نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳، ص. ۱۰۹-۹۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 12, No. 1, Spring. 2014, p. 99-109

بررسی روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ارقام گندم نان تحت شرایط آبیاری کامل و تنش‌رطوبتی آخر فصل با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره

سلیمان محمدی[۱]

تاریخ دریافت:۱۳۹۱/۱/۲۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۲/۱۰/۲۸

چکیده

به‌منظور بررسی رابطه صفات مؤثر بر عملکرد دانه گندم، ارقام زرین، الوند و لاین‌های امیدبخش C-81-4، C-81-10 ، C-81-14 و C-82-12 در تاریخ‌های کاشت ۲۰ مهر، ۱۰ آبان و۳۰ آبان کشت شدند. آزمایش به‌صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو آزمایش جداگانه آبیاری کامل و قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی در سال‌های ۸۴ تا ۸۶ اجرا گردید. نتایج نشان داد در هر دو شرایط بدون تنش و تنش‌رطوبتی عملکرد دانه با صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. براساس رگرسیون گام به گام صعودی، صفات تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی در شرایط بدون تنش ۸۳ درصد (R^2= ٪۸۳) و در شرایط تنش ۸۷ درصد (R^2= ٪۸۷) از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمودند. تجزیه علیت با استفاده از صفات مذکور نشان داد، صفت تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی بیشترین اثر مثبت مستقیم و غیر مستقیم را بر روی عملکرد دانه در هر دو شرایط داشتند. تجزیه به عامل‌ها نشان داد ۳ عامل در شرایط بدون تنش رطوبتی۷۷ درصد از تغییرات کل داده‌ها را توجیه نمودند که به‌ترتیب عامل اجزای عملکرد دانه، ویژگی‌های دانه و فنولوژی گیاه نام‌گذاری شدند. در شرایط تنش‌رطوبتی ۲ عامل توانستند ۸۸ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه نمایند، به‌ترتیب عامل عملکرد دانه و فصل رشد و عامل مورفولوژیک نام نهاده شدند. در تجزیه خوشه‌ای صفات مشاهده شد در هر دو شرایط ابیاری عملکرد دانه با صفات روز تا رسیدگی و تعداد سنبله در مترمربع در یک خوشه قرار گرفتند. نتیجه گرفته می‌شود در تاریخ‌های کاشت مختلف، گزینش ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات روز تا رسیدگی و تعداد سنبله در مترمربع می‌تواند به‌طور غیر مستقیم در هر دو شرایط آبیاری به گزینش ژنوتیپ‌هایی با عملکرد دانه بالا منتج شود.

واژه‌های کلیدی: تجزیه چند متغیره، تنش‌رطوبتی، روابط بین صفات، عملکرد دانه، گندم نان

مقدمه

مهمترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان زراعی تنش خشکی است، این عامل ۴۰ تا ۶۰ درصد اراضی کشاورزی در دنیا را تحت تأثیر قرار می‌دهد. ایران جزو مناطق خشک و نیمه خشک جهان تقسیم بندی می‌شود و کشت گندم در بیشتر مناطق کشور بخصوص در زمان بعد از گلدهی با تنش‌رطوبتی مواجه می‌شود (۲۴). اصولاً تنش‌خشکی زمانی اتفاق می‌افتد که نسبت تبخیر و تعرق واقعی به تبخیر و تعرق بالقوه به کمتر از یک کاهش یابد (۵). طبق گزارش بسیاری از محققین عملکرد دانه صفتی کمی بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود هم‌چنین توارث‌پذیری این صفت به دلیل اثر متقابل ژنوتیپ و محیط پایین بوده، بنابراین انتخاب مستقیم براساس عملکرد دانه در جهت بهبود آن ممکن است چندان مؤثر نباشد (۲۶). کنترل بهتر اثرات محیطی در برنامه‌های اصلاحی به‌منظور بهبود عملکرد می‌تواند از طریق انتخاب غیر مستقیم برای صفاتی که همبستگی خوبی با عملکرد دانه داشته و کمتر به تغییرات محیطی حساس باشند، صورت گیرد (۱۱). صفات مورفولوژیک به دقت و با سادگی زیادی قابل اندازه‌گیری هستند هم‌چنین توارث‌پذیری نسبتاً بالایی دارند، بنابراین گزینش بر اساس این صفات ممکن است راه مطمئن و سریعی برای غربال کردن جوامع گیاهی و بهبود عملکرد دانه باشد (۳۰). تجزیه ضرایب همبستگی بین صفات مختلف با عملکرد دانه به تصمیم‌گیری در مورد اهمیت نسبی این صفات و ارزش آن‌ها به‌عنوان معیارهای انتخاب، کمک فراوانی می‌کند. جوشی و همکاران (۱۸)، آیسیسک و همکاران (۶) و قنبلانی (۱۳) بین عملکرد دانه با ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد پنجه، تعداد سنبلچه در سنبله و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌دار

۱- استادیار پژوهش مرکزتحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی
Email: soleyman_45@yahoo.com

مشاهده نمودند. این محققین گزارش کردند این صفات اثرات مستقیم و غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه در گندم[1] دارند. از آنجایی که بین صفات مرتبط با عملکرد دانه همبستگی منفی وجود دارد و با توجه به روابط پیچیده صفات با همدیگر، قضاوت نهایی نمی‌تواند فقط بر مبنای ضرایب همبستگی ساده انجام گیرد و لازم است از روش‌های آماری چند متغیره جهت درک عمیق‌تر روابط بین صفات بهره برد (۹). تجزیه علیت توسط به‌نژادگران گیاهی متعددی جهت شناسایی صفاتی که به‌عنوان معیار گزینش مفید هستند و موجب بهبود عملکرد می‌شوند، مورد استفاده قرار گرفته است (۱۴ و ۱۹). حمزه و همکاران (۴) در ارزیابی ۵۰ لاین F_3 به همراه والدینشان در گندم گزارش کردند که صفات بیوماس و تعداد دانه بیشترین تأثیر را به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی عملکرد دانه داشته است.

تجزیه به عامل‌ها یک روش آماری مؤثر در کاهش حجم داده‌ها است و صفات مختلف که همبستگی بالایی با همدیگر دارند، در چند عامل گروه‌بندی می‌کند (۹). این روش به‌طور مؤثری برای درک روابط و ساختار اجزای عملکرد دانه و صفات مورفولوژیک گیاهان زراعی به‌کار گرفته شده است (۸ و ۲۸). روستایی و همکاران (۲) در آزمایشی که روی ۶۵۰ لاین بومی گندم نان در شرایط تنش خشکی انجام دادند، گزارش کردند که در تجزیه به عامل‌ها پنج عامل وارد شده و در مجموع ۶۵/۵ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. حبیب‌اله خان و همکاران (۱۶) در تجزیه عاملی ۱۱ صفت در گندم ۴ عامل را شناسایی کردند که این عامل‌ها ۵۵/۲۹ درصد از واریانس کل متغیرها در بر گرفتند. در بررسی گوبتا و همکاران (۱۵) بر روی ۴۰ لاین پیشرفته گندم، ۱۵صفت مرتبط با عملکرد و کیفیت دانه را به ۵ عامل رسیدگی، سنبله، دانه، پروتئین و پنجه‌دهی گروه‌بندی کرد که مهمترین آنها عوامل رسیدگی و سنبله با واریانس‌های نسبی ۲۷/۴۴ و ۲۳/۸ درصد بودند.

تجزیه کلاستر می‌تواند برای شناسایی صفات براساس تشابه و عدم تشابه به گروه‌ها و زیر گروه‌ها طبقه‌بندی شوند، استفاده می‌گردد. این تکنیک برای انتخاب در برنامه‌های اصلاح نباتات مفید است (۱۲). پیردشتی و همکاران (۲۵) در بررسی صفات موثر بر عملکرد دانه ۶۰ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از روش‌های آماری مختلف گزارش نمودند در تجزیه کلاستر بر اساس صفات، صفات در سه دسته، گروه‌بندی شدند. این محققین گزارش کردند صفات تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در یک گروه قرار گرفتند، و دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم دارای عملکرد بالا با انتخاب مواد اصلاحی دارای قطر ساقه، تعداد دانه پرشده و وزن هزار دانه بالا میسر است. هدف این تحقیق بررسی روابط بین صفات و شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه با استفاده از روش‌های آماری چند متغیره بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی میاندوآب با عرض جغرافیایی ۵۸′ ۳۶° شمالی، طول جغرافیایی ۹′ ۴۶° شرقی، میانگین درازمدت ۲۹۰ میلی‌متر بارندگی و ارتفاع ۱۳۱۴ متر از سطح دریا اجرا شد. بافت خاک در عمق ۳۰ سانتی‌متری لومی رسی، اسیدیته خاک ۸-۷/۵ و هدایت الکتریکی خاک ۲ دسی‌زیمنس بر متر بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های نواری در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به مدت دو سال (۸۶-۸۴)، انجام گرفت. در هر سال دو آزمایش یکی با آبیاری کامل و دیگری با قطع آبیاری در مرحله سنبله‌دهی اجرا شد. عامل A، تاریخ‌های کاشت ۲۰ مهر، ۱۰ آبان و۳۰ آبان و عاملB ارقام زرین، الوند و لاین‌های گندم C-81-4، C-81-10 ، C-81-14 و C-82-12 بودند. هر رقم در ۶ خط با فاصله ۲۰ سانتی‌متر، به‌طول ۵ متر و تراکم ۴۵۰ بذر در مترمربع با دستگاه خطی‌کار آزمایشات کاشته شدند. کلیه عملیات تهیه زمین، مراقبت‌های زراعی کوددهی به‌طور یکسان برای هر دو آزمایش انجام گرفت. صفات مورد مطالعه شامل روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در هکتار بودند. در محاسبات آماری برای تجزیه داده‌ها برنامه‌های آماری MSTAT-C و SPSS 18 استفاده شد. برای بررسی و ردیابی وجود یا عدم وجود رابطه خطی بین متغیرهای مورد بررسی ضرایب همبستگی ساده صفات محاسبه شد. جهت بررسی برازش یک مدل توصیفی بین صفات تحت بررسی به عنوان متغیرهای مستقل و عملکرد دانه به‌عنوان متغیر تابع از رگرسیون چند متغیره گام به گام صعودی استفاده شد و اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات بر عملکرد دانه تعیین شدند. جهت کاهش ابعاد مجموعه داده‌ها روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به‌کار گرفته شد. جهت انتخاب تعداد عامل‌ها مؤلفه‌هایی که ریشه مشخصه (ویژه مقدار) بالاتر از یک و یا نزدیک به یک داشتند و در ضمن حدود ۸۰ درصد واریانس متغیرهای اولیه را بیان کردند، انتخاب شدند. در راستای قرار گرفتن بیشتر تغییرات نمونه بر روی مؤلفه‌های اصلی از چرخش وریماکس و تجزیه خوشه‌ای به‌روش ward جهت گروه‌بندی صفات و شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه استفاده گردید.

نتایج و بحث

محیط بدون تنش رطوبتی

تجزیه واریانس صفات

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها از نظر صفات مورد مطالعه در شرایط بدون تنش‌رطوبتی (جدول ۱) نشان داد بین ژنوتیپ‌ها از نظر

1- *Triticum aestivum* L.

صفات روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت، این مطلب بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بین ارقام از نظر صفات مورد بررسی بود.

تجزیه و تحلیل همبستگی

نتایج همبستگی بین صفات در محیط بدون تنش‌رطوبتی نشان داد (جدول ۲) عملکرد دانه با صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت. با توجه به اینکه ۸۰ تا ۹۰ درصد کربوهیدرات‌ها برای رشد دانه، از فتوسنتز بعد از گرده‌افشانی حاصل می‌شود در محیط‌های مساعد ژنوتیپ‌هایی که از طول دوره رشد بالاتری برخوردار باشند، می‌توانند مقدار بیشتری مواد فتوسنتزی را به مخازن انتقال داده و نهایتاً عملکرد بالایی داشته باشند. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته و عملکرد دانه می‌تواند به‌دلیل ذخایر ساقه بیشتر و انتقال آن به دانه‌ها در طول پر شدن دانه‌ها باشد. با بررسی همبستگی بین تعداد دانه و وزن هزار دانه نیز می‌توان دریافت که افزایش تعداد دانه باعث کاهش وزن هزار دانه شد.

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

قبل از تجزیه علیت با استفاده از تجزیه رگرسیونی گام به گام صعودی سهم هر یک از صفات که بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشتند، مشخص شد. نتایج نشان داد (جدول ۳) که صفات تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی کامل بیشترین تأثیر را در عملکرد دانه داشته و ۸۳ درصد از کل تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. اگر عملکرد دانه (تن در هکتار): Y، تعداد سنبله در مترمربع: X، صفت روز تا رسیدگی: Z، باشد معادله کلی خط رگرسیون خطی چندگانه به‌صورت زیر محاسبه شد.

جدول ۱- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در شرایط بدون تنش‌رطوبتی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۱۶۳۵۴/۰۸^{ns}	۷۳۶۷/۲۵**	۱۶۳۳/۳۳**	۶۰۱۹۶۲/۶**	۵۶۰/۳۳*	۳۲/۲۳^{ns}	۱۵۱/۶۷**
بلوک در سال	۴	۱۸۰۲۰/۸۶	۸/۸۲	۱۰۷/۸	۱۰۸۷۳/۰۶	۴۹/۶۰	۴۱/۷۸	۲/۰۸
تاریخ کاشت	۲	۴۲۸۲۰/۳۶^{ns}	۹۹۷۳/۷۷**	۷۱۷/۵۲**	۹۸۵۳۲۹/۵۹**	۲۸۹/۱۴^{ns}	۸۲/۲۵**	۲۳۲/۰۵**
تاریخ کاشت× سال	۲	۱۷۶۷۵/۳۸^{ns}	۱/۹۲^{ns}	۲۴۰/۵۲^{ns}	۱۱۶۰۳۰/۲۵**	۹۶/۷۷^{ns}	۵۰/۰۳*	۲۱/۵۷**
خطای a	۸	۱۷۷۵۳/۶۳	۶/۶۷	۳۹/۹۱	۲۸۸۴۲/۸۰	۶۶/۴۳	۱۶/۶۴	۴/۰۹
ژنوتیپ	۵	۱۷۶۳۱/۱۰^{ns}	۵/۲۰*	۲۹۴/۵۱**	۳۴۸۹۲/۶۴**	۸۶/۰۲^{ns}	۹۸/۶۰**	۳/۱۰*
ژنوتیپ × سال	۵	۱۷۹۲۰/۷^{ns}	۳/۰۱^{ns}	۷۲/۸۲^{ns}	۲۰۹۹۲/۲۷^{ns}	۳۷/۲^{ns}	۲۰/۱۰^{ns}	۲/۰۳^{ns}
خطای b	۲۰	۱۷۵۱۶/۴۳	۱/۹۰	۳۷/۲۱	۱۷۴۰۰/۳۵	۵۴/۲۵	۱۷/۸۷	۱/۳۶
ژنوتیپ× تاریخ کاشت	۱۰	۱۷۶۷۴/۵۸^{ns}	۵/۵۱**	۱۰۷/۸۰^{ns}	۱۱۲۰۷/۴۷^{ns}	۳۲/۹۲^{ns}	۹/۷۹^{ns}	۱/۷۴*
سال× تاریخ کشت× ژنوتیپ	۱۰	۱۷۶۷۴/۵۸^{ns}	۲/۰۲^{ns}	۶۱/۷۲^{ns}	۳۱۵۶/۹۵^{ns}	۶۳/۱۷^{ns}	۱۵/۸۸^{ns}	۰/۳۰^{ns}
خطای ab	۴۰	۱۷۹۱۵/۱۱	۲/۰۱	۸۴/۴۱	۱۰۰۹۰/۳۵	۱۰۳/۱۹	۱۲/۰۲	۰/۷۶
ضریب تغییرات ٪ (C.V)		۶/۱۳	۰/۵۹	۹/۷۳	۱۸/۱۷	۲۶/۶۷	۸/۲۹	۱۳/۹۵

ns ، * و **- به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۲- همبستگی ساده بین صفات در محیط بدون تنش رطوبتی

صفات	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در مترمربع	ارتفاع بوته	روز تا رسیدگی	روز تا سنبله‌دهی	صفات
						۰/۲۶^{ns}	روز تا رسیدگی
					۰/۴۸**	۰/۲۶۰^{ns}	ارتفاع بوته
				۰/۴۸**	۰/۷۹**	۰/۴۲**	تعدادسنبله در مترمربع
			۰/۲۵^{ns}	۰/۰۹^{ns}	−۰/۱۸^{ns}	٪۲۰^{ns}	تعداد دانه در سنبله
		−۰/۳۷**	۰/۲۴^{ns}	−۰/۰۴^{ns}	۰/۳۱*	۰/۰۰۳^{ns}	وزن هزار دانه
	۰/۳۷**	−۰/۲۴^{ns}	۰/۸۶**	۰/۴۲**	۰/۸۷**	۰/۳۱*	عملکرد دانه

ns، * و **- به‌ترتیب عدم معنی دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱ ٪

$$Y = -۱۵/۱ + ۰/۰۰۸X + ۰/۰۷Z \qquad R^2=٪83$$

نتایج جدول رگرسیون گام به گام صعودی (جدول ۳) نشان داد که صفت تعداد سنبله در مترمربع به‌تنهایی ۷۶ درصد از کل تغییرات عملکرد را در مقایسه با دیگر صفات در این تحقیق توجیه نمود. زمانی که صفت روز تا رسیدگی وارد مدل می‌شود این صفت نیز ۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. بنابراین نقش تعداد سنبله در متر مربع بر روی تغییرات عملکرد دانه در تحقیق حاضر به‌مراتب بیشتر از صفت روز تا رسیدگی و همچنین دیگر صفات مورد مطالعه بود. جهت تفسیر بهتر نتایج رگرسیون گام به گام، تجزیه علیت انجام شد.

نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۴، شکل ۱) نشان داد صفت تعداد سنبله در مترمربع بیشترین تأثیر مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشت همچنین این صفت توانست به صورت غیر مستقیم و از طریق صفت روز تا رسیدگی اثر مثبتی بر روی عملکرد دانه داشته باشد. صفت روز تا رسیدگی کامل بعد از صفت تعداد سنبله در مترمربع بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد دانه داشت، این صفت همچنین به صورت غیر مستقیم از طریق تعداد سنبله در مترمربع بر عملکرد دانه را تحت تأثیر قرار داد. طبق این نتایج افزایش تعداد روز تا رسیدگی بیشترین تأثیر غیر مستقیم را از طریق استفاده بیشتر از فصل رشد و افزایش تعداد سنبله در مترمربع بر روی عملکرد دانه اعمال نموده است. از طرفی می‌توان اظهار داشت ظرفیت ژنتیکی تولید سنبله‌های بیشتر در مترمربع با افزایش طول فصل رشد بر روی افزایش عملکرد دانه مؤثر بوده است. بیگام (۷) گزارش کرده است که دوره طولانی رشد رویشی در گندم موجب افزایش عملکرد دانه شد. وی همچنین اشاره نموده است که عملکرد دانه به ظرفیت مخزن (که عمدتاً با آغاز تکوین گل‌ها در طول دوره رویشی تعیین می‌شود) و ظرفیت فتوسنتز در طول دوره پرشدن دانه، متکی بود. اوکویاما و همکاران (۲۴) در گندم نشان دادند که عملکرد دانه با بیوماس و تعداد سنبله در مترمربع همبستگی مثبت داشت، همچنین بر اساس گزارش این محققان، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله آثار مستقیم و مثبتی روی عملکرد دانه داشته است.

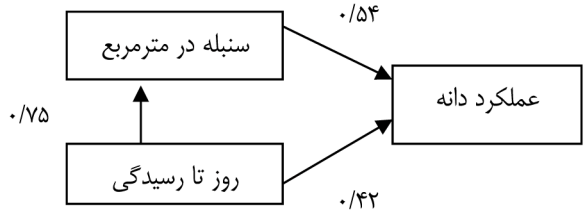
جدول ۳- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه (متغیر تابع) و سایر صفات (متغیرهای مستقل) در محیط بدون تنش

	مراحل رگرسیون گام به گام	
متغیر اضافه شده به مدل	**۱**	**۲**
عدد ثابت	-۰/۴۰	-۱۵/۱
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۰۱۲	۰/۰۰۸
روز تا رسیدگی	-	۰/۰۷۱
ضریب تبیین (R^2 تصحیح شده)	۰/۷۶	۰/۸۳

جدول ٤- تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه در محیط بدون تنش

صفات	**تعداد سنبله در مترمربع**	**روز تا رسیدگی**	**عملکرد دانه**
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۵۴	۰/۳۳	۰/۸۶
روز تا رسیدگی	۰/۴۲	۰/۴۰	۰/۸۳

اعدادی که در قطر هستند، اثرات مستقیم و خارج از قطر اثرات غیر مستقیم صفات هستند.



شکل ۱- نمودار تجزیه علیت تحت شرایط نرمال‌رطوبتی

تجزیه به عامل‌ها

با توجه به مزایای متعدد تجزیه‌های آماری چند متغیره برای درک عمیق ساختار داده‌ها در تحقیق حاضر از تجزیه به عامل‌ها استفاده شد (جدول ۵). با در نظر گرفتن مقادیر ویژه بزرگتر از یک در تجزیه به عامل‌ها، سه مؤلفه در نظر گرفته شد که ۷۸/۱۸ درصد تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند. لازم به ذکر است که مقادیر KMO[1]

1-Kaiser Meyer Olkin

به دست آمده (۰/۷۵) و نیز معنی‌دار بودن آزمون بارتلت بیانگر کافی بودن مقادیر همبستگی متغیرهای اولیه برای انجام تجزیه به عامل‌ها بود.

نتایج تحلیل عامل‌ها بعد از چرخش وریماکس (جدول ۶) نشان داد، عامل اول که بیشترین حجم (۴۳/۸۷ درصد) از تغییرات داده‌ها را در بر گرفت دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات روز تا رسیدگی، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع بوته و عملکرد دانه بود. این صفات بیشترین همبستگی را با مؤلفه اول داشته و از طریق این مؤلفه توجیه پذیرند، لذا می‌توان این مؤلفه را مؤلفه عملکرد دانه و اجزای آن نامید. مؤلفه دوم که ۱۹/۸۸ درصد از تغییرات کل را در بر گرفت دارای ضریب بزرگ و مثبت برای وزن هزار دانه و ضریب منفی برای تعداد دانه بود، می‌توان این عامل را مؤلفه ویژگی‌های دانه نام گذاشت. عامل سوم نیز که ۱۴/۴۳ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه می‌کند بیشترین همبستگی را با صفت روز تا گلدهی نشان داد، این عامل را می‌توان عامل موثر بر فنولوژی گیاه نام نهاد. والتون (۲۷) به‌منظور مطالعه خصوصیات مرتبط با رشد و عملکرد دانه از روش تجزیه به عامل‌ها استفاده نمود، در این مطالعه ۷ عامل پنهانی شناسایی شد که ۸۶/۵ درصد از کل تغییرات داده‌ها را توجیه نمودند؛ در عامل اول صفات مورفولوژیک در عامل دوم و سوم اجزای عملکرد بیولوژیک و در عامل هفتم طول دوره پر شدن دانه بیشترین بارها را داشتند.

نقدی پور و همکاران (۲۸) ضمن تجزیه به مولفه‌های اصلی صفات در گندم دوروم چهار عامل مستقل از هم را شناسایی کردند که در مجموع ۶۷/۲۶ درصد از تغییرات موجود را توجیه نمودند. عامل اول که ۱۹/۸۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد، عملکرد دانه سنبله نام‌گذاری شد که صفت تعداد سنبله در مترمربع در این گروه قرار گرفت. عامل دوم که ۱۶/۲۶ درصد از تغییرات را در بر گرفت، عوامل مربوط به ارتفاع نام‌گذاری شد که صفت ارتفاع بوته در این گروه قرار گرفت. عامل سوم که ۱۶/۱۶ درصد از تغییرات را در بر گرفت عامل اقتصادی بود که وزن هزار دانه در این گروه قرار گرفت و در نهایت عامل چهارم که عامل رسیدگی نام نهاده شد یکی از اجزای آن صفت روز تا رسیدگی بود که ۱۵/۶۹ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد.

تجزیه کلاستر بر اساس صفات

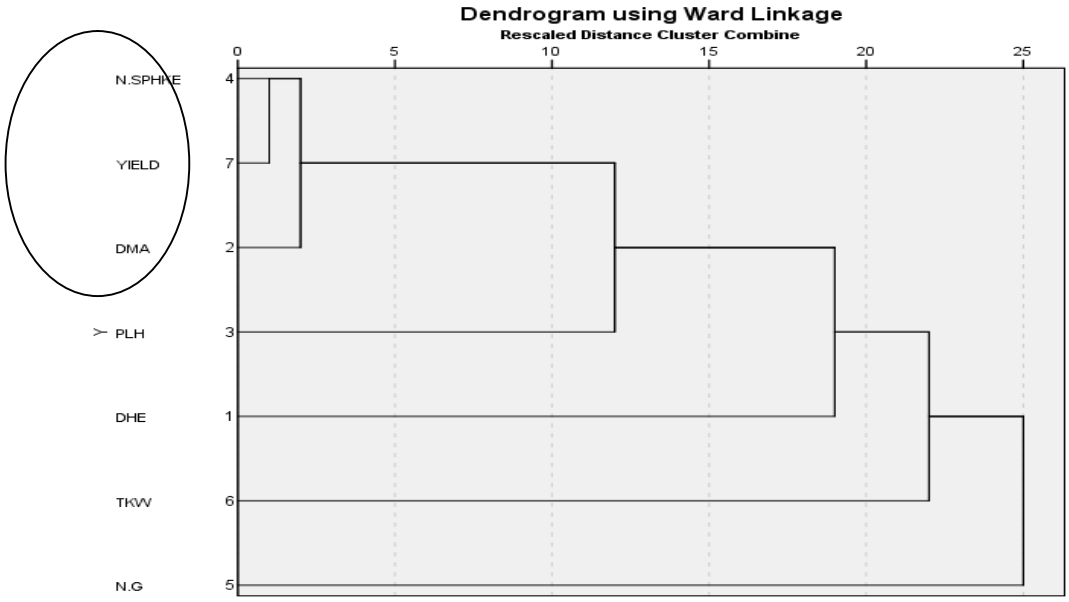
دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال رطوبتی (شکل ۲) در فاصله ۵ به پنج گروه مجزا قابل تفکیک بودند. صفت عملکرد دانه به همراه صفات تعداد سنبله در مترمربع و روز تا گلدهی در یک گروه و صفات ارتفاع بوته، روز تا گلدهی، تعداد دانه و وزن هزار دانه به‌صورت منفرد در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. قرار گرفتن تعداد سنبله در مترمربع و روز تا گلدهی در یک گروه بیانگر شباهت و نزدیکی این صفات با یکدیگر بود. تجزیه کلاستر نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی را که در آنها تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی با یک مؤلفه توجیه شدند را تأیید نمود. پیردشتی و همکاران (۲۵) در بررسی صفات موثر بر عملکرد دانه ۶۰ ژنوتیپ گندم نان با استفاده از روش‌های آماری مختلف گزارش نمودند در تجزیه کلاستر بر اساس صفات، صفات در سه کلاستر، گروه‌بندی شدند.

جدول ۵- مقادیر ویژه، واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در محیط بدون تنش

عامل‌ها	مقادیر ویژه	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصد تجمعی مقادیر
PC_1	۳/۰۷	۴۳/۸۷	۴۳/۸۷
PC_2	۱/۳۹	۱۹/۸۸	۶۳/۷۵
PC_3	۱/۰۱	۱۴/۴۳	۷۸/۷۸

جدول ٦- نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بعد از چرخش وریماکس در محیط بدون تنش‌رطوبتی

	عامل‌ها				
متغیر یا صفت	۱	۲	۳	واریانس اختصاصی هر متغیر	میزان اشتراک
روز تا رسیدگی	۰/۹۱	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۷	۰/۸۳
روز تا گلدهی	۰/۱۷	۰/۰۰۵	۰/۹۲	۰/۱۱	۰/۸۹
ارتفاع بوته	۰/۶۵	-۰/۲۲	۰/۰۹	۰/۵۷	۰/۴۳
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۸۹	۰/۱۴	۰/۱۲	۰/۱۷	۰/۸۳
تعداد دانه در سنبله	۰/۰۵	-۰/۸۳	-۰/۲۸	۰/۲۲	۰/۷۸
وزن هزار دانه	۰/۱۵	۰/۷۸	-۰/۳۳	۰/۲۵	۰/۷۵
عملکرد دانه	۰/۹۳	۰/۱۶	۰/۰۶	۰/۱۱	۰/۸۹



شکل ۲- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات تحت شرایط نرمال رطوبتی (صفات بترتیب از بالا به پایین در شکل: تعداد سنبله در متر مربع، عملکرد دانه، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، روز تا سنبله دهی، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله)

این محققین گزارش کردند صفات تعداد وزن هزار دانه، شاخص برداشت و عملکرد دانه در یک گروه قرار گرفتند، و دستیابی به ژنوتیپ‌های گندم دارای عملکرد بالا با انتخاب مواد اصلاحی دارای قطر ساقه، تعداد دانه پرشده و وزن هزار دانه بالا میسر است.

با توجه به کلیه تجزیه و تحلیل‌ها می‌توان عنوان کرد صفات تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی کامل به‌دلیل وجود تنوع در بین ژنوتیپ‌ها، همبستگی بالا، اثر مثبت و معنی‌دار مستقیم با عملکرد دانه، توجیه با مؤلفه‌ای که بالاترین تغییرات عملکرد دانه را توجیه می‌کند و نهایتاً قرارگیری در یک گروه با عملکرد دانه به عنوان مهمترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در شرایط بدون تنش‌رطوبتی در تحقیق حاضر شناسایی شدند.

محیط تنش‌رطوبتی

تجزیه واریانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در شرایط تنش‌رطوبتی آخر فصل نشان داد بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر صفات روز تا سنبله دهی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اختلاف معنی‌دار دیده شد. اثر متقابل ژنوتیپ با سال تنها در صفات روز تا سنبله‌دهی و عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۷).

تجزیه و تحلیل همبستگی

عملکرد دانه در شرایط تنش‌رطوبتی با صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، ارتفاع بوته، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ۸). وجود همبستگی مثبت بین صفات فنولوژیک و عملکرد دانه ممکن است به دلیل زمان بیشتر برای انتقال مجدد مواد فتوسنتزی در ساقه‌ها به دانه‌ها باشد. ارتفاع بوته در زمان رسیدگی گیاه به‌عنوان یک عامل در واکنش گیاه نسبت به تنش‌رطوبتی در نظر گرفته شد (۱۷). بخشی خانکی و همکاران (۱) در آزمایشی مشاهده نمودند که در شرایط تنش‌رطوبتی آخر فصل ژنوتیپ‌های پابلند، عملکرد دانه بیشتری از ژنوتیپ‌های پاکوتاه داشتند، آن‌ها این امر را به قابلیت بیشتر ژنوتیپ‌های پا بلند برای استخراج آب از خاک نسبت دادند. وجود ذخایر بیشتر آسیمیلات‌ها در ساقه ژنوتیپ‌های پابلند و مصرف آن‌ها در دوران پر شدن دانه در شرایط خشکی انتهایی موثر می‌باشد. نقدی پور و همکاران (۲۳)، لیلاه و الخاطیب (۲۱) در بررسی روابط بین صفات در گندم بین عملکرد دانه با ارتفاع، تعداد سنبله در مترمربع و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار تحت شرایط تنش خشکی گزارش نمودند که همسو با نتایج این تحقیق بود.

رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت

نتایج تجزیه رگرسیون گام به گام نشان داد (جدول ۹) در شرایط تنش‌رطوبتی همانند شرایط نرمال رطوبتی، صفات روز تا رسیدگی و تعداد سنبله در مترمربع ۸۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. اگر عملکرد دانه (تن در هکتار) Y: تعداد سنبله در مترمربع X: صفت روز تا رسیدگی Z: باشد معادله کلی خط رگرسیون خطی چندگانه به‌صورت زیر برآورد گردید.

جدول ۷- میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در شرایط تنش‌رطوبتی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه
سال	۱	۱۳۵/۵۶*	۸۷۴۸**	۷۸۳۷/۰۳**	۹۳۲۴۱۸/۷۵**	۲۰۱۵/۰۲**	۱۸۴/۰۸^{ns}	۱۱۳/۱۲**
بلوک در سال	۴	۷/۱۷	۶/۲۱	۱۴۱/۰۹	۱۴۱۲۷/۱۳	۷۱/۰۸	۴۶/۹۰	۰/۵۹
تاریخ کاشت	۲	۶۵۳۶/۵**	۱۰۵۱۸/۷**	۵۰۵/۷۳**	۸۷۸۴۱۴/۵۲**	۴۳۶/۲۵**	۱۹۴/۷۰**	۱۴۴/۸۵**
تاریخ کاشت× سال	۲	۵/۱۷^{ns}	۴۴/۶۹**	۲۸۸/۵۰**	۶۵۹۰۶/۰۲**	۱۵۰/۷۹^{ns}	۷۷/۳۴^{ns}	۱۰/۲۹**
خطای a	۸	۵/۱۶	۰/۹۶	۶۹/۹۲	۳۹۳۷۷/۱۶	۵۳/۸۷	۱۶/۵۶	۱/۵۲
ژنوتیپ	۵	۳۴/۵۶**	۱/۲۸^{ns}	۲۶۲/۰۱**	۱۴۷۱/۱۷**	۲۰۹/۸۰**	۹۳/۳۲**	۲/۱۹**
ژنوتیپ × سال	۵	۶۱/۳۹**	۸/۰۷^{ns}	۳۲/۸۱^{ns}	۱۵۵/۵۵^{ns}	۹۲/۶۲^{ns}	۴/۲۸^{ns}	۱/۶۲**
خطای b	۲۰	۶	۴/۴۵	۶۳/۷۷	۱۱۶/۳۸	۷۸/۲۵	۱۲/۵۶	۰/۵۳
ژنوتیپ× تاریخ کاشت	۱۰	۳/۹۷^{ns}	۳/۸۵^{ns}	۸۶/۰۷^{ns}	۴۰۹۹/۴۱^{ns}	۲۲/۸۴^{ns}	۵۲/۸۱**	۰/۴۷^{ns}
سال× تاریخ کشت× ژنوتیپ	۱۰	۳/۹۷^{ns}	۵۱/۳۰^{ns}	۶۴/۷۲^{ns}	۶۴۱۲/۲۵^{ns}	۲۶/۰۸^{ns}	۲۳/۸۴^{ns}	۰/۴۶^{ns}
خطای ab	۴۰	۵/۹۴	۳/۹۹	۴۴/۷۷	۶۱۳۰/۶۵	۶۵/۹۴	۱۴/۰۹	۰/۴۶
ضریب تغیرات (C.V) ٪		۱/۱۹	۰/۸۴	۷/۳۲	۱۷/۳۳	۲۰/۸۵	۹/۳۹	۱۴/۰۹

ns ، * و **- به‌ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول ۸- همبستگی ساده بین صفات در شرایط تنش رطوبتی

صفات	روز تا سنبله‌دهی	روز تا رسیدگی	ارتفاع بوته	تعدادسنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه
روز تا رسیدگی	۰/۸۵**					
ارتفاع بوته	۰/۲۷**	۰/۵۵**				
تعدادسنبله در مترمربع	۰/۶۹**	۰/۸۰**	۰/۵۸**			
تعداد دانه در سنبله	−۰/۲۵**	۰/۰۲^{ns}	۰/۳۴**	۰/۱۳^{ns}		
وزن هزار دانه	۰/۲۶**	۰/۱۲^{ns}	−۰/۲۱*	۰/۱۸^{ns}	−۰/۵۲**	
عملکرد دانه	۰/۷۷**	۰/۸۸**	۰/۵۲**	۰/۸۸**	−۰/۰۲^{ns}	۰/۲۱*

ns، * و **- به‌ترتیب عدم معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

$$Y = -۱۲/۴ + ۰/۰۰۶X + ۰/۰۶Z \qquad R^2=٪۸۷$$

بر اساس جدول تجزیه رگرسیون گام به گام (جدول ۷) صفت تعداد سنبله در مترمربع به‌تنهایی ۷۸ درصد از کل تغییرات موجود در عملکرد دانه در شرایط تنش‌رطوبتی را توجیه کرد. بعد از تعداد سنبله در مترمربع، صفت روز تا رسیدگی کامل در رتبه بعدی توانست ۹ درصد از کل تغییرات موجود در عملکرد دانه را توجیه نمایند. این دو صفت در مدل باقی ماندند و تجزیه علیت عملکرد دانه با این صفات انجام گرفت.

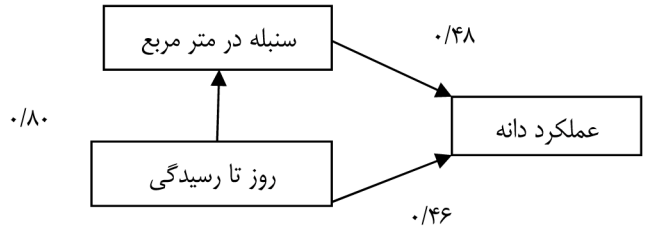
جدول ۹- تجزیه رگرسیون گام به گام صفت عملکرد دانه (متغیر تابع) و سایر صفات (متغیرهای مستقل) در محیط تنش رطوبتی

متغیر اضافه شده به مدل	مراحل رگرسیون گام به گام	
	۱	۲
عدد ثابت	۰/۳۳	−۱۲/۴
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۰۱	۰/۰۰۶
روز تا رسیدگی	-	۰/۰۶۲
ضریب تبیین (R^2 تصحیح شده)	۰/۷۸	۰/۸۷

جدول ۱۰- تجزیه علیت برای صفت عملکرد دانه در محیط تنش‌رطوبتی آخر فصل

صفات	تعداد سنبله در مترمربع	روز تا رسیدگی	همبستگی با عملکرد دانه
تعداد سنبله در مترمربع	۰/۴۸	۰/۳۶	۰/۸۸
روز تا رسیدگی	۰/۳۸	۰/۴۶	۰/۸۸

اعداد روی قطر اثرات مستقیم و خارج از قطر اثرات غیر مستقیم صفات



شکل ۳- نمودار تجزیه علیت تحت شرایط تنش‌رطوبتی

نتایج تجزیه علیت نشان داد (جدول ۱۰) تعداد سنبله در مترمربع بیشترین اثر مستقیم را داشته و برای صفت روز تا رسیدگی نیز اثر مستقیم زیادی نشان داد. با مقایسه رگرسیون گام به گام و تجزیه علیت بین دو محیط بدون تنش و تنش‌رطوبتی ملاحظه شد در هر دو محیط صفات روز تا رسیدگی و تعداد سنبله در مترمربع صفات نهایی مدل بوده در ضمن بیشترین اثرات مستقیم و معنی‌دار را این دو صفت داشته‌اند ولی در محیط تنش‌رطوبتی درصد بیشتری (۴ درصد) از تغییرات متغیر وابسته یعنی عملکرد دانه را توجیه کرده است. این نتیجه می‌تواند اهمیت دو صفت را در شرایطی که گیاه با تنش‌رطوبتی آخر فصل مواجه است، نشان دهد؛ لذا دو صفت مذکور در برنامه‌های اصلاحی برای گزینش جهت شرایطی که تنش در مرحله پرشدن دانه به وقوع می‌پیوندد، باید مورد توجه قرار گیرد.

در این محیط اثرات مستقیم و غیر مستقیم تعداد سنبله در مترمربع نسبت به محیط بدون تنش رطوبتی کمتر بوده و در مورد صفت تعداد روز تا رسیدگی نیز اثر مستقیم نسبت به شرایط تنش‌رطوبتی کم شده است اما اثر غیر مستقیم روز تا رسیدگی در شرایط تنش‌رطوبتی بیشتر بوده است. در مورد صفت تعداد سنبله در مترمربع می‌توان اظهار داشت تعداد سنبله جزء اصلی عملکرد دانه در غلات است و بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه دارد و وابستگی عملکرد دانه به تعداد سنبله در واحد سطح با تأخیر در کاشت بیشتر می‌شود. از طرف دیگر معمولاً در شرایط کشت نرمال و تنش‌رطوبتی نسبت به کشت نرمال و آبیاری کامل، گیاه زودرس‌تر می‌شود. اما با تأخیر در کاشت گیاه گندم، به علت کرپه‌شدن گیاه، تنک بودن پوشش گیاهی و غیریکنواختی در تولید پنجه‌ها، روز تا رسیدگی آن افزایش می‌یابد، به همین دلیل است که در این تحقیق در هر دو شرایط بدون تنش و تنش‌رطوبتی تعداد روز تا رسیدگی بطور مستقیم و غیر مستقیم موجب افزایش عملکرد دانه شده است. نکته قابل ذکر دیگری که در توجیه تأثیر مستقیم و غیر مستقیم زمان تا رسیدگی بر عملکرد دانه در این تحقیق می‌توان بیان نمود این است که ارقام مورد استفاده در این تحقیق پابلند بودند و ارقام پابلند دارای سیستم ریشه عمیق هستند و می‌توانند ذخیره هیدرات‌های کربن ساقه بالایی داشته باشند و در زمان مواجه با تنش برای پر شدن از آن استفاده نمایند و از دوره رسیدگی بیشتر و عملکرد بالا برخوردار باشند، خصوصاً زمانی‌که تنش ملایم باشد. وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با ارتفاع بوته (۰/۴۲**) در شرایط بدون تنش (جدول ۲) در شرایط تنش‌رطوبتی (۰/۵۲**)، (جدول ۸) می‌تواند موید این استدلال باشد. محمدی و همکاران (۲۲) گزارش کرده‌اند با تأخیر در کاشت به علت غیریکنواختی در سبزشدن، استقرار ضعیف بوته و خسارت سرمای زمستانه تعداد سنبله در واحد سطح کاهش یافته و این امر باعث کاهش عملکرد دانه نسبت به کشت نرمال شده بود. همچنین این محققین گزارش نموده‌اند تأخیر در کاشت باعث گردید زمان تا رسیدگی ارقام گندم در شرایط آبیاری کامل و تنش‌رطوبتی آخر فصل افزایش یابد.

تجزیه به عامل‌ها

تحزیه به عامل‌ها در شرایط تنش رطوبتی نشان داد دو عامل حدود ۸۰ درصد از واریانس کل داده‌ها را توجیه می‌کنند (جدول ۱۱). جهت بررسی میزان توجیه متغیرها با دو مؤلفه از چرخش وریماکس استفاده گردید (جدول ۱۲). عامل اول ۵۴/۴۴ درصد از تغییرات داده‌ها را توجیه کرد، دارای ضرایب بزرگ و مثبت برای صفات روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، تعداد سنبله در مترمربع، ارتفاع بوته و عملکرد دانه بود، لذا این مؤلفه را مؤلفه عملکرد دانه و فصل رشد نام‌گذاری شد.

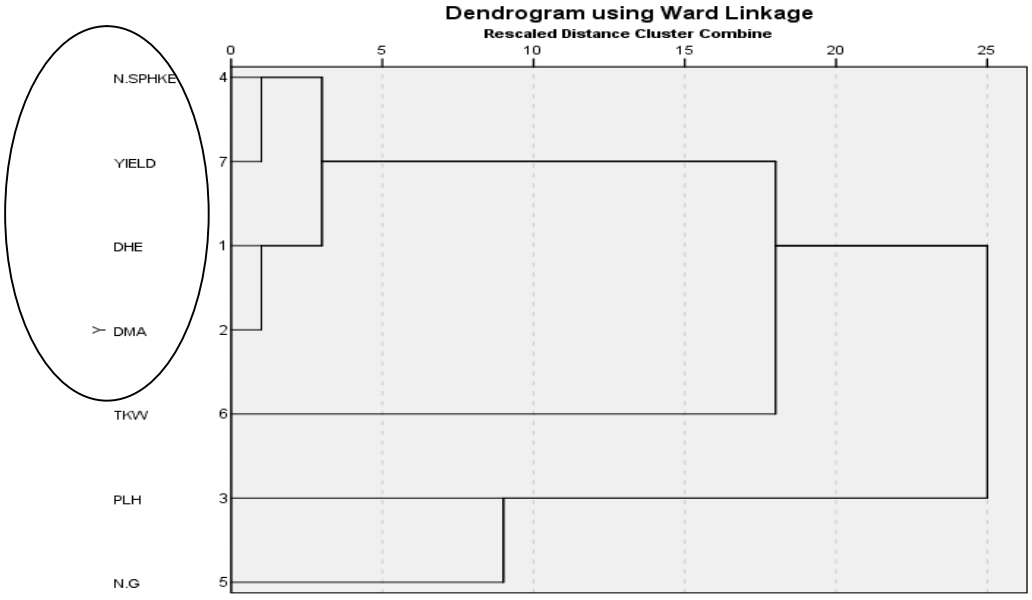
جدول ۱۱- مقادیر ویژه، واریانس مقادیر ویژه و درصد تجمعی مقادیر ویژه در محیط تنش‌رطوبتی.

عامل‌ها	مقادیر ویژه	درصد مقادیر ویژه از واریانس کل	درصدتجمعی مقادیر ویژه
PC_1	۳/۸۱	۵۴/۴۴	۵۴/۴۴
PC_2	۱/۷۸	۲۵/۵۵	۸۰

جدول ۱۲ – نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بعد از چرخش وریماکس در محیط تنش آخر فصل

	عامل‌ها			
متغیر یا صفت	۱	۲	واریانس اختصاصی هر متغیر	میزان اشتراک
روز تا گلدهی	۰/۹۲	-۰/۲۳	۰/۸	۰/۹۲
روز تا رسیدگی	۰/۹۵	۰/۱۴	۰/۰۹	۰/۹۲
ارتفاع بوته	۰/۴۹	۰/۷۳	۰/۲۲	۰/۷۸
تعداد سنبله در سطح	۰/۸۶	۰/۲۶	۰/۱۶	۰/۸۴
تعداد دانه در سنبله	-۰/۱۲	۰/۷۷	۰/۱۱	۰/۷۹
وزن هزار دانه	۰/۱۲	۰/۷۸	۰/۴	۰/۹۶
عملکرد دانه	۰/۹۲	۰/۱۷	۰/۶	۰/۹۴

مؤلفه دوم که حدود ۲۵/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کرد که با صفات تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه همبستگی بالایی داشت. طوسی مجرد و همکاران (۳) صفت روز تا رسیدگی دانه در شرایط خشکی را در عامل پنجم قرار دادند و این صفت را به‌عنوان عامل مؤثر بر خصوصیات رسیدگی گیاه معرفی کردند. در حالی‌که یلدریم و همکاران (۲۹)، دامانی و جکسون (۱۰) دو عامل اول معرفی نمودند. ظهور زودتر ساقه و سنبله فرصت بیشتری را جهت پرشدن در اختیار گیاه قرار می‌دهد، تا از رطوبت موجود قبل از وقوع تنش شدید خشکی و افزایش دما برای پرکردن دانه بهره‌برداری کند. یان و همکاران (۳۰) لیلا و الخطیب (۲۱) در بررسی عوامل موثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط خشکی سه عامل را شناسایی کردند که عامل اول موثر بر عملکرد و اجزای عملکرد، عامل دوم موثر بر ارتفاع بوته و عامل سوم بر شاخص برداشت موثر بود. خدادادی و همکاران (۲۰) ضمن تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در گندم صفت ارتفاع بوته را در عامل اول، تعداد سنبله در مترمربع را در عامل دوم، تعداد دانه در سنبله را در عامل سوم و روز تا گلدهی را در عامل چهارم قرار دادند.



شکل ٤- دندروگرام تجزیه کلاستر صفات تحت شرایط تنش‌رطوبتی (صفات به‌ترتیب از بالا به پایین در شکل: تعداد سنبله در مترمربع، عملکرد دانه، روز تا سنبله‌دهی، روز تا رسیدگی، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله)

تجزیه کلاستر

نتایج تجزیه کلاستر بر اساس صفات تحت شرایط تنش‌رطوبتی (شکل ۴) نشان داد در فاصله ۱۰، چهار گروه مجزا وجود داشت. در این فاصله صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی، تعداد سنبله در مترمربع و عملکرد دانه که در یک گروه قرار گرفته‌اند، بیشترین شباهت را با یکدیگر داشته و از یکدیگر تأثیر می‌گیرند. حصول این نتیجه اثباتی است بر درستی تجزیه به مؤلفه‌های اصلی که در آن صفات عملکرد دانه همراه با صفات روز تا گلدهی، روز تا رسیدگی و تعداد سنبله در مترمربع در یک عامل مشترک قرار داشتند. در نهایت می‌توان بیان داشت در شرایط تنش‌رطوبتی صفات تعداد سنبله در مترمربع و تعداد روز تا رسیدگی به دلیل همبستگی بالا و اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد دانه و توجیه این دو صفت به‌وسیله مؤلفه‌ای که بالاترین تغییرات را تبیین می‌کند و در نهایت قرارگیری در یک گروه با عملکرد دانه در تجزیه خوشه‌ای به عنوان شاخص‌های مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌ها تحت شرایط تنش‌رطوبتی در اقلیم مورد آزمایش معرفی می‌شوند. لیلا و الخطیب (۲۱) در بررسی صفات موثر بر عملکرد دانه گندم نان در شرایط تنش خشکی با استفاده از روش‌های آماری مختلف گزارش نمودند در تجزیه کلاستر بر اساس صفات مورد بررسی، صفات در سه دسته، گروه‌بندی شدند. این محققین گزارش کردند صفات تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله، شاخص برداشت، عملکرد بیولوژیکی و عملکرد دانه در یک گروه قرار گرفتند و صفات تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیکی مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه تشخیص داده شدند.

نتیجه‌گیری

روش‌های آماری چند متغیره به شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه کمک می‌کنند. گروه‌بندی صفات براساس صفات در شناسایی صفات موثر بر عملکرد دانه مفید بود. با توجه به استفاده از روش‌های آماری متعدد، مهم‌ترین صفات مؤثر بر عملکرد دانه در هر دو شرایط آبیاری کامل و تنش آبی آخر فصل در تاریخ‌های کاشت مختلف، صفات تعداد سنبله در مترمربع و روز تا رسیدگی بودند. جهت دستیابی به ژنوتیپ‌های پر محصول بایستی ژرم‌پلاسم‌های مورد استفاده در برنامه اصلاح نباتات دارای صفات فوق بوده و مورد توجه محقق قرار بگیرد.

منابع

۱- بخشی خانیگی، گ. ه.، ف. فاتحی، و س. یزدچی. ۱۳۸۶. اثرات تنش خشکی بر صفات مورفولوژیکی ۱۰ رقم جو در اسکو از استان آذربایجان‌شرقی. پژوهش و سازندگی. ۳۸(۲):۴۲۴-۴۱۷.

۲- روستایی، م. ۱۳۷۹. بررسی صفات مؤثر در افزایش گندم دیم سردسیری. مجله تهال و بذر.۱۶ (۳): ۲۹۹-۲۸۵.

۳- طوسی مجرد، م.، م. ر. قنادها، م. خدارحمی و س. شهابی. ۱۳۸۴. تجزیه به عامل‌ها برای عملکرد دانه و سایر خصوصیات گندم. پژوهش و سازندگی. جلد ۱۸(۲) : ۱۶-۹.

۴- حمزه، ح.، ج. صبا، ف. جباری و م. علوی حسینی. ۱۳۸۸. برآورد اجزای واریانس، قابلیت توارث و ضرایب همبستگی صفات فنوتیپی و ژنوتیپی، عملکرد دانه و اجزای آن در گندم تحت شرایط دیم. تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی. جلد ۲ شماره ۱: ۳۸-۲۹.

5-Asad, T, and H. Rezaie. 1999. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. Euphytica. 105:83-90.

6-Aycicek, M, and T. Yildirim. 2006. Path coefficient analysis of yield and yield components in bread wheat genotypes. Pakistan Journal of Botany. 38(2): 417-424.

7-Bingham, J. 1969. The physiological determinants of grain yield in cereals. Agronomy Journal. 44:30-42.

8-Bramel, P. J., P. N. Hinnz, D. E. Green, and R. M. Shibles. 1984. Use of principal factor analysis in the study of three stems termination types of soybean. Euphytica. 33: 387-400.

9-Cooper, J. C. B. 1983. Factor analysis. An overview. The Amerian Statistician. 37(2): 141 –147.

10-Damania, A. B, and M. T. Jackson. 1986. An application of factor analysis to morphological data of wheat and barley landraces from the Bheri River Valley, Nepal. Rachis, 5:25 –30.

11-Dawari, N. H, and O. P. Luthra. 1991. Character association studies under high and low environments in wheat. Indian Journal of Agricultural Research. 25:515-518.

12- El- Deeb, A. A, and N. A. Mohamed. 1999. Factor and cluster analysis for some quantitative characters in sesame (*Sesamum indicum* L.). The Annual Conference ISSR, Cairo University, 4–6 December. Vol 34, part(II)

13-Ganbalani, A. N., G. N. Ganbalani, and D. Hassanpanah. 2009. Effects of drought stress condition on the yield and yield components of advanced wheat genotypes in Ardabil, Iranian Journal Food and Agriculture. & Environ. 7(3&4): 228 - 234 .

14-Garcia, L. F., Y. Del Moral, D. Rharrabti, and C. Royo. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum

wheat under Mediterranean conditions: An oncogenic approach. Agronomy Journal. 95: 266-274.
15-Gupta, A. K., R. K. Mitlal, and A. Z. Ziauddin. 1999. Association and factor analysis in spring wheat. Annals of Agricultural Research. 20:481-485.
16-Habibullah Khan, S., R. Magbol, I. Khaliq, A. Rahman, and A. Salam Khan. 2010. Morphological diversity and traits association in bread wheat. Euphytica. 71:211-219.
17-Innes, P., J. Hoogendoorn, and R. D. Blackwell. 1985. Effects of difference in date of early emergence and height on yield of winter wheat. The Journal of Agricultural Science(Combridge). 105: 543- 549.
18-Joshi, B. K. 2003. Correlation and path coefficient analysis of yield and yield components in F_1 hybrids rice and their parents. Bangladesh Journal of Agricultural Research. 28(4):533-540.
19-Khaliq, I. N., M. Parveen, and A. Chowdhry. 2004. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat. International Journal of Agriculture & Biology. 4:633-635.
20-Khodadadi, M., M. Hossein Fotokian, and M. Miransari. 2011. Genetic diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes based on cluster and principal component analyses for breeding strategies. Australian Journal of Crop Science. 5(1):17-24.
21-Leilah, A. A, and S. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. Journal of Arid Environments. 61: 483–496.
22-Mohammadi, S., A. Yazdan sepas, R. Rezaie, and T. Mirmahmodi. 2010. Study of response of different Iranian bread wheat genotypes to different sowing dates under full- irrigation and terminal drought stress conditions. Research on Crops. 11 (1): 13-19
23-Naghdipor, A., A. Khodarahmi, A. Porshahbazi, and M. Eesmailzade. 2011. Factor analysis for grain yield and other traits in durum wheat. Journal Agronomy and Plant Breeding. 7: 84-96.
24-Okuyama, L. A., L. C. Ferizzi, and J. F. B. Neto. 2004**.** Correlation and path analysis of yield and its components and plant traits in wheat. Ciencica Rural, Santa Maria. 34(6): 1701-1708.
25-Pirdashtu, H., A. Ahmadpour, F. Shafaati, S. Hosseini, A. Shasavari, and A. Arab. 2012. Evaluation of most effective variables based on statistically analysis on different wheat genotypes. International Journal of Agriculture: Research and Review. 2 (4): 381-388.
26-Selier, G. J, and R. E. Stafford. 1985. Factor analysis of components of yield in guar. Crop Science. 25: 905 – 908.
27-Walton, P. D. 1971. The use of factor analysis in determining characters for yield selection in wheat. Euphytica. 20: 412–416.
28-Welsh, J. R. 1981. Fundamentals of plant genetics and breeding. John Wiley and Sons، Inc.
29-Yildrim, M., N. Budak, and Y. Arshas. 1993. Factor analysis of yield and related traits in bread wheat. Turkish Journal of Field Crop. 1: 11-15.
30-Yin, X., S. D. Chasalow, P. M. Stam, J. Kropff, C. J. Dourleijn, I. Bos, and P. S. Bindraban. 2002. Use of component analysis in QTL mapping of complex crop traits: a case study on yield in barley. Plant Breeding. 121 (4): 314-319.