۵، ۱۶). مقادیر ویژه، درصد واریانس، درصد تجمعی واریانس و میزان اشتراک هر یک از عوامل استخراج شده نیز محاسبه گردید. به منظور انجام تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار SPSS استفاده شد.

نتایج

نتایج مربوط به بررسی همبستگی بین صفات مختلف در هر دو محیط تنش و بدون تنش خشکی در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود همبستگی عملکرد دانه گیاه با تمامی صفات دیگر در محیط تنش مثبت و بسیار معنی‌دار می‌باشد. از طرفی در محیط بدون تنش همبستگی عملکرد دانه گیاه با تمامی صفات به جز وزن سنبله مثبت

داده شده است با استخراج بارهای عاملی^۳ همراه است (۷). میزان اشتراک و واریانس توجیه شده توسط عوامل به وسیله بیشترین ضریب همبستگی تخمین زده شده (۱۴) و تعداد عوامل می‌تواند با استفاده از روش‌هایی مانند؛ تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، حداکثر درست‌نمایی^۴ و یا سایر روش‌ها برآورد گردد (۱۲). چرخش عوامل موقت و تبدیل آنها به عوامل چرخش یافته نیز با استفاده از روش وریماکس^۵ که یک چرخش متعامد^۶ می‌باشد به منظور تبدیل هر یک از عوامل به مجموعه‌ای از متغیرهای همبسته می‌تواند به کار گرفته شود (۱۲). بارهای عاملی ماتریس چرخش یافته، درصد تنوع توجیه شده توسط هر یک از عوامل و میزان اشتراک^۷ هر یک از متغیرها در عوامل استخراج شده نیز قابل برآورد خواهد بود (۱۵).

Shebeski و Briggs با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها در گندم بهاره دریافتند که تعداد فاکتورها و صفات مرتبط با آنها با تغییر نوع محیط و از سالی به سال دیگر تفاوت دارد (۴). در این تحقیق در سال اول هفت عامل استخراج شدند که در مجموع ۹۰/۷ درصد و در سال دوم پنج عامل که در مجموع ۷۹/۹ درصد از تغییرات بین صفات را توجیه نمودند.

Walton در ارقام و تلاقی‌های گندم‌های بهاره با استفاده از تجزیه و تحلیل عاملی پی بردند که چهار عامل اول در مجموع ۹۸/۴ درصد از واریانس بین صفات را به خود اختصاص می‌دهند (۱۷). بر اساس ضرایب مربوط به هر یک از صفات در ماتریس بارهای عاملی مشخص گردید که عامل اول عامل سطح برگ پرچم، عامل دوم خصوصیات منبع و فعالیت فتوسنتزی، عامل سوم اجزای عملکرد و عامل چهارم تراکم سنبله می‌باشد.

Moss و Ledent داده‌های مربوط به آزمایش چهارساله بر روی اجزای عملکرد و خصوصیات مورفولوژیکی تعدادی از ارقام گندم زمستانه را تجزیه عاملی نموده و دریافتند که خصوصیات مورفولوژیکی گندم ارتباط زیادی با نسبت عملکرد به اندام‌های هوایی دارد (۸).

Al-Khateeb و Leilah در مطالعه خود بر روی ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی تعدادی از صفات را تجزیه عاملی نموده و موفق به شناسایی سه عامل شدند که روی هم رفته ۷۴/۴ درصد از تغییرات صفات را توجیه نمودند. عامل اول شامل صفات تعداد سنبله در متر مربع، وزن ۱۰۰ دانه، وزن دانه‌ها در سنبله و عملکرد بیولوژیک بوده و ۲۸/۶ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داد. لذا، این عامل به عنوان عامل عملکرد بیولوژیک نام‌گذاری گردید. عامل دوم دربرگیرنده صفات ارتفاع گیاه، طول سنبله و تعداد دانه در سنبله بوده و ۲۵/۹ درصد از واریانس بین صفات را توجیه نموده و از اینرو تحت عنوان عامل شاخص برداشت نامیده شد. عامل سوم از ضرایب عاملی معنی‌داری برای صفات قطر سنبله و شاخص برداشت برخوردار بوده و ۱۹/۸ درصد از تغییرات بین صفات را به خود اختصاص داد. لذا این عامل به نام عامل شاخص برداشت نام‌گذاری گردید (۹).

Mohamed در تحقیق خود بر روی ژنوتیپ‌های گندم نان صفات را در قالب دو عامل معرفی نمود که این دو عامل ۸۰/۸ درصد از کل تغییرات را توجیه نمودند. این دو عامل به ترتیب به عنوان عوامل عملکرد دانه و تراکم سنبله نام‌گذاری گردیدند (۱۱).

هدف از این تحقیق بررسی روابط صفات مختلف در شرایط تنش و بدون تنش خشکی و شناسایی عوامل مؤثر در بهبود ژنتیکی عملکرد و مقاومت به تنش خشکی در ژنوتیپ‌های گندم نان می‌باشد.

مهمی در توجیه تغییرات متغیرهای وزن سنبله، تعداد دانه در گیاه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه سنبله و وزن هزار دانه ایفا نمود. لذا، این عامل تحت عنوان عامل عملکرد دانه سنبله نامیده شد (جدول ۴). عامل دوم در حدود ۲۰ درصد از واریانس را توجیه نموده و ضرایب عاملی صفات عملکرد دانه گیاه، شاخص برداشت سنبله و شاخص برداشت گیاه در این عامل مثبت بود که از این رو عامل دوم به عنوان عامل عملکرد دانه گیاه نام گذاری گردید. عامل سوم ۱۷ درصد از تغییرات را به خود اختصاص داده و نقش مهمی

و معنی دار است. در مورد صفت عملکرد دانه سنبله نیز در محیط تنش همبستگی مثبت و بسیار معنی داری با سایر صفات مشاهده می شود ولی در محیط بدون تنش همبستگی این صفت با تمامی صفات دیگر به جز وزن سنبله و طول پدانکل مثبت و بسیار معنی دار می باشد. تجزیه و تحلیل عاملی در محیط تنش نشان داد که چهار عامل اول روی هم رفته ۸۹/۶ درصد از تغییرات موجود بین صفات را توجیه می نمایند (جدول ۳). عامل اول ۴۲/۸ درصد از واریانس بین صفات را به خود اختصاص داده و نقش

جدول ۱- تجزیه ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در محیط تنش (۵۶۷ مشاهده)

طول پدانکل (سانتیمتر)	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	طول سنبله (سانتیمتر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه سنبله (گرم)	تعداد دانه در سنبله	عملکرد بیولوژیک (گرم)	تعداد دانه در گیاه	شاخص برداشت گیاه (%)	شاخص برداشت سنبله (%)	وزن سنبله (گرم)	عملکرد دانه گیاه (گرم)	
											۱	عملکرد دانه گیاه (گرم)
										۱	** ۰/۵۵۷	وزن سنبله (گرم)
									۱	-۰/۱۷۹**	-۰/۳۱۸**	شاخص برداشت سنبله (%)
								۱	۰/۲۸۱**	۰/۱۸۵**	۰/۴۵۶**	شاخص برداشت گیاه (%)
							۱	۰/۲۸۰**	۰/۲۰۴**	۰/۴۴۲**	۰/۸۱۱**	تعداد دانه در گیاه
						۱	۰/۷۵۱**	۰/۰۲۶	۰/۱۸۲**	۰/۵۲۰**	۰/۸۵۶**	عملکرد بیولوژیک (گرم)
					۱	۰/۴۴۰**	۰/۷۰۰**	۰/۲۴۷**	۰/۴۰۱**	۰/۴۲۲**	۰/۵۳۰**	تعداد دانه در سنبله
				۱	۰/۵۱۳**	۰/۵۹۰**	۰/۵۶۲**	۰/۴۶۱**	۰/۵۱۳**	۰/۵۵۳**	** ۰/۷۷۷	عملکرد دانه سنبله (گرم)
			۱	۰/۵۱۶**	-۰/۰۹۳*	۰/۳۶۰**	-۰/۰۲۹	۰/۴۲۱**	۰/۲۵۸**	۰/۳۱۴**	۰/۵۲۴**	وزن هزار دانه (گرم)
		۱	-۰/۰۶۵	۰/۱۷۶**	۰/۲۲۵**	۰/۱۹۰**	۰/۲۳۲**	۰/۰۲۹	۰/۰۲۲	۰/۲۵۳**	۰/۱۸۹**	طول سنبله (سانتیمتر)
	۱	۰/۱۸۲**	۰/۳۲۲**	۰/۲۹۱**	۰/۱۱۷**	۰/۳۵۳**	۰/۱۲۶**	-۰/۰۰۶	۰/۰۵۲	۰/۳۲۳**	۰/۲۷۸**	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)
۱	۰/۶۲۴**	-۰/۰۳۷	۰/۳۰۴**	۰/۱۸۵**	۰/۰۰۹	۰/۲۷۸**	۰/۰۷۳	-۰/۰۰۵	۰/۰۲۳	۰/۱۹۹**	۰/۲۲۱**	طول پدانکل (سانتیمتر)

* و **: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۲ - تجزیه ضرایب همبستگی فنوتیپی صفات مورد مطالعه در محیط بدون تنش (۵۶۷ مشاهده)

عملکرد دانه گیاه (گرم)	۱																					
وزن سنبله (گرم)	۰/۰۲۹	۱																				
شاخص برداشت سنبله (/)	۰/۴۲۴**	-۰/۰۷۳	۱																			
شاخص برداشت گیاه (/)	۰/۴۷۹**	-۰/۰۰۳	۰/۳۲۹**	۱																		
تعداد دانه در گیاه	۰/۴۰۹**	-۰/۰۲۴	۰/۰۴۸	۰/۰۶۶	۱																	
عملکرد بیولوژیک (گرم)	۰/۵۲۸**	-۰/۰۴۸	-۰/۰۰۶	-۰/۰۹۳**	۰/۴۴۳**	۱																
تعداد دانه در سنبله	۰/۳۵۸**	-۰/۰۲۴	۰/۰۴۹	۰/۰۴۲	۰/۸۸۸**	۰/۳۸۶**	۱															
عملکرد دانه سنبله (گرم)	۰/۸۷۷**	-۰/۰۲۵	۰/۴۱۱**	۰/۴۳۰**	۰/۲۸۷**	۰/۴۶۲**	۱															
وزن هزار دانه (گرم)	۰/۷۲۱**	-۰/۰۰۹	۰/۴۸۹**	۰/۵۱۹**	-۰/۱۱۷**	۰/۰۸۲	۰/۷۲۵**	۱														
طول سنبله (سانتیمتر)	۰/۱۴۹**	-۰/۰۳۲	-۰/۰۳۷	۰/۰۰۴	۰/۱۰۵*	۰/۳۱۵**	۰/۳۱۲**	۰/۰۲۸	۱													
ارتفاع گیاه (سانتیمتر)	۰/۲۱۳**	-۰/۰۴۹	۰/۰۴۷	۰/۰۰۱	۰/۱۳۹**	۰/۳۰۳**	۰/۱۵۶**	۰/۰۶۰	۰/۱۹۵**	۱												
طول پدانکل (سانتیمتر)	۰/۱۰۴*	-۰/۰۲۱	۰/۰۱۸	-۰/۰۱۸	۰/۰۴۹	۰/۱۶۱**	۰/۰۲۳	۰/۰۵۶	۰/۰۹۱*	۰/۴۸۸**	۱											

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

جدول ۳- مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس عامل‌های استخراج شده در محیط تنش و بدون تنش خشکی

محیط بدون تنش			محیط تنش			عامل
درصد تجمعی واریانس	درصد واریانس	مقادیر ویژه	درصد تجمعی واریانس	درصد واریانس	مقادیر ویژه	
۳۵/۲۱۱	۳۵/۲۱۱	۴/۲۲۵	۴۲/۷۶۱	۴۲/۷۶۱	۵/۱۳۱	۱
۵۹/۷۳۴	۲۵/۵۲۳	۲/۹۴۳	۶۲/۷۳۶	۱۹/۹۷۵	۲/۳۹۷	۲
۷۶/۳۳۸	۱۶/۶۰۳	۱/۹۹۲	۷۹/۵۷۷	۱۶/۸۴۱	۲/۰۲۱	۳
۸۷/۴۹۷	۱۱/۱۶۰	۱/۳۳۹	۸۹/۵۹۱	۱۰/۰۱۴	۱/۲۰۲	۴

جدول ۴- تجزیه عامل‌ها برای صفات مورد مطالعه به روش مؤلفه‌های اصلی و چرخش وریماکس در محیط تنش

میزان اشتراک	بار عامل‌های چرخش یافته				بار عامل‌های اصلی				
	چهارم	سوم	دوم	اول	چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۷۳۱	-۰/۴۹۳	۰/۱۱۰	۰/۵۱۸	۰/۴۵۵	۰/۵۴۶	۰/۱۱۲	-۰/۴۴۵	۰/۴۷۰	عملکرد دانه گیاه (گرم)
۰/۹۰۲	۰/۱۵۴	-۰/۶۲۱	۰/۳۲۷	۰/۶۲۱	۰/۴۵۳	۰/۲۰۶	۰/۵۴۶	۰/۵۹۷	وزن سنبله (گرم)
۰/۹۸۸	۰/۱۲۸	۰/۰۸۶	۰/۹۸۲	۰/۰۲۵	-۰/۰۵۹	۰/۷۳۶	-۰/۳۱۴	۰/۵۸۷	شاخص برداشت سنبله (/)
۰/۹۸۸	۰/۱۲۸	۰/۰۸۶	۰/۹۸۲	۰/۰۲۵	-۰/۰۵۹	۰/۷۳۶	-۰/۳۱۴	۰/۵۸۷	شاخص برداشت گیاه (/)
۰/۹۵۸	۰/۷۵۹	۰/۰۱۰	۰/۲۵۴	۰/۵۶۳	-۰/۳۵۳	-۰/۰۲۲	۰/۳۹۸	۰/۸۲۲	تعداد دانه در گیاه
۰/۸۶۹	۰/۳۵۸	۰/۰۳۵	-۰/۰۹۲	۰/۸۵۵	۰/۰۳۶	-۰/۴۷۳	۰/۳۲۲	۰/۷۳۵	عملکرد بیولوژیک (گرم)
۰/۹۲۲	-۰/۳۹۷	۰/۰۸۱	۰/۴۶۷	۰/۷۳۵	-۰/۰۲۳	۰/۰۱۱	۰/۱۰۷	۰/۹۵۴	تعداد دانه در سنبله
۰/۸۹۹	۰/۰۶۳	۰/۲۶۵	۰/۴۵۵	۰/۷۸۶	۰/۱۶۵	-۰/۱۱۶	-۰/۲۰۰	۰/۹۰۵	عملکرد دانه سنبله (گرم)
۰/۸۹۹	-۰/۰۰۷	۰/۳۵	-۰/۱۶۲	۰/۹۰۴	۰/۲۳۵	-۰/۴۵۲	۰/۰۰۵	۰/۶۴۶	وزن هزار دانه (گرم)
۰/۹۳۹	۰/۱۰۳	-۰/۹۴۹	-۰/۱۱۰	-۰/۱۲۷	۰/۳۲۴	۰/۳۴۳	۰/۸۰۰	-۰/۲۷۶	طول سنبله (سانتیمتر)
۰/۷۷۹	-۰/۰۰۷	۰/۸۱۵	۰/۱۹۶	۰/۲۷۴	-۰/۲۷۰	-۰/۲۸۹	-۰/۶۵۲	۰/۴۴۴	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)
۰/۸۷۸	۰/۹۰۱	-۰/۱۴۱	۰/۱۳۱	۰/۱۷۳	-۰/۵۵۲	۰/۱۳۶	۰/۵۶۹	۰/۴۸۱	طول پدانکل (سانتیمتر)

عملکرد بیولوژیک و وزن هزار دانه مثبت و بالا بوده و این عامل تحت عنوان عامل تولید نامیده شد. عامل سوم رابطه مستقیمی با صفات تعداد دانه در گیاه و طول پدانکل نشان داده و عامل انتقال آسیمیلانتها نام گذاری گردید. نهایتاً در عامل چهارم ضرایب عاملی مثبت و بسیار بالایی برای متغیرهای وزن سنبله، شاخص برداشت سنبله و طول سنبله وجود داشته (جدول ۵) که به همین دلیل عامل مذکور به عنوان عامل تراکم سنبله نامیده شد.

بحث

بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مختلف باعث می شود تا بتوان در مورد انتخاب شاخص های انتخاب غیر مستقیم و حذف صفات غیر مؤثر به طور دقیق تری تصمیم گیری نمود. از طرفی، استفاده از روش چند متغیره تجزیه به عامل ها در شناسائی عوامل مستقلى که به طور جداگانه بر صفات مهم گیاهی مؤثر باشند بسیار حائز اهمیت بوده و روز به روز گسترش

در توجیه تغییرات صفات وزن و طول سنبله و ارتفاع گیاه ایفا نمود. این عامل به عنوان عامل منفی برای تراکم سنبله نامیده شد، چرا که ضرایب عاملی صفات وزن و طول سنبله در عامل مذکور منفی بود. در عامل چهارم که ۱۰ درصد از تغییرات را توجیه می نماید ضرایب عاملی مربوط به صفات تعداد دانه در گیاه و طول پدانکل مثبت و بسیار بالا بود که به همین دلیل این عامل به عنوان عامل انتقال آسیمیلانتها نام گذاری گردید (جدول ۴).

در محیط بدون تنش نیز چهار عامل اول در مجموع ۸۷/۵ درصد از واریانس بین صفات را توجیه نمودند. در این میان ۳۵ درصد از واریانس به عامل اول اختصاص یافته و سه عامل دیگر به ترتیب ۲۵/۵، ۱۶/۶ و ۱۱/۲ درصد از تغییرات موجود در صفات را توجیه نمودند (جدول ۳). عامل اول نقش مهمی در توجیه تغییرات عملکرد دانه گیاه، شاخص برداشت گیاه و سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه سنبله و ارتفاع گیاه داشت (جدول ۵). لذا، این عامل به عنوان عامل عملکرد دانه گیاه نام گذاری گردید. در عامل دوم ضرایب عاملی مربوط به صفات

جدول ۵- تجزیه عاملها برای صفات مورد مطالعه به روش مؤلفه های اصلی و چرخش وریماکس در محیط بدون تنش

میزان اشتراک	بار عامل های چرخش یافته				بار عامل پهای اصلی				
	چهارم	سوم	دوم	اول	چهارم	سوم	دوم	اول	
۰/۶۵۴	۰/۱۰۰۵	-/۴۹۰	۰/۱۶۵	۰/۶۰۶	-/۳۷۴	۰/۱۰۱۷	-/۳۸۲	۰/۶۰۷	عملکرد دانه گیاه (گرم)
۰/۹۹۹	۱	-/۱۹	-/۰۰۷	-/۰۱۸	-/۰۲۷	۰/۹۹۱	-/۱۰۴	-/۰۷۱	وزن سنبله (گرم)
۰/۹۴۱	۰/۹۹۹	-/۰۶۰	-/۱۸۲	۰/۹۵۱	۰/۲۳۵	۰/۱۰۱۳	-/۳۵۹	۰/۸۷۰	شاخص برداشت سنبله (%)
۰/۹۴۱	۰/۱۰۰۹	-/۰۶۰	-/۱۸۲	۰/۹۵۱	۰/۲۳۵	۰/۱۰۱۳	-/۳۵۹	۰/۸۷۰	شاخص برداشت گیاه (%)
۰/۹۷۱	-/۰۰۹	۰/۹۱۳	۰/۲۹۳	۰/۲۲۷	۰/۴۶۳	۰/۱۰۴۶	۰/۸۰۴	۰/۳۲۹	تعداد دانه در گیاه
۰/۹۲۵	-/۰۱۳	۰/۱۶۹	۰/۹۴۶	۰/۰۳۵	-/۵۴۱	۰/۰۸۸	۰/۷۳۹	۰/۲۷۹	عملکرد بیولوژیک (گرم)
۰/۹۲۱	-/۰۰۳	۰/۲۵۳	۰/۳۳۳	۰/۸۶۴	۰/۰۷۷	۰/۱۰۶۲	۰/۲۲۴	۰/۹۲۸	تعداد دانه در سنبله
۰/۸۶۷	-/۰۰۱	۰/۱۸۵	۰/۳۲۸	۰/۸۵۲	۰/۰۳۱	۰/۱۰۶۱	۰/۱۷۴	۰/۹۱۲	عملکرد دانه سنبله (گرم)
۰/۹۲۷	-/۰۱۲	۰/۱۴۰	۰/۹۵۰	۰/۰۷۰	-/۵۵۸	۰/۰۸۹	۰/۷۱۴	۰/۳۱۲	وزن هزار دانه (گرم)
۰/۹۹۸	۰/۹۹۸	-/۰۲۳	-/۰۱۶	-/۰۳۹	۰/۰۲۶	۰/۹۸۹	-/۱۰۸	-/۰۹۴	طول سنبله (سانتیمتر)
۰/۴۰۲	-/۰۹۶	-/۱۹۴	۰/۰۵۲	۰/۵۹۴	-/۰۸۲	-/۰۸۳	-/۲۱۸	۰/۵۸۴	ارتفاع گیاه (سانتیمتر)
۰/۹۵۴	-/۰۲۸	۰/۹۴۱	۰/۱۶۶	-/۲۰۰	۰/۵۰۴	۰/۰۲۱	-/۸۲۸	-/۱۳	طول پدانکل (سانتیمتر)

9- Heritability

10- Genetic Improvement

منابع مورد استفاده

- ۱ - گل پرور، ار.، م.ر. قنادها، ع.ع. زالی و ع. احمدی. الف ۱۳۸۱؛ ارزیابی برخی از صفات مورفولوژیک به عنوان معیارهای انتخاب در اصلاح گندم نان. مجله علوم زراعی ایران. ۲۰۸-۲۰۲: ۴(۳).
- ۲ - گل پرور، ار.، م.ر. قنادها، ع.ع. زالی و ع. احمدی. ب ۱۳۸۱؛ تعیین بهترین صفات گزینش برای بهبود عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط تنش خشکی. مجله نهال و بذر. ۱۵۶-۱۴۴: ۱۸(۲).
- ۳ - گل پرور، ار.، ا. مجیدپهروان، ف. درویش، ع. رضائی و ع. قاسمی-پیربلوطی. ۱۳۸۳؛ بررسی ژنتیکی برخی از صفات مورفوفیزیولوژیکی در گندم نان تحت شرایط تنش خشکی. مجله پژوهش و سازندگی. ۹۵-۹۰: ۶۲.
- 4- Briggs, K.G. and L.H. Shebeski. 1972; An application of factor analysis to some bread making quality data. *Crop Sci.* 12: 44-46.
- 5- Chowdhry, M.A., I. Rasool., I. Khaliq., T. Mahmood and M. M. Gilani. 1999; Genetics of some metric traits in spring wheat under normal and drought environment. *Rachis Newsletter.* 18(1):34-39.
- 6- Fernandez, G.C. 1992; Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In proceeding of a symposium, Taiwan, 13-18 Aug. pp.257-270.
- 7- Harman, H.H. 1976; Modern factor analysis. 3rd ed. University of Chicago Press, Chicago. 376 pp.
- 8- Ledent, J.F. and D.N. Moss. 1979; Relation of morphological characters and shoot yield in wheat. *Crop Sci.* 19: 445-451.
- 9- Leilah, A.A. and S.A. Al-Khateeb. 2005; Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. *J. Arid. Environmets.* 61: 483-496.
- 10- Quarrie, S.A., J. Stojanovic, and S. Pekic. 1999; Improving drought tolerance in small-grain cereals: A case study, progress and prospects. *Plant Growth Regulation.* 29: 1-21.
- 11- Mohamed, N.A. 1999; Some statistical procedures for evaluation of the relative contribution for yield components in wheat. *Zagazig. J. Agric. Res.* 26(2): 281-290.
- 12- Rao, C.R. 1952; Advanced statistical method in biometric research. John Wiley and Sons, New York. 526 pp.
- 13- Richards, R.A. 1996; Defining selection criteria to improve yield under drought. *Plant Growth Regulation.* 20:157-166.
- 14- Seiler, G.J. and R.E. Stafford. 1979; Factor analysis of components of yield in guar. *Crop Sci.* 25: 905-908.
- 15- Sharma, S. 1996; Applied multivariate techniques. 1nd ed. John Wiley and Sons, New York. 493 pp.
- 16- Tadesse, W. and E. Bekele. 2001; Factor analysis of yield in grasspea (*Lathyrus sativus L.*). *Lathyrus Lathyrism Newsletter.* 2: 416-421.
- 17- Walton, P.D. 1971; The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. *Euphytica.* 20: 416-421.

می‌یابد. با توجه به استفاده از چرخش وریماکس که واریانس بین عوامل را حدکثر می‌نماید، عواملی که درصد بیشتری از تغییرات بین صفات را توجیه نمایند از اهمیت بیشتری برخوردار بوده و بایستی مورد بررسی قرار گیرند. بدین ترتیب صفات مؤثر در هر عامل شناسائی شده و عوامل نیز بر اساس مؤثرترین صفات نام‌گذاری می‌گردند. این روش، بهبود ژنتیکی عوامل را به واسطه صفات مرتبط با آنها امکان‌پذیر می‌سازد (۱۶،۱۵،۷).

در این تحقیق نیز نهایتاً با استفاده از تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی و تجزیه عاملی مشخص شد که به منظور بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد دانه گیاه در شرایط بدون تنش بهتر است که صفات شاخص برداشت گیاه، شاخص برداشت سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه سنبله و ارتفاع گیاه را افزایش دهیم. گزارشات زیادی نیز در مطابقت با این موضوع ارائه شده است (۱۱،۱۰،۹،۱). از طرفی در محیط تنش افزایش صفات شاخص برداشت سنبله و شاخص برداشت گیاه بهبود ژنتیکی عملکرد دانه گیاه را در پی خواهد داشت. نتایج حاصل از سایر مطالعات (۲، ۳، ۱۰، ۱۳) نیز مطابقت نسبتاً زیادی با این نتایج دارد. به منظور بهبود عملکرد دانه سنبله نیز می‌توان از صفات شاخص برداشت گیاه، شاخص برداشت سنبله و تعداد دانه در سنبله در محیط بدون تنش و صفات وزن سنبله، تعداد دانه در گیاه، عملکرد بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در محیط تنش استفاده نمود. افزایش عملکرد دانه در شرایط تنش و بدون تنش خشکی باعث افزایش تحمل به تنش شده (۵، ۱۶، ۶، ۵) و بنابراین در نسل‌های اولیه اصلاحی که وراثت‌پذیری^۹ عملکرد پایین می‌باشد می‌توان از صفاتی نظیر شاخص برداشت، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه سنبله و عملکرد بیولوژیک که همبستگی بالائی با عملکرد دانه داشته و وراثت‌پذیری به مراتب بالاتری نیز دارند (۳، ۵، ۱۰) در جهت بهبود ژنتیکی^{۱۰} عملکرد دانه و در نتیجه مقاومت به تنش خشکی بهره جست. در هر دو محیط تنش و بدون تنش افزایش صفات تعداد دانه در گیاه و طول پدانکل می‌تواند منجر به بهبود انتقال آسیمیلات‌ها در ژنوتیپ‌های گندم نان شود. نکته جالب توجه دیگر نقش معکوس صفات وزن و طول سنبله در ایجاد تراکم سنبله در محیط‌های تنش و بدون تنش می‌باشد. در محیط تنش افزایش این صفات باعث کاهش تراکم سنبله شده در صورتی که در محیط بدون تنش افزایش تراکم سنبله را در پی خواهد داشت. این مسئله احتمالاً به دلیل رقابت بین گلچه‌ها برای مواد فتوسنتزی جاری است که در شرایط تنش باعث کاهش وزن دانه‌ها و در نتیجه نقصان در تراکم سنبله خواهد شد (۹، ۱۱). نتایج مربوط به ضرایب همبستگی صفات (جداول ۱ و ۲) نیز رابطه منفی طول سنبله با وزن هزار دانه را در شرایط تنش و رابطه مثبت آنها را در شرایط بدون تنش تأیید می‌نماید.

پاورقی‌ها

- 1- Factor Analysis
- 2- Principal Component Analysis
- 3- Loading Factors
- 4- Maximum Likelihood
- 5- Varimax
- 6- Orthogonal
- 7- Community
- 8- Eigen Values