

یک برنامه آنلاین جدید برای محاسبه آمار پایداری پارامتری و ناپارامتریک برای صفات محصول STABILITY

علیرضا پورابو غدره¹، محسن یوسفیان²، هدی مرادخانی³، پیتر پوچای^{4,6}، Kadambot HM Siddique⁵

فرضیه مطالعه: دسترسی به ارقام زراعی اصلاح شده پایه و اساس کشاورزی موفق است. ارقام جدید باید عملکرد بهبود یافته ای داشته باشند که توسط صفات کمی و کیفی تعیین می شود. فعل و انفعالات ژنوتیپ به محیط (GEI) برای صفات کمی مانند تناسب تولید مثل، طول عمر، قد، وزن، عملکرد و مقاومت به بیماری رخ می دهد. پایداری ژنوتیپ ها در طیف وسیعی از محیط ها را می توان با استفاده از تجزیه و تحلیل GEI تجزیه و تحلیل کرد. تجزیه و تحلیل GEI شامل تحلیل های تک متغیره و چند متغیره باهر دو مدل پارامتری و ناپارامتریک است.

روش ها و نتایج: برنامه STABILITYSOFT نرم افزار آنلاین مبتنی بر جاوا اسکریپت و R برای محاسبه چندین آمار پارامتریک و ناپارامتریک چند متغیره برای صفات مختلف محصول است. این آمار شامل مولفه میانگین واریانس و P_{Laisted} و P_{Peterson} (مولفه واریانس GE_{Plaisted}) (شاخص پایداری هم افزایی Wricke (دبلیو 2)، ضریب رگرسیون (ب) انحراف از رگرسیون (اس 2 واریانس پایداری شوکلا 20) ضریب واریانس محیطی (رزمه) آمار ناصر و هون (اس 1)، اس (2) معادله هان (اس 3) و اس (6)، آمار ناپارامتریک تناراسو (NP) و مجموع رتبه کانگ. این آمار در شناسایی ژنوتیپ های پایدار مهم است. از این رو، این برنامه می تواند ژنوتیپ ها را در آزمایش های محیطی متعدد برای یک مجموعه داده ای معین مقایسه و انتخاب کند. این برنامه از داده های مکرر در محیط ها و انواع داده های ماتریسی پشتیبانی می کند. صحت نتایج به دست آمده از این نرم افزار بر روی چندین گیاه زراعی آزمایش شد.

نتیجه گیری: این نرم افزار جدید یک رابط کاربر پسند برای تخمین دقیق آمارهای پایداری برای دانشمندان گیاهی، زراعت شناسان و پرورش دهندگانی که با حجم زیادی از داده های کمی سروکار دارند، فراهم می کند. این نرم افزار همچنین می تواند الگوهای رتبه بندی ژنوتیپ ها را نشان دهد و ارتباط بین آمارهای مختلف با عملکرد عملکرد را از طریق نمودار نقشه حرارتی توصیف کند. این نرم افزار در آدرس <https://mohsenyousefian.com/stabilitysoft> موجود است.

کلیدواژه ها: تطبیق پذیری؛ پایداری فنوتیپی؛ صفات کمی؛ روش رتبه بندی؛ STABILITY Soft.

دستنویشته دریافت شده در 15 آگوست 2018؛ بازبینی در 18 نوامبر 2018 پذیرفته شد.

گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران

مرکز پیش دانشگاهی دکتر هشترودی، تهران، ایران
گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه، ایران

واحد گیاه شناسی، موزه تاریخ طبیعی فنلاند، دانشگاه هلسینکی، صندوق پستی 7، هلسینکی FI-00014، فنلاند

موسسه کشاورزی UWA، دانشگاه استرالیای غربی، LB 5005، پرت، استرالیای غربی 6001، استرالیا

نویسنده مکاتبات: peter.poczai@helsinki.fi

نقل قول: پورابو غدره، ع.، م. یوسفیان، ج. مرادخانی، پ. پوکزی، و خ. ام. صدیق، 2019. STABILITYSOFT: یک برنامه آنلاین جدید برای محاسبه آمارهای پارامتری و ناپارامتریک برای صفات محصول. کاربرد در علوم گیاهی. 1(7): e1211.

doi:10.1002/aps3.1211

عملکرد و حتی مقاومت در برابر بیماری. شناسایی و انتخاب بعدی ارقام برتر در محیط های هدف از اهداف مهم مطالعات زراعی و اصلاح نباتات است (احمدی و همکاران، 2015؛ واعظی و همکاران، 2018). برای شناسایی واریته های برتر در محیط های مختلف، پرورش دهندگان گیاهی آزمایش هایی را در چندین سال و مکان ها انجام می دهند، معمولاً در طول مراحل نهایی رشد یک رقم. اثر GEI ارتباط مشاهده شده بین مقادیر فنوتیپی و فنوتیپی را کاهش می دهد و انتخاب بهترین رقم را پیچیده می کند (Ebdon and Gauch, 2002). تفسیر اثر GEI در چند محیط

برهمکنش های ژنوتیپ به محیط (GEI) به تغییرات در عملکرد ژنوتیپی در محیط های مختلف اشاره دارد. وجود GEI در آزمایش های چند محیطی یا به صورت پاسخ های ناسازگار ژنوتیپ های مختلف (نسبت به سایرین) به دلیل تغییرات در رتبه ژنوتیپی، یا به عنوان تفاوت مطلق بین ژنوتیپ های بدون تغییر رتبه بیان می شود (کروسا، 2012). این اثر را می توان برای ارزیابی صفات کمی با اهمیت اقتصادی - که اغلب در اصلاح نباتات و حیوانات، فارماکوژنومیک، اپیدمیولوژی ژنتیکی و تحقیقات زیست شناسی حفاظتی بررسی می شود - از جمله طول عمر، وزن، قد، زیست توده،

بسیاری از رویکردهای آماری برای استفاده از تجزیه و تحلیل پایداری برای تفسیر GEI پیشنهاد شده است که همه آنها بر اساس مدل های تک متغیره چند متغیره بوده اند (فلورس و همکاران، 1998). دو گروه آماری عمده برای تفسیر GEI با تجزیه و تحلیل عددی وجود دارد. گروه اول شامل روش های پارامتریک مانند ضریب رگرسیون (ب؛ فینلی و ویلکینسون، 1963)، واریانس انحراف از رگرسیون (اس؛ ابرهارت و راسل، 1966)، شاخص پایداری هم ارزی (Wricke، 1962) (دبلیو؛ واریانس پایداری شوکا، 1962)؛ و، شوکا، 1972)، ضریب واریانس محیطی (رزومه؛ فرانسسکو و کانبرگ، 1978)، مولفه میانگین واریانس (Plaised و Peterson؛ Peterson، 1959) GE Plaised و مولفه واریانس (اس؛ Peterson و Plaised؛ و شاخص پایداری عملکرد) (YSPlaisted، 1960؛ کانگ، 1991). این آمار پارامتریک در درجه اول برای ارزیابی پایداری ژنوتیپ با مرتبط کردن پاسخ های ژنوتیپی مشاهده شده (مانند عملکرد، ارتفاع بوته، محتوای روغن دانه) به نمونه ای از شرایط محیطی (مانند بارندگی، دما، تنش اسمزی، نوع خاک) استفاده می شود. آمارهای پایداری پارامتری دارای خواص مناسبی تحت مفروضات آماری معینی از جمله توزیع نرمال و همگنی واریانس خطاها و اثرات متقابل آنها است. با این حال، آمار پارامتریک ممکن است بهترین روش برای ارزیابی پایداری ژنوتیپ نباشد، اگر مفروضات برآورده نشود (هون، 1990). گروه دوم روش های تحلیلی شامل روش های ناپارامتریک مانند آمار ناسر و هون می باشد. (اس؛ اس؛ 2)؛ ناسرو هون، 1987)، معادله هان (اس؛ واس؛ 6)؛ هان، 1990)، آمار تنناراسو (NP) (من؛ تنناراسو، 1995)، مجموع رتبه کانگ (KR) (کانگ، 1988) و رتبه برتر فاکس (FOX) یا بالا-رتبه؛ فاکس و همکاران، 1990). آمارهای ناپارامتریک محیط ها و فنوتیپ ها را نسبت به عوامل زنده و غیر زنده توضیح می دهند. آمارهای ناپارامتریک جایگزینی امکان پذیر برای آمار پارامتریک هستند زیرا عملکرد آنها بر اساس داده های رتبه بندی شده است (ناسار و هون، 1987) و هیچ فرضی در مورد توزیع و همگنی واریانس خطاها مورد نیاز نیست. از آنجا که هر روش دارای محاسن و ضعف های خاص خود است، اکثر برنامه های اصلاحی در حال حاضر از هر دوی روش پارامتری و غیر پارامتری برای انتخاب ژنوتیپ های پایدار استفاده می کنند (Becker and Leon، 1988).

آمارهای پارامتریک و ناپارامتریک توسط محققان رشته های مختلف مورد استفاده قرار می گیرد، اما نبود بسته آماری کاربرپسند باعث می شود این روش ها برای کشاورزان و اصلاح کنندگان نباتات در دسترس نباشد. بررسی ادبیات نشان داد که مطالعات دیگر تلاش کرده اند کدهایی را برای SAS معرفی کنند (پیفو، 1999؛ حسین و همکاران، 2000؛ اکبرپور و همکاران، 2016؛ دیا و همکاران، 2016) یا R (برانکو، 2015؛ یاسین و اسکریچ، 2018) برای محاسبه برخی از شاخص های ثبات. جدول 1 ویژگی ها و قابلیت های موجود این کدها و بسته ها را با هم مقایسه می کند. در حال حاضر، محققان علاقه مند به استفاده از آمار پایداری ملزم به استفاده از چندین برنامه برای به دست آوردن نتایج مطلوب هستند و برنامه های کاربردی بیشتری برای توصیف و تجسم همبستگی بین این پرامترها، که برای انتخاب واریته های پایدار بسیار مهم هستند، مورد نیاز است.

در سمت سرور نوشته شده است و به عنوان یک برنامه وب در دسترس است PHP با جاوا اسکریپت در سمت مرورگر و STABILITYSOFT

برای کاربران پیشرفته موجود است که انعطاف پذیری بیشتری را ارائه می دهد. داده های مورد استفاده برای آزمایش نرم افزار به صورت آنلاین در دسترس هستند و می توانند به عنوان فایل های نمونه برای اجرای برنامه استفاده شوند. فایل ورودی در فرمت استاندارد فایل اکسل است که به طور گسترده توسط نرم افزارهای معروف دیگر پشتیبانی می شود. برنامه ماز دو نوع داده پشتیبانی می کند: (1) داده های مکرر در سراسر محیط ها سال، مکان، و سال \times مکان، با ژنوتیپ R نشان می دهد. این نرم افزار به صورت آنلاین قابل استفاده است و به زبان برنامه نویسی STABILITYSOFT دسترسی داشته باشند. شکل 1 جریان اطلاعات را در برنامه `pour-aboughadareh/stabilitysoft/` <https://github.com> و <https://mohsenyousefian.com> (2) داده های ماتریسی که شامل ژنوتیپ ها (ردیف ها) و محیط ها (ستون ها) است. این برنامه ابتدا میانگین صفت هدف را برای هر ژنوتیپ محاسبه می کند و سپس یک ماتریس داده بر اساس محیط ارائه می دهد. بر اساس ماتریس داده ها، نرم افزار چندین آمار پارامتری و ناپارامتریک تک متغیره، یعنی Plaisted و مولفه میانگین واریانس پترسون را محاسبه می کند. θ مولفه واریانس GE Plaisted (شخص پایداری هم ارزی Wricke (دبلیو، ضریب رگرسیون (ب) انحراف از رگرسیون $(\text{اس}2)$ واریانس پایداری شوک $(\text{اس}2)$ ضریب واریانس محیطی (رزمه) آمار ناپارامتریک ناصر و هون $(\text{اس}1)$ ، z ، $(\text{اس}2)$ ، و $(\text{اس}3)$ و $(\text{اس}6)$ آمار ناپارامتریک تناراسو $(\text{اس}NP)$ و مجموع رتبه کانگ. برای توضیحات بیشتر و جزئیات در مورد این آمار به پیوست مراجعه کنید. این برنامه همچنین گلهای رتبه بندی ژنوتیپ ها را بر اساس هر شاخص محاسبه می کند. پس از پیروی از دستورالعمل های مشخص شده در وب سایت، STABILITYSOFT یک خروجی اکسل ساده را در دو برگه جداگانه تولید می کند. برگه اول (با نام آمار) شامل میانگین عملکرد محصول به همراه 16 آمار پارامتری و ناپارامتریک و برگه دوم (رتبه ها) شامل رتبه بندی هر ژنوتیپ برای هر آماره به همراه مجموع رتبه ها (SR)، میانگین مجموع رتبه ها (ASR) و انحراف معیار (SD). ذکر این نکته ضروری است که رتبه ژنوتیپ ها برای ضریب رگرسیون (ب) محاسبه نمی شود زیرا یک آزمون معنی داری $(H_0: B \neq 1)$ باید برای تعیین پایداری با استفاده از این پارامتر انجام شود. برای جزئیات بیشتر، به $\text{Finlay and Wilkinson}$ (1963) مراجعه کنید. STABILITYSOFT همچنین یک نمودار نقشه حرارتی را بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون (پیرسون، 1895)، با استفاده از ابزارهای Canvas (W3C، کمبریج، ماساچوست، ایالات متحده آمریکا) برای نمایش روابط متقابل بین آمار پایداری و عملکرد بازده ارائه می دهد.

برای آزمایش این برنامه، دو نمونه و مجموعه داده جمع آوری شده از پنج آزمایش عملکرد در نخود و جو چمن (خطوط هاپلوئید پیشرشته و مضاعف) که از احمدی و همکاران جمع آوری شده اند، ارائه می کنیم. (1394)، خلیلی و پورابوغداره (1395) و واعظی و همکاران. (2018). در مثال اول از عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) استفاده کردیم برای 14 لاین نخود چمن پیشرشته رشد کرده در سه منطقه نیمه خشک ایران (کرمانشاه، گچساران و لرستان) طی چهار سال متوالی (2005-2008) (برای جزئیات بیشتر در مورد شرایط رشد و طراحی آزمایشی به احمدی و همکاران، 2015 مراجعه کنید). در این مثال، تنها از میانگین عملکرد دانه در سراسر تکرار برای محاسبات استفاده شد. میانگین عملکرد دانه به همراه 16 آمار پارامتری و ناپارامتریک در ضمیمه های S1 و S2 همراه با آزمون های معنی داری برای نشان داده شده است. اس (1) واس (2) آمار، روز، به ترتیب. به گفته ناسارو هون (1987)، اگر روز کمتر از مقدار بحرانی هستند² نتایج نشان می دهد که تفاوت های غیر قابل توجهی در پایداری رتبه در بین ژنوتیپ های مورد مطالعه رشد یافته در محیط های آزمایشی وجود دارد (Huhn, 1990). در برگ دوم فایل خروجی که "Ranks" نام دارد، رتبه هر ژنوتیپ برای هر آزمایش محاسبه می شود (پیوست S2). مقادیر محاسبه شده نشان می دهد که تفاوت های قابل توجه وجود دارد.

© 2023 Creative Commons Attribution 4.0 International License. All rights reserved. For more information, please visit <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.
Wiley Online Library on [26/04/2023]. See the Terms and Conditions (<https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions>) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

بین‌لایین‌های آزمایش شده از نظر عملکرد دانه، و پنج لاین (G7، G5، G9، G3 و G12) را می‌توان با عملکرد بالا در 9 محیط مختلف شناسایی کرد. محاسبه شده $اس(1)$ ، $اس(2)$ ، $اس(3)$ ، $اس(6)$ ، $اس(4)$ ، و $اس(3)$ آمار نشان داد که G3 پایدارترین خط است، اما با توجه به پارامترهای دیگر $اس(3)$ ، $اس(6)$ ، $اس(4)$ ، $اس(2)$ ، $اس(3)$ ، $اس(6)$ نیز دارای صفات پایدار می‌باشد. در این موارد، تابع نمودار نقشه حرارتی STABILITYSOFT بر اساس همبستگی پیرسون می‌تواند برای بررسی بیشتر روابط متقابل بین آمارهای مختلف پایداری مورد استفاده قرار گیرد. این نشان داد که عملکرد عملکرد فقط با شیب رگرسیون همبستگی مثبت دارد (ب) (ضمیمه S3). از آنجا که شناسایی خطوط پایدار بر اساس عملکرد دانه و پارامترهای تنها می‌تواند مشکل‌ساز باشد، همانطور که در این مثال نشان داده شده است، برنامه ما برآوردی از میانگین رتبه‌های مجموع (ASR) برای همه آمارها برای انتخاب خطوط پایدار بالقوه برتر ارائه می‌دهد. بر این اساس، ژنوتیپ با مقدار ASR پایین را می‌توان به عنوان ژنوتیپ پایدار برتر انتخاب کرد. مستقر

ورود اطلاعات:

برای شروع محاسبه، فایل دیتا با فرمت اکسل ارائه شود

جاوا اسکریپت (سمت کلاینت)

نتیجه‌گیری

عملکرد همراه با مقادیر پایین ASR را می‌توان به مناطق نیمه خشک یا مشابه ایران معرفی کرد. همچنین ژنوتیپ‌های G6 (1840 کیلوگرم در هکتار) و G12 (1923 کیلوگرم در هکتار) که دارای مقادیر قابل قبول ASR و عملکرد دانه پایین هستند، به عنوان ژنوتیپ‌های کم بازده شناسایی شدند، از این رو این ژنوتیپ‌ها را می‌توان به محیط‌های کشت حاشیه‌ای معرفی کرد.

استخراج داده‌ها و برچسب‌های ژنوتیپ از فایل ورودی

(سمت سرور) PHP

تحلیل آماری:

محاسبه‌آمار پارامتریک و ناپارامتریک برای هر ژنوتیپ
محاسبه‌رتبه‌های تمام آمار به جز ب‌من‌آمار برای هر ژنوتیپ
محاسبه‌ماتریس همبستگی از فایل داده‌های ورودی

جاوا اسکریپت (سمت کلاینت)

ساخت فایل اکسل از بخش تحلیل آماری رسم نمودار حرارتی از ماتریس همبستگی با استفاده از ابزار Canvas

فایل خروجی را به صورت فایل اکسل دانلود کنید
نمایش نمودار همبستگی

شکل 1. نمودار جریان اطلاعات برای ابزار نرم افزار STABILITYSOFT.

قدردانی

نویسندگان از دکتر محسن شکریگی (گروه ریاضی دانشگاه بین المللی امام خمینی) برای کمک در تشریح فرمول‌های ریاضی، پروفیسور جعفر احمدی و دکتر ولی الله یوسفی (گروه ژنتیک و اصلاح نباتات دانشگاه بین المللی امام خمینی) تشکر می‌کنند. پیشنهادات خود و دکتر بهروز واعظی و دکتر معروف خلیلی برای ارائه مجموعه داده‌های تست این نرم افزار.

دسترسی به داده‌ها

کد منبع مورد استفاده برای توسعه STABILITYSOFT در (stabilitysoft/)
https://github.com/pour-aboughadareh (GitHub موجود است).
STABILITYSOFT در https://mohsenyousefian.com/stabilitysoft/ موجود است.

اطلاعات پشتیبانی

اطلاعات پشتیبانی اضافی را می‌توان به صورت آنالیز در برگه اطلاعات پشتیبانی این مقاله یافت.

1. النور، شامه، "تحت محو: مخاطر OA تحت محو Creative Commons قابل اجرا، *Wiley* مراجعه کنید. <https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions>)، در کتابخانه آنلاین، *Readcube*، <https://sapsub.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ap3.1211>، 2019.9، 1680-1690.

