Iranian Journal of Field Crop Science
Vol 54, No 1, Spring 2023 (183-196)
DOI: 10.22059/ijfcs.2022.345118.654921

علوم گیاهان زراعی ایران
دورهٔ ۵۴، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۲ (۱۹۶-۱۸۳)

Estimation of breeding value of seed related morpho-physiological traits in maize (*Zea mays* L.) under normal and salinity stress conditions based on SNP marker

Gohar Afrouz[1], Reza Darvishzadeh[2]*, Hadi Alipour[3], José Marcelo Soriano Viana[4], Nasrin Akbari[1]
1,2,3. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran,
4. Department of General Biology, Federal University of Viçosa, Brazil
(Received: July 02, 2022- Accepted: September 23, 2022)

ABSTRACT

Studying the genetic structure of populations and primary genetic reserves is one of the main priorities of maize breeding programs. Molecular markers are highly efficient in estimating the breeding value of genotypes. A total of 73 maize genotypes prepared from different research centers (Razi University of Kermanshah, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, Seed and Plant Improvement Institute (SPII) of Karaj, were evaluated in a completely randomized design with three replications under normal and salinity stress of 8 dS/m in pot conditions. Based on the results of analysis of variance a significant difference was observed between genotypes in most of the studied traits in each one of the conditions; which indicates the existence of high diversity between the studied genotypes. Estimation of breeding value for 25 traits in 73 genotypes in each one of normal and salinity stress conditions was performed using BLUP by exploiting kinship matrix calculated based on SNP molecular data. According to the sum of ranks of breeding values for all studied traits genotypes 17, 4, 8 and 3 under normal conditions, and genotypes 3, 17, W153R, 9, 4 under salinity stress conditions had the highest rank in view of breeding value. Also, P19 L7 Kahriz, P15L4, W37A, P6 L1 and P14L1 Kahriz genotypes under normal conditions, and P6 L1, P19 L7 Kahriz and P14L1 Kahriz genotypes under salinity stress had the lowest breeding values. In general, considering all the studied traits in two conditions, genotypes 17, 3 and 4 showed high breeding value and genotypes P19 L7 Kahriz and P6 L1 showed lower breeding value, respectively. Genotypes with high breeding value have the greatest potential in transmitting the value of traits to the next generation; therefore, they can be introduced as desirable parents to improve these traits in maize breeding programs.

Keywords: Maize, mixed linear model, molecular markers, quantitative traits, salinity stress.

تخمین ارزش اصلاحی صفات مورفوفیزیولوژیک مرتبط با عملکرد در ذرت تحت شرایط نرمال و تنش شوری براساس نشانگر SNP

گوهر افروز[۱]، رضا درویش‌زاده[۲]*، هادی علیپور[۳]، جوزِ مارسِلو سوریانو ویانا[۴]، نسرین اکبری[۱]
۱و۲و۳- به‌ترتیب دانشجوی دکتری، استاد، استادیارگروه تولید و ژنتیک گیاهی دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه. ارومیه، ایران، ٤- استاد، گروه بیولوژی عمومی، دانشگاه فدرال ویسوز، برزیل.
(تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۰٤/۱۱- تاریخ پذیرش: ۱٤۰۱/۰۷/۰۱)

چکیده

مطالعه ساختار ژنتیکی جمعیت‌ها و ذخایر ژنتیکی اولیه، از اولویت‌های اصلی برنامه‌های به‌نژادی ذرت می‌باشد. نشانگرهای مولکولی از کارایی بالایی در برآورد ارزش اصلاحی ژنوتیپ‌ها برخوردار می‌باشند. تعداد ۷۳ ژنوتیپ ذرت تهیه‌شده از مراکز تحقیقاتی مختلف (دانشگاه رازی- کرمانشاه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج) در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار تحت شرایط نرمال و تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط گلدانی مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس، بین ژنوتیپ‌ها در اغلب صفات مورد بررسی در هریک از شرایط اختلاف معنی‌داری مشاهده شد که نشان از وجود تنوع بالا بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه است. برآورد ارزشِ اصلاحی برای ۲۵ صفت در ۷۳ ژنوتیپ در هریک از شرایط نرمال و تنش شوری با استفاده از پیش‌بینی نااُریب خطی (BLUP) با بهره‌مندی از ماتریس خویشاوندی یا (Kinship) محاسبه‌شده بر اساس داده‌های مولکولیِ SNP، انجام پذیرفت. باتوجه‌به مجموع رتبه‌های ارزش‌های اصلاحی محاسبه‌شده برای صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال، ژنوتیپ‌های 17، 4، 8 و 3 و تحت شرایط تنش شوری ژنوتیپ‌های 3، 17، W153R، 9، 4 از بالاترین رتبه ارزش اصلاحی برخوردار بودند. در شرایط نرمال ژنوتیپ‌های P19 L7 Kahriz، P15L4، W37A، P6 L1 وP14L1 Kahriz و در شرایط تنش شوری ژنوتیپ‌هایP6 L1، P19 L7 Kahriz و P14L1 Kahriz پایین‌ترین رتبه‌های ارزش اصلاحی را داشتند. در مجموعِ دو شرایط و با درنظرگرفتن کلِ صفات مورد مطالعه به‌ترتیب ژنوتیپ‌های 17، 3 و 4 از ارزش اصلاحی بالا و ژنوتیپ‌های P19 L7 Kahriz و P6 L1 از ارزش اصلاح پایین‌تری برخوردار می‌باشند. ژنوتیپ‌های با ارزش اصلاحی بالا بیشترین توان در انتقال ارزش صفات به نسل بعد را دارند؛ بنابراین می‌توانند به عنوان والدین مطلوب برای اصلاح این صفات در برنامه‌های به‌نژادی ذرت معرفی شوند.

واژه‌های کلیدی: تنش شوری، ذرت، صفات کمّی، مدل خطی آمیخته، نشانگرهای مولکولی.

* Corresponding author E-mail: r.darvishzadeh@urmia.ac.ir

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) رتبه اول عملکرد و میزان تولید و رتبه سوم سطح زیر کشت را در دنیا به خود اختصاص داده و یکی از محصولات راهبردی مطرح در جهان می‌باشد (Sajedi & Ardekani, 2008). مصرف ذرت در حوضه دامپروری، صنعت و همچنین تغذیه انسان به‌جهت میزان لیزین بالا، در پنج دهه گذشته، افزایش تقاضای تولید ذرت را به همراه داشته است. بنابراین تلاش در جهت توسعه کشت و بهبود عملکرد و کیفیت ذرت در اولویت برنامه‌های اصلاحی قرار گرفته است (Fageria *et al.*, 2010; Hearn, 2014). گیاهان با اثرات منفی تنش‌های مختلف در طول دوره‌های رشد خود مواجه هستند. در این میان تنش شوری اثرات مخرب جهانی دارد. پیش‌بینی می‌شود که حدود ۵۰ درصد از زمین‌های زراعی با تداوم روند شورشدن خاک‌ها در آینده غیر قابل کشت شوند (Niu *et al.*, 2018). ایران باتوجه‌به محدودیت بارش، از نظر اقلیمی جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود. یکی از مشکلات بزرگ پیش روی کشاورزی در ایران شوری خاک و آب آبیاری است. تنش شوری با کاهش پتانسیل اسمزیِ آب، قابلیت دسترسی آب برای ریشه را کاهش می‌دهد که در نتیجهٔ آن تغییرات فیزیولوژیکی، بیوشیمیایی و مورفولوژیکی متعدد در گیاهان روی می‌دهد (Mohammadkhani & Sharifi, 2016; Roy *et al.*, 2014). تنش شوری در ابتدا، از طریق تنش اسمزی تظاهر یافته و رشد گیاه را محدود می‌کند، سپس به سبب سمیت یونی ناشی از تجمع غلظت بالای نمک در برگ‌های پیر، منتهی به مرگ آنها می‌شود (Munns & Tester, 2008). در خاک‌های متاثر از نمک، شوری سبب تجمع بیش از حد یون‌های سدیم و کلرید در ریزوسفر و تداخل شدید با سایر عناصر معدنی ضروری مانند پتاسیم، کلسیم، نیتروژن، فسفر، منیزیم، آهن، مس، روی و منگنز شده و در نتیجهٔ عدم تعادل شدید تغذیه‌ای در ذرت حادث می‌شود (Turan *et al.*, 2010). به‌طور کلی، تنش نمک جذب نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را کاهش می‌دهد (Shahzad *et al.*, 2012; Yasmeen *et al.*, 2013). گیاهان از مسیرهای پیام‌رسانی متفاوتی در مواجه با تنش استفاده می‌کنند. سه مسیر پیام‌رسانی عمده که نقش مهمی در فرآیند تحمل به تنش بازی می‌کنند؛ مسیر حساسیت بیش از حد به شوری[۱] (SOS)، آبشار پروتئین کینازی فعال‌شده در اثر میتوژن[۲] (MAPK) و گونه‌های فعال اکسیژن[۳] (ROS) هستند. ازسوی دیگر، فرآیند تحمل به شوری در گونه‌های مختلف گیاهان در مراحل مختلف رشدی تظاهر می‌کند (Mohammadkhani & Sharifi, 2016; Roy *et al.*, 2014). بنابراین بررسی وجود تنوع فنوتیپی و ژنوتیپی بین ژنوتیپ‌ها پیش‌نیاز برنامه‌های اصلاحی است.

با معرفی برنامه‌های اصلاحی که در آن از ارزش‌های اصلاحی برآوردشده به‌جای ارزش‌های فنوتیپی استفاده می‌شود، محدودیت‌های به‌نژادی سنتی کمتر شده است. به‌کارگیری این روش‌ها که تلفیقی از کاربرد داده‌های کمّی (فنوتیپی) و مولکولی به‌همراه روش‌های آماری و محاسباتی پیچیده می‌باشد، تجزیه و بهبود ژنتیکی صفات مهم اقتصادی در گیاهان را با افزایش کارایی گزینش همراه ساخته است. گزارش‌هایی از پیشرفت ژنتیکی حاصل از این نوع گزینش در برخی صفات ارائه شده است (Piepho *et al.*, 2008; Ramos *et al.*, 2014; Quintal *et al.*, 2017). ارزش

۱. Salt overly sensitive

2. Mitogen-activated protein kinase

۳. Reactive oxygen species

اصلاحی[۴] (BV) مجموع متوسط اثرات تمام آلل‌های یک ژنوتیپ برای یک صفت را منعکس می‌کند. در واقع ارزش اصلاحی، برآورد ارزش یک فرد از طریق میانگین ارزش فنوتیپی نتاجش می‌باشد که از تلاقی تصادفی با جمعیت به‌دست آمده‌اند (Falconer & Mackay, 1996). در عمل، اصلاح‌گران از قابلیت ترکیب‌پذیری عمومی[۵] (GCA) برای پیش-بینی ارزش‌های اصلاحی والدینی استفاده می‌کنند. در گونه‌های دیپلوئید و در غیاب اپیستازی، ارزش GCA فرد نیمی از ارزش اصلاحی آن است (Isik *et al.*, 2017). برآورد ارزش‌های اصلاحی در قالب معادلات مدل آمیخته از طریق بهترین پیش‌بینی نااریب خطی[۶] (BLUP)، که در آن از ماتریس ارتباط ژنتیکی A که شامل ضریب همخوانی محاسبه‌شده بر-اساس شجرهٔ ژنوتیپ‌ها یا ماتریس شباهت‌های ژنتیکی (Kinship matrix) می‌باشد، با استفاده از نرم‌افزار Wombat انجام می‌شود (Bauer *et al.*, 2006; Meyer, 2007).

توسعه نشانگرهای مولکولی محاسبه ماتریس شباهت-های ژنتیکی جهت پیش‌بینی ارزش‌های اصلاحی را در غیاب دسترسی به شجره ژنوتیپ‌ها امکان‌پذیر کرده است (Piepho, 2009; Jannink *et al.*, 2010). از میان نشانگرهای مولکولی، نشانگر SNP به‌دلیل پوشش مناسب ژنوم و امکان دسترسی به اطلاعات ژنومی بیشتر، به‌طور گسترده در برنامه‌های به‌نژادی گیاهان برای شناسایی تنوع ژنتیکی، تهیه نقشه‌های ژنتیکی با وضوح بالا، تحلیل ارتباط در گستره ژنوم، انتخاب ژنومی، مطالعه تاریخچه تکاملی جمعیت‌ها استفاده می‌شود (Zhao *et al.*, 2015). استفاده از نشانگر مولکولی SNP در برآورد ارزش اصلاحی صفات در در ژنوتیپ‌های برگزیده در ایران می‌تواند اطلاعات شایانی در اختیار به‌نژادگران قرار دهد. در این تحقیق ارزش اصلاحی ژنوتیپ‌های ذرت برای برخی صفات در هر یک از شرایط نرمال و تنش شوری برآورد شده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

تعداد ۷۳ ژنوتیپ ذرت تهیه‌شده از مراکز تحقیقاتی مختلف (دانشگاه رازی کرمانشاه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج) (فایل تکمیلی ۱) در سال ۱۳۹۷-۱۳۹۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دو شرایط نرمال و تنش شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر در شرایط گلدانی (گلدان‌های پلاستیکی به حجم ۱۰ لیتر به ابعاد ۲۴×۲۴ سانتی-متر) در محوطه باز در دانشکده کشاورزی دانشگاه ارومیه مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفتند. گلدان‌ها با استفاده از سامانه قطره‌ای آبیاری شدند. جهت تأمین عناصر مغذی و ایجاد شرایط رشدی مطلوب کود NPK 20-20-20 با غلظت ۰/۵ گرم در لیتر از مرحله چهاربرگی تا مرحله تاسل‌دهی در دورهٔ زمانی هر هفته یک بار، و از مرحله تاسل‌دهی به بعد با غلظت ۲ گرم در لیتر هر سه روز یک بار به گلدان‌ها اضافه شد. اعمال تنش شوری در مرحلهٔ هشت برگی انجام گرفت. باتوجه‌به آستانه تحمل شوری ذرت (۲/۷ دسی‌زیمنس بر متر)، از شوری ۸ دسی‌زیمنس بر متر خاک برای اعمال تنش استفاده شد (Emdad & Fardad, 2000; Najafi & Sarhangzadeh, 2012). با شروع مرحله تاسل‌دهی ۲۵ صفت شامل زاویه برگ، سطح برگ، وزن خشک برگ پرچم، فاصله پهنک برگ پرچم تا تاسل، روز تا بلال‌دهی، روز تا تاسل‌دهی، طول اولین گره تا تاسل، تعداد خوشه تاسل، طول تاسل، تعداد برگ روی بلال، تعداد ردیف دانه در بلال، تعداد دانه

---

٤. Breeding value

5. General combining ability

٦. Best liner unbiased prediction

در ردیف، وزن دانه در بلال اصلی، وزن بوته، وزن بلال با غلاف، وزن بلال بدون غلاف، قطر بلال بدون دانه، وزن چوب بلال، عرض دانه، قطر دانه، ارتفاع دانه، میزان کلروفیل، دمایی کانوپی، محتوای نسبی آب و درصد نشت یونی اندازه‌گیری و ارزش اصلاحی تحت شرایط تنش شوری و نرمال برای صفات فوق برآورد شد.

ارزیابی ژنوتیپی لاین‌های ذرت

به‌منظور تهیه پروفیل مولکولی ژنوتیپ‌ها از برگ‌های جوان یک‌ماهه جهت استخراج DNA به روش Saghai-Maroof *et al.* (1984) استفاده شد. جهت اطمینان از کمیت و کیفیت DNA استخراج‌شده، به‌ترتیب از روش نانودراپ و الکتروفورز ژل آگارز ۱٪ استفاده شد.

سپس DNAهای واجد کمیت و کیفیت مطلوب، جهت توالی‌یابی به شرکت TraitGenetics آلمان (http://www.traitgenetics.com/) ارسال شدند. کتابخانه ژنومی ۹۳ ژنوتیپ توسط شرکت ساخته شد و توالی‌یابی با استفاده از پلتفرم Affymetrix® Maize 600K genotyping array انجام شد.

تجزیه آماری

از نرم‌افزار SAS جهت محاسبهٔ آماره‌های توصیفی و تجزیه واریانس صفات تحت شرایط نرمال و تنش شوری استفاده شد. پیش‌بینی ارزش اصلاحی صفات برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از میانگین‌های صفات زراعی در هر یک از دو محیط نرمال و تنش شوری به‌روش بهترین پیش‌بینی ناریب خطی (BLUP) و نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ انجام شد (Bernardo, 2007). در حالت کلی ساختار مدل خطی آمیخته به شکل زیر می‌باشد:

رابطه (۱)

$$Y = Xb + Zu + e$$

که در آن Y بردار مشاهدات، u و b به‌ترتیب بردارهای اثرات ثابت و تصادفی، X و Z به‌ترتیب ماتریس‌های تلاقی[۷] و e بردار باقی‌مانده تصادفی است. اثرات ثابت توسط بهترین برآورد ناریب خطی (BLUE) و اثرات تصادفی از طریق بهترین پیش‌بینی ناریب خطی (BLUP) برآورد می‌شوند. بردارهای e و u (اثرات تصادفی) دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس $Var\begin{bmatrix}u\\e\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}G & 0\\0 & R\end{bmatrix}$ هستند که در آن $G = Var(u) = \sigma_u^2 I_t$ و $R = Var(e) = \sigma_e^2 I_n$ هستند و اندیس t و n در ماتریس‌های واحد (I) به‌ترتیب تعداد سطوح اثر تصادفی (تیمار یا ژنوتیپ) و تعداد مشاهدات را نشان می‌دهند (Yang, 2010). σ_u^2 و σ_e^2 به‌ترتیب واریانس اثر تصادفی و واریانس باقی‌مانده هستند که اجزای واریانس در G و R با حداکثر درست‌نمایی محدودشده[۸] برآوردشده جایگزین می‌شوند (Patterson & Thompson, 1971). BLUE و BLUP از طریق حل معادلات مدل مخلوط ارائه‌شده توسط هندرسون (Henderson, 1990) محاسبه می‌شوند.

رابطه (۲)

$$\begin{bmatrix}X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z\\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z+G^{-1}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\hat{\beta}\\ \hat{u}\end{bmatrix}=\begin{bmatrix}X'R^{-1}Y\\ Z'R^{-1}Y\end{bmatrix}$$

در اینجا؛

$$G=\sigma_u^2 I_t;\ R=\sigma_e^2 I_n;$$

است. معادلات هندرسون جهت برآورد ارزش‌های اصلاحی بادرنظرگرفتن تعداد متفاوت تکرار ژنوتیپ‌ها و ضرب طرفین معادلات در σ_e^2 (Foulley, 2015) به شکل زیر تبدیل می‌شود (Bernardo, 2007).

رابطه (۳)

۷. Incidence matrices

۸. Restricted maximum likelihood (REML)

.

$$\begin{bmatrix} X'r^{-1}X & X'r^{-1}Z \\ Z'r^{-1}X & Z'r^{-1}Z+\theta^{-1} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} X'r^{-1}Y \\ Z'r^{-1}Y \end{bmatrix}$$

$$\theta^{-1}=A^{-1}(\frac{V_e}{V_g})$$

که در آن؛ $Var(u)=\sigma_u^2 I_t \approx AV_A$ و $Var(e)=\sigma_e^2 I_n \approx r_n\sigma_e^2$ فرض می‌شوند. A یک ماتریسِ t×t (t: تعداد ژنوتیپ) ضرایب خویشاوندی است که درجه کوواریانس ژنتیکی بین افراد را نشان می‌دهد. r اگر تعداد تکرار ژنوتیپ‌ها یکسان باشد یک ماتریس واحد[۹] است؛ اما اگر تعداد تکرار ژنوتیپ‌ها متفاوت باشد؛ در این حالت r یک ماتریسِ n×n (n: تعداد مشاهدات) می‌باشد که عناصر خارج قطری آن صفر و عناصر روی قطر برابر عکس تعداد تکرارِ ژنوتیپ‌ها (مثلاً عکس تعداد تکرار ژنوتیپ یک در مجموعه‌ی (سال× مکان) اول، ....) است. V_A و V_e به‌ترتیب واریانس ژنتیکی و واریانس باقی‌مانده هستند. ماتریس خویشاوندی یا Kinship بین ژنوتیپ‌ها به کمک داده‌های مولکولی SNP با نرم‌افزار TASSEL محاسبه شد. از دو برابر ماتریس Kinship به‌جای ماتریس روابط خویشاوندی A در مدل آمیخته استفاده شد. در برآورد ارزش اصلاحی، از اطلاعات مولکولی ۷۳ ژنوتیپ استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای و رسم درخت‌واره ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورفولوژیک و ارزش اصلاحی برآورد شده، همچنین مقایسه توزیع ژنوتیپ‌ها در درخت‌واره‌ها با پکیج‌های dendextend، ape، ade4 و adegenet در نرم‌افزار R انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی تنوع فنوتیپی

تجزیه واریانس تک‌متغیره اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها برای اکثر صفات مورد بررسی در هر یک از شرایط نرمال و تنش شوری نشان داد (فایل تکمیلی ۲، ۳ و ۴) که بیانگر وجود تنوع در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برای صفات مورد بررسی می‌باشد. در این بررسی ضریب تغییرات در جدول تجزیه واریانس که نماد دقت آزمایش می‌باشد بین ۴/۳۸۰۸ تا ۶۰/۸۵۹۰ متغیر بود (فایل تکمیلی ۲، ۳ و ۴). ضریب تغییرات کم‌تر از ۳۰ بیانگر دقت بالای آزمایش می‌باشد (Jayaraman, 1999). در صورت معنی‌داری F تیمار، مقادیر بالای۳۰ نیز برای ضریب تغییرات مورد قبول است (Xu *et al.*, 2000; Zarei *et al.*, 2007). در این شرایط اختلاف تیمارها (ژنوتیپ‌ها) به حدی است که با وجود بالابودن خطای آزمایشی (که نسبت مستقیم با ضریب تغییرات و عکس با مقدار F آزمون دارد) باز آزمون F معنی‌دار شده است. بیشترین ضریب تغییرات در شرایط نرمال در صفت وزن چوب بلال (۶۳/۰۲۱۰) و کمترین در صفت روز تا تاسل (۴/۹۶۷۸) مشاهده شد. در شرایط تنش شوری بیشترین ضریب تغییرات در صفات وزن بلال بدون غلاف (۶۰/۸۵۹۰) و وزن چوب بلال (۶۰/۵۰۰۶) و کمترین در صفت روز تا بلال (۴/۳۸۰۸) مشاهده شد. آماره‌های توصیفی برای صفات تحت هر دو شرایط نرمال و تنش شوری در جدول (۱) آورده شده است. صفت زاویه برگ تحت هر دو شرایط کمترین ضریب تغییرات فنوتیپی را دارا بود. وزن دانه در بلال اصلی تحت شرایط نرمال و فاصله پهنک برگ پرچم تا تاسل تحت شرایط تنش شوری از بیشترین ضریب تغییرات فنوتیپی برخوردار بودند که نشان از تنوع بالای این صفات در جمعیت مورد مطالعه می‌باشد. استفاده از شاخص آماری ضریب تغییرات فنوتیپی به عنوان یک شاخص تعیین‌کننده پراکندگی، به‌جهت اینکه فاقد واحد بوده و میزان تنوع موجود در جمعیت را برای صفات مورد ارزیابی نشان

۹. Identity matrix

می‌دهد، دارای اهمیت ویژه در برنامه‌های اصلاحی است.

جدول ۱- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال و تنش شوری.

Table 1. Descriptive statistics of studied traits in 73 maize genotypes under normal and salinity stress conditions.

Trait	Normal			Stress		
	Mean	Std. Deviation	Coefficient of variation	Mean	Std Deviation	Coefficient of variation
Leaf angle	146.7626	9.2444	6.2988	144.8401	10.1909	7.0359
Total leaf surface	9982	4745	47.5355	9552	3795	39.7298
Dry weight of flag leaf	0.4896	0.2366	48.3251	0.4765	0.1935	40.6086
Distance from the flag leaf width to the tassel	4.8813	2.4991	51.1974	4.5388	2.6983	59.4496
Days to ear emergence	71.3858	6.1627	8.6329	66.3334	8.2953	12.5054
Days to tassel emergence	71.8493	6.8173	9.4883	119.668	24.7487	20.6811
Length of first node to tassel	16.1438	4.7213	29.2452	17.2957	4.7853	27.4952
Tassel length	27.0662	4.92190	18.1846	26.8610	4.3615	16.2372
Number of branches in tassel	6.0730	2.0148	33.17635	6.0365	1.7903	29.6579
Leaf number on ear	7.4520	1.0261	13.7694	7.4041	1.0844	14.6459
Number of grain rows per ear	11.4772	3.5480	30.9134	12.1438	3.3858	27.8808
Number of grain per row	14.977	7.1846	47.9708	15.6187	6.4739	41.4496
Grain weight in main ear	27.3433	19.4934	71.2913	27.1359	15.8578	58.4384
Aerial part weight of plant	282.4749	119.9402	42.4604	269.0137	79.7116	29.6310
Weight of ear together with pods	56.4618	31.9371	56.5640	57.0139	23.8255	41.7889
Weight of ear without pods	46.4806	30.50769	65.6353	46.5525	23.87086	51.277
Ear diameter without grain	18.643	4.4010	23.6067	18.5449	4.2460	22.8957
Cob's weight	5.6451	3.3866	59.9918	5.8386	3.10459	53.1735
Grain width	5.4234	1.0299	18.9899	5.5686	0.9723	17.4604
Grain diameter	8/0863	1.0334	12.7796	8.0134	0.9808	12.2394
Grain height	8.6719	1.6770	19.3383	8.5446	1.4410	16.8644
Chlorophyll rate	41.6876	7.6289	18.3001	40.5353	7.8729	19.4223
Canopy temperature	27.8890	3.2384	11.6117	29.150	2.4052	8.2511
Relative water content	78.5246	6.81642	8.6806	75.7620	8.3896	11.0736
Ion leakage	49.2993	24.2990	49.2887	37.5477	18.7567	49.9543

ارزیابی ژنوتیپی

استخراج DNA

نتایج ارزیابی کیفیت DNA استخراج‌شده روی ژل آگارز یک درصد نشان‌دهندهٔ کیفیت بالای DNA استخراج‌شده، به‌منظور ارسال برای انجام توالی‌یابی و ساخت کتابخانه ژنومی بود (فایل تکمیلی ۵). در تجزیه کمیت DNA استخراجی با استفاده از دستگاه نانودراپ، نمونه‌هایی که نسبت A260 / A280 آن‌ها در محدوده ۲-۱/۷ بود، جهت توالی‌یابی ارسال شدند.

ژنوتیپ‌سنجی با استفاده از آرایه ژنوتیپ‌سنجی Affymetrix® Maize 600K

۹۳ ژنوتیپ با تنوع فنوتیپی بالا به‌منظور ژنوتیپ‌سنجی برای توالی‌یابی ارسال شدند. پس از توالی‌یابی در نهایت ۶۰۰ هزار نشانگر SNP چندشکل مشاهده شد که با اعمال ویرایش و حذف SNPهای دارای فراوانی آلل جزئی کمتر از ۱۰ درصد تعداد ۴۵۰۱۳۳ نشانگر SNP باقی ماند. از این تعداد ۴۴۹۹۲۹ نشانگر SNP روی ۱۰ کروموزوم ذرت تعیین موقعیت شدند. کرموزوم یک با ۷۲۲۲۶ و کروموزم ۱۰

با ۳۰۵۹۶ نشانگر SNP به‌ترتیب بیشترین و کمترین تعداد SNP را داشتند. به‌طور کلی ۶۷/۲۱ درصد جایگزینی‌های نوکلئوتیدی مشاهده‌شده با ۳۰۲۴۱۱ SNP به‌صورت جایگزینی‌های همجنس (Ts) و حدود ۳۲/۷۹ درصد از جایگزینی‌های با ۱۴۷۵۱۸ SNP جایگزینی‌های نوکلوئیدی ناهمجنس (Tv) را شامل می‌شدند (فایل تکمیلی ۶). به نظر مشاهده فراوانی بالای جایگزینی همجنس در بسیاری از گونه‌ها مورد مطالعه، ناشی از تمایل جهش متیل سیتوزین به یوراسل باشد.

ارزش اصلاحی صفات

بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت زاویه برگ در ژنوتیپ R59 پدری (۱۱/۵۲) و پایین‌ترین مقدار (**۱۶/۸۰-) در ژنوتیپ P16L6 Kahriz مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای زاویه برگ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های R59 پدری (*۱۷/۴۱) و مادری دابل کراس 370 (سینگل کراس) R59 × R319 (**۲۵/۶۲-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت سطح برگ در Line 1 (**۸۶۰۷/۷۳) و پایین‌ترین آن (*۶۳۵۲/۴۱-) در ژنوتیپ P11L7 مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای سطح برگ به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های ژنوتیپ R59 پدری (*۵۹۸۵/۵۸) و K615/1 (۳۴۱۶/۴۷-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای وزن خشک برگ پرچم در Line 1 (*۰/۳۹) و پایین‌ترین آن در ژنوتیپ W37A (*۰/۳۴-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین‌ترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای وزن خشک برگ پرچم در ژنوتیپ‌های P16L12 Kahriz (*۰/۲۹) و K1263/1/1388 (۰/۲۱-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت فاصله پهنک برگ پرچم تا تاسل در ژنوتیپ‌های popcorn- 53 or 54 /1390 (**۶/۵۰) و P16L12 Kahriz (۲/۸۸-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت فاصله پهنک برگ پرچم تا تاسل به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های N/88-K3653/2 -36 (**۵/۴۱) و ZK472221 (*۳/۵۳-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت روز تا بلال‌دهی در ژنوتیپ P3 L2 (**۱۵/۵۸) و برای روز تا تاسل‌دهی در ژنوتیپ P19 L7 Kahriz (*۱۰/۵۱) مشاهده شد. پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای روز تا بلال‌دهی (۷/۵۵-) و روز تا تاسل‌دهی (**۴۱/۵۷-) در ژنوتیپ اندونزی S2/QPM/SUKMA مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفات روز تا بلال‌دهی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های P16L12 Kahriz (**۵۰/۸۱) و R3L9 (*۱۲/۵۵-) و برای روز تا تاسل‌دهی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های P11L7 (**۴۵/۶۱) و S2/QPM/SUKMA (**۵۶/۹۷-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت طول اولین گره تا تاسل به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های K615/1 (*۸/۴۳) و P10L9 (**۱۰/۱۴-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت طول اولین گره تا تاسل به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 36-N/88-K3653/2 (*۸/۳۲) و P3L4AKahriz (*۹/۰۴-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت تعداد خوشهٔ تاسل در Line 2 (**۵) و پایین-

ترین آن (۲/۴۵-) در ژنوتیپ W37A مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین ارزش اصلاحی برای تعداد خوشهٔ تاسل در ژنوتیپ‌های Line 2 (۴/۳۵**) و پایین‌ترین P15L14 (۳/۲۵*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت طول تاسل در P3 L2 (۸۶۰۷/۷۳**) و پایین‌ترین آن در P11L7 (۶۳۵۲/۴۱*) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین ارزش اصلاحی برای طول تاسل در ژنوتیپ‌های P16L12 Kahriz (۶/۳۰*) و پایین‌ترین آن در ژنوتیپ P1 L5 Kahriz (۷/۷۴*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸).

بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت تعداد برگ روی بلال در ژنوتیپ P1 L4 Kahrizi (۲/۰۱**) و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای تعداد برگ روی بلال (۲/۵۱**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفات تعداد برگ روی بلال به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 170*/1388 (۲/۲۲**) و S2/QPM/SUKMA (۲/۷۴**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفات تعداد ردیف دانه در بلال در ژنوتیپ K1263/1/1388 (۲/۱۳)، برای تعداد دانه در ردیف در Line 19 (۱۳/۶۴**) و برای وزن دانه در بلال اصلی در Line 19 (۳۹/۰۹**) مشاهده شد. پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفات تعداد ردیف دانه در بلال (۲/۲۸-)، تعداد دانه در ردیف (۱۱/۵۴*-) و وزن دانه در بلال اصلی (۲۶/۱۰*-) در ژنوتیپ P15 L16 Kahriz مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفات تعداد ردیف دانه در بلال به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های W37A (۰/۸۸) و P6 L1 (۰/۷۸-)، برای تعداد دانه در ردیف به‌ترتیب در Line 7 (۳/۷۶) و ZK472221 (۴/۰۴-) و وزن دانه در بلال اصلی به‌ترتیب در Line 7 (۱۸/۶۴*) و ZK472221 (۱۲/۳۴-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفات وزن بوته در Line 8 (۲۲۶/۳۷**) برای وزن بلال با غلاف در Line 19 (۶۰/۳۶**)، برای وزن بلال بدون غلاف در Line 19 (۶۲/۴۹**) و برای قطر بلال بدون دانه در Line 6 (۴/۴۴) مشاهده شد. در مقابل، پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفات وزن بوته (۲۳۴/۱۵**-)، وزن بلال با غلاف (۴۷/۳۵*-)، وزن بلال بدون غلاف (۳۸/۲۱-) و قطر بلال بدون دانه (۵/۸۶*-) در ژنوتیپ P19 L7 Kahriz مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت وزن بوته به‌ترتیب در Line 2 (۱۱۷/۳۱*) و S2/QPM/SUKMA (۱۵۶/۷۵**-)، برای وزن بلال با غلاف به‌ترتیب در Line 2 (۴۲/۹۵**) و P14L1Kahriz (۲۱/۴۶-)، برای وزن بلال بدون غلاف به‌ترتیب در Line 2 (۳۷/۳۰*) و 1390/popcorn-53 0r 54 (۱۵/۴۸-) و برای قطر بلال بدون دانه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Line 2 (۴/۷۴) و P14L1 Kahriz (۳/۷۵-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸).

بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفات وزن چوب بلال در ژنوتیپ ۶ (۸/۳۴**) و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای وزن چوب بلال P19 L7 Kahriz (۳/۱۸**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای وزن چوب بلال به‌ترتیب در ژنوتیپ ۲ (۶/۱۶**) وP14L1 Kahriz (۲/۵۴-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸).

بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفات عرض دانه در ژنوتیپ ZK472221 (۱/۶۸*) و پایین‌ترین آن (۱/۴۹*-) در ژنوتیپ P11L7 مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفات عرض دانه در ژنوتیپ‌های P11L6 (۰/۱۴**) و ZK472221 (۰/۱۲**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت قطر دانه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Line 20 (۱/۲۷) و B73(RFC OR CMS) (۱/۵۶*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت قطر دانه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Line 10 (۰/۸۰) و P16 L12 (۱/۴۶*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت ارتفاع دانه در ژنوتیپ‌های Line 13 (۱/۷۷) و 89/ *172 (۳/۸۵**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). در شرایط تنش شوری بالاترین و پایین-ترین ارزش اصلاحی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های Line 13 (۱/۳۶) و P16 L12 Kahriz (۱/۳۶-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸).

بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت میزان کلروفیل در ژنوتیپ 89/*23 (۱۰/۴۱*) و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای میزان کلروفیل در ژنوتیپ P19 L7 Kahriz (۱۸/۹۴**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت میزان کلروفیل به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های R59 (۵/۵۳) و P19 L7 Kahriz (۲۰/۰۱**-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت دمایی کانوپی به‌ترتیب در ژنوتیپ-های B 73(RFC OR CMS) (۷/۷۶**) و Line 19 (۳/۶۱-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی صفت دمایی کانوپی به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های P13L3 (۲/۸۷) و Line 6 (۴/۲۴*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت محتوای نسبی آب به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های OH43/1-42 (۹/۷۰*) و مادری دابل کراس 370 (سینگل کراس) R59 × R319 (۹/۱۵*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت محتوای نسبی آب به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های 16 Line (۹/۲۹) و 70*/1388 (۱۳/۵۰*-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸). بالاترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت درصد نشت یونی در ژنوتیپ Line 7 (۴۱/۷۲**) مشاهده شد. پایین‌ترین ارزش اصلاحی تحت شرایط نرمال برای صفت نشت یونی (۳۱/۴۲*-) در ژنوتیپ P16L6 Kahriz مشاهده شد (فایل تکمیلی ۷). تحت شرایط تنش شوری، بالاترین و پایین‌ترین ارزش اصلاحی برای صفت نشت یونی در ژنوتیپ‌های اندونزی S2/QPM/SUKMA (۴۲/۷۵) و P9L3 Kahriz (۱۶/۶۷-) مشاهده شد (فایل تکمیلی ۸).

با درنظرگرفتن مجموع ارزش‌هایِ اصلاحیِ جمیع صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال، ژنوتیپ‌های Line 17، Line 4، Line 8 و Line 3 برترین رتبه را داشتند و به‌عنوان ژنوتیپ‌هایی باارزش اصلاحی بالا معرفی می‌شوند و در مقابل، ژنوتیپ‌های P19 L7 Kahriz، P15L4، W37A، P6 L1 و P14L1 Kahriz پایین‌ترین رتبه را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشتند. در شرایط تنش شوری، با درنظرگرفتن مجموع ارزش‌های اصلاحی جمیع صفات مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های Line 3، Line 17، W153R، Line 9،

Line 4 برترین رتبه را و ژنوتیپ‌های P6 L1، P19 L7 Kahriz و P14L1 Kahriz پایین‌ترین رتبه را در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه داشتند. باتوجه‌به‌اینکه در دو شرایط نرمال و تنش، ژنوتیپ‌های Line 17، Line 3 و Line 4 ارزش اصلاحی مثبت و نسبتاً بالایی برای صفات مورد مطالعه دارند؛ به‌عنوان بهترین ژنوتیپ‌ها از نظر ارزش اصلاحی صفات مورد بررسی معرفی می‌شوند.

برآورد ارزش اصلاحی صفات موفولوژیک به‌وسیله نشانگرها با استفاده از بهترین پیش‌بینی ناأریب خطی (BLUP) در مطالعات گیاهی امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اخیراً برآورد ارزش اصلاحی صفات پومولوژیک انگور بر اساس نشانگر مولکولی REMAP (Razi *et al.*, 2021) و ارزیابی ارزش‌های اصلاحی لاین‌های Secondary Tritipyrum ایرانی تحت تنش شوری (Roudbari *et al.*, 2017) انجام گرفته است. در یک مطالعه دیگر، Tahmasbali *et al.* (2019) ارزش اصلاحی صفات زراعی ۸۹ ژنوتیپ توتون شرقی را در شرایط نرمال و تنش گل جالیز گزارش کردند. ایشان نتیجه گرفتند ژنوتیپی با عملکرد اقتصادی خوب، لزوماً از نظر ارزش اصلاحی بالا برخوردار نیست. ازاین‌رو استفاده از اطلاعات ارزش اصلاحی صفات را به‌منظور افزایش کارایی برنامه‌های اصلاحی علاوه‌بر اطلاعات میانگین فنوتیپی لازم دانستند.

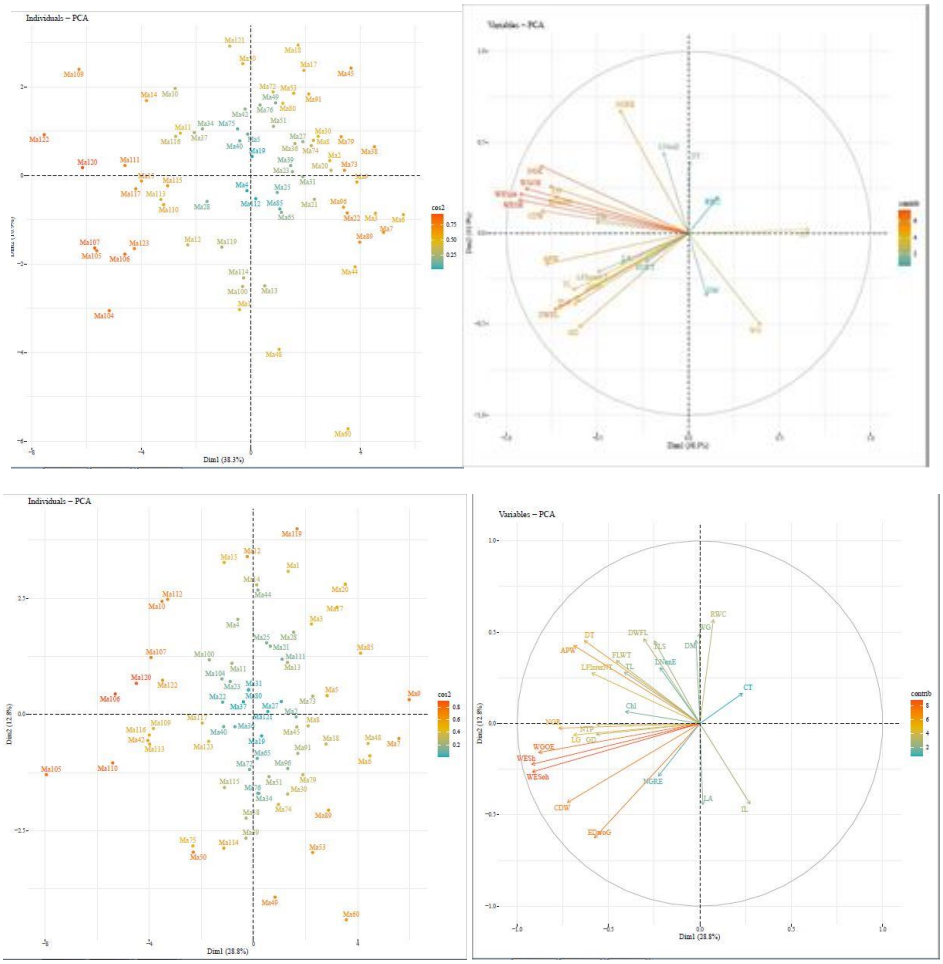
تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی روی ارزش‌های اصلاحی، تحت شرایط نرمال مؤلفه اول ۳۸/۳٪ و مؤلفه دوم ۱۰٪ تغییرات را توجیه می‌کنند. بر اساس دو مؤلفه اصلی اول ژنوتیپ Ma45 ((B73(RFCORCMS)) بیشترین مقدار را داشت. در شرایط تنش شوری مؤلفه اول ۲۸/۸٪ و مؤلفه دوم ۱۲٪ تغییرات را توجیه می‌کنند. بر اساس دو مؤلفه اصلی اول Ma20 (P15L14) بیشترین مقدار را نشان داد (شکل ۱).

بررسی گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ارزش اصلاحی و ریختی

مقایسه درخت‌واره ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین فنوتیپی صفات با درخت‌واره ارزش‌های اصلاحی برآوردشده تحت شرایط نرمال نشان داد در هر دو درخت‌واره ژنوتیپ‌ها در سه گروه مجزا قرار گرفتند. اما تحت شرایط تنش بر اساس میانگین فنوتیپی صفات ژنوتیپ‌ها در دو گروه و بر اساس برآورد ارزش اصلاحی در سه گروه قرار گرفتند. در مقایسه دو درخت‌واره ارزش اصلاحی و میانگین فنوتیپی صفات تحت شرایط نرمال ۳۵/۶۱ درصد و تحت شرایط تنش شوری ۵۲/۰۵۴ درصد از ژنوتیپ‌ها در گروه‌های مشابهی قرار گرفتند (شکل ۲). تحت شرایط نرمال ژنوتیپ‌های مشترک در دو خوشه قرار گرفتند. خوشه اول شامل ژنوتیپ‌های B/K19/1، OH43/1-42، $R59_xR319$، 67*/88، 7/K19/1، 25*/89 و P19L3Khriz بود که بیشترین ارزش اصلاحی را در صفت دمایی کانوپی داشتند، و خوشه دوم شامل ژنوتیپ‌های ZK472221، P9L3Kahriz، P13L3، دی‌آلل P1L4Kahriz، Line9، p10l15، پدری R59، P11L6، Line8، Line2، Line19، Line17، Line14، Line12، Line20، Line3، Line1 و Line4 بود. اعضای این خوشه بیشترین ارزش اصلاحی را برای صفات عرض دانه، طول تاسل، تعداد برگ روی بلال، ارتفاع دانه و وزن خشک برگ پرچم نشان دادند. تحت شرایط تنش نیز ژنوتیپ‌های مشابه در دو خوشه قرار گرفتند. خوشه اول از ۳۷ عضو شامل ژنوتیپ‌های $R59_xR319$، p14l2، p11L7، B73(RFCORCMS)، P10L5، R319، 23*/89، P16L6Kahriz، W37A، P15L16Kahriz، 9/k19/1، 8/k19/1، P15L4، دی‌آلل کرج P1L4Kahriz، W153R، P19L5Kahriz، P3L4Kahriz، Line16، Line6، Line3، Line19، Line14، Line17، Line1، Line6، Line9، Line10، P15L4، P13L1، P13L3،

P11L9، R59، ایزوله K18-B/1392 و P16L12Kahriz بود و خوشه دوم تنها، شامل ژنوتیپ P11L2 بود. این ژنوتیپ در غالب صفات کمترین رتبه از نظر ارزش اصلاحی را دارا بود.

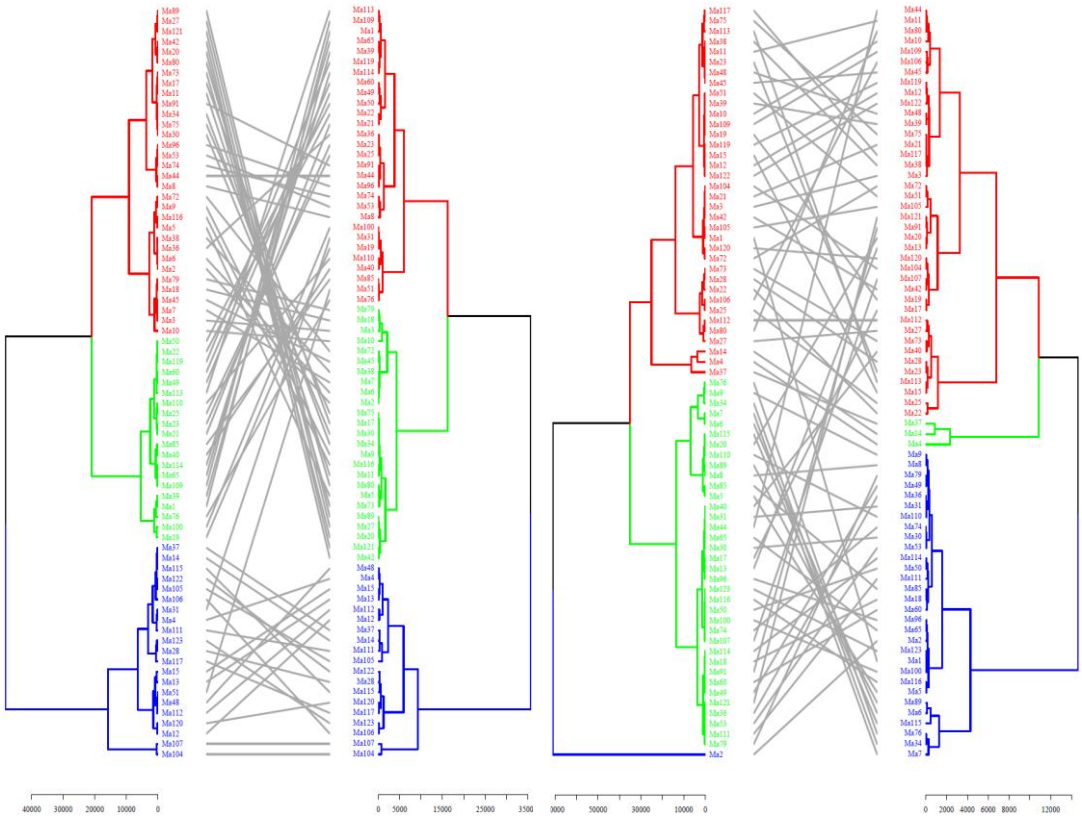


شکل ۱- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس ارزش های اصلاحی به‌ترتیب، بالا تحت شرایط نرمال (سمت راست بر اساس ژنوتیپ‌ها، سمت چپ بر اساس صفات)، پایین، تحت شرایط تنش شوری (سمت راست بر اساس ژنوتیپ‌ها، سمت چپ بر اساس صفات).

Figure 1. Principal component analysis based on breeding values, respectively, above under normal conditions (right side based on genotypes, left side based on traits), bottom, under salt stress conditions (right side based on genotypes, left side based on traits)

نتایج مقایسه نشان داد دو خوشه‌بندی حاصل از ارزش اصلاحی برآوردشده و داده‌های فنوتیپی در شرایط تنش شوری بیشترین تشابه را در مقایسه با شرایط نرمال داشتند که تاییدی بر لزوم درنظرگرفتن ساختارهای ژنوتیپی در کنار بررسی داده‌های فنوتیپی در انتخاب ژنوتیپ‌ها است. همچنین مقایسه خوشه‌بندی بر اساس صفات فنوتیپی تحت شرایط تنش و نرمال نشان داد ۲۷/۳۹ درصد از ژنوتیپ‌ها تحت هر دو شرایط در خوشه‌بندی مشابه قرار گرفتند که شامل ژنوتیپ‌های P11L7، P15L16Kahriz، K166B/89&(14*K)166B/1390)، 23*/89، P14L2، K18-B/1392، K19*/1392، W153R، P16L12Kahriz، B73(RFCORCMS) در خوشه اول و ژنوتیپ‌های 4*/89، P19L7Kahriz، لاین 0R54 ،1390/POPCORN-53، K1263/1/1388، Line7، Line11، R59، 66*/1388، 70*/1388 و 36-

N/88-K 3653/2 در خوشه دوم بود. بر اساس نتایج مقایسه خوشه‌بندی ارزش اصلاحی برآوردشده تحت شرایط نرمال با تنش نیز ۱۷/۸۰۸ درصد ژنوتیپ‌ها در خوشه‌بندی مشابه قرار گرفتند که این ژنوتیپ‌ها در دو خوشه؛ خوشه اول شامل Line 10، Line6، Line16، 8/K19/1، P13L1، P11L9، P16L6Kohriz، P15L4، R59 و $R59_xR319$ و خوشه دوم شامل Line8 و Line20 بودند.



شکل ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس ارزش اصلاحی و مورفولوژیک. به‌ترتیب از چپ به راست: گروه‌بندی بر اساس صفات مورفولوژی در شرایط نرمال، گروه‌بندی بر اساس ارزش اصلاحی برآورد شده در شرایط نرمال، گروه‌بندی بر اساس صفات مورفولوژیکی در شرایط تنش شوری، گروه‌بندی بر اساس ارزش اصلاحی برآورد شده در شرایط تنش شوری.

Figure 2. Grouping of genotypes based on breeding and morphological values. From left to right: Grouping based on morphological traits under normal conditions, grouping based on the estimated breeding values under normal conditions, grouping based on the morphological traits under salt stress conditions, grouping based on the estimated breeding values under salt stress conditions.

نتیجه‌گیری کلی

با درنظرگرفتن مجموع ارزش‌های اصلاحی جمیع صفات مورد مطالعه در شرایط نرمال ژنوتیپ‌های 17، 4، 8 و 3 برترین رتبه و در شرایط تنش شوری ژنوتیپ‌های 3، 17، W153R، 9 و 4 برترین رتبه را داشتند. با درنظرگرفتن هر دو شرایط نرمال و تنش شوری ژنوتیپ‌های 17، 3 و 4 ارزش اصلاحی مثبت و نسبتاً بالایی برای صفات مورد مطالعه نشان دادند. ژنوتیپ‌های با بالاترین ارزش اصلاحی بالاترین توان در انتقال صفات خود به نتاج را دارند؛ بنابراین می‌توانند به عنوان والد مطلوب برای اصلاح این صفات در برنامه‌های تلاقی استفاده شوند. نتایج مقایسه گروه-بندی بر اساس ارزش اصلاحی و فنوتیپی، اهمیت ارزش اصلاحی در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را نشان می-دهد.

REFERENCES

1. Bauer, A. M., Reetz, T. C. & Léon, J. (2006). Estimation of breeding values of inbred lines using best linear unbiased prediction (BLUP) and genetic similarities. *Crop Science*, 46(6), 2685-2691.
2. Bernardo, R. & Yu, J. (2007). Prospects for genomewide selection for quantitative traits in maize. *Crop Science*, 47(3), 1082-1090.
3. Emdad, M.R. & Fardad, H. (2000). Effect of salt and water stress on corn yield production. *Iranian Journal of Agriculture Science*, 3(31), 641-654. (In Persian)
4. Fageria, N. K., Baligar, V. C. & Jones, C. A. (2010). *Growth and mineral nutrition of field crops*. 3rd Edition. CRC Press.
5. Falconer, D. S. & Mackay, T. F. C. (1996). *Introduction to quantitative genetics*. 4th Edition. Addison Wesley Longman, Harlow, Essex, UK.
6. Foulley, J.L. (2015). *Mixed Model Methodology. Part I: Linear Mixed Models*. Technical Report, e-print: DOI: 10.13140/2.1.3072.0320.
7. Hearn, S. (2014). *12th Asian Maize Conference and Expert Consultation on Maize for Food, Feed, Nutrition and Environmental Security*. Bangkok, Thailand; 30 October – 1 November, 2014. Proceedings.
8. Henderson, C. R. (1990). Statistical methods in animal improvement: Historical overview. *In Advances in statistical methods for genetic improvement of livestock*. (pp. 2-14). Springer, Berlin, Heidelberg.
9. Isik, F., Holland, J. & Maltecca, C. (2017). *Genetic data analysis for plant and animal breeding*. 1st Edition. New York: Springer.
10. Jannink, J. L., Lorenz, A. J. & Iwata, H. (2010). Genomic selection in plant breeding: From theory to practice. *Briefings in Functional Genomics*, 9(2), 166-177.
11. Meyer, K. (2007). WOMBAT-A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). *Journal of Zhejiang University Science B*, 8(11), 815-821.
12. Mohammadkhani, N. & Sharifi, P. (2016). Anti-oxidative response of different wheat genotypes to drought during anthesis. *Iranian Journal of Plant Physiology*, 6, 1845-1854.
13. Munns, R. & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59: 651-681.
14. Najafi, N., & Sarhangzadeh, E. (2012). Effect of NaCl salinity and soil waterlogging on growth characteristics of forage corn in greenhouse conditions. *Journal of Soil and Plant Interactions*, 3(2), 1-15.
15. Niu, L., Yuan, H., Gong, F., Wu, X., & Wang, W. (2018). Protein extraction methods shape much of the extracted proteomes. *Frontiers in Plant Science*, 9, 802.
16. Patterson, H.D. & Thompson, R. (1971). Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58(3), 545-554.
17. Piepho, H. P. (2009). Ridge regression and extensions for genomewide selection in maize. *Crop Science*, 49(4), 1165-1176.
18. Piepho, H. P., Möhring, J., Melchinger, A. E. & Büchse, A. (2008). BLUP for phenotypic selection in plant breeding and variety testing. *Euphytica*, 161(1-2), 209-228.
19. Quintal, S.S.R., Viana, A.P., Campos, B., Vivas, M. & Amaral Junior, A.T. (2017). Selection via mixed models in segregating guava families based on yield and quality traits. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(2), Doi.org/10.1590/0100-29452017866.
20. Ramos, H.C.C., Pereira, M.G., Viana, A.P., da Luz, L.N., Cardoso, D.L. & Ferreguetti, G.A. (2014). Combined selection in backcross population of papaya (*Carica papaya* L.) by the mixed model methodology. *American Journal of Plant Sciences*, 5(20), 2973.
21. Razi, M., Darvishzadeh, R., Doulati Baneh, H., Amiri, M. E. & Martinez-Gomez, P. (2021). Estimating breeding value of pomological traits in grape cultivars based on REMAP molecular markers. *Journal of Plant Productions*, 44(4), 515-530. Doi: 10.22055/ppd.2020.34003.1925.
22. Roudbari, Z., Mohammadi-Nejad, G. & Shahsavand-Hassani, H. (2017). Field screening of primary and secondary *Tritipyrum* genotypes using selection indices based on BLUP under saline and normal conditions. *Crop Science*, 57(3), 1495-1503.
23. Roy, S.J., Negrão, S. & Tester, M. (2014). Salt resistant crop plants. *Curr Opin Biotechnol*, 26, 115–124.
24. Saghai-Maroof, M. A., Soliman, K. M., Jorgensen, R. A. & Allard, R. W. (1984). Ribosomal DNA spacer-length polymorphisms in barly mendelian inheritance, chromosomal location and population

dynamics. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 81, 8014-8018.

25. Sajedi, N., & Ardekani, A. (2008). Effect of nitrogen fertilizer, iron on the physiological indices forage maize in central provinces. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 6 (1), 99-110. (In Persian)
26. Shahzad, M., Witzel, K., Zörb, C., & Mühling, K. H. (2012). Growth-related changes in subcellular ion patterns in maize leaves (*Zea mays* L.) under salt stress. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 198(1), 46-56.
27. Tahmasbali, M., Darvishzadeh, R. & Fayaz Moghaddam, A. (2019). Estimating breeding value of agronomic traits in oriental tobacco genotypes under broomrape stress and normal conditions. *Plant Genetic Researches*, 7(1), 103-126.
28. Turan, M. A., Elkarim, A. H. A., & Taban, S. (2010). Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. *African Journal of Agricultural Research*, 5(7), 584-588.
29. Xu, W., Subudhi, P. K., Crasta, O. R., Rosenow, D. T., Mullet, J.E. & Nguyen, H. T. (2000). Molecular mapping of QTLs conferring stay-green in grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Genome*, 43, 461- 469.
30. Yang, R.-C. (2010). Towards understanding and use of mixed-model analysis of agricultural experiments. *Canadian Journal of Plant Science*, 90, 605-627.
31. Yasmeen, A., Basra, S. M. A., Farooq, M., & Hussain, N. (2013). Exogenous application of moringa leaf extract modulates the antioxidant enzyme system to improve wheat performance under saline conditions. *Plant Growth Regulation*, 69(3), 225-233.
32. Zhao, Y., Li, Z., Liu, G., Jiang, Y., Maurer, H.P., Würschum, T., Mock, H.-P., Matros, A., Ebmeyer, E. & Schachschneider, R. (2015). Genome-based establishment of a high-yielding heterotic pattern for hybrid wheat breeding. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(51), 15624-15629.
33. Zarei, L., Farshadfar, E., Haghparast, R., Rajabi, R. & Mohammadi Sarab Badieh, M. (2007). Evaluation of some indirect traits and indices to identify drought tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences*, 6, 1204- 1210.

ضمائم:

فایل تکمیلی ۱. ژنوتیپ‌های ذرت مورد استفاده در آزمایش

Supplementary file 1. Maize genotypes used in the experiment

شماره No.	کد Code	نام Name	منشأ Origin
1	Ma001	P3L2	Kermanshah
2	Ma002	P11L2	Kermanshah
3	Ma003	P15L16Kahriz	Kermanshah
4	Ma004	P9L3Kahriz	Kermanshah
5	Ma005	P13L2	Kermanshah
6	Ma006	P19L7Kahriz	Kermanshah
7	Ma007	P6L1	Kermanshah
8	Ma008	P19L3Kahriz	Kermanshah
9	Ma009	P14L1Kahriz	Kermanshah
10	Ma010	P11L7	Kermanshah
11	Ma011	P14L2	Kermanshah
12	Ma012	P10L5	Kermanshah
13	Ma013	P1L4Kahrizi دیالل کرج	Kermanshah
14	Ma014	P11L6	Kermanshah
15	Ma015	P13L3	Kermanshah
16	Ma017	P3L4Kahriz	Kermanshah
17	Ma018	p1L5kahriz	Kermanshah
18	Ma019	P19L5Kahriz	Kermanshah
19	Ma020	P15L14	Kermanshah
20	Ma021	P16L6Kahriz	Kermanshah
21	Ma022	P15L4	Kermanshah
22	Ma023	P11L9	Kermanshah
23	Ma025	P13L1	Kermanshah
24	Ma027	P16L12Kahriz	Kermanshah
25	Ma028	P10L9	Kermanshah
26	Ma030	Mo17	Kermanshah
27	Ma031	OH43/1-42	Kermanshah
28	Ma034	K615/1	Kermanshah
29	Ma036	OH43/1-42 پدری	Karaj
30	Ma037	R59 پدری	Karaj
31	Ma038	W37A	Karaj
32	Ma039	R319	Karaj
33	Ma040	R59	Karaj
34	Ma042	W153R	Karaj
35	Ma044	R59xR319 مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)	Karaj
36	Ma045	B73(RFCORCMS)	Karaj
37	Ma048	ZK472221	Karaj
38	Ma049	K1263/1/1388	Mashhad
39	Ma050	4*/89	Mashhad
40	Ma051	9/K19/1	Mashhad
41	Ma053	25*/89	Mashhad
42	Ma060	S2/QPM/SUKMA اندونزی	Mashhad
43	Ma065	66*/1388	Mashhad
44	Ma072	K166B/89&(14*k166B/1390)	Mashhad
45	Ma073	K18-B/1392 ایزوله	Mashhad
46	Ma074	7/K19/1	Mashhad
47	Ma075	23*/89	Mashhad
48	Ma076	70*/1388	Mashhad
49	Ma079	138*/89	Mashhad
50	Ma080	k19*/1392ایزوله	Mashhad
51	Ma085	1390/Popcorn-53or54 خط	Mashhad
52	Ma089	172*/89	Mashhad
53	Ma091	8/K19/1	Mashhad
54	Ma096	67*/88	Mashhad
55	Ma100	36-N/88-K3653/2	Mashhad
56	Ma104	Line 1	-
57	Ma105	Line 2	-
58	Ma106	Line 3	-
59	Ma107	Line 4	-
60	Ma109	Line 6	-
61	Ma110	Line 7	-

62	Ma111	Line 8	-
63	Ma112	Line 9	-
64	Ma113	Line 10	-
65	Ma114	Line 11	-
66	Ma115	Line 12	-
67	Ma116	Line 13	-
68	Ma117	Line 14	-
69	Ma119	Line 16	-
70	Ma120	Line 17	-
71	Ma121	Line 18	-
72	Ma122	Line 19	-
73	Ma123	Line 20	-

فایل تکمیلی ۲. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال و تنش شوری

Supplementary file 2. Combined analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal and salt stress conditions

Source of variation	Characteristics							
	df	Leaf angle	df	Total leaf surface	df	Dry weight of flag leaf	df	Distance from the flag leaf width to the tassel
Environment	1	401.90^{*}	1	27010611ns	1	0.02^{ns}	1	12.55^{ns}
Line	72	388.25^{***}	72	117959173	72	0.19^{***}	72	28.57^{***}
Line × Environment	72	175.24^{***}	72	103393086^{ns}	72	0.09^{***}	72	11.81^{***}
Error	290	97.50	284	80594143	290	0.05	290	5.66
Coefficient of variation		6.77		87.56		42.98		50.40

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	Characteristics							
	df	Days to ear emergence	df	Days to tassel emergence	df	Length of first node to tassel	df	Number of branches in tassel
Environment	1	405724.60^{***}	1	239588.50^{***}	1	143.79^{***}	1	0.14^{ns}
Line	72	94.31^{***}	72	1073.65^{***}	72	97.97^{***}	72	16.23^{****}
Line × Environment	72	52.94^{***}	72	875.29^{***}	72	36.24^{***}	72	5.30^{****}
Error	291	8.61	289	158.33	289	12.16	290	2.39
Coefficient of variation		2.84		13.19		20.85		25.48

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	Characteristics							
	df	Tassel length	df	Leaf number on ear	df	Number of seeds per row	df	Number of grain rows per ear
Environment	1	4.57^{ns}	1	0.25^{ns}	1	31.94^{ns}	1	77.41^{ns}
Line	72	105.18***	72	5.34***	72	153.68***	72	45.42*
Line × Environment	72	21.33	72	1.05*	72	50.45*	72	23.07^{ns}
Error	289	15.40	288	5.66	210	35.41	209	32.19
Coefficient of variation		14.55		11.69		37.88		46.25

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	Characteristics							
	df	Grain weight in main ear	df	Aerial part weight of plant	df	Weight of ear without pods	df	Weight of ear together with pods
Environment	1	3.31^{ns}	1	19573.65*	1	0.49^{ns}	1	29.44^{ns}
Line	72	977.05***	72	54183.18***	72	3051.35***	72	3442.87***
Line × Environment	72	396.53***	72	7056.17***	72	1092.36*	72	971.54^{ns}
Error	2	182.95	288	3741.91	259	792.95	257	771.94
Coefficient of variation		48.34		22.11		59.42		48.35

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	Characteristics							
	df	Ear diameter without grain	df	Cob's weight	df	Seed width	df	Grain diameter
Environment	1	6/44^{ns}	1	1.76^{ns}	1	1.61^{ns}	1	0.40^{ns}
Line	72	131.19***	72	67.12***	72	2.92***	72	3.55***
Line × Environment	72	49.99^{ns}	72	41.99^{ns}	72	1.50^{ns}	72	۰0.80^{ns}
Error	205	40.30	255	35.66	206	1.62	205	۰0.87
Coefficient of variation		19.61		96.67		23.30		11.64

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	Characteristics							
	df	Grain height	df	Chlorophyll rate	df	Canopy temperature	df	Relative water content
Environment	1	9261.04***	1	144.39ns	1	172.92***	1	0.14*
Line	72	1700.18***	72	266.97***	72	27.64***	72	0.13***
Line × Environment	72	1385.12***	72	77.66**	72	20.90***	72	0.05**
Error	205	150.89	290	55.85	290	5.64	273	0.33
Coefficient of variation		9.46		7.47		8.32		27.04

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

Source of variation	df	Characteristics
		Ion leakage
Environment	1	15070.51***
Line	72	1449.87***
Line × Environment	72	1366.41***
Error	291	221.17
Coefficient of variation		34.21

****، معنی‌داری در سطح ۱ ده هزارم درصد. ***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Leaf angle		Total leaf surface		Dry weight of flag leaf		Distance from the flag leaf width to the tassel	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	256.37***	72	67541315***	72	0.168***	72	18.74***
Error	146	94.48	146	15120878	146	0.042	146	5.32
CV		6.62		38.96		41.92		47.27

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Days to ear emergence		Days to tassel emergence		Length of first node to tassel		Number of branches in tassel	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	109.44***	72	139.42***	72	66.87***	72	12.18***
Error	144	24.58	146	11.35	146	12.81	146	2.97
CV		6.96		4.68		22.17		28.38

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Tassel length		Leaf number on ear		Number of seeds per row in ear		Number of grain rows per ear	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	72.68***	72	3.13***	72	120.07***	72	25.81***
Error	146	14.10	144	0.711	109	25.41	108	12.16
CV		13.88		11.33		32.60		29.38

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Grain weight in main ear		Aerial part weight of plant		Weight of ear without pods		Weight of ear together with pods	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	881.41***	72	42802.20***	72	2684.40***	72	2954.56***
Error	107	176.11	144	3509.51	133	756.35	133	758.35
CV		46.77		20.90		58.34		48.28

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Ear diameter without grain		Cob's weight		Seed width		Grain diameter	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	52.29***	72	64.49*	72	2.53*	72	2.47***
Error	127	25.77	129	42.60	106	1.62	105	0.87
CV		27.20		106.40		23.40		11.54

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Grain height		Chlorophyll rate		Canopy temperature		Relative water content	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	5.74***	72	174.60***	72	31.46***	72	127.32***
Error	105	1.37	146	56.19	146	2.28	136	61.07
CV		13.37		17.99		5.42		9.96

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۳. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط نرمال

Supplementary file 3. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under normal conditions

Source of variation	Ion leakage	
	df	Mean square
Genotype	72	1771.32***
Error	146	232.09
CV		30.90

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Leaf angle		Total leaf surface		Dry weight of flag leaf		Distance from the flag leaf width to the tassel	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	305.78***	72	153746668ns	72	0.11**	72	21. 61***
Error	144	100.56	144	146976759	144	0.044	144	5.100
CV		6.92		115.18		44.07		53.75

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Days to ear emergence		Days to tassel emergence		Length of first node to tassel		Number of Branches in Tassel	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	204.38***	72	1793.29***	72	67.65***	72	9.33***
Error	144	10.23	143	308.40	143	11.50	144	1.80
CV		4.35		14.74		19.56		22.13

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Tassel length		Leaf number on ear		Number of seeds per row		Number of grain rows per ear	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	53.77***	72	3.38***	72	88.86**	72	47.70ns
Error	143	16.74	144	0.80	101	46.22	100	53.62
CV		15.22		12.06		42.58		57.73

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Grain weight in main ear		Aerial part weight of plant		Weight of ear without pods		Weight of ear together with pods	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	498.79***	72	18722.07***	72	1543.54**	72	1567.19***
Error	100	190.27	144	3974.32	124	832.22	126	786.43
CV		50.01		23.37		60.54		48.44

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Ear diameter without grain		Cob's weight		Seed width		Grain diameter	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	46.97**	72	45.59*	72	1.99ns	72	1.97***
Error	125	27.54	126	28.56	100	1.64	100	0.89
CV		28.018		85.90		23.20		11.75

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Grain height		Chlorophyll rate		Canopy temperature		Relative water content	
	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square	df	Mean square
Genotype	72	4.47***	72	172.58***	72	17.11***	72	197.19***
Error	100	1.88	144	55.51	173	9.03	137	96.20
CV		15.88		18.31		10.31		12.94

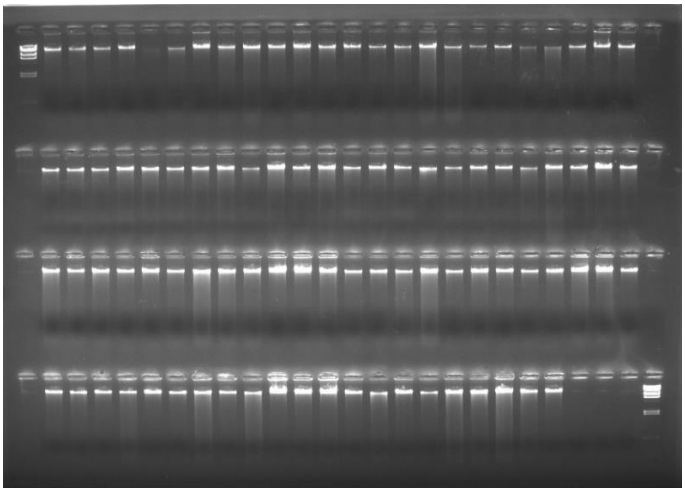
***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار

فایل تکمیلی ۴. تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در ۷۳ ژنوتیپ ذرت تحت شرایط تنش شوری

Supplementary file 4. Analysis of variance of studied traits in 73 maize genotypes under salinity stress conditions

Source of variation	Ion leakage	
	df	Mean square
Genotype	72	1052.19***
Error	145	210.19
CV		38.54

***، معنی‌دار در سطح ۱هزارم درصد. **، معنی‌داری در سطح ۱ درصد. *، معنی‌داری در سطح ۵ درصد. ns، غیرمعنی‌دار



فایل تکمیلی ۵. باندهای مربوط به DNA استخراج شده بر روی ژل آگارز ۱٪
Supplementary file 5. Extracted DNA bands on 1% agarose gel

فایل تکمیلی ۶- خلاصه اطلاعات جهش‌های تک نوکلئوتیدی شناسایی شده در کروموزوم‌های مختلف ژنوتیپ‌های ذرت
Supplementary file 6. A summary of single nucleotide substitutions identified in different chromosomes of maize genotypes

کروموزوم Chromosome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	کل Total
SNPs	72226	54110	53906	50408	49153	34873	35489	35009	34159	30596	449929
A↔G	24212	17901	17876	16987	16329	11511	11955	11760	11356	10408	150295
T↔C	24225	18130	18358	17080	16612	11928	12000	11896	11597	10290	152116
جایگزینی هم جنس Transition	48437	36031	36234	34067	32941	23439	23955	23656	22953	20698	302411
Ts %	67.06	66.59	67.22	67.58	67.02	67.21	67.50	67.57	67.19	67.65	67.21
A↔T	4265	3184	3072	2868	2892	2011	2059	1998	2026	1688	26063
A↔C	6845	5141	5195	4755	4692	3277	3262	3253	3235	2919	42574
T↔G	6979	5214	5067	4796	4590	3296	3340	3311	3165	2882	42640
C↔G	5700	4540	4338	3922	4038	2850	2873	2791	2780	2409	36241
جایگزینی غیر هم جنس Transverion	23789	18079	17672	16341	16212	11434	11534	11353	11206	9898	147518
Tv %	32.94	33.41	32.78	32.42	32.98	32.79	32.50	32.43	32.81	32.35	32.79
Ts/Tv ratio	2.04	1.99	2.05	2.08	2.03	2.05	2.08	2.08	2.05	2.09	2.05

فایل تکمیلی ۷- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط نرمال بر اساس نشانگر مولکولی SNP
Supplementary file 7. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under normal conditions

Name	Origin	LA	Rank	TLS	Rank	DWFL	Rank	DFLWT	Rank	DEE	Rank
P3L2	Kermanshah	0.23	36	-821.34	46	0.04	18	0.54	19	15.58**	73
P11L2	Kermanshah	2.27	25	-5009.88	5	-0.24	68	-0.93	44	1.31	44
P15L16Kahriz	Kermanshah	3.65	16	-5512.15	4	-0.01	22	-0.34	34	0.54	40

P9L3Kahriz	Kermanshah	3.59	17	2368.61	60	0.03	19	-0.16	32	3.54	58
P13L2	Kermanshah	5.08	13	-4594.94	11	-0.19	56	-1.47	55	-2.11	26
P19L7Kahriz	Kermanshah	-5.91	63	-4963.17	7	-0.23	61	-1.71	59	8.68*	70
P6L1	Kermanshah	-6.75	65	-4978.28	6	-0.24	67	-2.22	65	6.78	67
P19L3Kahriz	Kermanshah	-8.50	69	-3203.99	26	-0.15	42	0.91	14	1.53	47
P14L1Kahriz	Kermanshah	-2.77	52	-4257.26	15	-0.25	69	-2.47	68	4.30	63
P11L7	Kermanshah	-1.05	41	-6352.41*	1	-0.31	72	1.75	9	0.15	36
P14L2	Kermanshah	-3.23	54	-4174.25	17	-0.04	30	2.07	7	-3.17	20
P10L5	Kermanshah	3.00	21	1564.73	55	0.06	16	-2.18	64	4.12	62
P1L4Kahrizi دیالل کرج	Kermanshah	1.12	32	2164.47	57	0.10	15	0.13	25	-2.07	27
P11L6	Kermanshah	-0.13	38	3073.26	63	0.05	17	-0.76	42	-3.88	17
P13L3	Kermanshah	-4.75	57	2263.15	58	0.24	4	1.46	11	1.40	45
P3L4Kahriz	Kermanshah	-8.12	68	-4157.01	18	-0.12	39	-1.84	61	5.59	65
p1L5kahriz	Kermanshah	-0.16	39	-5771.65	3	-0.23	62	-1.21	51	0.96	42
P19L5Kahriz	Kermanshah	-1.80	47	-93.27	52	-0.04	31	1.09	12	-3.13	22
P15L14	Kermanshah	2.51	24	-3689.42	23	-0.16	46	-1.20	50	2.55	53
P16L6Kahriz	Kermanshah	-16.80**	73	-1984.28	36	0.02	20	0.38	21	2.50	52
P15L4	Kermanshah	-1.24	42	-1994.88	35	-0.12	40	-2.50	69	-0.82	31
P11L9	Kermanshah	1.62	28	-2305.06	33	-0.19	52	-1.15	48	-6.96	2
P13L1	Kermanshah	7.68	5	-2153.53	34	-0.12	38	-2.59	71	-1.91	29
P16L12Kahriz	Kermanshah	-7.62	67	-3789.07	21	-0.17	49	-2.88	73	-4.47	12
P10L9	Kermanshah	0.21	37	4329.89	67	0.19	12	2.34	6	-5.73	7
Mo17	Kermanshah	-1.77	46	-4187.79	16	-0.23	64	-2.25	66	-0.55	33
OH43/1-42	Kermanshah	-5.85	62	-149.58	50	-0.10	35	0.09	26	2.35	51
K615/1	Kermanshah	4.83	14	-4062.70	20	-0.19	55	4.08	2	2.12	50
OH43/1-42پدری	Karaj	-5.82	61	-2334.68	32	-0.17	48	0.66	18	-0.49	34
R59پدری	Karaj	11.52	1	2827.16	61	0.21	8	-1.71	60	0.55	41
W37A	Karaj	-9.69	70	-4921.37	8	-0.34	73	-1.31	52	1.41	46
R319	Karaj	-5.39	59	-1178.37	43	-0.19	54	2.02	8	-5.37	8
R59	Karaj	2.71	23	252.15	53	-0.03	27	-1.63	56	-5.98	6
W153R	Karaj	3.18	19	-3543.88	24	-0.18	51	-1.19	49	0.20	38
R59xR319 مادری دابل کراس ۳۷۰ (سینگل کراس)	Karaj	6.25	8	-2518.93	30	-0.24	65	-2.05	63	7.68	69
B73(RFCORCMS)	Karaj	-10.48	72	-4752.93	10	-0.23	60	-0.93	43	4.61	64
ZK472221	Karaj	-7.11	66	2279.68	59	-0.02	25	0.07	27	-6.48	4
K1263/1/1388	Mashhad	9.08	3	-1566.18	38	-0.20	58	-0.03	29	-5.21	10
4*/89	Mashhad	-3.31	55	-1755.30	37	-0.20	59	-1.37	53	-2.02	28
9/K19/1	Mashhad	-4.19	56	-443.57	48	-0.10	37	-1.13	47	0.16	37
25*/89	Mashhad	-5.59	60	-2931.57	27	-0.24	66	-1.44	54	-3.78	18
S2/QPM/SUKMAاندونزی	Mashhad	-0.41	40	-1545.37	39	-0.02	23	0.32	22	-7.55	1
66*/1388	Mashhad	2.86	22	-1186.20	42	-0.10	36	-2.60	72	-0.66	32
K166B/89&(14*k166B/1390)	Mashhad	-1.95	48	-4885.82	9	-0.26	71	-0.60	40	3.33	57

K18-B/1392ایزوله	Mashhad	1.66	27	-4456.66	13	-0.19	53	-2.37	67	6.98	68
7/K19/1	Mashhad	1.61	29	-2865.92	28	-0.17	50	-0.47	38	3.59	60
23*/89	Mashhad	-10.21	71	-4141.42	19	-0.13	41	-0.44	37	-2.56	24
70*/1388	Mashhad	-5.25	58	-584.94	47	-0.03	26	3.21	4	3.58	59
138*/89	Mashhad	8.12	4	-5840.66	2	-0.26	70	0.01	28	2.75	54
k19*/1392ایزوله	Mashhad	-2.97	53	-4504.05	12	-0.23	63	-1.69	58	0.99	43
1390/Popcorn-53or54خط	Mashhad	-2.30	50	-439.05	49	-0.07	34	6.50	1	9.98*	72
172*/89	Mashhad	0.51	35	-3749.31	22	-0.15	44	0.15	24	3.24	56
8/K19/1	Mashhad	-1.51	44	-2537.44	29	-0.15	43	-1.66	57	1.62	49
67*/88	Mashhad	-6.45	64	-2422.33	31	-0.16	45	-0.29	33	9.38*	71
36-N/88-K3653/2	Mashhad	6.70	7	-108.68	51	-0.06	33	3.34	3	-3.15	21
Line 1	-	1.45	30	8607.73**	73	0.39	1	-0.40	35	-6.93	3
Line 2	-	7.35	6	3638.62	64	0.25	3	0.69	17	-4.17	14
Line 3	-	5.15	12	5093.58	71	0.19	11	1.71	10	-3.64	19
Line 4	-	5.45	11	7859.01*	72	0.36	2	-0.10	30	-4.90	11
Line 6	-	2.19	26	-1042.91	45	-0.02	24	-2.59	70	-0.04	35
Line 7	-	5.52	9	275.15	54	0.00	21	0.40	20	1.54	48
Line 8	-	3.21	18	2945.67	62	0.21	9	0.70	16	-2.41	25
Line 9	-	-2.59	51	1770.57	56	0.11	13	1.00	13	5.91	66
Line 10	-	-2.22	49	-1080.75	44	-0.04	28	0.82	15	-6.32	5
Line 11	-	10.36	2	-1331.33	41	-0.04	29	-1.93	62	-2.84	23
Line 12	-	1.11	33	4012.79	65	0.11	14	-0.43	36	-4.07	16
Line 13	-	5.48	10	-4303.72	14	-0.17	47	-0.59	39	-5.28	9
Line 14	-	-1.48	43	4633.99	69	0.23	6	-1.10	46	3.04	55
Line 16	-	-1.75	45	-1379.57	40	-0.05	32	2.79	5	0.41	39
Line 17	-	3.15	20	4522.56	68	0.23	5	0.19	23	-4.32	13
Line 18	-	1.09	34	-3477.45	25	-0.19	57	-0.13	31	3.74	61
Line 19	-	3.89	15	4217.26	66	0.20	10	-0.70	41	-1.51	30
Line 20	-	1.42	31	5052.28	70	0.22	7	-0.95	45	-4.11	15

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۷- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط نرمال بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 7. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under normal conditions

Name	DTE	Rank	LFNT	Rank	NBT	Rank	TL	Rank	LNE	Rank	NGRE	Rank	NGR	Rank

P3L2	2.06	47	2.80	12	1.03	17	2.49	12	0.13	12	-1.52	5	-6.00	61
P11L2	-2.40	18	-2.05	48	-1.95	66	-3.12	48	0.63	48	-0.28	20	-4.62	56
P15L16Kahriz	3.39	53	-0.10	28	-2.03	67	-9.16**	73	0.64	28	-2.28	1	-11.54*	73
P9L3Kahriz	6.29	68	1.85	16	-1.31	58	-1.81	38	0.61	16	0.16	30	2.98	16
P13L2	2.48	48	0.68	22	-1.21	54	-1.94	39	0.61	22	0.66	52	-1.70	42
P19L7Kahriz	*10.51	73	-7.26*	69	2.02	7	-8.65*	70	-1.99	69	-0.96	9	-7.62	64
P6L1	5.03	63	-5.49	66	-1.89	65	-4.10	57	-0.52	66	-2.04	2	-8.73*	68
P19L3Kahriz	-0.01	34	1.17	18	-0.45	35	-3.47	52	0.10	18	0.26	34	-0.08	33
P14L1Kahriz	3.65	56	-4.85	63	-2.11	68	-3.28	50	-1.51	63	-0.39	18	-5.78	60
P11L7	1.00	41	5.62	2	-0.87	43	6.52*	2	0.91	2	0.45	40	5.33	11
P14L2	1.59	43	4.51	6	1.46	12	-2.78	45	-0.21	6	0.37	35	6.49	9
P10L5	2.68	50	-1.44	43	0.23	21	2.48	13	0.43	43	-0.26	23	2.25	21
P1L4Kahriziدیالل کرج	-0.31	31	0.99	20	-0.31	31	1.82	15	2.01	20	-1.24	7	-5.51	58
P11L6	-0.28	32	-1.28	42	1.35	14	0.32	26	0.43	42	0.62	50	7.92	6
P13L3	-0.08	33	3.38	8	-0.05	28	0.25	27	0.21	8	0.57	46	7.14	7
P3L4Kahriz	2.49	49	-3.80	58	-1.49	60	-2.23	42	0.54	58	1.20	62	-1.45	39
p1L5kahriz	2.81	51	-4.00	60	-1.88	64	-8.82**	72	1.05	60	1.90	71	-2.89	45
P19L5Kahriz	-4.88	7	-0.59	35	3.50*	2	-3.07	47	-0.66	35	0.48	42	0.32	31
P15L14	5.59	66	-3.03	55	-1.29	56	-5.90	66	1.96	55	-0.78	14	-7.84	66
P16L6Kahriz	0.60	38	0.20	26	-2.36	71	-2.30	43	-0.05	26	-0.27	21	-4.04	53
P15L4	-4.66	8	-3.09	57	-1.14	51	-3.40	51	0.33	57	-0.95	11	-7.68	65
P11L9	-3.81	11	-2.69	54	-0.93	45	0.85	22	-0.63	54	0.09	28	-0.02	32
P13L1	-0.89	26	-1.60	44	-0.65	37	-2.35	44	0.03	44	-0.96	10	-2.20	43
P16L12Kahriz	-2.91	14	-4.57	62	0.21	23	3.43	6	-0.34	62	0.60	49	0.84	28
P10L9	-6.04	4	-10.14**	73	0.45	19	0.14	29	0.05	73	-0.84	13	2.17	23
Mo17	-6.20	3	-3.98	59	-0.26	30	-5.36	64	0.10	59	0.40	36	-1.05	37
OH43/1-42	3.84	61	0.20	25	-1.13	50	1.06	20	0.54	25	-0.77	15	-6.84	62
K615/1	3.65	55	8.43*	1	-0.87	42	-1.28	34	0.97	1	0.59	47	2.79	18
OH43/1-42پدری	1.98	45	-2.50	52	-1.21	53	-2.17	41	0.37	52	-0.37	19	-4.58	55
R59پدری	0.81	39	0.27	24	-0.82	40	-3.06	46	0.37	24	1.27	64	-0.52	35
W37A	-1.66	21	-9.34**	72	-2.45	73	-8.81**	71	-0.75	72	0.05	27	-4.36	54
R319	-8.45	2	1.14	19	-2.33	70	-6.99*	68	-1.18	19	0.22	33	-1.37	38
R59	0.06	35	-1.12	39	1.98	9	-4.52	58	-0.02	39	0.45	39	-0.42	34
W153R	-2.89	15	-8.70*	71	-0.67	38	0.55	23	0.96	71	0.83	56	0.42	30
R59×R319 مادری دابل کراس ۳۷۰ (سینگل کراس)	-4.22	10	-2.13	49	-0.43	34	-3.89	56	-0.19	49	-1.74	3	-9.44	72
B73(RFCORCMS)	4.50	62	-5.71	67	-1.30	57	-4.79	62	0.35	67	1.47	69	-3.50	49
ZK472221	-5.18	6	-4.50	61	1.74	10	1.63	16	-2.32	61	-0.11	25	-8.81*	69
K1263/1/1388	-4.40	9	-7.32*	70	1.11	16	-3.80	54	-0.92	70	2.13	73	0.49	29
4*/89	-3.53	13	-5.79	68	-0.89	44	-1.47	35	0.58	68	1.30	66	2.29	20
9/K19/1	-0.68	27	-1.98	46	-1.19	52	-3.19	49	-0.32	46	1.83	70	-2.97	46
25*/89	-3.54	12	-1.79	45	-2.38	72	-4.64	59	-0.19	45	1.29	65	-1.48	40

S2/QPM/SUKMAاندونزی	-41.57**	1	-1.18	40	-1.25	55	-3.79	53	-2.51	40	-1.73	4	-9.42*	71
66*/1388	1.45	42	-0.62	36	-0.31	32	3.08	9	-0.07	36	-0.66	16	-7.04	63
K166B/89&(14*k166B/1390)	6.87	70	2.22	13	-1.03	48	0.97	21	0.12	13	0.75	54	3.79	15
K18-B/1392ایزوله	6.11	67	-3.05	56	-1.67	63	-1.77	37	0.02	56	-0.02	26	-5.22	57
7/K19/1	3.79	60	-0.58	34	-1.51	61	-2.04	40	-0.88	34	1.17	61	1.38	26
23*/89	-2.47	17	0.80	21	-0.16	29	2.76	11	0.92	21	0.65	51	2.41	19
70*/1388	7.01	71	-2.42	51	-1.43	59	-3.88	55	0.95	51	1.40	67	-2.24	44
138*/89	3.03	52	-2.04	47	-1.61	62	-4.72	60	0.75	47	0.20	32	-3.50	50
k19*/1392ایزوله	-1.64	22	-2.40	50	0.22	22	-4.72	61	0.18	50	0.55	45	-0.66	36
1390/Popcorn-53or54خط	6.71	69	5.07	5	-0.39	33	1.51	17	-0.81	5	0.81	55	-3.20	48
172*/89	3.72	59	-2.62	53	-0.84	41	0.18	28	-0.63	53	-0.48	17	-7.90	67
8/K19/1	5.27	64	-5.20	65	-2.17	69	-7.36*	69	0.15	65	1.43	68	-3.63	51
67*/88	3.67	57	-0.74	37	-1.07	49	0.55	24	0.44	37	-1.29	6	-5.75	59
36-N/88-K3653/2	-2.04	20	5.49	3	2.20	3	-0.28	31	-0.07	3	-0.89	12	-8.91	70
Line 1	-0.41	30	0.18	27	1.23	15	6.42*	3	-0.41	27	0.10	29	-1.48	41
Line 2	-5.28	5	-0.18	29	5.00**	1	3.15	8	-0.19	29	0.84	57	2.81	17
Line 3	0.92	40	5.25	4	2.00	8	5.25	4	-0.26	4	0.45	41	3.80	14
Line 4	-1.40	23	3.26	10	2.16	4	4.27	5	-0.30	10	0.60	48	8.15*	4
Line 6	0.16	36	-1.10	38	1.72	11	-0.34	33	0.99	38	1.06	60	8.12	5
Line 7	3.67	58	2.08	15	1.39	13	3.01	10	0.33	15	0.41	38	6.69	8
Line 8	5.29	65	3.33	9	0.19	24	-1.51	36	-0.11	9	1.25	63	4.58	13
Line 9	3.62	54	-0.23	31	0.11	26	-4.96	63	-0.07	31	-0.13	24	1.39	25
Line 10	-0.57	28	-0.21	30	-0.63	36	1.39	18	-0.16	30	0.74	53	-3.67	52
Line 11	-1.09	25	-1.24	41	0.89	18	-0.05	30	-0.90	41	0.53	44	-3.11	47
Line 12	-2.64	16	2.87	11	-0.71	39	-0.32	32	0.13	11	-0.26	22	4.85	12
Line 13	-1.21	24	-0.36	32	0.11	25	-5.91	67	-0.93	32	0.41	37	6.31	10
Line 14	1.99	46	0.66	23	-0.03	27	1.35	19	-0.40	23	0.50	43	8.73*	3
Line 16	1.79	44	4.16	7	0.43	20	0.35	25	-0.16	7	-1.03	8	0.93	27
Line 17	-2.29	19	2.21	14	2.10	5	3.18	7	0.04	14	0.94	58	10.46*	2
Line 18	8.13	72	-4.86	64	-0.97	47	-5.85	65	0.39	64	2.05	72	2.22	22
Line 19	-0.48	29	1.84	17	-0.95	46	7.52*	1	-0.11	17	0.98	59	13.64**	1
Line 20	0.28	37	-0.47	33	2.07	6	2.23	14	-0.38	33	0.17	31	1.94	24

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۷- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط نرمال بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 7. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under normal conditions

Name	Origin	GWME	Rank	APWP	Rank	WETP	Rank	WEWoutP	Rank	EDWG	Rank
P3L2	Kermanshah	-6.94	39	30.30	56	-20.23	28	-16.18	45	-2.38	62
P11L2	Kermanshah	-15.41	55	-232.98**	2	-34.10	8	-35.91	71	-1.50	43
P15L16Kahriz	Kermanshah	-26.10*	73	-91.62	31	-40.26	2	-36.72	72	-3.80	72
P9L3Kahriz	Kermanshah	2.09	19	16.68	50	-10.83	40	-9.38	33	-1.74	51
P13L2	Kermanshah	1.31	22	20.84	53	7.34	53	5.10	23	-0.03	24
P19L7Kahriz	Kermanshah	-19.79	64	-234.15**	1	-47.35*	1	-38.21	73	-5.86*	73
P6L1	Kermanshah	-22.58	69	-165.42*	8	-34.58	7	-29.55	64	-1.85	52
P19L3Kahriz	Kermanshah	-14.88	54	-151.08*	12	-21.80	24	-18.96	50	-2.93	64
P14L1Kahriz	Kermanshah	-12.47	50	-168.65*	7	-34.00	9	-27.28	62	-3.33	67
P11L7	Kermanshah	18.56	8	60.49	59	10.54	57	6.99	21	-0.08	25
P14L2	Kermanshah	12.67	11	28.97	55	20.19	63	20.99	10	-1.07	39
P10L5	Kermanshah	3.50	17	142.93	69	7.40	54	11.05	17	-2.05	57
P1L4Kahriziدیالل کرج	Kermanshah	-19.57	63	75.30	63	-33.11	11	-30.99	67	-2.29	59
P11L6	Kermanshah	18.90	7	-48.80	39	21.20	65	22.07	7	1.07	13
P13L3	Kermanshah	22.91	5	124.18	68	16.50	60	8.78	19	-0.19	29
P3L4Kahriz	Kermanshah	-12.45	49	-94.54	28	-16.61	31	-12.50	38	-0.94	35
p1L5kahriz	Kermanshah	-13.19	51	-146.82	14	-14.98	35	-12.92	40	0.52	21
P19L5Kahriz	Kermanshah	-6.56	38	-144.07	15	-19.37	30	-14.12	42	-0.40	31
P15L14	Kermanshah	-20.60	68	-23.92	45	-29.69	13	-28.66	63	-1.92	54
P16L6Kahriz	Kermanshah	-19.04	61	-43.10	40	-26.32	18	-22.19	57	-1.59	48
P15L4	Kermanshah	-19.99	66	-153.20*	11	-37.47	6	-29.94	65	-3.69	71
P11L9	Kermanshah	-3.16	32	-140.02	16	-27.25	16	-21.22	53	-3.32	66
P13L1	Kermanshah	-5.35	35	-84.37	34	-15.28	34	-12.40	37	-1.97	55
P16L12Kahriz	Kermanshah	-11.99	47	-117.60	20	-24.37	20	-20.34	52	-1.57	47
P10L9	Kermanshah	3.19	18	-80.35	36	-0.14	48	2.28	25	-0.15	28
Mo17	Kermanshah	-11.43	46	-137.83	18	-28.48	14	-22.64	58	-3.35	69
OH43/1-42	Kermanshah	-17.96	57	35.15	57	-16.22	32	-17.66	49	-2.27	58
K615/1	Kermanshah	0.75	24	-94.15	29	2.77	49	2.34	24	1.71	7
OH43/1-42پدری	Karaj	-10.30	43	-23.59	46	-10.83	41	-9.46	34	-1.51	44
R59پدری	Karaj	1.26	23	-98.04	26	7.62	56	10.04	18	2.35	5
W37A	Karaj	-14.71	53	-186.42*	5	-27.37	15	-24.09	59	-3.53	70
R319	Karaj	-5.76	36	-181.57*	6	-20.98	27	-16.92	48	-0.62	33
R59	Karaj	-0.69	26	-92.38	30	-8.27	42	-13.12	41	0.53	20
W153R	Karaj	-1.49	28	11.65	49	-0.84	47	0.85	26	1.27	11
R59×R319 مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)	Karaj	-19.33	62	-113.39	21	-31.59	12	-31.22	68	-1.57	46

B73(RFCORCMS)	Karaj	-17.26	56	-155.16*	10	-21.56	25	-16.01	43	-0.97	36
ZK472221	Karaj	-18.78	59	-111.15	23	-13.32	37	-16.80	47	1.17	12
K1263/1/1388	Mashhad	-9.63	42	-191.92*	4	-21.45	26	-16.14	44	0.02	23
4*/89	Mashhad	-0.12	25	-81.32	35	4.23	50	6.19	22	2.27	6
9/K19/1	Mashhad	-1.63	29	-107.25	25	-6.47	43	-1.64	27	-1.18	40
25*/89	Mashhad	-5.96	37	-148.16	13	-15.63	33	-12.75	39	0.06	22
S2/QPM/SUKMAاندونزی	Mashhad	-24.40*	72	-201.45*	3	-39.91	3	-35.13	70	-2.36	61
66*/1388	Mashhad	-12.03	48	-31.48	42	-22.98	22	-20.07	51	-1.57	45
K166B/89&(14*k166B/1390)	Mashhad	-2.97	30	-97.70	27	-5.03	46	-6.82	30	-1.04	38
K18-B/1392ایزوله	Mashhad	-18.83	60	-135.19	19	-23.36	21	-21.91	56	-3.33	68
7/K19/1	Mashhad	-14.68	52	-108.26	24	-33.50	10	-27.03	61	-2.66	63
23*/89	Mashhad	-3.03	31	-78.57	37	-22.05	23	-16.40	46	-1.29	42
70*/1388	Mashhad	-3.68	33	-37.21	41	-5.39	45	-5.03	29	-0.97	37
138*/89	Mashhad	-20.32	67	-162.60*	9	-25.60	19	-24.21	60	-1.71	50
k19*/1392ایزوله	Mashhad	-4.07	34	6.50	48	-6.18	44	-4.93	28	-1.68	49
1390/Popcorn-53or54خط	Mashhad	-10.79	45	-137.95	17	-26.98	17	-21.30	54	-0.14	27
172*/89	Mashhad	-23.47	71	-88.79	32	-39.59	4	-33.47	69	-1.97	56
8/K19/1	Mashhad	-8.72	41	-87.04	33	-14.94	36	-9.59	35	-0.82	36
67*/88	Mashhad	-19.85	65	-112.76	22	-38.28	5	-30.21	66	-3.30	65
36-N/88-K3653/2	Mashhad	-22.65	70	16.88	51	-19.77	29	-21.37	55	1.46	9
Line 1	-	10.40	13	220.69**	72	26.16	67	21.90	8	0.92	15
Line 2	-	17.10	9	190.54*	71	30.21	68	17.30	12	1.44	10
Line 3	-	4.98	16	69.52	61	12.58	58	15.49	13	0.63	19
Line 4	-	13.38	10	161.64*	70	24.75	66	27.81	5	1.04	14
Line 6	-	25.59*	4	115.99	66	58.28**	72	56.58**	2	4.44	1
Line 7	-	1.47	20	72.51	62	7.48	55	11.33	16	-0.56	32
Line 8	-	22.89	6	226.37**	73	31.58	69	27.02	6	0.71	18
Line 9	-	-10.52	44	89.04	64	-11.23	39	-8.56	31	-2.35	60
Line 10	-	-0.92	27	64.03	60	20.82	64	18.98	11	3.14	2
Line 11	-	-18.37	58	-24.49	44	4.59	51	-8.77	32	-0.11	26
Line 12	-	6.63	15	-54.70	38	4.81	52	8.70	20	0.77	17
Line 13	-	28.55*	3	19.15	52	19.01	62	21.07	9	-1.26	41
Line 14	-	9.77	14	90.32	65	35.26	70	34.74	4	-0.33	30
Line 16	-	-7.36	40	49.36	58	-13.25	38	-10.50	36	-1.89	53
Line 17	-	29.65*	2	21.34	54	39.04*	71	39.01*	3	1.62	8
Line 18	-	1.38	21	-11.63	47	16.58	61	15.33	14	2.43	4
Line 19	-	39.09**	1	121.74	67	60.36**	73	62.49**	1	2.58	3
Line 20	-	10.97	12	-28.51	43	13.09	59	14.56	15	0.86	16

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۷- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط نرمال بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 7. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under normal conditions

Name	GW	Rank	GD	Rank	GH	Rank	Chl	Rank	CT	Rank	RWC	Rank	IL	Rank	Sum of ranks
P3L2	0.00	37	0.92	71	0.70	52	-7.16	7	1.07	35	-2.62	7	18.85	56	485
P11L2	.00	38	-0.40	31	-0.79	18	-5.49	13	-0.41	45	-2.66	6	-1.70	41	244
P15L16Kahriz	0.30	58	-1.03	5	-2.02*	6	4.52	65	2.25	28	2.17	36	-31.23*	2	303
P9L3Kahriz	0.19	54	-0.07	41	-0.53	24	-2.24	33	2.75	20	-1.53	12	-19.50	17	487
P13L2	0.47	63	0.21	49	-0.23	30	-3.55	21	1.33	32	5.70	65	-23.06	14	485
P19L7Kahriz	-0.13	25	-1.02	6	-2.24	4	-18.94**	1	3.28	18	1.50	30	18.86	57	284
P6L1	0.57	67	-0.28	37	-1.30	9	-12.62*	2	6.03**	4	-2.35	10	-11.70	34	312
P19L3Kahriz	0.06	45	-0.91	9	-0.13	35	-1.05	39	5.78**	6	1.09	27	-9.00	37	369
P14L1Kahriz	-0.16	23	0.47	63	-0.30	27	-9.90	3	6.03**	3	4.32	57	-25.82	11	352
P11L7	-1.49*	1	0.16	47	0.93	60	-2.64	30	1.05	36	-7.14	2	3.14	45	419
P14L2	-0.31	13	-0.09	39	0.88	56	2.07	56	-0.77	48	2.78	40	7.22	48	485
P10L5	0.03	44	0.89	70	0.10	39	-2.96	25	-2.79	66	-5.88	3	7.46	50	544
P1L4Kahriziدیالل کرج	0.87	70	0.22	50	-0.76	19	1.17	51	-2.34	57	4.89	60	7.43	49	495
P11L6	-0.84	2	-0.33	35	0.52	48	2.80	57	-2.82	67	4.04	54	27.99	65	527
P13L3	-0.50	6	0.20	48	1.47	68	-1.38	37	-2.61	61	3.22	47	30.43*	68	584
P3L4Kahriz	-0.07	33	-1.44*	2	-0.45	25	1.60	54	-1.79	55	8.24*	70	-27.01	10	447
p1L5kahriz	0.68	68	-0.89	11	0.59	51	5.26	68	-2.39	59	0.16	21	-28.20	7	442
P19L5Kahriz	-0.61	4	-0.90	10	0.06	38	-2.08	36	-1.77	54	3.90	52	-16.09	26	334
P15L14	0.45	62	-0.50	21	-0.28	29	-9.81	4	-1.68	53	-1.48	13	-29.94*	5	348
P16L6Kahriz	0.47	64	-0.24	38	-1.15	13	-1.01	40	-1.45	52	2.21	37	-31.42*	1	398
P15L4	-0.09	30	-0.59	17	-1.35	8	-4.97	15	0.97	37	1.23	29	-8.08	38	239
P11L9	-0.49	8	-0.04	42	0.14	42	-7.42	6	1.75	31	-0.59	17	-19.23	18	239
P13L1	-0.36	11	0.02	44	-0.18	32	-2.22	34	0.93	38	-4.17	4	-17.70	21	313
P16L12Kahriz	0.23	57	-1.39*	3	-2.13*	5	3.48	60	-1.17	50	-0.40	18	-14.58	31	310
P10L9	0.01	41	0.35	56	1.07	66	-2.69	28	0.19	43	2.86	42	-12.36	33	441
Mo17	0.17	51	-0.44	27	-0.44	26	-5.80	10	1.94	30	6.83	67	-8.04	39	340
OH43/1-42	0.00	39	-1.37*	4	-0.86	17	0.80	48	0.25	42	9.70*	73	-23.13	13	460
K615/1	-0.52	5	0.37	59	0.80	54	5.01	67	0.29	41	5.52	63	2.37	44	542
OH43/1-42پدری	0.00	40	-0.97	7	0.16	43	-0.39	43	1.11	34	9.06*	72	-15.86	27	449
R59پدری	-0.17	22	-0.42	28	0.27	44	7.65	72	2.35	26	-0.07	20	-13.39	32	505

W37A	0.33	59	-0.60	16	-0.69	20	-4.97	16	4.93*	9	-3.01	5	-4.03	40	278
R319	0.06	46	-0.48	23	-0.02	36	1.07	50	2.26	27	0.24	22	3.23	46	342
R59	-0.14	24	-0.55	19	0.12	41	6.38	71	0.83	39	3.12	46	-17.49	22	428
W153R	0.18	52	0.03	45	0.95	61	0.68	46	3.13	19	3.35	49	-18.94	20	502
R59xR319 مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)	0.44	60	-0.39	32	-2.49*	3	-3.16	24	6.42**	2	-9.15*	1	-24.22	12	277
B73(RFCORCMS)	-0.21	19	-1.56*	1	-1.26	10	-6.96	8	7.76**	1	3.11	45	-16.26	25	348
ZK472221	1.68*	73	0.35	57	-1.12	14	-4.27	19	2.64	24	3.08	44	21.72	59	420
K1263/1/1388	0.16	49	-0.88	12	0.55	49	4.45	64	1.14	33	5.68	64	-17.34	23	421
4*/89	-0.50	7	-0.61	14	-0.14	34	-1.22	38	2.64	23	2.84	41	-15.84	28	391
9/K19/1	0.06	47	-0.60	15	-0.19	31	-5.58	12	4.34*	11	1.17	28	7.71	51	434
25*/89	0.03	43	-0.55	18	-0.15	33	-2.62	31	2.12	29	1.80	31	-9.35	36	360
S2/QPM/SUKMAاندونزی	1.29*	72	0.73	67	-2.60*	2	1.66	55	5.95**	5	1.89	32	33.54*	70	349
66*/1388	-0.09	29	0.46	61	0.43	45	-0.25	45	5.20*	8	4.68	58	-19.19	19	453
K166B/89&(14*k166B/1390)	-0.19	20	-0.38	33	-0.30	28	-2.76	27	4.12*	13	5.99	66	-14.60	30	467
K18-B/1392ایزوله	0.44	61	-0.41	30	-1.19	11	-8.61	5	4.23*	12	3.31	48	-10.44	35	404
7/K19/1	-0.07	34	-0.94	8	-1.11	15	-3.50	23	3.60	17	8.14	69	19.69	58	450
23*/89	-0.28	16	0.46	62	1.03	65	10.41	73	2.43	25	5.13	62	-0.78	43	492
70*/1388	-0.08	32	-0.44	26	1.58	69	-3.51	22	2.70	21	3.63	50	-22.10	15	544
138*/89	0.19	53	-0.47	24	-1.18	12	-4.74	17	5.41**	7	5.06	61	-17.24	24	359
k19*/1392ایزوله	0.16	50	-0.67	13	0.45	46	1.35	52	3.85*	15	4.87	59	-27.35	8	442
1390/Popcorn-53or54خط	1.08	71	-0.49	22	-0.59	22	3.04	59	3.60	16	8.34	71	-30.65*	4	528
172*/89	0.57	66	-0.35	34	-3.85**	1	-3.99	20	2.69	22	3.82	51	-29.44	6	368
8/K19/1	-0.01	36	-0.46	25	0.12	40	-5.01	14	4.82*	10	0.84	26	-20.92	16	436
67*/88	-0.11	27	-0.31	36	-1.06	16	-4.28	18	4.07*	14	3.96	53	-27.15	9	351
36-N/88-K3653/2	0.03	42	-0.08	40	0.04	37	-0.29	44	0.53	40	4.08	55	10.77	53	455
Line 1	0.50	65	1.11	72	0.98	63	0.89	49	-0.64	47	-0.88	15	27.27	63	601
Line 2	0.09	48	0.25	53	1.75	72	5.71	69	-0.82	49	-2.36	9	28.81	67	597
Line 3	-0.28	15	0.59	66	0.90	58	5.76	70	-1.40	51	2.15	35	26.45	62	596
Line 4	-0.34	12	0.54	64	0.77	53	4.35	63	-0.04	44	2.14	34	23.74	61	577
Line 6	-0.68	3	0.89	69	0.97	62	-0.89	41	-0.53	46	-1.72	11	-1.29	42	542
Line 7	-0.38	10	0.30	54	0.81	55	-2.22	35	-1.93	56	2.32	38	41.72**	73	580
Line 8	-0.11	28	0.31	55	1.60	71	-2.88	26	-2.64	62	0.54	24	6.85	47	608
Line 9	-0.09	31	-0.42	29	-0.68	21	-2.66	29	-2.76	63	3.02	43	-31.12*	3	459
Line 10	0.21	56	0.56	65	0.91	59	-2.29	32	-2.48	60	-1.39	14	28.10	66	546
Line 11	0.82	69	0.88	68	-1.92	7	1.50	53	-3.14	71	4.14	56	8.29	52	533
Line 12	-0.18	21	0.23	51	0.56	50	3.63	61	-3.27	72	2.53	39	14.79	54	485
Line 13	-0.26	17	0.10	46	1.77	73	3.02	58	-2.99	69	-2.39	8	34.42*	72	472

Line 14	-0.31	14	0.00	43	0.89	57	-0.56	42	-2.77	64	-0.20	19	22.84	60	583
Line 16	-0.25	18	0.40	60	0.46	47	-5.80	11	-2.36	58	0.31	23	17.81	55	441
Line 17	-0.43	9	0.35	58	1.00	64	4.60	66	-2.79	65	1.96	33	27.58	64	577
Line 18	-0.12	26	-0.54	20	-0.54	23	-5.83	9	-2.94	68	7.69	68	-15.44	29	513
Line 19	-0.05	35	0.23	52	1.14	67	4.10	62	-3.61	73	-0.68	16	33.57*	71	627
Line 20	0.21	55	1.27	73	1.59	70	0.69	47	-3.05	70	0.61	25	31.84*	69	594

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۸- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش شوری بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 8. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under salt stress conditions

Name	Origin	LAG	Rank	TLS	Rank	DWFL	Rank	DFLWT	Rank	DEE	Rank
P3L2	Kermanshah	1.68	53	-1282.65	50	-0.06	47	2.38	11	0.11	38
P11L2	Kermanshah	10.38	14	-1388.05	73	-0.05	43	1.48	14	-12.55*	1
P15L16Kahriz	Kermanshah	8.51	20	-123.42	56	0.00	27	0.42	25	5.70	67
P9L3Kahriz	Kermanshah	2.68	50	3517.26	68	0.18	5	-1.71	58	2.88	58
P13L2	Kermanshah	11.72	7	-1152.23	53	-0.07	48	-0.95	51	3.49	60
P19L7Kahriz	Kermanshah	-5.64	70	-2674.28	46	-0.20	72	-2.26	66	3.39	59
P6L1	Kermanshah	-1.62	61	-3202.38	49	-0.19	69	-0.61	43	1.78	50
P19L3Kahriz	Kermanshah	-2.43	64	-1783.56	52	-0.12	62	0.21	31	-1.95	26
P14L1Kahriz	Kermanshah	6.85	26	-1780.24	67	-0.19	70	-2.33	67	4.45	65
P11L7	Kermanshah	0.37	56	740.09	60	0.05	15	2.86	7	-3.17	23
P14L2	Kermanshah	5.17	42	510.60	70	0.02	22	0.12	35	1.17	48
P10L5	Kermanshah	-0.36	58	118.55	64	0.04	18	-1.17	53	3.56	62
P1L4Kahriziدیالل کرج	Kermanshah	6.64	28	-988.41	57	-0.10	57	-0.51	41	3.54	61
P11L6	Kermanshah	1.75	52	5098.63*	72	-0.07	50	0.74	18	0.34	39
P13L3	Kermanshah	-2.60	65	1345.01	66	0.10	8	0.15	33	1.83	51
P3L4Kahriz	Kermanshah	-6.11	71	-326.16	59	-0.01	32	0.29	28	-0.18	36
p1L5kahriz	Kermanshah	7.12	24	-1875.03	32	-0.09	52	-2.98	70	-0.49	32
P19L5Kahriz	Kermanshah	6.06	35	-339.64	61	-0.04	41	0.49	23	-4.72	17
P15L14	Kermanshah	5.74	39	-1023.25	55	-0.04	39	-0.02	38	10.55*	72
P16L6Kahriz	Kermanshah	-11.71	72	-20.50	63	0.10	9	0.11	36	-3.35	22
P15L4	Kermanshah	9.19	18	2037.91	69	0.08	12	3.62*	3	-12.36*	2
P11L9	Kermanshah	3.38	48	1309.22	71	0.05	16	0.68	19	-5.92	12
P13L1	Kermanshah	6.07	34	2193.33	54	0.11	6	-1.86	60	-9.64	6
P16L12Kahriz	Kermanshah	6.12	33	1633.57	62	0.29	1	-2.92	69	50.81**	73

P10L9	Kermanshah	7.68	22	1349.14	65	0.06	13	3.77*	2	-10.85*	4
Mo17	Kermanshah	10.22	17	-1549.92	44	-0.12	61	-0.66	46	-5.01	15
OH43/1-42	Kermanshah	5.97	36	-1718.88	11	-0.01	33	-0.72	48	2.43	54
K615/1	Kermanshah	10.65	12	-3416.47	2	-0.17	67	2.07	13	2.67	55
OH43/1-42پدری	Karaj	6.54	29	-1720.27	4	-0.04	40	0.16	32	-0.41	33
R59پدری	Karaj	17.41*	1	5985.58*	58	0.19	3	-0.82	50	-2.15	25
W37A	Karaj	1.91	51	-25.43	26	-0.05	45	-0.42	40	-4.94	16
R319	Karaj	5.09	43	103.98	34	-0.04	38	2.21	12	-10.04*	5
R59	Karaj	5.49	40	1531.52	47	0.01	25	-0.61	42	-7.65	7
W153R	Karaj	6.22	32	-484.31	30	0.02	21	0.98	17	-6.32	8
R59xR319	Karaj	-25.62**	73	540.99	51	-0.04	42	0.24	30	-11.82*	3
مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)	Karaj	8.62	19	384.05	27	0.08	11	0.59	21	2.69	56
B73(RFCORCMS)	Karaj	-1.92	62	134.90	36	0.01	26	-3.53*	73	-6.11	9
ZK472221	Karaj	14.25*	3	-1698.62	8	-0.21	73	-1.45	55	-6.11	10
K1263/1/1388	Mashhad	6.35	31	-1787.91	5	-0.09	53	-1.44	54	-5.31	14
4*/89	Mashhad	11.69	8	-705.78	16	-0.06	46	0.40	26	-4.17	19
9/K19/1	Mashhad	10.24	16	-1593.22	13	-0.17	68	-3.07	72	-5.50	13
25*/89	Mashhad	11.00	10	-1870.54	21	-0.10	55	-2.21	65	9.88	71
S2/QPM/SUKMAاندونزی	Mashhad	5.92	37	-1355.58	25	-0.12	63	-1.79	59	0.75	44
66*/1388	Mashhad	4.20	46	-661.04	14	0.01	24	-0.38	39	4.21	63
K166B/89&(14*k166B/1390)	Mashhad	10.89	11	1453.31	38	0.23	2	-1.93	61	1.86	52
K18-B/1392ایزوله	Mashhad	10.46	13	-1525.32	17	-0.10	54	0.44	24	0.37	40
7/K19/1	Mashhad	5.39	41	-31.08	22	-0.03	36	-3.04	71	-4.67	18
23*/89	Mashhad	5.87	38	-3412.02	1	-0.20	71	-1.60	57	0.71	43
70*/1388	Mashhad	11.63	9	-1650.18	7	-0.02	34	-0.66	45	-0.86	29
138*/89	Mashhad	7.12	23	547.73	40	0.05	17	0.27	29	-3.70	20
k19*/1392ایزوله	Mashhad	-3.06	68	-1907.46	9	-0.10	56	-0.77	49	7.78	68
1390/Popcorn-53or54خط	Mashhad	6.36	30	-2794.21	3	-0.13	64	-2.13	63	-1.52	27
172*/89	Mashhad	13.92*	4	-899.42	12	-0.07	49	-0.65	44	2.72	57
8/K19/1	Mashhad	6.71	27	-1310.12	15	-0.15	65	-2.62	68	5.36	66
67*/88	Mashhad	12.53	5	-1243.49	10	0.00	29	5.41**	1	0.11	37
36-N/88-K3653/2	Mashhad	8.16	21	-419.24	28	0.19	4	-1.51	56	1.06	47
Line 1	-	-0.05	57	-752.24	33	-0.03	37	1.10	16	-5.95	11
Line 2	-	4.91	45	398.84	20	0.08	10	2.81	8	-0.61	31
Line 3	-	0.99	55	-495.64	18	0.03	19	3.06	6	0.77	45
Line 4	-	3.87	47	286.72	43	0.01	23	-2.15	64	-0.88	28
Line 6	-	4.98	44	-1676.52	6	-0.08	51	0.34	27	4.28	64
Line 7	-	-2.76	67	-1971.91	45	-0.11	60	0.57	22	2.09	53
Line 8	-	-0.49	60	1726.96	42	0.11	7	3.37	4	0.57	42
Line 9	-	10.37	15	1308.14	48	0.05	14	0.14	34	1.40	49
Line 10	-	14.69*	2	-1864.95	24	-0.11	58	-2.10	62	-2.63	24
Line 11	-	1.37	54	-2345.03	31	-0.15	66	-0.71	47	-0.41	34
Line 12	-										

Line 13	-0.41	59	-1156.65	35	-0.05	44	2.68	9	0.43	41
Line 14	-4.28	69	-51.53	23	0.00	28	0.04	37	-0.82	30
Line 16	-2.71	66	75.86	39	-0.01	31	-1.07	52	9.02	70
Line 17	-2.20	63	-356.18	19	0.03	20	2.44	10	-0.36	35
Line 18	3.11	49	-921.80	29	-0.03	35	1.11	15	8.07	69
Line 19	11.81	6	20.02	41	-0.01	30	3.21	5	0.77	46
Line 20	7.11	25	-1283.18	37	-0.11	59	0.63	20	-3.37	21

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۸- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش شوری بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 8. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under salt stress conditions

Name	DTE	Rank	LFNT	Rank	NBT	Rank	TL	Rank	LLNE	Rank	NGRE	Rank	NGR	Rank	Sum of ranks
P3L2	26.12	70	1.96	19	-0.54	38	-1.42	34	-0.67	57	-0.74	1	-2.69	69	474
P11L2	-20.72	14	4.69	6	0.08	19	1.29	12	-1.12	69	0.11	20	0.36	31	422
P15L16Kahriz	12.00	57	-0.64	38	-1.57	64	-6.60*	70	0.84	8	-0.04	8	-2.18	66	472
P9L3Kahriz	8.71	52	-3.87	57	-0.30	31	-5.24	66	1.08	4	0.22	27	0.96	19	519
P13L2	-0.59	44	-2.99	53	-1.09	54	-2.57	46	-0.61	55	-0.08	11	-2.35	67	432
P19L7Kahriz	-42.71*	4	-6.94*	69	-1.76	66	-5.69	68	-0.14	43	0.12	17	-1.56	60	341
P6L1	-45.48**	3	-6.99*	70	-2.92*	72	-5.85*	69	-1.11	68	-0.78	2	-2.86	70	253
P19L3Kahriz	-3.02	40	-6.76*	68	0.02	22	-2.41	43	-0.31	46	0.04	9	-1.09	54	350
P14L1Kahriz	-51.25**	2	-5.38	63	-2.49*	70	-6.67*	71	-0.93	66	-0.07	19	-2.08	64	360
P11L7	45.61**	73	5.11	4	0.16	17	2.43	6	0.62	16	0.13	54	1.75	14	581
P14L2	-4.49	38	3.07	12	-0.92	48	-3.03	50	0.06	34	0.16	16	0.88	20	530
P10L5	17.22	62	-1.23	42	-0.22	29	1.88	8	0.43	20	0.10	23	-0.58	44	619
P1L4Kahriziدیالل کرج	-20.74	13	0.73	27	0.07	20	-4.22	59	0.27	25	0.26	25	-0.43	39	463
P11L6	-7.04	34	-0.37	34	0.39	14	-2.44	44	0.91	7	0.09	21	2.26	9	464
P13L3	4.19	50	0.03	32	-0.07	25	-0.11	24	0.65	15	0.15	48	2.04	11	543
P3L4Kahriz	-28.36	8	-9.04*	73	-1.08	53	-0.62	28	0.74	9	0.53	43	-0.48	42	375
p1L5kahriz	-11.14	26	-6.43	66	-1.33	58	-7.74*	73	0.74	10	0.58	67	-0.92	49	356
P19L5Kahriz	-8.48	30	2.66	14	2.72*	4	-1.84	38	-0.32	47	0.21	18	0.45	28	427
P15L14	-1.58	42	-2.68	51	-3.25*	73	-6.77*	72	2.08	2	0.02	13	-2.39	68	439
P16L6Kahriz	-7.58	32	-1.53	44	-2.77*	71	0.76	15	0.39	23	0.49	33	-0.68	46	489
P15L4	-8.62	29	0.33	30	-0.83	45	1.58	10	-0.11	41	0.35	28	1.77	12	497

P11L9	-2.45	41	1.44	24	-0.39	33	0.31	18	-0.68	58	0.17	30	0.71	22	567
P13L1	-0.28	45	-1.70	47	-0.52	37	2.55	5	-0.95	67	0.04	49	0.66	23	498
P16L12Kahriz	3.33	49	-3.67	56	-0.10	37	6.30*	1	-0.89	64	0.06	24	0.26	33	441
P10L9	9.07	53	4.34	9	-1.20	55	-1.75	37	-0.84	60	-0.09	10	-1.26	55	435
Mo17	-16.48	19	-1.64	46	-0.27	30	-4.57	63	0.02	36	0.56	41	-0.47	41	385
OH43/1-42	14.75	60	-0.71	39	0.46	13	-0.32	26	0.41	21	0.16	59	-0.95	50	495
K615/1	-3.64	39	5.01	5	-1.46	60	-5.41	67	0.97	6	0.30	52	-1.78	62	451
OH43/1-42پدری	11.02	54	1.72	20	1.06	8	-1.95	39	0.21	28	0.20	62	-1.00	53	494
R59پدری	-18.42	15	0.21	31	-0.07	26	-3.97	56	0.03	35	0.07	36	-0.13	36	386
W37A	-22.06	12	-5.83	64	-0.02	24	-4.11	57	0.46	18	0.88	71	-0.96	51	330
R319	-10.58	27	0.74	26	-2.49*	69	-4.89	64	-0.85	61	0.74	70	-0.91	48	334
R59	-0.21	46	-1.06	41	1.36	7	-5.13	65	-0.50	52	0.06	39	1.06	18	460
W153R	5.20	51	1.58	23	3.49**	3	2.93	4	0.22	27	0.37	61	0.46	27	494
R59×R319	-10.24	28	3.28	11	4.02**	2	3.26	3	0.67	14	-0.05	37	-1.33	58	
مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)															396
B73(RFCORCMS)	-25.63	11	-1.55	45	-1.51	61	-1.06	33	-0.90	65	-0.30	3	-0.32	38	312
ZK472221	-33.26*	6	-5.27	62	-1.02	52	1.72	9	-1.52	72	-0.74	4	-4.04	73	319
K1263/1/1388	-37.20*	5	-4.66	60	-0.56	39	-4.25	60	-0.65	56	0.61	72	0.51	26	374
4*/89	-11.85	25	-2.04	49	0.61	10	-1.70	36	0.35	24	0.45	66	0.61	24	444
9/K19/1	-6.27	35	0.76	25	-1.56	63	-2.47	45	-0.44	51	-0.30	7	0.31	32	303
25*/89	-29.07	7	-4.05	59	-1.23	56	-4.33	62	-0.73	59	0.18	31	0.55	25	291
S2/QPM/SUKMAاندونزی	-56.97**	1	-5.92	65	1.56	6	-3.31	51	-2.74	73	-0.06	26	-0.99	52	317
66*/1388	1.20	47	2.60	15	-0.96	50	0.29	19	0.44	19	0.23	45	-1.61	61	412
K166B/89&(14*k166B/1390)	-4.60	37	2.32	16	-2.03	68	1.26	13	-0.40	48	0.20	51	-1.38	59	388
K18-B/1392ایزوله	-0.80	43	-6.45	67	-1.92	67	-2.14	41	-0.28	45	0.38	44	-0.73	47	371
7/K19/1	-17.71	16	2.21	18	-1.01	51	-2.72	47	-0.88	62	0.61	69	0.01	35	357
23*/89	-16.72	18	-3.46	55	0.33	15	-1.00	32	0.71	11	0.23	56	2.54	7	510
70*/1388	24.53	69	-2.91	52	-0.70	42	-3.69	53	2.22	1	0.31	58	-2.13	65	419
138*/89	-12.53	23	-2.59	50	-1.28	57	-3.02	49	1.41	3	0.06	34	-1.31	57	322
k19*/1392ایزوله	16.48	61	-0.47	35	-0.83	46	-3.47	52	0.17	29	0.60	60	-0.55	43	420
1390/Popcorn-53or54خط	-28.32	9	-0.06	33	-1.53	62	0.15	20	-1.24	71	-0.38	15	-3.71	72	279
172*/89	-13.44	21	-5.09	61	-0.93	49	-1.53	35	-1.15	70	0.32	63	-2.05	63	328
8/K19/1	-7.96	31	-1.88	48	-1.39	59	-3.01	48	-0.11	40	-0.41	5	-0.68	45	288
67*/88	-14.89	20	-7.09*	71	-1.74	65	-4.18	58	0.69	13	0.26	40	0.82	21	396
36-N/88-K3653/2	32.87*	72	8.32*	1	0.21	16	-2.08	40	0.11	32	0.14	35	0.43	29	416
Line 1	-7.46	33	-3.45	54	-0.45	35	4.98	2	-0.41	50	0.03	38	1.14	17	486
Line 2	21.60	68	1.67	21	4.35**	1	1.92	7	-0.06	37	0.01	73	1.76	13	618
Line 3	21.35	67	4.46	8	2.14	5	0.83	14	-0.25	44	0.29	46	3.36	2	565

Line 4	31.51*	71	4.51	7	0.15	18	0.43	17	-0.54	53	0.31	47	2.37	8	554
Line 6	-12.51	24	6.42	3	0.46	12	-0.08	23	0.70	12	0.26	50	2.16	10	570
Line 7	18.67	64	3.03	13	-0.57	40	-0.80	29	0.16	31	0.28	55	3.76	1	618
Line 8	13.99	59	0.41	29	0.03	21	-0.89	31	-0.10	39	0.72	65	-3.22	71	498
Line 9	11.31	55	7.47*	2	-0.46	36	-0.85	30	0.16	30	-0.36	6	1.55	15	531
Line 10	-5.45	36	-0.60	37	-0.14	28	0.07	22	0.10	33	-0.31	14	0.24	34	503
Line 11	-12.91	22	-3.95	58	-0.37	32	-3.73	54	-0.55	54	0.49	68	-0.24	37	493
Line 12	-17.01	17	-1.51	43	-0.70	43	-2.25	42	-0.09	38	0.20	32	3.01	4	435
Line 13	18.49	63	1.66	22	-0.89	47	-3.75	55	0.40	22	-0.01	53	3.30	3	672
Line 14	11.34	56	0.48	28	-0.44	34	-0.28	25	-0.14	42	-0.10	22	1.50	16	483
Line 16	12.20	58	-0.74	40	-0.61	41	0.43	16	1.03	5	-0.17	64	-1.26	56	505
Line 17	19.90	65	3.48	10	0.71	9	0.07	21	0.23	26	0.33	57	2.69	5	577
Line 18	-27.89	10	-8.18*	72	-0.71	44	-4.30	61	0.54	17	-0.34	12	-0.46	40	420
Line 19	21.27	66	2.28	17	-0.01	23	1.32	11	-0.89	63	0.19	29	2.54	6	536
Line 20	2.79	48	-0.53	36	0.51	11	-0.52	27	-0.41	49	0.22	42	0.37	30	510

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۸- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش شوری بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 8. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under salt stress conditions

Name	Origin	GWME	Rank	APWP	Rank	WETP	Rank	WEoutP	Ran	EDWG	Ran	Sum of ranks
P3L2	Kermanshah	-9.49	69	54.49	65	-9.38	21	-8.65	60	-0.92	55	474
P11L2	Kermanshah	-2.63	47	-95.21	9	-14.71	6	-10.42	65	-1.26	64	422
P15L16Kahriz	Kermanshah	-7.42	66	-13.89	43	-10.54	18	-9.75	62	-1.04	59	472
P9L3Kahriz	Kermanshah	5.82	18	31.62	58	-1.08	40	-1.34	37	-0.10	47	519
P13L2	Kermanshah	-6.35	61	-17.09	39	-11.63	14	-10.16	63	-0.48	53	432
P19L7Kahriz	Kermanshah	-6.84	62	-125.54*	3	-11.20	16	-7.96	57	0.19	43	341
P6L1	Kermanshah	-11.94	72	-114.31*	4	-17.21	3	-12.86	68	-0.08	45	253
P19L3Kahriz	Kermanshah	-5.95	60	-77.58	16	-12.27	12	-8.50	58	1.06	21	350
P14L1Kahriz	Kermanshah	-7.03	65	-132.50*	2	-21.46	1	-15.39	72	-3.73	73	360
P11L7	Kermanshah	11.56	7	58.76	67	4.18	55	4.63	19	-0.08	46	581
P14L2	Kermanshah	1.85	32	-18.44	36	1.36	48	2.76	24	0.66	33	530
P10L5	Kermanshah	-4.31	56	115.48*	72	-2.06	37	-4.60	49	-0.94	56	619
P1L4Kahrizi دیالل کرج	Kermanshah	-5.70	58	-16.32	40	-6.62	23	-6.47	52	-1.78	66	463

P11L6	Kermanshah	0.87	35	-46.01	28	-5.21	25	-3.22	45	-0.32	52	464
P13L3	Kermanshah	7.19	12	53.17	62	3.67	53	-2.89	43	-2.28	69	543
P3L4Kahriz	Kermanshah	-7.45	67	-63.43	24	-15.35	4	-11.17	67	-2.15	68	375
p1L5kahriz	Kermanshah	-2.76	49	-87.25	12	-10.83	17	-8.54	59	-1.01	58	356
P19L5Kahriz	Kermanshah	0.21	39	-101.34	8	-3.91	31	-2.15	41	1.76	15	427
P15L14	Kermanshah	-8.73	68	-19.41	33	-13.22	9	-14.12	70	-2.43	71	439
P16L6Kahriz	Kermanshah	-1.22	43	-21.74	32	-2.96	34	-2.71	42	1.88	9	489
P15L4	Kermanshah	6.93	14	-66.32	22	2.23	51	3.64	23	1.42	19	497
P11L9	Kermanshah	4.61	23	-31.68	31	0.41	44	0.62	29	-0.13	49	567
P13L1	Kermanshah	0.42	36	21.04	55	-10.38	19	-7.65	55	-2.77	72	498
P16L12Kahriz	Kermanshah	-3.58	52	-45.74	29	-8.35	22	-5.40	50	0.52	34	441
P10L9	Kermanshah	-6.87	63	-69.45	21	-11.98	13	-10.72	66	-1.04	60	435
Mo17	Kermanshah	1.47	33	-74.42	17	-4.37	29	-1.70	40	1.02	25	385
OH43/1-42	Kermanshah	-2.37	46	24.08	56	1.82	50	2.44	25	0.39	38	495
K615/1	Kermanshah	-5.20	57	-46.70	27	0.79	45	-0.12	32	1.87	10	451
OH43/1-42پدری	Karaj	-0.36	40	11.31	52	4.08	54	4.55	20	0.81	30	494
R59پدری	Karaj	0.40	37	-86.29	13	-3.94	30	-0.13	33	1.31	20	386
W37A	Karaj	7.00	13	-69.80	20	0.33	42	1.03	27	1.85	12	330
R319	Karaj	4.11	25	-107.93*	7	-2.07	36	-1.16	35	2.49	8	334
R59	Karaj	7.20	11	-15.48	41	1.36	49	4.47	21	0.44	37	460
W153R	Karaj	4.64	22	85.04	71	14.43	65	12.28	10	2.92	6	494
R59×R319	Karaj	-3.71	53	-18.26	37	-17.42	2	-13.90	69	-1.13	61	396
مادری دابل کراس ۳۷۰ (سینگل کراس)	Karaj	-3.78	54	-85.27	14	-4.57	28	-3.24	46	-0.59	54	312
B73(RFCORCMS)	Karaj	-12.34	73	-72.90	18	-12.76	10	-14.16	71	-0.97	57	319
ZK472221	Karaj	0.93	34	-88.91	11	7.44	56	7.86	17	2.76	7	374
K1263/1/1388	Mashhad	7.63	9	3.85	50	12.03	62	10.29	11	3.35	2	444
4*/89	Mashhad	0.39	38	-4.58	46	-1.33	39	-0.34	34	0.49	35	303
9/K19/1	Mashhad	2.62	29	-78.57	15	-3.56	33	-6.86	53	-1.20	62	291
25*/89	Mashhad	-4.15	55	-156.75**	1	-12.28	11	-7.22	54	0.45	36	317
S2/QPM/SUKMAاندونزی	Mashhad	-2.68	48	-3.78	47	-0.91	41	0.06	31	1.05	23	412
66*/1388	Mashhad	-0.44	41	-13.74	44	1.09	46	1.66	26	1.60	17	388
K166B/89&(14*k166B/1390)	Mashhad	-0.81	42	-63.88	23	-11.41	15	-7.87	56	-1.54	65	371
K18-B/1392ایزوله	Mashhad	-1.35	44	-70.64	19	-3.79	32	-1.39	38	1.86	11	357
7/K19/1	Mashhad	7.29	10	-17.81	38	10.12	58	10.01	12	3.01	4	510
23*/89	Mashhad	3.26	27	-2.59	48	1.30	47	0.64	28	1.79	13	419
70*/1388	Mashhad	-7.02	64	-109.77*	6	-5.76	24	-4.01	47	0.99	27	322
138*/89	Mashhad	4.94	20	53.57	64	-5.20	26	-3.03	44	0.22	41	420
k19*/1392ایزوله	Mashhad	-11.39	71	-114.18*	5	-14.74	5	-15.48	73	-1.92	67	279
1390/Popcorn-53or54خط	Mashhad	-5.72	59	-91.56	10	-13.23	8	-10.41	64	0.78	31	328
172*/89	Mashhad	-3.10	50	0.35	49	-4.83	27	-4.16	48	-0.23	50	288
8/K19/1	Mashhad	2.93	28	-54.51	25	-1.37	38	0.32	30	0.32	40	396
67*/88	Mashhad	6.20	16	-41.48	30	-2.15	35	-1.29	36	0.05	44	416
36-N/88-K3653/2	Mashhad											

Line 1	-	2.52	30	20.12	54	3.32	52	3.93	22	-0.31	51	486
Line 2	-	16.20	2	117.31*	73	42.95**	73	37.30*	1	4.74	1	618
Line 3	-	15.16	3	30.85	57	20.24	70	16.49	6	1.04	24	565
Line 4	-	10.65	8	52.13	61	12.52	63	9.37	15	0.74	32	554
Line 6	-	4.90	21	34.40	59	19.32	68	16.67	5	3.01	5	570
Line 7	-	18.64*	1	53.47	63	31.04*	72	26.32*	2	1.77	14	618
Line 8	-	-9.62	70	48.31	60	-10.32	20	-5.60	51	-1.25	63	498
Line 9	-	4.51	24	64.42	68	13.34	64	13.28	8	-0.10	48	531
Line 10	-	11.99	6	68.54	70	20.15	69	18.90	3	0.94	28	503
Line 11	-	3.27	26	-14.73	42	11.81	61	9.91	13	3.34	3	493
Line 12	-	6.39	15	-48.48	26	9.34	57	8.36	16	1.54	18	435
Line 13	-	14.71	4	-13.20	45	18.61	66	18.40	4	1.05	22	672
Line 14	-	5.99	17	-18.78	35	11.64	60	6.53	18	0.88	29	483
Line 16	-	-3.28	51	66.26	69	-13.49	7	-9.38	61	-2.29	70	505
Line 17	-	12.73	5	19.54	53	20.56	71	14.15	7	1.02	26	577
Line 18	-	-1.88	45	-19.19	34	0.36	43	-1.60	39	0.19	42	420
Line 19	-	5.35	19	57.08	66	19.18	67	12.98	9	0.35	39	536
Line 20	-	1.92	31	8.61	51	11.60	59	9.43	14	1.61	16	510

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

فایل تکمیلی ۸- برآورد ارزش اصلاحی صفات بیوشیمیایی و مرتبط با دانه در ژنوتیپ‌های ذرت (*Zea mays* L.) تحت شرایط تنش شوری بر اساس نشانگر مولکولی SNP

Supplementary file 8. Estimation of breeding value for studied biochemical and seed related traits in maize (*Zea mays* L.) genotypes based on SNP molecular marker under salt stress conditions

Name	CW	Rank	GW	Rank	GD	Rank	GH	Rank	Chl	Rank	CT	Rank	RWC	Rank	IL	Rank	Sum of ranks
P3L2	-0.82	54	0.06**	62	0.06	53	-0.29	16	-5.48	20	1.66	4	2.62	61	-10.41	17	474
P11L2	-0.89	56	0.04**	57	-0.26	36	-0.43	12	3.35	66	0.74	14	1.94	57	33.29*	71	422
P15L16Kahriz	-1.45	64	0.08**	68	-0.92	9	-0.40	13	-0.15	49	-0.86	57	1.67	56	-6.32	28	472
P9L3Kahriz	-0.81	53	0.07**	65	-0.49	24	-0.18	21	-0.51	47	-1.30	66	1.66	58	-16.46	1	519
P13L2	-0.83	55	-0.01**	37	-0.49	26	-0.56	8	-6.24	17	0.32	23	8.05	72	10.46	51	432
P19L7Kahriz	-0.53	46	0.05**	60	-0.92	8	-0.01	33	-20.01**	1	1.17	9	0.56	45	5.29	49	341
P6L1	-1.08	59	0.04**	58	-0.52	21	-0.62	5	-12.82*	3	1.09	10	-3.16	23	-2.55	32	253

P19L3Kahriz	0.25	25	0.04**	55	-0.85	10	0.08	35	-7.07	12	-0.30	39	0.91	49	-1.43	34	350
P14L1Kahriz	-2.54	73	0.02**	49	-0.34	33	-0.59	6	-9.43	7	1.48	6	3.92	66	2.75	43	360
P11L7	-0.03	31	0.02	47	0.15	55	0.27	47	3.90	69	0.93	13	-5.36	11	-8.61	20	581
P14L2	1.86	8	0.09	71	-0.47	27	0.25	44	-3.59	32	0.00	31	2.77	62	1.04	38	530
P10L5	-1.20	60	0.06	61	-0.34	32	0.32	48	0.50	53	0.45	20	7.71	70	-0.42	35	619
P1L4Kahriziدیالل کرج	-0.73	50	0.06	63	-0.76	12	0.57	61	-3.05	34	-0.62	48	2.93	63	-11.86	11	463
P11L6	-1.51	66	0.14	73	-0.51	22	-0.02	30	-2.61	38	2.01	2	2.62	60	-7.55	22	464
P13L3	-0.90	57	0.04	53	0.24	60	0.15	38	-4.71	24	2.87	1	-0.91	35	-13.98	3	543
P3L4Kahriz	-2.52	72	0.09	70	-1.30*	3	0.25	43	-4.99	22	1.24	8	1.69	55	-12.92	8	375
p1L5kahriz	-1.60	67	0.04	56	-1.08	5	0.39	52	-3.72	31	-0.84	56	-2.80	22	-13.54	4	356
P19L5Kahriz	-0.12	35	0.12	72	-0.96	7	0.26	46	-6.90	13	0.52	16	1.71	52	34.08*	72	427
P15L14	-2.16	71	0.08	67	-1.32*	2	-0.08	27	-3.85	30	-0.79	52	5.43	68	-8.58	21	439
P16L6Kahriz	-0.68	49	0.04	54	-0.54	20	-0.35	15	0.96	58	-0.01	33	6.81	69	14.80	57	489
P15L4	-0.05	33	0.09	69	-1.12*	4	0.48	55	-0.78	45	-0.56	47	2.31	59	24.43	64	497
P11L9	0.77	17	0.08	66	-0.23	38	0.32	49	1.51	60	0.02	30	4.73	67	14.93	58	567
P13L1	-2.07	70	-0.02	32	0.09	54	0.05	34	3.11	65	-0.82	53	-0.56	37	4.52	48	498
P16L12Kahriz	0.61	20	0.01	44	-1.46*	1	-1.36	1	3.39	67	-1.70	69	-6.53	10	18.35	59	441
P10L9	0.04	29	0.07	64	-0.70	13	-0.55	9	-0.59	46	-0.83	54	8.41	71	25.10*	66	435
Mo17	-0.15	37	0.02	48	-1.04	6	0.49	56	-11.32*	5	-0.72	50	-0.09	43	20.25	62	385
OH43/1-42	-1.05	58	-0.05	18	-0.64	16	-0.05	28	0.56	54	-1.71	70	1.00	44	3.42	45	495
K615/1	-0.49	45	-0.09	4	0.17	57	-0.05	29	4.27	71	-1.12	63	-4.57	15	12.45	55	451
OH43/1-42پدری	-0.79	51	-0.05	17	-0.56	19	0.19	41	1.34	59	-1.93	71	1.47	47	10.56	52	494
R59پدری	-0.38	41	-0.02	31	-0.13	42	0.10	37	2.94	64	-1.54	68	-1.37	29	-13.11	6	386
W37A	0.66	19	-0.06	11	-0.20	39	0.74	65	-8.87	10	-1.05	62	-9.17	6	-11.72	12	330
R319	0.75	18	-0.06	14	-0.37	30	0.73	64	-2.44	39	-1.28	65	-13.12*	1	-12.98	7	334
R59	-0.64	48	-0.01	36	-0.44	28	0.16	39	5.53	73	-1.93	72	0.14	39	-10.72	16	460
W153R	1.81	10	-0.09	3	0.29	64	0.50	57	1.84	61	0.99	12	-3.37	18	-13.50	5	494
R59ˌR319 مادری دابل کراس۳۷۰ (سینگل کراس)	-1.42	63	-0.02	29	0.46	70	0.45	54	-4.03	29	0.30	24	-1.73	25	-2.86	31	396
B73(RFCORCMS)	-0.23	39	-0.03	25	-0.57	18	-0.15	22	-2.85	35	-0.15	35	-3.01	19	11.30	54	312

	-1.38		-0.12	1	0.26	62	-1.2	2	0.14	50	-0.49	46	1.60	51	31.34*	70
ZK472221		62					1									319
	0.56		-0.05	15	-0.65	15	-0.14	23	0.60	55	0.46	18	-0.28	36	26.19*	68
K1263/1/1388		21														374
	3.59		-0.06	13	-0.30	35	0.33	50	3.65	68	0.22	26	-5.06	12	3.05	44
4*/89		4														444
	0.55		-0.06	10	-0.32	34	-0.24	19	-7.20	11	0.22	25	-8.31	7	18.54	60
9/K19/1		22														303
	-0.60		-0.03	28	-0.26	37	-0.12	24	-4.67	25	0.12	28	-12.48*	2	21.58	63
25*/89		47														291
	-0.45		-0.05	16	-0.09	46	-0.74	3	-1.20	43	0.19	27	-9.72	5	42.75**	73
S2/QPM/SUKMAاندونزی		43														317
	0.17		-0.08	7	0.15	56	0.21	42	-6.46	14	1.00	11	-8.51	8	0.28	36
66*/1388		27														412
	1.48		-0.12	2	0.01	49	-0.36	14	-6.01	18	-0.48	45	-6.96	9	1.97	41
K166B/89&(14*k166B/1390)		13														388
	-1.22		-0.04	21	-0.83	11	-0.10	25	-10.37*	6	-0.62	49	-4.87	40	10.86	53
K18-B/1392ایزوله		61														371
	0.28		-0.04	20	-0.50	23	-0.28	17	-9.07	9	-0.84	55	-0.97	34	19.48	61
7/K19/1		24														357
	3.63		-0.02	33	0.02	52	0.68	63	4.07	70	1.29	7	-4.39	13	28.81*	69
23*/89		3														510
	-0.41		-0.03	24	-0.58	17	0.99	70	-14.30**	2	0.47	17	-13.50**	3	0.82	37
70*/1388		42														419
	-0.12		-0.06	12	-0.39	29	-0.27	18	0.29	52	0.00	32	-2.80	21	26.05*	67
138*/89		34														322
	-0.47		-0.04	22	-0.69	14	-0.02	31	-5.44	21	-0.35	40	-2.08	28	-1.62	33
k19*/1392ایزوله		44														420
	-1.72		-0.07	9	-0.12	43	-0.65	4	-3.56	33	-0.43	44	4.20	65	-11.53	14
1390/Popcorn-53or54خط		68														279
	-0.79		-0.09	5	-0.05	48	-0.54	10	0.61	56	0.46	19	-1.40	27	9.42	50
172*/89		52														328
	-0.17		-0.07	8	-0.17	40	-0.58	7	-9.31	8	0.60	15	-9.59*	4	1.94	40
8/K19/1		38														288
	-0.28		-0.02	30	-0.10	45	0.42	53	-12.16*	4	1.84	3	-4.21	14	3.73	46
67*/88		40														396
	-0.14		-0.05	19	0.02	51	0.18	40	-6.42	15	-0.26	37	2.25	54	-10.13	18
36-N/88-K3653/2		36														416
	0.17		0.03	52	-0.14	41	0.82	67	-5.89	19	-1.00	59	-4.43	16	1.90	39
Line 1		26														486
	6.16**		0.00	39	0.75	72	0.52	58	2.66	63	-0.25	36	1.11	46	-12.85	9
Line 2		1														618
	1.83		0.00	40	0.31	65	1.05	72	-2.20	41	-0.27	38	-1.19	31	-6.76	25
Line 3		9														565
	1.16		-0.01	34	0.24	61	0.92	69	-4.35	26	0.05	29	-1.32	30	-5.30	29
Line 4		15														554
	1.93		0.03	51	0.38	67	0.25	45	-0.95	44	-4.24*	73	3.77	64	-6.54	27
Line 6		7														570
	3.12		0.01	45	0.23	59	0.89	68	-1.45	42	-1.03	61	0.20	38	2.06	42
Line 7		5														618
	-1.46		-0.08	6	0.46	71	-0.22	20	-4.90	23	-0.37	41	1.39	50	-6.61	26
Line 8		65														498
	0.03		0.00	41	0.26	63	0.54	60	0.21	51	0.36	21	-1.58	26	-11.58	13
Line 9		30														531
	5.19*		0.00	42	0.80	73	0.53	59	-6.40	16	-0.42	43	-4.21	17	-12.69	10
Line 10		2														503

	1.56		-0.04	23	-	44	0.7	66	-2.66	36	-	42	1.93	53	-4.22	30	
Line 11		11			0.11		5				0.40						493
	2.88		0.05	59	-	31	-	26	-4.23	27	-	51	1.39	48	4.23	47	
					0.36		0.0				0.73						
Line 12		6					8										435
	0.48		0.03	50	0.40	68	1.3	73	4.34	72	-	67	0.20	41	24.50	65	
Line 13		23					6				1.41						672
	1.35		-0.03	26	0.38	66	-	32	0.79	57	-	58	-2.79	20	14.05	56	
							0.0				0.86						
Line 14		14					1										483
	-1.80		-0.01	38	-	25	-	11	-4.14	28	1.55	5	9.29	73	-7.43	23	
					0.49		0.5										
Line 16		69					2										505
	1.56		0.00	43	0.18	58	1.0	71	-0.46	48	-	34	-1.06	33	-6.96	24	
Line 17		12					1				0.11						577
	1.03		-0.03	27	-	47	0.0	36	2.60	62	-	64	-1.12	32	-9.31	19	
Line 18		16			0.08		9				1.22						420
	0.15		0.02	46	0.02	50	0.6	62	-2.61	37	-	60	-2.39	24	-15.26	2	
Line 19		28					3				1.03						536
	-0.04		-0.01	35	0.43	69	0.3	51	-2.34	40	0.34	22	0.47	42	-10.87	15	
Line 20		32					8										510

DTE: Days to tassel emergence, DEE: Days to ear emergence, Ch: Chlorophyll rate, Il: Ion leakage, TLS: Total leaf surface, RWC: Relative water content, APWP: Aerial part weight of plant, WETP: Weight of ear together with pods, NGRE: Number of grain rows per ear, GD: Grain diameter, GW: Grain width, GH: Grain height, CW: Cob's weight, CT: Canopy temperature, EDWG: Ear diameter without grain, DFLWT: Distance from the flag leaf width to the tassel, DWFL: Dry weight of flag leaf, LANG: Leaf angle, LFNT: Length of first node to tassel, LNE: Leaf number on ear, NGR: Number of grain per row, NBT: Number of Branches in Tassel, TL: Tassel length, WEWoutP: Weight of ear without pods, GWME: Grain weight in main ear. *and **: Not-significant and significant at 5% and 1% probability levels, respectively.