

بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین روابط بین صفات زراعی با عملکرد در لاین های نوترکیب جو

- مرتضی براتی، دانشجوی کارشناسی ارشد اصلاح نباتات پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی ایران
- رضا امیری، دانشیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات (نویسنده مسئول)
- محسن ابراهیمی، استادیار پردیس ابوریحان دانشگاه تهران- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات
- محمد رضا نقوی، استاد پردیس ابوریحان دانشگاه تهران- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات
- حمید رضا نیکخواه، دانشجوی دکتری پردیس ابوریحان دانشگاه تهران- گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۶۰۶۸۱۴

Email: ramiri@ut.ac.ir

چکیده

۱۶۹ لاین نوترکیب جو حاصل از تلاقی دو رقم Igrı و Arigashar در قالب طرح لاتیس ساده (دو گانه) به منظور بررسی تنوع روابط موجود بین صفات زراعی با عملکرد و اجزای آن کشت شدند. ۱۰ صفت زراعی با ۳ بوته تصادفی از هر ردیف با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری شدند. هدف از این تحقیق تعیین همبستگی های فنوتیپی و ژنوتیپی بین صفت عملکرد دانه جو و اجزا و صفات مرتبط با آن، برآورد اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه جو و سهم آن ها در توجیه تنوع موجود بود. در تجزیه واریانس تفاوت بین لاین ها برای اغلب صفات معنی دار بود که نشان دهنده تنوع کافی در مواد مورد استفاده می باشد. صفات تعداد ردیف و وزن هزار دانه به ترتیب همبستگی مثبت و منفی معنی داری با عملکرد داشتند. لذا از بین صفات دارای همبستگی معنی دار با عملکرد، صفت تعداد ردیف (با همبستگی ۰/۷۱۴) مهمترین صفت تلقی می شود. در تجزیه رگرسیون گام به گام، صفت تعداد ردیف اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۵۱ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. در تجزیه علیت عاملی که بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد داشت مربوط به فاکتور تعداد ردیف بود و کمترین اثر مستقیم مربوط به طول سنبله بود. در تجزیه عاملی در مجموع ۵ عامل مستقل، حدود ۸۱/۶۰ درصد از تغییرات را توجیه نمودند، که عامل اول متشکل از طول سنبله، تعداد گره و ارتفاع بوته بود، طول بوته نامگذاری شد. نتیجه نهایی اینکه جو های شش ردیفه با تعداد سنبله های زیاد سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می گردد که بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دارد.

کلمات کلیدی: تجزیه به عامل ها، تجزیه علیت، تنوع ژنتیکی، جو، رگرسیون گام گام، عملکرد، همبستگی.

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 61-70

Study of genetic diversity in some agronomic traits of barley using recombinant inbred lines

By: M. Baraty, M.Sc. of Agriculture Biotechnology Research Institute of Iran, R. Amiri, (Corresponding Author; Tel: 09123606814), Professor of College of Aboureihan. University of Tehran. M. Ebrahimi, Assistant Professor of College of Aboureihan. University of Tehran. M.R. Naghavi, Professor of College of Aboureihan. University of Tehran. H. R. Nikkhah Ph.D. student of College of Aboureihan. University of Tehran.

Received: January 2010

Accepted: March 2012

In order to study genetic diversity and detection relationship among agronomy traits, 169 barley recombinant inbred line (F_6 generation=RILs) and their parents "Igre" and "Arigashar", were planted in a simple lattice design with two replications. Ten agronomic traits were scored on three randomly selected plants. The purpose of this study was detection of phenotype and genotype correlation between yield and yield components, estimation of direct and indirect effects of yield components on yield and its part in diversity justification. In analysis of variance differences between the lines for most of the traits was significant that showed enough diversity in population. Number of the rows and 1000- kernel weight had positive and negative correlation with yield, respectively. So number of the rows identified as an important traits (with 0/714) among all of the traits. In stepwise regression analysis, number of rows was the first trait that entered to the model and explained 51 percent of the variation. In path analysis, number of rows showed the greatest direct effect on yield and the least amount belonged to spike length. In factor analysis, 5 independent factors explained about 80/60 percent of the yield variation. The first factor that named plant high and the greatest coefficients related to spike length, number of node and plant height. In conclusion our results showed that the six rows barleys have greatest effect on yield, through own more seeds.

Key words : Barley, Correlation, Factor analysis, Genetics diversity, Path analysis, Stepwise regression, Yield

مقدمه :

جو از غلات مهم ایران و جهان است. این گیاه نسبت به گندم دامنه سازگاری وسیع تری دارد و در همه نواحی معتدل و در بسیاری از نقاط سردسیر نیز به عمل می آید. در دیم زارهایی که رطوبت خاک و بارندگی برای رشد گندم ناکافی و نامطمئن باشد جو می تواند جایگزین مناسبی باشد. جو یکی از قدیمی ترین گیاهان زراعی است که اهلی شده است. مبدا جو طبق نظر هارلن زاگرس در غرب ایران، آناتولی جنوبی و فلسطین می باشد و طبق نظر اوپلوف مبدا جو کشورهای ایتالیایی، چین و ژاپن است (Harlen, 1979). جو برای تعدادی از ساکنان نواحی سردسیر و خنک دنیای قدیم (به خصوص خاورمیانه و شمال آفریقا) یک منبع غذایی مهم به شمار می رود. در دنیای جدید جو عمدتاً در تغذیه دام، صنایع تخمیری و تولید نوشابه های الکلی و غیر الکلی به کار می رود (Patpour, 1997). بر اساس گزارش فائو تولید جهانی جو در سال ۲۰۰۷، ۱۰۷۸/۲ میلیون تن بوده که این رقم طی سال ۲۰۰۸ به ۱۱۱۴/۲ میلیون تن افزایش یافت. میزان مصرف جهانی جو نیز از ۱۰۷۳/۷ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ - ۲۰۰۸ به ۱۱۰۹/۲ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ - ۲۰۰۹ افزایش یافت. میزان تولید جو در ایران نیز در سال ۲۰۰۷، ۵/۱ میلیون تن بوده که به دلیل خشکسالی در سال ۲۰۰۹ به کمتر از ۳ میلیون تن رسید. میزان واردات ایران نیز از ۲/۹ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ - ۲۰۰۸ به بیش از ۳/۷ میلیون تن در سال ۲۰۰۹ رسید.

میزان مصرف جو در ایران نیز از ۷/۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۷ - ۲۰۰۸ به ۷ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ - ۲۰۰۹ رسید. در ایران جو از لحاظ سطح زیر کشت و میزان تولید در بین غلات پس از گندم در رتبه دوم قرار دارد. سطح زیر کشت دیم و آبی جو در ایران در حال حاضر در مجموع به ۱/۵ میلیون هکتار و میزان تولید نیز بیش از ۳ میلیون تن می باشد. عملکرد جو در اراضی آبی حدود ۳/۲ تن در هکتار و در اراضی دیم ۷۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار است (Arzani, 1998). شناخت و بررسی خصوصیات مورفولوژیک و فنولوژیک گیاه جو جهت تعیین اهمیت هر یک از آن ها در افزایش عملکرد و استفاده در برنامه های به نژادی از اهمیت خاصی برخوردار است. مطالعات زیادی در ارتباط با ارزیابی صفات و تعیین ماهیت، اهمیت و ارتباط آنها با عملکرد دانه با استفاده از تجزیه به عامل ها در گیاهان زراعی انجام شده است (Denis and Adams, 1978). ولی تعداد این گونه مطالعات در جو ناچیز است. در تحقیقی ۸ صفت مورفولوژیکی سنبله در ۳۱۷۰ فرد از ۱۳۰ جمعیت محلی اندازه گیری شد و مشخص شد که تنوع در جو یک رابطه پیچیده با گستردگی در محیط اکوسیستم زراعی دارد. در این تحقیق جو های با تعداد ردیف نامنظم و شش ردیف بیشترین فراوانی (به ترتیب ۴۹ و ۴۶ درصد) و جوهای دو ردیفه کمترین فراوانی را داشتند (۴/۵ درصد) (Hodado et al, 2009). سعیدی (Saeidi, 2003) در تجزیه به عامل ها، حدود ۹۲ درصد واریانس توسط ۵ عامل توجیه

هزار دانه نام گذاری کرد. در گیاه جو با افزایش تعداد سنبله در متر مربع، به دلیل کاهش تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه، مقدار عملکرد تغییر نمی کند. همچنین بین تعداد سنبله در متر مربع و طول سنبله همبستگی منفی وجود دارد (Rasmusson, 1987). در منطقه مدیترانه در نظر گرفتن تعداد سنبله در متر مربع به عنوان معیار انتخاب، از مهمترین صفاتی است که موجب افزایش عملکرد می شود (García et al., 1991). در جو ارتفاع گیاه صفتی است که توسط چند ژن کنترل می شود و وراثت پذیری آن ۶۲ درصد برآورد شده است (Hockett and Nilan, 1985). در مواردی که تراکم سنبله کم باشد، تعداد دانه در هر سنبله و وزن هزار دانه تعداد کم سنبله را جبران نمی کند (Darwinkel, 1978). تعداد دانه در سنبله جزء دیگر عملکرد می باشد که از طریق شمارش سنبله های بارور محاسبه می شود (Kirby and Appleyard, 1984). همبستگی عملکرد و اجزای آن با توجه به حاصلخیزی خاک، تاریخ کشت و نوع ژنوتیپ مورد استفاده تغییر می کند (Stoskopt et al., 1974). عملکرد صفت کمی پیچیده ای است که تا حد زیادی تحت تاثیر حاصلخیزی خاک، نور، دما و بسیاری از عوامل محیطی قرار می گیرد. به دلیل تعداد زیاد ژن کنترل کننده عملکرد و تاثیر عوامل محیطی در آن، قابلیت توارث عملکرد پایین است، لذا جهت افزایش عملکرد در روش های اصلاحی انتخاب بر مبنای اجزا و صفات مرتبط با عملکرد از اهمیت ویژه ای برخوردار است (Vellsh, 1990). در مطالعات صفات مربوط به عملکرد از روش علیت برای بررسی اثرات صفات بر عملکرد و روابط بین صفات استفاده می شود. با کمک این روش می توان همبستگی بین عملکرد و اجزای آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده و اثرات مستقیم و غیرمستقیم را مشخص نمود (Farshadfar, 1998). هدف از این تحقیق تعیین همبستگی های فنوتیپی بین صفت عملکرد دانه جو و اجزا و صفات مرتبط با آن، برآورد اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه جو و سهم آن ها در توجیه تنوع موجود در نسل F_6 حاصل تلاقی دو والد متمایز گیاه جو بود.

مواد و روش ها :

۱۶۹ لاین نوترکیب (RILs) ژنتیکی جو نسل F_6 حاصل از تلاقی دو رقم Arigashar و Igrı در قالب طرح لاتیس ساده (دو گانه) به منظور بررسی تنوع و روابط موجود بین صفات زراعی با عملکرد و اجزای آن در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی قزلاق پردیس ابوریحان دانشگاه تهران واقع در ۵ کیلومتری شهرستان پاکدشت کشت شدند. بذور کلیه لاین ها از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر بخش تحقیقات غلات تهیه شد. در هر تکرار ۱۳ بلوک ناقص که در هر بلوک ۱۳ ردیف کاشت به طول ۱/۵ متر با فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر کشت شدند. فاصله ردیف ها در هر کرت ۲۰ و فاصله بین بوته ها در حدود ۱۰ سانتی متر و عمق کشت ۴ سانتی متر در نظر گرفته شد. از قارچ کش ویتاواکس ۲ در هزار برای ضدعفونی بذور استفاده شد. کود مصرفی شامل کود ماکرو گرانوله که شامل ۱۵ در صد ازت، ۸ درصد فسفر، ۱۵ در صد پتاسیم و ۱/۵ درصد سولفات روی است قبل از کاشت به زمین زراعی اضافه گردید.

شد. عامل اول که ۲۹ درصد واریانس داده ها را توجیه کرد، مربوط به ظرفیت پنجه دهی گیاهی بود. عامل دوم با توجیه ۲۳ درصد واریانس مربوط به صفات مرتبط با ساختمان سنبله بود. عامل سوم با توجیه ۱۸ درصد از تغییرات کل عامل وزنی نام گذاری شد. در عامل چهارم که ۱۲ درصد تنوع موجود را توجیه نمود، صفات ارتفاع، تعداد گره در ساقه و متوسط طول میان گره دارای بار عاملی مثبت و بالایی بودند. بالاخره در عامل پنجم طول و عرض برگ پرچم و طول غلاف برگ پرچم قرار داشتند. در تحقیقی دیگر ۲۶ کولتیوار جو تونسوی از لحاظ تنوع ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفتند. نتیجه نشان از تنوع ژنتیکی بالایی در بین این کولتیوارها داد. همچنین همبستگی بین دو تنوع مولکولی و مورفولوژیکی اندازه گیری شده بسیار معنی دار شد. همچنین در تجزیه به مولفه های اصلی، ۴ مولفه اصلی با مقادیر ویژه بالای یک حدود ۸۷ درصد از واریانس را توجیه کردند. مولفه اول که مربوط به عملکرد و رسیدگی بود (ارتباط منفی با وزن هزار دانه و ارتباط مثبت با طول گیاه و تعداد داده در خوشه) حدود ۵۸/۴ درصد از واریانس را توجیه نمود (Hamza et al., 2004). زینالی و همکاران (Zeinali et al., 2005) با تجزیه عاملی که روی ۲۵ هیبرید ذرت دانه ای انجام دادند، ۲۷ صفت را اندازه گیری کردند. نتایج نشان داد که هفت عامل مستقل، مجموعاً ۷۹/۵ درصد از تغییرات کل را توجیه کردند. خصوصیات فنولوژیک و برگ بلال به عنوان عوامل اول و دوم در مجموع ۴۰ درصد از تغییرات کل را توجیه نمودند. بهرام نژاد (Bahram nezhad, 1995) تجزیه به عامل ها را برای بررسی تنوع ژنتیکی اجزای عملکرد در ۴۷۰ رقم گندم بومی غرب کشور به کار برد. صفات مورد مطالعه در هفت عامل گروه بندی شدند که جمعاً ۸۷/۷ درصد تغییرات را توجیه کردند. عامل اول خصوصیات برگ پرچم، عامل دوم خصوصیات پدانکل، عامل سوم عامل عملکرد، عامل چهارم دوره پر شدن دانه یا عامل زمان، عامل پنجم خصوصیات شاخص برداشت یا توان انتقال مواد فتوسنتزی به دانه در گیاه نام گذاری شدند که به ترتیب ۲۸/۸، ۱۴/۴، ۱۲/۹، ۶/۵، ۵/۹ درصد از تغییرات کل داده ها را تبیین نمودند.

لیلا و الخطیب (Leilah and AL-khateeb, 2005) در بررسی عوامل موثر بر عملکرد دانه گندم تحت شرایط خشکی سه عامل پنهانی شناسایی کردند که ۷۴/۴ درصد از تنوع کل را توجیه نمودند. اولین عامل شامل تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بود که ۲۶/۶ درصد از تنوع داده ها را تبیین نمود. عامل دوم شامل ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله بود که ۲۵/۹ درصد از تنوع را توجیه نمودند. سومین عامل شامل قطر سنبله و شاخص برداشت بود که ۱۹/۸ درصد کل تغییرات را شامل می شد. ایلهان کاجیرگان (Ilahan Cagiragn, 1999) در ترکیه برای انجام مطالعه ای روی بعضی از صفات زراعی جو رقم کوانتوم از تجزیه به عامل ها استفاده نمود. وی ۱۶ صفت کمی را مورد بررسی قرار داد که در مجموع چهار عامل اول ۸۲/۷۶ درصد از تنوع را توجیه کردند. عامل اول با توجیه ۱۸/۹۷ درصد شامل خصوصیات سنبله بوده و عامل سنبله نامیده شد. عوامل دوم و سوم به ترتیب عامل عملکرد و عامل برگ پرچم نام گرفتند. وی عامل چهارم را وزن

توزیع می باشد استفاده می شود که با درصد بیان شده و کم بودن مقدار این ضریب نشاندهنده پراکندگی کم داده ها اطراف میانگین بوده و دقت آزمایش را نشان می دهد. در این تحقیق مشخص شد که کمترین ضریب تغییرات فنوتیپی مربوط به صفت تعداد گره بود، و بالاترین مقدار مربوط به تعداد ردیف بود. بعد از تعداد ردیف به ترتیب عملکرد، طول سنبله، طول برگ پرچم، وزن هزار دانه، طول پدانکل، تعداد سنبلچه و تعداد پنجه دارای بیشترین ضریب تغییرات بودند. از آنجاییکه لاین ها اینبرد و خالص هستند بنابراین ضریب تغییرات بالای صفات اخیر نشاندهنده تنوع محیطی بیشتری نسبت به سایر صفات مورد بررسی می باشد. کمترین میزان عملکرد برابر ۱۳۹/۹ گرم در متر مربع مربوط به لاین شماره ۳۸ و بیشترین آن مربوط به لاین ۴۱ با ۱۲۳۰/۶ گرم در متر مربع بود، که البته مقادیر عملکرد از فرمول مربوط به برآورد عملکرد در غلات محاسبه شده و حدودی می باشد.

خلاصه تجزیه واریانس و سطح معنی دار بودن میانگین مربعات تکرار و تیمار، برای صفات مورد مطالعه در جدول ۲ آمده است. همان طور که ملاحظه می شود به جز صفت تعداد ردیف تفاوت در تکرار ها معنی دار می باشد. این موضوع با سودمندی نسبی بالاتر از ۱۰۰ برای همه صفات بجز تعداد ردیف مطابقت داشت. همچنین تفاوت بین لاین ها برای همه صفات معنی دار بود که نشان دهنده تنوع زیاد در لاین های مورد مطالعه می باشد. در ضمن پس از محاسبه عامل تصحیح و اشتباه موثر تیمارها تصحیح شدند که بجز صفات تعداد پنجه و طول پدانکل معنی دار بودند که تنوع موجود را در جمعیت مورد مطالعه را تأیید می کند. بنابراین دو صفت اخیر در جمعیت مورد مطالعه اختلاف معنی داری نداشتند.

در کل دوره رشد پنج نوبت آبیاری به صورت کرتی انجام شد. برای مبارزه شیمیایی با آفت سن یک نوبت سم پاشی با سم فنیتی وتیون انجام شد. ۱۰ صفت زراعی با ۳ بوته تصادفی از هر ردیف با رعایت اثر حاشیه اندازه گیری شدند. صفات مورد بررسی عبارت بودند از: تعداد پنجه بارور tiller، تعداد گره node، ارتفاع گیاه height (سانتی متر)، طول برگ پرچم flag (سانتی متر)، طول ریشک own (سانتی متر)، طول پدانکل peduncle (سانتی متر)، طول سنبله spike (سانتی متر)، تعداد ردیف row (۲ یا ۶ ردیفه)، تعداد دانه در سنبله seed (یک طرف سنبله) و وزن هزار دانه weight (گرم) و عملکرد yield، نیز بر حسب گرم در متر مربع اندازه گیری شد.

تجزیه های آماری انجام شده شامل تجزیه واریانس طرح لاتیس ساده، محاسبه MS تیمار تصحیح شده، عامل تصحیح (ω)، اشتباه موثر (E_t)، آزمون MS تیمار تصحیح شده با اشتباه موثر و محاسبه میانگین های تصحیح شده تیمارها، محاسبه آمار توصیفی برای کلیه صفات، تجزیه همبستگی، تجزیه رگرسیون گام به گام به روش stepwise، تجزیه علیت و تجزیه به عامل ها روی میانگین تصحیح شده تیمارها انجام شد. تجزیه به عامل ها با استفاده از روش مولفه های اصلی و حداکثر درستمایی و چرخش واریماکس انجام گرفت. در تجزیه عاملی، ضرایب عاملی بالای ۰/۵ معنی دار تلقی شدند. در این تحقیق از نرم افزارهای SAS، MINITAB، PATH استفاده شد.

نتایج و بحث:

مقادیر حداقل، حداکثر و انحراف معیار به همراه ضریب تغییرات فنوتیپی صفات مختلف در جدول ۱ آورده شده است. در محاسبه میزان پراکندگی داده ها که با مقیاس های مختلفی اندازه گیری شده اند از ضریب تغییرات که نماینگر پراکندگی توزیع نسبت به میانگین

جدول ۱- آمار توصیفی صفات اندازه گیری شده

صفت Treat	میانگین mean	حداقل min	حداکثر max	انحراف معیار δ	ضریب تغییرات % C.V
تعداد پنجه (Tiller N)	۶,۰۰۰۵	۳,۸۷۱۲	۸,۱۱۶۰	۰,۸۰۰۰	۱۳,۳۳
تعداد گره (Node N)	۴,۵۶۰۱	۳,۸۷۱۲	۵,۸۳۰۰	۰,۳۶۶۹	۸,۰۴
ارتفاع بوته (Plant height)	۶۰,۷۰۲	۳۹,۶۷۶	۷۹,۹۱۱	۶,۰۳۶	۹,۹۴
طول سنبله (Spike L)	۶,۰۲۲۱	۳,۶۲۵۹	۹,۸۹۷۴	۱,۱۷۵۷	۱۹,۵۲
طول ریشک (Own L)	۱۵,۷۳۵	۱۱,۷۲۳	۲۱,۲۲۸	۱,۵۵۷	۹,۸۹
طول برگ پرچم (Flag L)	۹,۳۳۴	۵,۵۲۳	۱۴,۰۶۷	۱,۷۹۹	۱۹,۲۷
طول پدانکل (Peduncle L)	۱۵,۱۶۷	۹,۷۹۹	۲۳,۰۷۸	۲,۳۷۲	۱۵,۶۳
تعداد ردیف (Row N)	۴,۵۳۳	۲,۰۰۰	۶,۰۰۰	۱,۸۲۰	۴۰,۱۵
تعداد سنبلچه (Spikelet N)	۸,۳۴۵۳	۵,۶۱۱۴	۱۱,۸۷۸۰	۱,۲۳۲۰	۱۴,۷۶
وزن هزار دانه (Weigh 1000 kernel)	۴۸,۲۹۶	۳۱,۹۲۵	۶۹,۱۷۶	۸,۲۵۴	۱۷,۰۹
عملکرد (Yield)	۵۱۰,۴	۱۳۹,۹	۱۲۳۰,۶	۱۸۱,۴	۳۵,۵۴

جدول ۲. تجزیه واریانس طرح لاتیس ساده برای کلیه صفات

میانگین مربعات (MS)											
منابع تغییر	تعداد پنبه	تعداد گره	ارتفاع بوته	طول سنبله	طول ریشک	طول برگ پرچم	طول پدانکل	تعداد ردیف	تعداد سنبلیچه	وزن هزار دانه	عملکرد
Source	(Tiller N)	(Node N)	(Plant height)	(Spike L)	(Own L)	(Flag L)	(Peduncle L)	(Row)	(Spikelet N)	(Weigh 1000 kernel)	(Yield)
تکرار Replications	6.51**	1.11**	5775.07**	14.70**	44.15**	82.26**	744.65**	0.429 ns	21.20**	604.45**	743830**
تیمار تصحیح نشده Treatments (Un.adj)	1.42**	0.26**	94.99**	2.84**	5.16**	6.33**	16.48**	6.62**	3.19**	138.63**	68862**
تیمار تصحیح شده Treatments (Adj)	1.28ns	0.26*	72.86**	2.76**	4.84**	6.46*	11.24 ns	6.62**	3.02**	136.24**	65811.8**
پلوک داخل تکرار Intra Block Error	0.73	0.15	24.00	0.56	1.03	2.07	5.19	0.41	1.08	46.09	24808
اشتباه درون پلوک Randomized Complete Block Error	0.85	0.16	42.55	0.71	1.39	2.66	8.89	0.39	1.62	52.53	35250
سودمندی نسبی به پلوک های کامل تصادفی Efficiency Relative to RCBD	108.22	102.48	158.21	116.89	122.40	116.98	153.08	95.77	134.80	106.18	128.40

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

(Garcia, 1991) مطابقت داشت. زیرا در تحقیق گارسیا تعداد سنبله در متر مربع به عنوان معیار انتخاب، از مهمترین صفاتی ذکر شده بود که موجب افزایش عملکرد می شود. همچنین تجزیه علیت نشان داد طول سنبله اثر مستقیم منفی روی عملکرد دارد که این نتیجه در تجزیه همبستگی نیز بدست آمد و مشابه نتایج تحقیق راسموسون بود، که بین تعداد سنبله در متر مربع و طول سنبله همبستگی منفی گزارش کرده بود. همچنین علاوه بر اثر مستقیم مثبت وزن هزار دانه روی عملکرد، اثر غیر مستقیم این صفت از طریق تعداد ردیف روی عملکرد به شدت منفی بود. بنابراین انتظار می رفت که بین صفت وزن هزار دانه و تعداد ردیف رابطه معکوسی وجود داشته باشد که این نتیجه هم در تجزیه های قبلی اثبات گردید. لازم به ذکر است که اعداد روی قطر اثرهای مستقیم و اعداد خارج قطر اثرهای غیرمستقیم می باشند. در نهایت اثرات باقیمانده ۲۹۱٪ برآورد گردید. بنابراین پنج صفت مورد بررسی در تجزیه علیت تا حد زیادی توانستند صفت عملکرد را توجیه کنند.

جدول ۶ نتایج تجزیه به عامل ها را به روش مولفه های اصلی و دوران وریماکس در ارقام جو نشان می دهد. دوران وریماکس برای شناسایی موثرترین مولفه ها مناسب ترین روش است زیرا باعث می شود بسیاری از ضرایب به صفر نزدیک گردند و تفسیر عوامل دوران یافته راحت تر گردد (Johnson and Wichern, 2007). در این جدول مقدار ویژه مربوط به هر عامل، میزان واریانس هر عامل (بر حسب درصد) که اهمیت آن را در تفسیر کلی داده ها نشان می دهد و واریانس مشترک که نشان دهنده بخشی از واریانس آن صفت است که با عامل های مشترک ارتباط دارد، و واریانس های اختصاصی هر صفت ارائه شده است. در این تحقیق نتایج که تا حدودی با نتایج سعیدی مشابه بود، زیرا در تحقیق سعیدی نیز پنج عامل توجیه کننده ۹۲ درصد از واریانس بود (Saeidi, 2003). در مجموع ۵ عامل مستقل، حدود ۸۱/۶۰ درصد از تغییرات را توجیه نمودند. عامل اول که ارتفاع بوته نامیده شد ۲۷/۲۸ درصد از کل واریانس داده ها را توجیه نمود. در این عامل، بزرگترین ضرایب عاملی مثبت به ترتیب متعلق به طول سنبله، تعداد گره و ارتفاع بوته بود. عامل دوم (عملکرد) ۲۵/۷۱ درصد از تغییرات را شامل شد و بزرگترین ضریب عاملی مثبت آن مربوط به تعداد ردیف و عملکرد بود. عامل سوم (طول پدانکل) ۱۷/۰۲ درصد از تغییرات را توجیه کرد. عامل چهارم (پنجه دهی) ۱۵/۱۲ درصد از تغییرات کل داده ها را توجیه نمود که در تحقیق سعیدی ظرفیت پنجه دهی به عنوان عامل اول ۲۹ درصد از واریانس داده ها را توجیه کرد. عامل پنجم که ۱۴/۸۴ درصد تغییرات را توجیه نمود مربوط به طول برگ پرچم بود که در تحقیق سعیدی نیز طول و عرض برگ پرچم به عنوان عامل پنجم شناخته شدند. این در حالی است که در تجزیه به عامل ها به روش حداکثر درستی عملکرد به عنوان عامل اول و ارتفاع بوته بعد از عملکرد به عنوان عامل های دوم و چهارم شناخته شدند، که با نتایج تحقیق لیل و الخطیب (Leilah and AL-khateeb, 2005) مشابهت زیادی داشت.

در جدول ۳ همبستگی ساده بین صفات درج گردیده است. بیشترین همبستگی مثبت و معنی دار با عملکرد مربوط به تعداد ردیف بود. بعد از تعداد ردیف، تعداد گره همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد داشت. با این حال به علت کوچک بودن این ضریب همبستگی (۰/۱۵۶) نمی توان تاکید زیادی روی آن نمود. همچنین وزن هزار دانه ارتباط منفی و معنی داری با عملکرد داشت، که در تحقیق همزه و همکاران (Hamza et al., 2004) نیز این همبستگی بدست آمد لذا با توجه به اینکه عملکرد از فرمول مربوط به عملکرد در غلات بدست آمده می توان اینگونه توجیه کرد که با افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله که یکی از اجزای فرمول عملکرد می باشد کاهش پیدا می کند که متعاقباً در کاهش عملکرد نیز موثر خواهد بود. اما این ضریب نیز کوچکتر از ۰/۵ بوده و بنابراین قابل اعتنا نمی باشد. در این تحقیق بین طول سنبله نیز با تعداد سنبله همبستگی منفی وجود داشت که با نتایج مطالعه راسموسون (Rasmusson, 1987) که بین تعداد سنبله در متر مربع و طول سنبله همبستگی منفی گزارش کرده بود، مطابقت داشت. با توجه به اینکه همبستگی های جدول ۳ روی ۱۶۹ میانگین محاسبه شده است، لذا در بین صفات دارای همبستگی معنی دار با عملکرد، صفت تعداد ردیف (با همبستگی ۰/۷۱۴) مهمترین صفت تلقی می شود. توجه شود که اعداد کمتر از ۰/۵ به واسطه اینکه ممکن است معنی دار شدن آنها توجیه بیولوژیکی ندارند و تنها از نظر آماری معنی دار بوده اند.

در تجزیه رگرسیون مرحله ای به روش stepwise (جدول ۴) عملکرد در واحد سطح به عنوان متغیر وابسته در مقابل بقیه صفات به عنوان متغیرهای مستقل مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت پنج صفت در مدل مربوط باقی ماندند که ضرایب رگرسیون برای همه صفات معنی دار بود. صفت تعداد ردیف، اولین صفتی بود که وارد مدل شد، معادله رگرسیون آن به صورت $Y = 187.6X + 71.2$ بدست آمد که ۵۱/۰ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. صفات بعدی در مدل به ترتیب عبارت بودند از: تعداد سنبله، تعداد پنجه، وزن هزار دانه و طول سنبله به ترتیب دارای ضرایب همبستگی ناقص ۱۳/۶، ۱۱/۱ و ۰/۴ درصد بودند که این ضرایب همان همبستگی ساده دو متغیر می باشند، وقتی که سایر متغیرها را ثابت در نظر بگیریم. این صفات در مجموع ۹۱/۷ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه نمود. در رگرسیون چند متغیره با چهار صفت به عنوان متغیرهای مستقل روی عملکرد، صفت تعداد پنجه دارای بزرگترین ضریب رگرسیون معنی دار بود (۱۳۴/۹). لذا بیشترین تاثیر روی عملکرد مربوط به تعداد پنجه می باشد. همچنین با توجه به اینکه هم r و هم کلیه ضرایب رگرسیون معنی دار بود نتیجه می گیریم که هر یک از متغیرهای X_1 تا X_5 هم به تنهایی و هم با همدیگر روی عملکرد تاثیر معنی داری داشته اند.

بر اساس نتایج حاصل از تجزیه علیت (جدول ۵) که بر اساس صفاتی که در تجزیه رگرسیون گام به گام انتخاب شده بودند، عاملی که بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد داشت مربوط به فاکتور تعداد ردیف بود، که با نتایج راسموسون (Rasmusson, 1987) و گارسیا

جدول ۳- ضرایب همبستگی ساده صفات

	تعداد پنجه (Tiller N)	تعداد گره (Node N)	ارتفاع بوته (Height shrub)	طول سنبله (Spike L)	طول ریشک (Own L)	طول پرچم (Flag L)	طول پدانکل (Peduncle L)	تعداد ردیف (Row N)	تعداد سنبله (Spikelet N)	وزن هزار دانه (Weigh 1000 kernel)
تعداد پنجه	1									
تعداد گره	-0.06ns	1								
ارتفاع بوته	0.04 ns	0.44**	1							
طول سنبله	0.13 ns	0.37 **	0.66 **	1						
طول ریشک	0.20 **	0.19 **	0.65 **	0.72 **	1					
طول پرچم	-0.10 ns	0.15*	0.16 *	0.16*	0.27 **	1				
طول پدانکل	0.09 ns	0.05 ns	0.55 **	0.18 *	0.33 **	0.13 ns	1			
تعداد ردیف	-0.33 **	0.02 ns	-0.24 **	-0.28**	-0.48 **	-0.07ns	-0.13 ns	1		
تعداد سنبله	0.18 *	0.27 **	0.39 **	0.56**	0.50 **	0.37 **	0.21 **	-0.42 **	1	
وزن هزار دانه	0.27 **	0.08 ns	0.35 **	0.29**	0.53 **	0.13 ns	0.26 **	-0.70 **	0.30 **	1
عملکرد	0.13 ns	0.15 *	-0.01 ns	-0.01 ns	-0.12ns	0.08 ns	0.06 ns	0.71 **	0.04 ns	-0.25 **

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

مرحله	صفحت وارد شده در مدل	a	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	R ² ناقص	مدل نهایی R ²	C (p) ضریب mallow
1	تعداد ردیف (Row N)	187.6 **	71.2 **					0.51	0.51	783.78
2	تعداد سنبله (Spikelet N)	-429.1 **	89.6 **	63.8 **				0.15	0.66	487.51
3	تعداد پنجه (tiller N)	-989.8 **	88.9 **	101.6 **	60. **			0.13	0.80	224.59
4	وزن (Weight 1000 kernel)	-1609.3 **	84.0 **	134.2 **	60.3 **	10.4 **		0.11	0.91	10.29
5	طول سنبله (Spike L)	-1607.9 **	84.2 **	-12.7 **	134.9 **	67.0 **	10.7 **	0.00	0.91	3.56

* و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد NS غیر معنی دار

زیرا در تحقیق لیلا و الخطیب نیز اولین عامل شامل تعداد سنبله در متر مربع، وزن هزار دانه، وزن دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک بود که همان اجزای عملکرد در غلات می باشد و دومین عامل نیز شامل ارتفاع گیاه، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله بود که در این تحقیق نیز عامل ارتفاع به عنوان عامل دوم شناخته شد. اما در تحقیق لیلا و الخطیب سه عامل پنهانی بر عملکرد دانه گندم موثر بودند (Leilah and AL-khateeb, 2005)، اما در این تحقیق پنج عامل شناسایی شدند.

نتایجی که از این تحقیق بدست آمد به این قرار است:

- پس از تصحیح تیمارها با طرح لاتیس اکثر صفات معنی دار بودند. با توجه به این که جمعیت لاین های پیشرفته حاصل تلاقی دو والد شش و دو ردیفه بود، معنی داری صفت تعداد ردیف مسلم بود. با این حال می توان از تنوع بقیه صفات در کارهای اصلاحی بهره برد.
- اجزایی از عملکرد غلات شامل تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه نه تنها اثر جبرانی بر همدیگر دارند بلکه از موثرترین عوامل تعیین کننده عملکرد در غلات می باشند، که نتایج تجزیه علیت و رگرسیون گام به گام نیز این مطلب را نشان داد. بنابراین جو های شش ردیفه با تعداد سنبله های زیاد سبب افزایش تعداد دانه در سنبله می گردد که بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دارد.
- همچنین تجزیه عاملی که با هدف کاهش حجم داده ها و توجیه وجود همبستگی بین متغیرها و توصیف جمعیت از لحاظ صفات می باشد، ۵ عامل مستقل حدود ۹۱/۷ درصد از تغییرات را توجیه نمودند، که عامل اول متشکل از طول سنبله، تعداد گره و ارتفاع بوته بود، طول بوته نامگذاری شد. عامل دوم که عملکرد نام گرفت، شامل عملکرد و تعداد ردیف بود. بنابراین دو گروه از صفات که شامل عملکرد و اجزای عملکرد و دیگری طول بوته، صفات مهمی تلقی می شوند، که گروه اول سبب افزایش عملکرد شده و گروه دوم همبستگی منفی با عملکرد دارند. از اینرو باید اصلاح این دو گروه از صفات را در راستای افزایش عملکرد در گیاه جو و سایر غلات مورد بهره برداری قرار گیرد.
- بنابراین با توجه به کمبود زمین های زراعی مرغوب و مطلوب و همچنین محدودیت شرایط آب و هوایی در کشور، توجه به اصلاح و تولید جو های شش ردیفه پاکوتاه و نیمه پا کوتاه با طول سنبله بلند و حداکثر تعداد دانه بشرطی که این افزایش دانه، بتواند کاهش وزن هزار دانه که ناشی از تعداد زیاد دانه خواهد بود را جبران کند امری ضروری و اجتناب ناپذیر می باشد.

جدول ۵ - تجزیه علیت صفات مختلف به عنوان مستقل روی صفت عملکرد (صفت وابسته)

r_{xy}	۵	۴	۳	۲	۱	صفت treat
0.713	0.023	-0.354	-0.123	-0.195	1.351	تعداد ردیف (Row N)
0.048	-0.048	0.149	0.069	0.454	-0.577	تعداد سنبلچه (Spikelet N)
0.131	-0.012	0.132	0.371	0.084	-0.446	تعداد پنجه (Tiller N)
-0.253	-0.025	0.486	0.101	0.139	-0.956	وزن هزار دانه (Weight 1000 kernel)
-0.018	-0.083	0.145	0.051	0.258	-0.39	طول سنبله (Spike L)

جدول ۶ - نتایج تجزیه عاملی صفات مختلف در لاین های جو به روش مولفه های اصلی و دوران وریماکس

واریانس مشترک	عامل ۵ Factor 5	عامل ۴ Factor 4	عامل ۳ Factor 3	عامل ۲ Factor 2	عامل ۱ Factor 1	صفت
0.77	0.12535	0.16208	0.14672	-0.18167	0.82475	طول سنبله (Spike L)
0.65	0.03585	-0.14753	-0.08147	0.17073	0.77518	تعداد گره (Node N)
0.88	0.01944	-0.02740	0.60769	-0.13341	0.70306	ارتفاع بوته (Height shrub)
0.74	0.24479	0.22439	0.36960	-0.39173	0.58325	طول ریشک (Own L)
0.95	-0.12101	-0.26523	-0.05233	0.92410	-0.12756	تعداد ردیف (Row N)
0.91	0.14909	0.30308	0.09627	0.88479	0.09134	عملکرد (Yield)
0.65	0.16034	0.33265	0.29016	-0.63041	0.17949	وزن هزار دانه (Weigh 1000 kernel)
0.89	0.08505	0.04817	0.94164	-0.01790	0.05798	طول پدانکل (Peduncle L)
0.88	-0.06996	0.93524	0.03449	-0.07392	0.00908	تعداد پنجه (tiller N)
0.90	0.93363	-0.13372	0.09170	0.01179	0.06802	طول برگ پرچم (Flag LF)
0.77	0.55569	0.30145	0.03850	-0.18741	0.51847	تعداد سنبلچه (Spikelet N)
	14.84	15.12	17.02	25.71	27.27	مقدار ویژه سهم هر عامل (%)

منابع مورد استفاده

1. Arzani, A. 1998. Breeding of crop plants. The Esfahan University press.
2. Bahram nezhad, B.1995. Study of genetic diversity of component of yield and important quantitative traits by Multivariate statistical analysis. M.S thesis. Agricultural College. University of Tehran.
3. Darwinkel A .1978. Patterns of tillering and grain production of winter at wide range of plant densities net. J. Agric. Sci . 25: 383-398.
4. Denis, J. M. and Adams, W. 1978. Factor analysis of plant variables related to yield in dry beans. I. Morphological traits. Crop Sci. 18: 74-78.
5. FAO. 2003. Production Year Book. Rom Italy.
6. Farshadfar, E. 1998. Usage of quantitative genetic in plant breeding. The Razi University press.528 pp.
7. Garca del Moral L. F., Ramos, JM. Garcia del Moral, M.B. and Jimenez Tejada, M.P.1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. Crop Sci. 31: 1179-1185
8. Hadado, T., and Rau, D., and Bitocchi, E., and Papa, R. 2009. Genetic diversity of barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces from the central highlands of Ethiopia: comparison between the Belg and Meher growing seasons using morphological traits. Genet Resour Crop Evol. 56:1131-1148
9. Hamza, S., and Hamida, W., and Harrabi, M. 2004. SSR-based genetic diversity assessment among Tunisian winter barley and relationship with morphological traits. Euphytica 135: 107-11815.
10. Harlen, J.R.1979. On the origin of barley. In; Barley; origin, Botany, Culture, Winter hardiness, Genetics, Utilization, Pests. USDA. Agric. HandBook.
11. Hockett E.A. and Nilan RA .1985. Genetics, Barley (D.C. Rasmusson, ed.), ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, pp. 187-230
12. Ilahan Cagiragn, M. 1999. Multivariate statistical analysis of yield and related characters in control and macromutant populations of Quantum barley. Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Akdeniz University, P.O. Box 126, Antalya, Turkey.
13. Irvani, M. 2007. Study of diversity and detect relationship among agronomic traits by factor analysis. Agriculture Science and Technology. 12(45):133-144
14. Johnson R. A, Wichern DW. 2007. Applied multivariate statistical analysis, sixth edition. Pearson Education, Upper Saddle River
15. Kazemiarbat, H. 1994. Subjective agronomy (1 volume). center of university press of Tehran.
16. Kirby E.J.M. and Appleyard M .1984. Cereal development guide. 2 ed. Arable Unit, National Agric. Center. Coventry.
17. Leilah, A., A., A. AL-khateeb. 2005. Statistic analysis of wheat yield under drought condition. J. Arid Environ. 61:483-496
18. Patpour, M. 1997. Study of Septoria resistance in some barley varieties. M.S thesis. Agriculture College. University of Tehran.
19. Rasmusson DC .1987. An evaluation of ideotype breeding. Crop Sci. 27: 1140-1146.
20. Saeidi, M. 2003. Multivariate statistical analysis of yield and yield component in barley. M.S thesis. Agriculture College. University of zabol.
21. Stoskopt NF, Nathaniel RK and Reinbergs E .1974. Comparison of spring wheat and barley with winter wheat: Yield components in ontario. Agron. J. 66: 747-750.
22. Vellsh, J. 1990. Principal of plant genetic in plant breeding. Translated by Farshdfar, E. Center of Azad university press. 339 pp.
23. Zeinali, H., Nasrabadi, H. 2005. Factor analysis of corn hybrid varieties. Agriculture Science. 36:895-902.