



یکبرنامه آنلاین جدید برای محاسبه آمار پایداری پارامتریو ناپارامتریک برای صفات محصول :SOFT

عليرضاپورابوغدره



محسن يوسفيان2 ،محسن



هدی مرادخانی₃، پیتر پوچای₄،4.6



دستنوشتهدریافت شده در 15 آگوست 2018؛ بازبینی در 18 نوامبر 2018يذيرفته شد.

اگروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاهتهران، کرج، ایران

2مرکز پیش دانشگاهی دکتر هشترودی، تهران، ایران ₃گروه بیوتکنولوژی و اصلاح نباتات، واحد کرمانشاه، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمانشاه،ایران

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

هموسسه کشاورزی UWA، دانشگاه استرالیای غربی، LB 5005، پرت، استرالیایغربی 6001، استرالیا

6نویسنده مکاتبات: peter.poczai@helsinki.fi

نقلقول: پورابوغدره، ع.، م. یوسفیان، ح. مرادخانی، پ. پوکزی، و خ.ام صدیق.2019. STABILITYSOFT: یک برنامه آنلاین جدید برای محاسبه آمارثباًت پارامتری و ناپارامتریک برای صفات محصول.*کاربرد در علوم* 7)1(: e1211. گياهي

doi:10.1002/aps3.1211

فرضیهمطالعه: دسترسی به ارقام زراعی اصلاح شده پایه و اساس کشاورزی موفق است. ارقام جدید باید عملکردبهبود یافته ای داشته باشند که توسط صفات کمی و کیفی تعیین می شود. فعل و انفعالات ژنوتیپبه محیط (GEI) برای صفات کمی مانند تناسب تولید مثل، طول عمر، قد، وزن، عملکرد و مقاومتبه بیماری رخ می دهد. پایداری ژنوتیپ ها در طیف وسیعی از محیط ها را می توان با استفاده ازتجزیه 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.

5Kadambot HM Siddique

روشها و نتایج: برنامه STABILITYSOFT نرم افزار آنلاین مبتنی بر جاوا اسکریپت و R برای محاسبه چندینآمار پارامتریک و ناپارامتریک چند متغیره برای صفات مختلف محصول است. این آمار شامل مولفهميانگين واريانس Plaisted و Peterson) مولفه واريانس GE Plaisted (heta)شاخص پايداړي همارزی Wricke (*دبلیو2*، ضریب رگرسیون (*ب*)انحراف از رگرسیون (*اس2*واریانس پایدا_یږی شوکلا (*2o* ضریبواریانس محیطی (*رزومه*)آمار ناصر و هون (*اس(۱)،اس(2)*معادله هان (*اس(3)و ایبر(6)*)، آمار ناپارامتریکتنناراسو (*NP*(ﷺ و مجموع رتبه کانگ. این آمار در شناسایی ژنوتیپ های پایدار مهم است. از اینرو، این برنامه می تواند ژنوتیپ ها را در آزمایش های محیطی متعدد برای یک مجموعه داده ای معینمقایسه و انتخاب کند. این برنامه از داده های مکرر در محیط ها و انواع داده های ماتریسی پشتیبانیمی کند. صحت نتایج به دست آمده از این نرم افزار بر روی چندین گیاه زراعی آزمایش شد.

نتیجهگیری: 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 مختلفبا عملکرد عملکرد را از طریق نمودار نقشه حرارتی توصیف کند. این نرم افزار در آدرس https://mohsenyousefian.com/stabilitysoft/ موجود است.

کلیدواژه هاتطبیق پذیری؛ پایداری فنوتیپی؛ صفات کمی؛ روش رتبه بندی؛ STABILITY Soft.

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

عملکردو حتی مقاومت در برابر بیماری. شناسایی و انتخاب بعدی ارقام برتردر محیط های هدف از اهداف مهم مطالعات زراعی و اصلاح نباتات است(احمدی و همکاران، 2015؛ واعظٰی و همکاران، 2018). برای شناساییواریته های برتر در محیط های مختلف، پرورش دهنده های گیاهیآزمایش هایی را در چندین سال و مکان ها انجام می دهند، معمولا ً درطول مراحل نهایی رشد یک رقم. اثر GEI ارتباط مشاهده شده بین مقادیرژنوتیپی و فنوتیپی را کاهش می دهد و انتخاب بهترین رقم را پیچیدهمی کند (Ebdon and Gauch, 2002). تفسیر اثر GEI در چند

آزمایشاتبه انتخاب گونه های پایدار برای طیف وسیعی از محیط ها کمک می کند(واعظی و همکاران، 2017).

بسیاریاز رویکردهای آماری برای استفاده از تجزیه و تحلیل پایداری برایتفسیر GEI پیشنهاد شده است که همه آنها بر اساس مدل های تک متغیرهو چند متغیره بوده اند (فلورس و همکاران، 1998). دو گروه آماری عمدهبرای تفسیر GEI با تجزیه و تحلیل عددی وجود دارد. گروه اول شامل روشهای پارامتریک مانند ضریب رگرسیون (*ب*;فینلی و ویلکینسون، 1963،واریانس انحراف از رگرسیون (*اس₂*; ابرهارت و راسل، 1966، شاخصپایداری هم ارزی Wricke (*دبلیو₂*(واریانس پایداری شوکلا ،) 2σ, Wricke، 1962; شوكلّا، 1972)، ضريب واريانس محيطي (*رزومه*; فرانسيسٍو كاننبرگ، 1978)، مولفه ميانگين واريانس Plaisted و و Peterson، 1959(، مولفه واريانس GE Plaisted); $oldsymbol{ heta}$) Peterson انگ، (و شاخصٍ پایداری عملکرد)960; *YS*Plaisted; کانگ، 1991). این آمار پارامتریک در درجه اول برای ارزیابی پایداری ژنوتیپ با مرتبطٍکردن پاسخ های ژنّوتیپی مشاهده شده (مانند عملکرد، ارتفاع بوته، محتواًیروغن دانه) به نمونه ای از شرایط محیطی (مانند بارندگی، دما، تنشاسمزی، نوع خاک) استفاده می شود. آمارهای پایداری پارامتری دارای خواصمناسبی تحت مفروضات آماری معینی از جمله توزیع نرمال و همگنیواریانس خطاها و اثرات متقابل آنها است. با این حال، آمار پارامتریکممکن است بهترین روش برای ارزیابی پایداری ژنوتیپ نباشد، اگرمفروضات برآورده نشود (هون، 1990). گروه دوم روش های تحلیلی شاملروش های ناپارامتریک مانند آمار ناصر و هون می باشد.*اس۱٫۰اس(۵٫* ناسارو هون، 1987)، معادله هان (*اس₍₃واس₆₎;* هان، 1990)، آمار تنناراسو(*NP_(س);* تنناراسو، 1995)، مجموع رتبه کانگ (*KR*یا*کانگ*; کانگ، 1988) و رتبه برتر فاكس (*FOX*يا*بالا-رتبه*; فاكس و همكاران، 1990). آمارهایناپارامتریک محیط ها و فنوتیپ ها را نسبت به عوامل زنده و غیر زندہتوضیح می دھند. آمارھای ناپارامتریک جایگزینی امکان پذیر برای آمار پارامتریکهستند زیرا عملکرد آنها بر اساس داده های رتبه بندی شده است(ناسار و هون، 1987) و هیچ فرضی در مورد توزیع و همگنی واریانسخطاها مورد نیاز نیست. از آنجا که هر روش دارای محاسن و ضعفهای خاص خود است، اکثر برنامه های اصلاحی در حال حاضر از هر دوروش پارامتری و غیر پارامتری برای انتخاب ژنوتیپ های پایدار استفاده مىكنند (Becker and Leon, 1988).

آمارهایپارامتریک و ناپارامتریک توسط محققان رشته های مختلف مورداستفاده قرار می گیرد، اما نبود بسته آماری کاربرپسند باعث می شود اینروش ها برای کشاورزان و اصلاح کنندگان نباتات در دسترس نباشد. بررسیادبیات نشان داد که مطالعات دیگر تلاش کرده اند کدهایی را برای SAS معرفی کنند (پیفو، 1999؛ حسین و همکاران، 2000؛ اکبرپور و همکاران، 2016؛ اکبرپور و همکاران، 2016؛ یاسین و همکاران، 2016؛ یاسین و اسکریج). ، 2018) برای محاسبه برخی از شاخص های ثبات. جدول 1 ویژگیها 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 استفادهاز چندین برنامه برای به دست آوردن نتایج مطلوب هستند و برنامههای کاربردی بیشتری برای توصیف و تجسم همبستگی بین این پارامترها،که برای انتخاب واریته های پایدار بسیار مهم هستند، مورد نیاز است.

روشها و نتایج

درسمت سرور نوشته شده است و به عنوان یک برنامه وب در دسترس استPHP با جاوا اسکریپت در سمت مرورگر و STABLITYSOFT

برایکاربران پیشرفته موجود است که انعطاف پذیری بیشتری را ارائه می دهد.داده های مورد استفاده برای آزمایش نرم افزار به صورت آنلاین در دسترسهستند و می توانند به عنوان فایل های نمونه برای اجرای برنامه استفادهشوند. فایل ورودی در فرمت استاندارد فایل اکسل است که به طورگسترده توسط نرم افزارهای معروف دیگر پشتیبانی می شود. برنامه مااز دو نوع داده پشتیبانی می کند: (1) داده های مکرر در سراسر محیط ها (سال، مکان، و سال × مکان)، با ژنوتیپ R نشان می دهد. این نرم افزار بهصورت آنلاین قابل استفاده است و به زبان برنامه نویسی STABILITYSOFT دسترسی داشته باشند. شکل 1 جریان اطلاعات را در رنامه /pour-aboughadareh/stabilitysoft برنامه GitHub)https://github.com به طور متناوب، کاربران می توانند به کدهایمنبع و مجموعه داده ها در ./stabilitysoft/ https://mohsenyousēfian.com*من*در سال*n*و مکان*متر*(یا محیط*ز* براییک سال یا یک مکان) و تکرار*ک*، و (2) داده های ماتریسی که شامل ژنوتیپها (ردیف ها) و محیط ها (ستون ها) است. این برنامه ابتدا میانگینصفت هدف را برای هر ژنوتیپ محاسبه می کند و سپس یک ماتریسداده بر اساس محیط ارائه می دهد. بر اساس ماتریس داده ها، نرمافزار چندین آمار پارامتری و ناپارامتریک تک متغیره، یعنِی Plaisted و مولفهمیانگین واریانس پترسون را محاسبه می کند.heta)مولفهٔ واریانس GE Plaisted)شاخص پاپداری هم ارزی Wricke (*دبلیو₂*، ۻۣریب رگرسیون(*ب*)انحراف ا<u>ز</u> رگرسیون (*اس₂*واریانس پایداری شوکلا (*c*∂ضریب واریانسمحیطی (*رزومه*) آمار ناپارامتریک ناصر و هون (*اس۱٫۱۰٫۱۱٫۱۱س(۱٫۶۰٫۱۵٫۹۰٫۱۰۰)* آمارناپارامتریک هان (*اسر₃واس₀*، آمار ناپارامتریک تنناراسو (*NP*س*و*و مجموعرتبه کانگ. برای توضیحات بیشتر و جزئیات در مورد این آمار به پیوست1 مراجعه کنید. این برنامه همچنین الگوهای رتبه بندی ژنوتیپ ها رابر اساس هر شاخص محاسبه می کند. پس از پیروی از دستورالعمل هایمشخص شِده در وِب سایت، STABILITYSOFT یک خروجی اکسل سادهرا در دو برگه جداگانه تولید می کند. برگه اول (با نام آمار) شامل میانگینعملکرد محصول به همراه 16 آمار پارامتری و ناپارامتریک و برگه دوم(رتبه ها) شامل رتبه بندی هر ژنوتیپ برای هر اماره به همراه مجموع رتبه ها(SR)، میانگین مجموع رتبه ها (ASR) و انحراف معیار (SD). ذکر ایننکته ضروری است که رتبه ژنوتیپ ها برای ضریب رگرسیون (*ب*) محاسبهنمی شود زیرا یک آزمون معنی داری (H0: B ≠ 1) باید برای تعیین پایداریبا استفاده از این پارامتر انجام شود. برای جزئیات بیشتر، به)Finlay and Wilkinson)1963(مراجعه كنيد. ŠTABILITYSOFT همچنینیک نمودار نقشه حرارتی را بر اساس ضرایب همبستگی پیرسون (

برایآزمایش این برنامه، دو نمونه و مجموعه داده جمع آوری شده از پنجآزمایش عملکرد در نخود و جو چمن (خطوط هاپلوئید پیشرفته 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 مثالاول از عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) استفاده کردیم-برای 14 لاین نخودچمن پیشرفته رشد کرده در سه منطقه نیمه خشک ایران (کرمانشاه، گچسارانو لرستان) طی چهار سال متوالی (2005-2008) (برای جزئیات بیشتردر مورد شرایط رشد و طراحی آزمایشی به احمدی و همکاران، 2015مراجعه کنید). . در این مثال، تنها از میانگین عملکرد دانه در سراسر تکراربرای محاسبات استفاده شد. میانگین عملکرد دانه به همراه 16 آمار پارامتریو ناپارامتریک در ضمیمه های S1 و S2 همراه با آزمون های معنی داریبرای نشان داده شده است.*اس_(۱)واس(ے*آمار،*زوز*،به ترتیب. به گفته ناسارو هون (1987)، اگر*ز*وزکمتر از مِقدار بحرانی هستند*χ₂*نتایج نشان می دهدکه تفاوت های غیر قابل توچهی در پایداری رتبه در بین ژنوتیپ های موردمطالعه رشد یافته در محیط های آزمایشی وجود دارد (Huhn, 1990) .در برگه دوم فایل خروجی که "Ranks" نام دارد، رتبه هر ژنوتیپ برای هر آمارمحاسبه می شود (پیوست S2). مقادیر محاسبه شده نشان می دهد كەتفاوت ھاي قابل توجھي وجود دارد

پیرسون،1895)، با استفاده از ابزارهای W3C) (W3C، کمبریج،

پایداریو عملکرد بازده ارائه می دهد.

ماساچوست،ایالات متحده آمریکا) برای نمایش روابط متقابل بین آمار

میز1.ظرفیت آماری و ویژگی های موجود STABILITYSOFT نسبت به سایر کدها و بسته ها.

	بستههای R		کدهایSAS				
STABILITY Soft	 ياسينو اسكريج(2018)	برانكو(2015)	دیاو همکاران (2016)	اکبرپور وهمکاران (2016)	حسينو همكاران (2000)	پيفو(1999)	ظرفیتآماری/ امکانات
							آمار
ایکس					ایکس		واریانسمیانگین ·
ایکس					ایکس		جزء واريانسGE
					Oucu.		و.ريانس <u>ا</u> ت جزء
ایکس	ایکس		ایکس		ایکس		همارزی Wricke
<i>~</i> 1			- 1				شاخصٍثبات
ایکس ایکس			ایکس ایکس		ایکس	ایکس	ضریبرگرسیون انداز
ایکس			ایکس		ایکس	ایکس	انحرافاز پسرفت
ایکس	ایکس		ایکس		ایکس	ایکس	پسر <i>ت</i> ثباتشوکلا
	0				_		واریانس
ایکس			ایکس		ایکس	ایکس	محیطی
							ضريباز
ایکس		ایکس		ایکس	ایکس		واریانس ناسارو هون
ایکس		ایکس		ایکس	ایکس		نائنارو هون ناپارامتریک
							آمارو هان
							آمار
ایکس		ایکس		ایکس			غیرتناراسو آ ا ا ا ا
ایکس	ایکس	ایکس			ایکس		آمارپارامتریک مجموعرتبه کانگ
ایکس	ایکس	ايحس			ايحس		همبستگی
							ضرایب
ایکس							الگوىرتبه بندى
							ژنوتیپها از طریق
ایکس							تمامآمار محاسىهاز
ایکس							محاسبهار آماربر اساس
							هردو نوع داده (داده
							ردیفو داده میانگین
							ماتریسی)
ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	امکانات پشتیبانیاز ویندوز
ایکس ایکس	ایکس ایکس	ایکس ایکس	ایکس ایکس	ایکس ایکس	ایکس ایکس	ایکس ایکس	پستیبانی ار ویندور پشتیبانیاز یونیکس/لینوکس
ایکس	ایکس	ایکس	ايتس	ایکس	ايحس	ايحس	پستیبانی از یونیدس <i>انی</i> تودس پشتیبانی از سیستم عامل مک
ایکس	O	O 1.					پسیباق رسیسم قاتی سے قابل حمل (بدون
_							نصبو راه اندازی)
ایکس							رابطکاربری گرافیکی (کاربر گرافیکی
	ا.ک.	ا، ک	ا، ک	ا. ک		اری	رابط) استفادهآفلاین
	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	ایکس	استفادهافلاین قابلیت
							فببيت

درنتایج ما (پیوست S2)، خطوط G6 (ASR = 3.44؛ SD = 3.01) و به دنبال آن SD = 5.13 :ASR = 5.69) G3 و G11 (ASR = 4.50؛ SD = 4.50) می توانند بهعنوان خطوط پایدار برای کشت انتخاب شوند. در مناطق نیمه خشک ایران

درمثال دوم، نرم افزار را با استفاده از داده های عملکرد دانه از یک آزمایشدو ساله (1395-1395) جو با استفاده از 18 ژنوتیپ کشت شده درچهار منطقه نیمه خشک ایران (گنبد، گچساران، مغان و لرستان) آزمایشکردیم. در هر مکان، طرح آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفیبا چهار تکرار بود. هر کرت آزمایشی شامل شش ردیف با فاصله ردیف. 17.5 سانتی متر بود. هر مکان عملیات کشاورزی بهینه را دریافت کرد،با عملکرد کل دانه برای هر ژنوتیپ که در زمان برداشت تخمین زده شد.فایل داده در GitHub با عنوان "Example5.xlsx" موجود است و نتایچدر ضمیمه 54 خلاصه شده است. عملکرد دانه (۷) بین 1820 تا عنواناولین آماره برای ارزیابی ژنوتیپ ها استفاده شد. G2 بالاترین عملکردبازده را داشت،

وروداطلاعات: برایشروع محاسبه، فایل دیتا با فرمت اکسل ارائه شود

جاوااسکریپت (سمت کلاینت)

استخراجداده ها و برچسب های ژنوتیپ از فایل ورودی

)سمت سرور(PHP

تحلیلآماری:

محاسبهآمار پارامتریک و ناپارامتریک برای هر ژنوتیپ محاسبهرتبه های تمام آمار به جزبمنآمار برای هر ژنوتیپ محاسبهماتریس همبستگی از فایل داده های ورودی

جاوااسكرييت (سمت كلاينت)

ساختفایل اکسل از بخش تحلیل آماری رسم نمودار حرارتیاز ماتریس همبستگی با استفاده از ابزار Canvas

> فایلخروجی را به صورت فایل اکسل دانلود کنید نمایشنمودار همبستگی

شکل1.نمودار جریان اطلاعات برای ابزار نرم افزار STABILITYSOFT.

بەدنبال آن G13، G5، G1 و G18 (2054، 2125، 2246، و 2053، و 2053 کیلوگرمدر هکتار) ۱۰ به ترتیب). دو آمار پارامتریک (*دبلیوzو)* نشان داد که ژنوتیپ هایG6 و G18 کمترین مقدار را داشتند و بنابراین لاین هّای پایداّرّ محسوبمی شوند. مطابق با*اس(۱)،اس(۱)،اس(۱)، واس(۱)*ژنوتیپ های G7 ، G2، G6 و G13 به عنوان ژنوتیپ های مطلوب انتخاب شدند. دو آمار (*NP* (۵/*NP*و) روند مشابهی را نشان داد، به طوری که G2 و G13 به عنوان ژنوتیپهای پایدار انتخاب شدند. انتخاب بر اساس*KR*آماره ژنوتیپ های باقيماندهرا به صورت G18 < G13 < G16 مرتب مي كند. نمودار نقشهحرارتی بر اساس همبستگی پیرسون نشان داد که*اس(۱٫۱۰اس(۱٫۵۰اس)۵۰*۰ و*اس⊚*همبستگی مثبت و معناداری با یکدیگر و با*۸۲٬۱۱۸۲۳، و۸۷۳)*(ضمیمهS5) و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معناداری با*بورزومه*. علاوه براین، عملکرد دانه نیز ارتباط مثبتی باheta،*دبلیود*، وau2، اما ارتباط مینفی باhetaر ارتباط $(z\sigma_{\bar{z}})NP_{i}(3)NP_{i}(3)NP_{i}(3)NP_{i}(3)$. دو آمار ($z\sigma_{\bar{z}}$) ارتباط منفیباheta. بر اساس این ارتباط و استفاده از روش رتبه بندی ادغام شده در STABILITYSOFT، توانستيم شش ژنوٍتيپ پايِدار (G13، G12، G6، G2 ، G18 و G1)_{(دا ش}ناسایی کنیم که دارای کمترین مّقادیر)4.81، 4.88 (ASR)4.81، و G1 بودند. ،5.13، ؒ5.63، 6.75، و 7.69، به ترتيب؛ پيوست S6). با توجه به عملکردعملکرد، دو ژنوتیپ پرمحصول (G1 [2054 کیلوگرم در هکتار)۔] و G2 [2415 کیلوگرم در هکتار-۱]) با مقادیر نسبتاً پایین ASR برای معرفی به محیط هایرشد مطلوب مناسب هستند، در حالی که دو ژنوتیپ (G13 [2246 كيلوگرم در هكتار)₁] و G18 [2053 كيلوگرم در هكتار₁]) با عملكردبالا و متوسط

عملکردهمراه با مقادیر پایین ASR را می توان به مناطق نیمه خشک یا مشابهایران معرفی کرد. همچنین ژنوتیپ های G6 (1840 کیلوگرم در مشابهایران معرفی کرد. همچنین ژنوتیپ های G6 (1923 کیلوگرم در هکتار)..۱) که دارای مقادیر قابل قبول ASR و عملکرد دانه پایین هستند، به عنوان ژنوتیپ های کم بازده شناساییشدند، از این رو این ژنوتیپ ها را می توان به محیط های کشت حاشیهای معرفی کرد.

نتیجهگیری

مایک نرم افزار آنلاین برای محاسبه چندین آمار پایداری پارامتری و ناپارامتریککه در شناسایی ژنوتیپ های محصول پایدار مهم هستند، توسعهدادیم. برخی از برنامه های آماری برای تجزیه و تحلیل پایداری در دسترسهستند، اما بر خلاف برنامه ما، آنها مستقل از پلت فرم نیستند و نمیتوانند تمام آمارهای مورد نیاز را محاسبه کنند. علاوه بر ویژگی های مطلوبفهرست شده در جدول 1، STABILITYSOFT دارای مزایای زیر نسبتبه سایر بسته های R و SAS است: (1) به طور مستقیم آمار پارامتریو ناپارامتریک مختلف را همراه با همبستگی پیرسون با دقت بالا محاسبهمی کند. (2) این یک نرم افزار چند پلتفرمی است که نیازی به دانلودیا نصب اضافی ندارد، محاسبات روی سرورهای PHP انجام می شود.و کاربران در هنگام استفاده از مجموعه داده های بزرگ به قدرت پردازشرایانه های خود محدود نمی شوند. (3) بر خلاف سایر کدهای مبتنی بربسته های SAS و R، که نیاز به دانش بیشتر کاربر در مورد این بسته ها دارند،STABILITYSOFT یک رابط کاربری مبتنی بر وب دارد. و (4) با تمام مرورگرهایاصلی (به عنوان مثال، گوگل کروم، موزیلا فایرفاکس) سازگار است.در نتیجه، ما انتظار داریم که این نرم افزار برای تجزیه و تحلیل داده هایضروری برای مطالعات پایداری مربوط به زراعت و اصلاح نباتات مفید باشد.برنامه ما همچنین قادر به تجسم روابط متقابل بین شاخص های مختلفاست که برای انتخاب انواع پایدار بسیار مهم است. STABILITYSOFT برای کشاورزان و پرورش دهندگان گیاهی که با حجم زیادیاز داده های کمی سروکار دارند و برای بررسی GEI و محاسبه دقیق پارامترهایپایداری به نرم افزار کاربر پسند نیاز دارند، مفید خواهد بود.

قدرداني

نویسندگاناز دکتر محسن شکربیگی (گروه ریاضی دانشگاه بین المللی امام خمینی) برای کمک در تشریح فرمول های ریاضی، پروفسور جعفر احمدی ودکتر ولی الله یوسفی (گروه ژنتیک و اصلاح نباتات دانشگاه بین المللی امامخمینی) تشکر می کنند. پیشنهادات خود و دکتر بهروز واعظی و دکتر معروفخلیلی برای ارائه مجموعه داده های تست این نرم افزار.

دسترسیبه داده ها

کدمنبع مورد استفاده برای توسعه STABILITYSOFT در Stabilitysoft/, GitHub)https://github.com/pour-aboughadareh موجود است. STABILITYSOFT در STABILITYSOFT در dithub://mohsenyousefian.com/stabilitysoft در موجوداست.

اطلاعاتپشتیبانی

اطلاعاتپشتیبانی اضافی را می توان به صورت آنلاین در برگه اطلاعات پشتیبانیاین مقاله یافت.

ضمیمهS13.آمار پایداری پارامتریک و ناپارامتریک محاسبه شده با STABILITYSOFT برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)₁) از 14 لاین پیشرفتهنخود چمن در 9 محیط مختلف در ایران.

ضمیمه\$2.رتبه های آمار ثبات پارامتری و ناپارامتریک محاسبه شده با STABILITYSOFT برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)۱۰) از 14 لاین پیشرفتهنخود چمن در 9 محیط مختلف در ایران.

ضمیمه\$4.آمار پایداری پارامتریک و ناپارامتریک محاسبه شده با STABILITYSOFT برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)-۱) از 18 ژنوتیپ جودر چهار محیط مختلف در ایران.

ضمیمه به این پیرسون برای میلی همبستگی پیرسون برای مثال ۱ رائه شده است. برای تعاریف کامل آمار به پیوست 1 مراجعه کنید. θ = مولفه واریانس میانگین θ = مولفه واریانس G برلیوg = شاخص پایداری هم ارزی Wrickeg بایداری هم ارزی Wrickeg = ضریب رگرسیون, g = از رگرسیون؛ g = خواریانس پایداری شوکلا؛ *رزومه* = ضریب واریانس محیطی g آمارناپارامتریک نصار و هون. *اس (قواس)* = آمار ناپارامتریک نمار و هون. اس (قوار) = مجموع رتبه کانگ. g = بازده.

ضمیمهS6.رتبه های آمار ثبات پارامتری و ناپارامتریک محاسبه شده با STABILITYSOFT برای عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)₋۱) از 18 ژنوتیپ جودر چهار محیط مختلف در ایران.

ادبیاتنقل شده

- احمدی،ج.، ب. واعظی، ع. شعبانی، ک. خادمی، س. فابریکی اورنگ و ع. پور ابوقادره.2015. اقدامات ناپارامتریک برای ثبات عملکرد در نخود چمن (*لتیروس ساتیوس*.خطوط پیشرفته در مناطق نیمه گرم).۔ا*مجله علوم و فنون کشاورزی*17: 1825-1838.
- اکبرپور،او.ا،، ح. دهقانی، ب. درخی لاله لو و ام اس کانگ. 2016. یک SAS ماکروبرای محاسبه آزمون های آماری جدول دو طرفه و شاخص های پایداری روش ناپارامتریکاز تعامل ژنوتیپ به محیط*.زراعت 38Acta Scientiarum*: 03-35.
 - بکر،اچ سی و جی. لئون. 1367. تجزیه و تحلیل پایداری در اصلاح نباتات.*گیاه پرورش*101: 23-1.
- المركزي به Branco, LC 2015. پکیج(تحلیل پایداری ناپارامتری Phenability R(. وبسایت https://cran.r-project.org/web/packages/phenability/phenability. pdf وبسایت 2018] [دسترسیدر 12 آگوست 2018].
 - ازتعامل ژنوتیپ × محیط تا ژن × محیط .2012 Crossa, J. 2012 تعاملذهنی*ژنومیک کنونی*13: 244-225.

- دیا،ام،، تی سی ونر و سی آرلانو. 1395. تجزیه و تحلیل ژنوتیپ × محیط تعامل(GE) با استفاده از برنامه نویسی SAS.*مجله کشاورزی*اثر اصلی افزایشی و ضربیدر .HG Gauch. 2002 و HG Gauch. 2002
- تجزیهو تحلیل واکنش آزمایشات عملکرد چمن چمن ملی: I. تفسیر برهمکنش ژنوتیپ× محیط،*علم زراعی*42: 496-489. ابرهارت، SAT و WA راسل. 1966.
 - پارامترهایپایداری برای مقایسه انواع*علم زراعی*6: 40-36.
- سازگاریدر یک طرفدار اصلاح نباتات .GN Wilkinson. 1963 و Finlay، KW، ک گرم*مجله تحقیقات کشاورزی استرالیا*14: 754-742. فلورس، اف.، ام تی مورنو، و جیآی کوبرو. 1998. مقایسه تک متغیره
- وروش های چند متغیره برای تجزیه و تحلیل محیط ها.*تحقیقات محصولات زراعی*56: 271.286
 - فاکس،پی، بی. اسکومند، بی. تامپسون، هی براون و آر. کورمیر. 1990. بازده و سازگاریتریتیکاله فنر هگزاپلوید*یوفیتیکا* 47: 64-57.
- فرانسیس،تی آر و ال دبلیو کاننبرگ. 1978. مطالعات پایداری محصول در فصل کوتاه ذرت:I. روشی توصیفی برای گروه بندی ژنوتیپ ها.*مجله علوم گیاهی کانادا*58: 1029-1034.
 - معیارهایناپارامتری پایداری فنوتیپی. بخش اول: نظریه .Huhn, M. 1990 *یوفیتیکا* 47: 194-189.
 - Hussein, MA, A. Bjornstad, and H. Aastveit. 2000. SASG×ESTAB: يک طرفدار SAS گرمبرای محاسبه ژنوتیپ × آمار پایداری محیط.*مجله کشاورزی*92: 459-454.
 - روشىبراى انتخاب ذرت با عملكرد بالا و پايدار .Kang, MS 1988 ژنوتيپها*ارتباطات تحقيقات غلات*16: 115-113.
 - روشاصلاح شده رتبه-جمع برای انتخاب پرمحصول، پایدار .1991 Kang، MS ژنوتیپهای گیاهی*ارتباطات تحقیقات غلات*19: 364-366.
 - خلیلی،م. و ع. پورابوغدره. 2016. پارامتریک و ناپارامتریک
- اقداماتیبرای ارزیابی پایداری عملکرد و سازگاری در لاین های هاپلوئید دوبل جو.*مجله علومو فنون کشاورزی*18: 803-789. ناسار، آر، و ام. هون. 1987. مطالعات برآورد پایداریفنوتیپی:
- آزمونهای اهمیت برای اندازه گیری های ناپارامتری پایداری فنوتیپی. *بیومتریک*43: 53-45.
 - پیرسون،ک. 1895. نکاتی در مورد رجعت و ارث در مورد دو والدین. *مجموعهمقالات انجمن سلطنتی لندن*58: 242-240.
- SAS. تجزیه و تحلیل پایداری با استفاده از سیستم .Piepho، HS 1999م*جله کشاورزی* 154-160:91
 - روشیکوتاهتر برای ارزیابی توانایی انتخابها .Plaisted, RL 1960 عملک دیه طور مداوم در مکان ها *مجله سبب زمینی آمریکاب ب*تکنیکی برای ارزر
- عملکردبه طور مداوم در مکان ها.*مجله سیب زمینی آمریکایی*تکنیکی برای ارزیابی توانایی.LC Peterson. 1959 و LC باتایی کا این این این این این این این توانایی.37: 166-172. Plaisted
- انتخاببه طور مداوم در مكان ها يا فصول مختلف.*مجله سيب زمينی آمريكايی*36: 381-385.
- -برخیاز جنبه های آماری پارتیشن بندی ژنوتیپ .Shukla, GK 1972 مولفههای محیطی تنوع*وراثت*23: 245-237. تنناراسو، ک. 1995. در مورد رویه های ناپارامتریکخاصی برای مطالعه ژن-
 - تعاملاتنوع-محیط و ثبات عملکرد. پایان نامه دکتری، دانشکده PJ، موسسه تحقیقاتکشاورزی هند، دهلی نو، هند.
- واعظی،ب، ع. پوراَبوغَدره، ر.محمدی، م. آرمیون، ع. مهربان، ط. حسینپور و م. دری. 1396. GGE biplot و تجزیه و تحلیل AMMI عملکرد عملکرد جودر ایران*.ارتباطات تحقیقات غلات*45: 511-500. واعظی، ب.، ع. پورابوغدره، ع.
- مهربان،ط.حسین پور، ر. محمدی،م.آرمیون و م.دری. 2018. استفاده از معیارهای پارامتریک و ناپارامتریک برایانتخاب خطوط جو پایدار و سازگار. *آرشیو زراعت و خاک شناسی*64: 611-597.
- Wricke, G. 1962. Übereine Methode zur Erfassung der ökologischen Streubreite درفلدورسوخن94.72eitschrift für Pflanzenzüchtung.
- یاسین،ام،، و کی ام اسکریج. 2018. تجزیه و تحلیل پایداری ژنوتیپ بر اساس محیط تعاملذهنی (GEI) (بسته R پایداری). وب سایت packages/stability/stability.pdf (دسترسی در 12 اوت https://cran.r-project. org/web

پیوست1.شرح آمار ثبات محاسبه شده برای صفات محصول توسط STABILITYSOFT.

تعریف	سمبل	پیوست: سرح امار نبات محاسبه سده برای آمار
.مولفهواریانس ژنوتیپ به محیط را پیشنهاد کردند)Peterson (۱959(Plaisted و Plaisted برهمکنشها (GEI) برای برهمکنش بین هر یک از جفت های احتمالی ژنوتیپ. این آمار میانگین تخمین برایهمه ترکیبات با یک ژنوتیپ مشترک را معیاری برای ثبات در نظر می گیرد. بر این اساس، ژنوتیپ هاییکه ارزش کمتری برای $oldsymbol{ heta}$ پایدارتر در نظر گرفته می شوند.	θ	مولفەميانگين واريانس
اینآمار یک معیار اصلاح شده برای پارامتر پایداری است. در این رویکرد، <i>من</i> ژنوتیپ ام است حذفشده از کل مجموعه داده ها و واریانس GEI از این زیر مجموعه، شاخص پایداری برای <i>من</i> ژنوتیپ امبر اساس این آمار، ژنوتیپ هایی که مقادیر بالاتری را برای ژنوتیپ نشان می دهند، پایدارتر در نظر گرفتهمی شوند.	$ heta_{(\omega)}$	مولفهواریانس GE
مفهوم ^{هّ} م ارزی را به عنوان سهم هر ژنوتیپ در)1962(Wricke مجموعمربعات GEI هم ارزی (<i>دبلیو)ازمن</i> امین ژنوتیپ برهمکنش آن با محیط است که مجذور و مجموعآن در میان محیط ها می باشد. بنابراین، ژنوتیپ های با مقادیر کم دارای انحرافات کمتری از میانگیندر بین محیط ها و پایدارتر هستند.	دبلیو: من	شاخصپایداری هم ارزی Wricke
ضریبرگرسیون (ب)پاسخ ژنوتیپ به شاخص محیطی است کهاز میانگین عملکرد همه ژنوتیپ ها در هر محیط به دست می آید (فینلی و ویلکینسون، 1963). اگرب تفاوتمعنی داری با 1 ندارد، سپس ژنوتیپ با تمام محیط ها سازگار است. آب>1 نشان دهنده ژنوتیپهایی با حساسیت پاُلاتر به تغییرات محیطی و ویژگی سازگاری بیشتر با محیط های پرمحصول است،در حالی که یکب< آ معیاری از مقاومت بیشتر در برابر تغییرات محیطی را توصیف می کند، در نتیجهویژگی سازگاری با محیط های کم بازده را افزایش می دهد.	ين	ضریبرگرسیون _آ
علاوهبر ضریب رگرسیون، واریانس انحراف از رگرسیون (<i>اس</i> 2) دارد بهعنوان یکی از پرمصرف ترین پارامترها برای انتخاب ژنوتیپ های پایدار پیشنهاد شده است. ُژنوتیپ هایدارای ی <i>ک اس</i> 2=0 پایدارترین خواهد بود، در حالی که ه <i>اس2></i> 0 نشان دهنده ثبات کمتر در همه محیطها است. از این روّ، ژنوتیپ های با مقادیر پایین تر مطلوب تریّن هستند (Eberhart, 1966). (Eberhart).	اسِي2	انحرافاز رگرسیون
شوکلا(1972) واریانس پایداری ژنوتیپ را پیشنهاد کرد <i>من</i> به عنوان واریانس آن در بین محیط ها پساز حذف اثرات اصلی وسایل محیطی. بر اساس این آمار، ژنوتیپ هایی با حداقل مقادیر پایدارتر در نظرگرفته شده اند.	<i>3</i> ۣ <i>σ</i>	واریانسپایداری شوکلا
ضریب تغییرات توسط فرانسیس و کاننبرگ (1978) به عنوان یک آماره ثبات پیشنهاد شده است. ازطریق ترکیب ضریب تغییرات، میانگین عملکرد و واریانس محیطی. ژنوتیپ های کم <i>رزومه</i> ،واریانس محیطیکم (EV) و بازده متوسط بالا _م ی _ه عنوان مطلوب ترین در نظر گرفته می شوند.	رن ^{ومه} من	ضریبواریانس محیطی
چهارآمار ناپارامتریک را پیشنهاد کردند: (۱))1987 (Nassar and Huhn)1997 و)1990 (Huhn)س، میانگیناختلاف رتبه مطلق یک ژنوتیپ در تمام محیط های آزمایش شده. (2) <i>اس:۵</i> ، واریانس بین رتبه هادر تمام محیط های آزمایش شده. (3) <i>س(3)مج</i> موع انحرافات مطلق برای هر ژنوتیپ نسبت به میانگینرتبه ها. و (4) <i>اس:۵</i> ، مجموع مجذورات رتبه برای هر ژنوتیپ نسبت به میانگین رتبه ها. برای محاسبهاین آمار، داده های میانگین عملکرد باید به رتبه هایی برای هر ژنوتیپ و محیط تبدیل شود و اگررتبه های آنها در بین محیط ها مشابه باشد، ژنوتیپ ها پایدار در نظر گرفته می شوند. کمترین مقدار برایهر یک از این آمارها نشان دهنده پایداری بالا برای یک ژنوتیپ خاص است.	اصف: اصف: اصف: اصف:	ناپارامتریکناسار و هون آمارو آمار هانب
چها(۱۹۰ <i>۲-۱۰)</i> آمار مجموعه ای از آمارهای پایداری ناپارامتریک جایگزین است که توسط تنناراسو(1995). این پارامترها بر اساس رتبه میانگین های تعدیل شده ژنوتیپ ها در هر محیط است.مقادیر پایین این آمار نشان دهنده ثبات بالا است.	(1)NP (2)NP (3)NP (4)NP	آمارناپارامتریک تنناراسو
مجموع _ا رتبه کانگ (کانگ، 1988) هم از بازده و هم استفاده می کند <i>چ</i> یبه عنوان معیار انتخاب این پارامتر a را می دهد وزن1 برای هر دو آمار عملکرد و پایداری برای شناسایی ژنوتیپ های پرمحصول و پایدار. ژنوتیپ با بیشترینعملکرد و کمتر <i>ozس</i> پس رتبه های عملکرد و واریانس پایداری برای هر ژنوتیپ اضافه می شود و ژنوتیپهایی با کمترین رتبه مجموع مطلوب ترین هستند.	کانگیا KR	مجموعرتبه کانگ

آبرای تعیین پایداری با استفاده از این پارامتر، آزمون معناداری (1 ≠ Hir.B) باید انجام شود. برای جزئیات بیشتر، به)1963 (Finlay and Wilkinson مراجعه کنید. بعلاوه*اس ین*آمار، دو آزمون معناداری برای *اس ری واس ی،* برای مثال *زوز*، محاسبه می شوند ٍ