magiran.com

تجزیه و تحلیل سطح پاسخ جوانه زنی ارقام یونجه در شرایط توام شوری کلرید سدیم ودرجه حرارت

حمیدرضا توکلی[1] ، سیدعلیرضا بهشتی[2]، مهدی نصیری محلاتی[3]*

چکیده

بمنظور تجزیه و تحلیل سطح پاسخ سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه ارقام یونجه در شرایط توام شوری و درجه حرارت آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا" تصادفی با چهار تکرار در محیط کنترل شده آزمایشگاهی به اجرا در آمد . تیمارهای آزمایش شامل ارقام متفاوت یونجه (همدانی ، قره یونجه و نیک شهری) و درجه حرارت درپنج سطح (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد) و غلظت های مختلف محلول شوری نمک طعام در چهارسطح (۰/۰۵ ، ۰/۱ و ۰/۲ مولار و آب مقطر به عنوان شاهد) بودند. نتایج حاصل از کاربرد روش تجزیه و تحلیل سطح پاسخ (که روش بسیار مطلوبی برای چنین داده هایی است) نشان داد که ضرایب رگرسیون جزء برای معادلات سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه برای هر رقم تغییر نمود و بنابراین سطح پاسخ برای ارقام تفاوت نشان داد. ضرایب بهترین معادلات برازش یافته برای این دو صفت در درجه حرارتهای متفاوت و شوری های ثابت در ارقام نیز تفاوت نشان داد. بطورکلی نتایج نشان داد که با افزایش توام شوری و درجه حرارت سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه در ارقام متفاوت یونجه کاهش یافت. چنین روش مطالعه ای می تواند مبنای انتخاب واریته های سازگار و متحمل به شرایط شوری و همچنین پیش بینی مناسبترین زمان کاشت براساس درجه حرارت مطلوب در شرایط متفاوت شوری قرار گیرد.

واژه های کلیدی : تجزیه و تحلیل سطح پاسخ ، آنالیز رگرسیون، یونجه ، درجه حرارت ، شوری کلرید سدیم

مقدمه

امروزه توجه زیادی در بین متخصصین علوم زراعی و باغبانی در ارتباط با شیوه مطلوب آماری بمنظور مقایسه میانگینها در روشهای مقایسه های چندگانه وجود دارد (۱، ۲، ۹، ۱۶). چو (۷) کاربرد نامطلوب آزمون های مقایسه های چندگانه را در مقایسه تیمارهایی که ذاتا فاکتوریل هستند و نیز در مقایسه سطوح مختلف یک عامل کمی خاطر نشان ساخته و تاکید کرد، اگر امکان تقسیم درجه آزادی تیمارها، زمانی که تیمارها شامل سطوح مختلف یک عامل کمی هستند وجود دارد، استفاده و کاربرد روشهای مقایسه های چندگانه نامناسب است. مطالعات دیگری (۹، ۱۰، ۱۵، ۱۶) نیز بر نامعقول و غیرموجه بودن استفاده از روش مقایسه چند دامنه ای دانکن در آزمایشات کشاورزی زمانی که کاربرد روشهای مطلوبتر و نیز قوی تری از جمله مقایسه های گروهی و یاآنالیز رگرسیون ممکن است تاکید دارد. بطور کلی استفاده از تستهای مقایسه های چندگانه در چند حالت مطلوب نیست .

۱- تیمارهایی که شامل سطوح مختلف متغیرهای کمی هستند .

۲- ترکیبهای دو یا چند عامل که هر یک دو یا چند سطح دارند.

۳- تیمارهای کمی که در آنها از قبل ترکیبهای خطی

---

* ۱و۲ اعضای هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی خراسان ، ۳عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

magiran.com

میانگین تیمارها مورد توجه خاص هستند (۹، ۱۶).

پیترسون (۱۶) بیان می کند که برای آزمایشاتی که در آنها تیمارها به سطوح مختلف عامل کمی درجه بندی شده اند روش بسیار مطلوبتر برازش توابع پاسخ با استفاده از تکنیک های رگرسیون است. بررسی های متغیرهای پیوسته از قبیل مقدار و تاریخ کاربرد علف کش ، برسریهای درجه حرارت یا دیگر پارامترهای محیطی که عمدتا در آزمایشهای مزرعه ای ، گلخانه ای و آزمایشگاهی کاربرد دارند، توسط آنالیز سطح پاسخ بسیار مطلوبتر از استفاده از آنالیز واریانس و آزمون چند دامنه ای دانکن است. کاربرد آنالیز سطح ، بویژه زمانی که هدف، پاسخ به تیمارهای مورد بررسی با استفاده از درون یابی نقاط حدواسط می باشد ، بسیار کارآمدتر است.

مید و پیک (۱۲) نیز گزارش کردند برای آزمایشاتی که در آنها تیمارها، سطوح مختلف یک یا چند عامل کمی از قبیل مقادیر کود، تراکم بوته، میزان بذر و ... هستند، یک شیوه بسیار مطلوب آماری کاربرد تابع سطح با استفاده از تکنیک رگرسیون است. اغلب و با توجه به هدف از ارائه مدل رگرسیون (توصیف داده ها، برآورد پارامترها ، پیش بینی متغیر وابسته و کنترل داده ها) یک تابع چند جمله ای درجه دوم برای توصیف تابع سطح کفایت می کند. اگر تابع برازش یافته معنی دار باشد، هر تفاوتی بین سطوح یک عامل و حتی سطوح حد واسط که در آزمایش مورد استفاده واقع نشده اند، صرفنظر از مقدار آن ، بر تابع پاسخ اثر خواهد داشت.

صرفنظر از چگونگی مکانیزم مقاومت گیاهان به تنش شوری (اجتناب یا تحمل) پاسخ به شوری در بین گونه های مختلف گیاهان زراعی در هنگام جوانه زنی تفاوت دارد و تحت تاثیر شرایط محیطی از جمله درجه حرارت قرار می گیرد لذا، واکنش گیاه نسبت به یک غلظت معین نمک را نمی توان بطور مطلق پیش بینی نمود (۱۴، ۱۸). بر این اساس یونجه *(Medicago sativa L.)* بعنوان گیاهی نسبتا متحمل به شوری و بیشتر به عنوان گیاهی حساس به شوری در مرحله استقرار مورد توجه است (۵، ۱۱، ۲۲) . اگر چه درصد جوانه زنی یونجه در خاکهای شور نسبت به سایر گیاهان علوفه ای بیشتر نیست اما سرعت بیشتر جوانه زنی یونجه که تحت تاثیر شرایط محیطی بویژه درجه حرارت است یکی از ویژگیهای بسیار مطلوب برای این گیاه بشمار می آید که این موضوع سبب کاهش زمان مواجه شدن بذور با نمکهای تجمع یافته در سطح خاک شده و این امکان را برای گیاه مهیا می سازد تا مدت زمان کمتری در معرض املاح قرار گیرد. افزایش شوری همراه با افزایش درجه حرارت بخصوص در ارقام یونجه مقاوم به سرما سبب کاهش درصد جوانه زنی می شود (۲۲) . گرچه مطالعات متعددی در ارتباط با اثر شوری و درجه حرارت به صورت جداگانه بر جوانه زنی ارقام یونجه انجام شده است (۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۱۱، ۱۷، ۱۹، ۲۰، ۲۲) اما قریب به اتفاق بررسیهای انجام یافته متکی بر کاربرد آنالیز واریانس و استفاده از روشهای مقایسه های چند گانه از جمله آزمون مقایسه ای چند دامنه ای دانکن برای ارائه نتایج بوده اند (۳، ۴، ۵، ۱۱، ۱۷، ۲۲) بعلاوه تاثیر توام درجه حرارت و شوری بر جوانه زنی ارقام یونجه مورد نظر و توجه نیز قرار نگرفته است. هدف از ارائه این مقاله کاربرد روش آنالیز سطح پاسخ با ارجاع به سرعت جوانه زنی و نیز طول ساقه چه ارقام مختلف یونجه در ارتباط با سطوح ثابت و مختلف شوری و درجه حرارت و بررسی کارایی این روش تجزیه و تحلیل داده ها می‌باشد.

مواد و روشها

داده های سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه بدست آمده از اجرای آزمایشی در آزمایشگاه کنترل و گواهی بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان در سال ۷۶ جمع آوری شده است (۱) برای کاربرد روش آنالیز سطح پاسخ مورد استفاده قرار گرفت. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری کاملا تصادفی در چهار تکرار انجام شد.

ارقام مختلف یونجه شامل سه رقم قره یونجه ، نیک شهری و همدانی از شش رقم مورد استفاده در مقاله اول که

magiran.com

بیشترین تفاوت ها را برای صفات مورد بررسی نشان دادند، انتخاب شدند. پنج سطح مختلف درجه حرارت شامل درجه حرارتهای ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ درجه سانتی گراد و چهار سطح غلظت های مختلف محلول شوری کلرید سد یم شامل صفر((شاهد) ، ۰/۰۵ ، ۰/۱ و ۰/۲) مولار برای کاربرد تجزیه و تحلیل سطح پاسخ مورد استفاده واقع شدند. محلول های مختلف شوری کلرید سدیم با استفاده از روش وانت هوف (۱) بدست آمد. چگونگی اندازه گیری صفات مورد نظر در این بررسی نیز در مقاله اول به تفضیل آمده است . برای هر رقم و به تفکیک با استفاده از تکنیک رگرسیون خطی چندگانه بهترین سطح پاسخ محاسبه و برازش یافت. معادله کلی حاکم برای مقادیر پیش بینی شده در مدل برازش شده برابر معادله ۱ بود.

معادله(۱)

$$Y = a_0 + a_1 X_1^2 + a_2 X_2 + a_3 X_2^2$$

که در آن Y سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه، a_0 عرض از مبدا وa_1 ، a_2 و a_3 ضرایب رگرسیون جز مدل می باشند، که نشان دهنده میزان تغییر در متغیر تابع (سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه) در اثر یک واحد تغییر در متغیر مستقل (شوری یا درجه حرارت) است در حالی که متغیر مستقل دیگر ثابت می باشد. X_1 وX_2 به ترتیب متغیرهای مستقل شوری و درجه حرارت می باشد. برای صفت سرعت جوانه زنی در ارقام قره یونجه و همدانی در مدل کلی توان دوم حرارت حذف شده است. این معادلات به تفکیک رقم و صفت مورد مطالعه در جدول (۱) آمده است. کنترل کفایت و اعتبار مدل از طریق آزمون نکوئی برازش[1] با استفاده از نرم افزارهای SAS و اسلاید رایت با تکیه بر معیارهای ارزیابی، ضریب تبیین تصحیح شده (r^2 adj) و میانگین مربعات مانده (MSD) حاصل شد. رگرسیون خطی بصورت منفرد نیز برای هر رقم در درجه حرارتهای مختلف و شوری های ثابت نیز برازش یافت. معادلات بدست آمده به تفکیک رقم و صفت مورد مطالعه در جدول (۲) نشان داده شده است. نمودارهای ارائه شده برای مدلهای برازش یافته سطح پاسخ نیز با استفاده از نرم افزار اسلاید رایت تنظیم شده است.

نتایج و بحث

نتایج آنالیز سطح پاسخ سرعت جوانه زنی سه رقم یونجه با ارجاع به درجه حرارت و شوری های مختلف تفاوت مشهودی را نشان داد. معادلات سطح پاسخ برای ارقام متفاوت همراه با ضریب رگرسیون جز و ضریب تبیین تصحیح شده در جدول (۱) آورده شده است . شکل ۱ به ترتیب نشان دهنده سطح پاسخ سرعت جوانه زنی ارقام همدانی (a)، قره یونجه (b) و نیک شهری (c) می باشند، چنانچه مشاهده می شود سرعت جوانه زنی ارقام در درجه حرارت ها وغلظت های مختلف شوری ، متفاوت می باشد. سطح پاسخ سرعت جوانه زنی برای دو رقم یونجه همدانی و قره یونجه با توجه به سازگاری این دو رقم به شرایط اقلیم سرد تقریبا مشابه و متفاوت با واکنش رقم نیک شهری سازگار با مناطق گرم بود. در مدل های ارائه شده (جدول ۱) ضریب رگرسیون جز برای توان دوم حرارت برای رقم نیک شهری نیز معنی دار ولی برای دو رقم دیگر معنی دار نبود ($P< ۰/۰۱$) و لذا چنانچه در اشکال مشهود است ، سطح پاسخ برای رقم نیک شهری‌صفحه‌ای منحنی وبرای فاصله دورقم همدانی و قره یونجه تقریبا صفحه‌ای صاف برازش یافته‌است. خطوط همتراز(خطوط کنتور)نیزبرای ارقام‌متفاوت‌بود(شکل ۲) وارقام عکس‌العمل‌های متفاوتی از سرعت جوانه زنی در شرایط متفاوت شوری و درجه حرارت نشان دادند .

1 – goodness of fit

magiran.com

جدول ۱- ضرایب رگرسیون جز و ضریب تبیین تصحیح شده برای معادلات پاسخ سطح سرعت جوانه زنی و طول سا قه چه در ارقام مختلف یونجه

	رقم	معادله	a_0	a_1	a_2	a_3	$r^2(adj)$
سرعت جوانه زنی	همدانی	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2$	۸/۷۷	-۳۳۸/۸۵	۱/۰۵		۰/۷۷
	قره یونجه	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2$	۱۱/۵۳	-۲۹۶/۸۱	۱/۰۳	-۰/۰۷	۰/۷۳
	نیک شهری	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2$	-۸/۵۵	-۲۲۶/۳۳	۳/۵۶		۰/۹۰
طول ساقه چه	همدانی	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2 + a_3x_2^2$	-۴/۱۱	-۷۹/۵۵	۰/۸۴	-۰/۰۲	۰/۹۱
	قره یونجه	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2 + a_3x_2^2$	-۴/۴۶	-۷۵/۳۴	۰/۹۲	-۰/۰۲	۰/۹۱
	نیک شهری	$y = a_0 + a_1x_1^2 + a_2x_2 + a_3x_2^2$	-۲/۷۳	-۸۰/۵۰	۰/۷۳۵	-۰/۰۱	۰/۹۱

y=سرعت جوانه زنی x_1 = شوری x_2= درجه حرارت

جدول ۲- ضریب رگرسیون برای بهترین معادلات برازش یافته در درجه حرارتهای متفاوت و شوری های ثابت برای سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه در ارقام متفاوت یونجه

	رقم	سطح شوری	معادله	a_0	a_1	$r^2(adj)$
سرعت جوانه زنی	**همدانی**	۰	$y = \frac{1}{a_0 + a_1/x^2}$	۰/۰۳	۱/۱۶	۰/۹۴
		۰/۰۵	$y = \frac{1}{a_0 + a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۴	۲۹/۱۰	۰/۹۹
		۰/۱	$\frac{1}{a_0 + a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۴	۳۴/۰۴	۰/۹۹
		۰/۲	$(a_0 + a_1/x)^2$	۵/۳۲	-۲۶/۵۶	۰/۸۹

magiran.com

	رقم	سطح شوری	معادله	a_0	a_1	r^2(adj)
طول ساقه چه	قره یونجه	۰	$y=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۳	۵/۱۳	۰/۹۱
		۰/۰۵	$y=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۳	۱۶/۶۷	۰/۹۸
		۰/۱	$\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۳	۱۲/۰۴	۰/۹۷
		۰/۲	$(a_0+a_1/x^2)^2$	۴/۸۷	-۱۲۱/۹	۰/۹۴
	نیک شهری	۰	$y=\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۰۳	۱/۸۳	۰/۹۷
		۰/۰۵	$\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۴	۵۲/۲۷	۰/۹۹
		۰/۱	$\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۰۴	۵۱/۸۹	۰/۹۹
		۰/۲	$(a_0+a_1/x)^2$	۶/۲۹	-۳۱/۳۵	۰/۹۴
	همدانی	۰	$y=\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۱۳	۲۷/۴۰	
		۰/۰۵	$y=\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۱۳	۳۹/۹۰	
		۰/۱	$y=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۳۱	۱۲۲۱۸/۹۳	
		۰/۲	$y=a_0+a_1x+a_2x^2$	-۳/۹۹	۰/۵۳	-۰/۰۱

y= سرعت جوانه زنی

x=درجه حر ارت

magiran.com

ادامه جدول ۲- ضریب رگرسیون برای بهترین معادلات برازش یافته در درجه حرارتهای متفاوت و شوری های ثابت برای سرعت جوانه زنی و طول ساقه چه در ارقام متفاوت یونجه

رقم	سطح شوری	معادله	a_0	a_1	a_2	r^2(adj)
قره یونجه	۰	$=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۱۹	۵۴۰۵/۴۳		۰/۹۶
	۰/۰۵	$\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۲۱	۷۳۴۴/۰۱		۰/۹۷
	۰/۱	$=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۲۷	۶۷۸۹/۷۸		۰/۹۴
	۰/۲	$=\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۶۸	۳۱۸۰۴/۴۶		۰/۹۸
نیک شهری	۰	$y=\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۱۴	۱۹/۵۵		۰/۹۵
	۰/۰۵	$\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۱۲	۳۰/۲۱		۰/۹۵
	۰/۱	$\frac{1}{a_0+a_1/x^2}$	۰/۱۹	۲۹/۵۷		۰/۸۵
	۰/۲	$\frac{1}{a_0+a_1e^{(-x)}}$	۰/۷۶	۲۴۸۰۴/۰۷		۰/۹۲

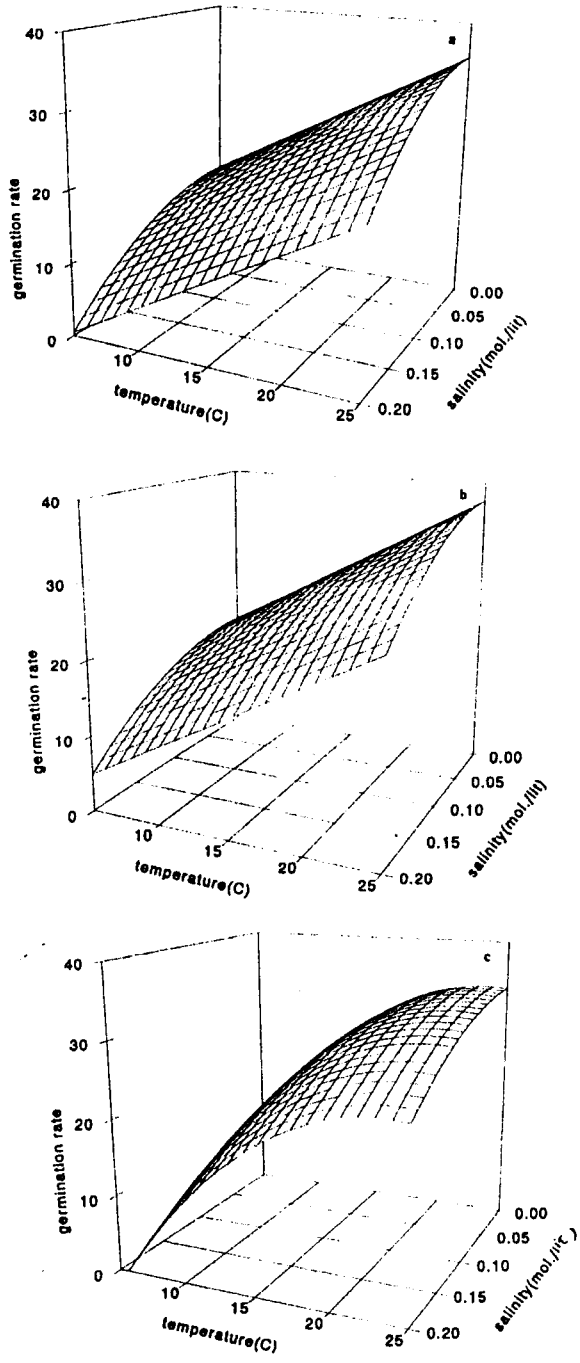
y= طول ساقه چه

x= درجه حرارت

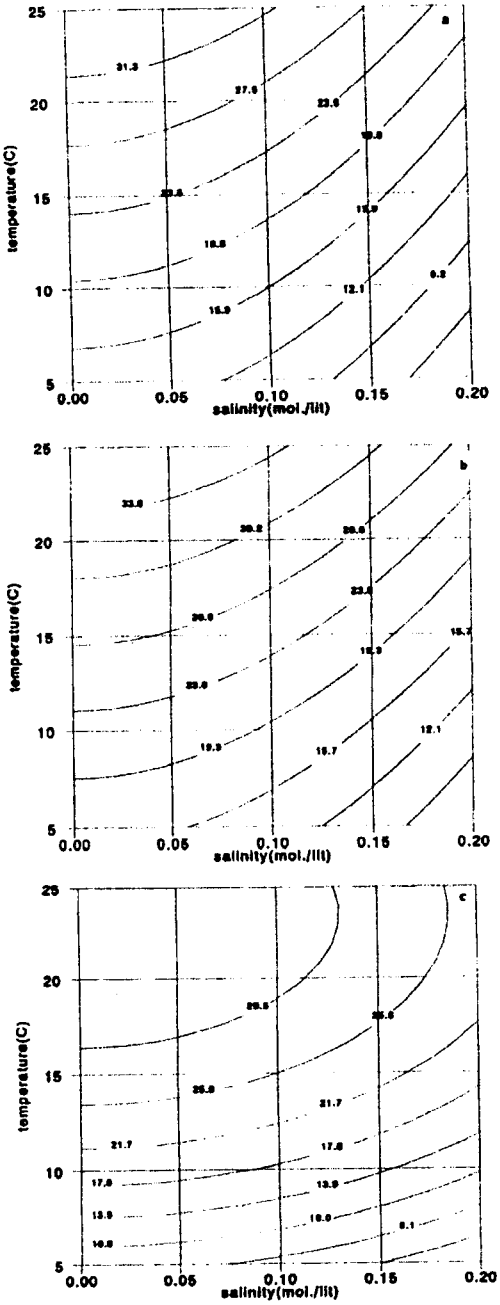
رقم نیک شهری در درجه حرارتهای بالاتر از ۲۰ درجه سانتیگراد در دامنه محدودتری از شوری نسبت به دو رقم دیگر سرعت بالای جوانه زنی را ارائه داد. همچنین رقم همدانی نسبت به دو رقم دیگر در دامنه درجه حرارت پائین ($^{\circ}C$ ۹-۵ $^{\circ}C$) و دامنه شوری های بالا (۰/۲ – ۰/۱۶ مولار) از سرعت جوانه زنی کمتری برخوردار بود .

معادلات سرعت جوانه زنی و ضرایب آنها به تفکیک رقم و در درجه حرارتهای متفاوت و شوری های ثابت در جدول (۲) ارائه شده است. چنانچه ملاحظه می شود بهترین معادله برازش یافته برای هر رقم در شوری های مختلف متفاوت است. شکل ۳ نشان می دهد که در رقم همدانی (3a) و در سطح شوری بالا (۰/۲ مولار) با افزایش درجه حرارت تغییرات سرعت جوانه زنی بسیار کمتر از دو رقم قره یونجه و نیک شهری بوده و از حدود ۵ دردرجه حرارت $^{\circ}C$ ۵ به ۱۵ در درجه حرارت $^{\circ}C$ ۲۵ رسید در حالیکه این تفاوت برای رقم نیک شهری از حدود ۷ به بالاتر از ۲۲ به ترتیب در درجه حرارت های $^{\circ}C$ ۵ و $^{\circ}C$ ۲۵ رسید. عکس العمل های هر سه رقم نشان داد که با افزایش درجه‌حرارت تفاوت عمده ای

magiran.com



شکل ۱- سطح پاسخ سرعت جوانه زنی ارقام یونجه
a همدانی، b قره یونجه، b نیک‌شهری درشرایط توأم شوری و درجه حرارت.

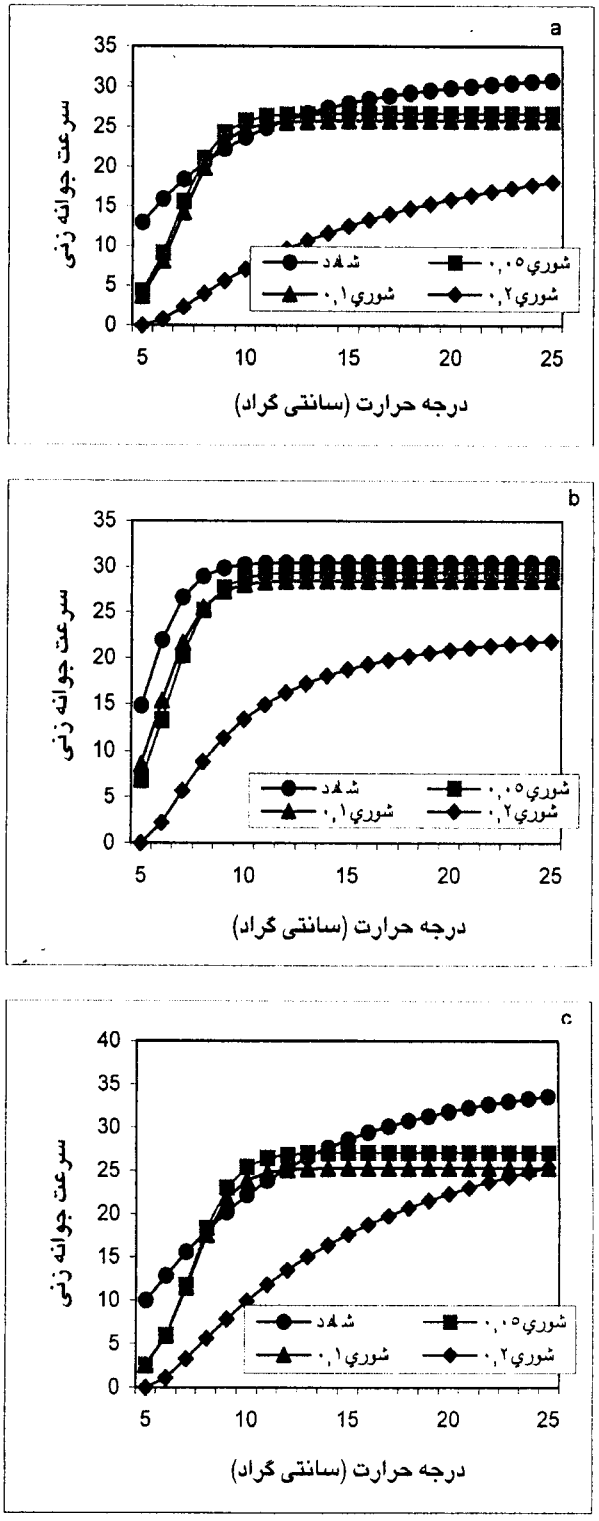


شکل ۲- خطوط همتراز سرعت جوانه زنی ارقام یونجه
a همدانی، b قره یونجه، b نیک‌شهری درشرایط توأم شوری و درجه حرارت.

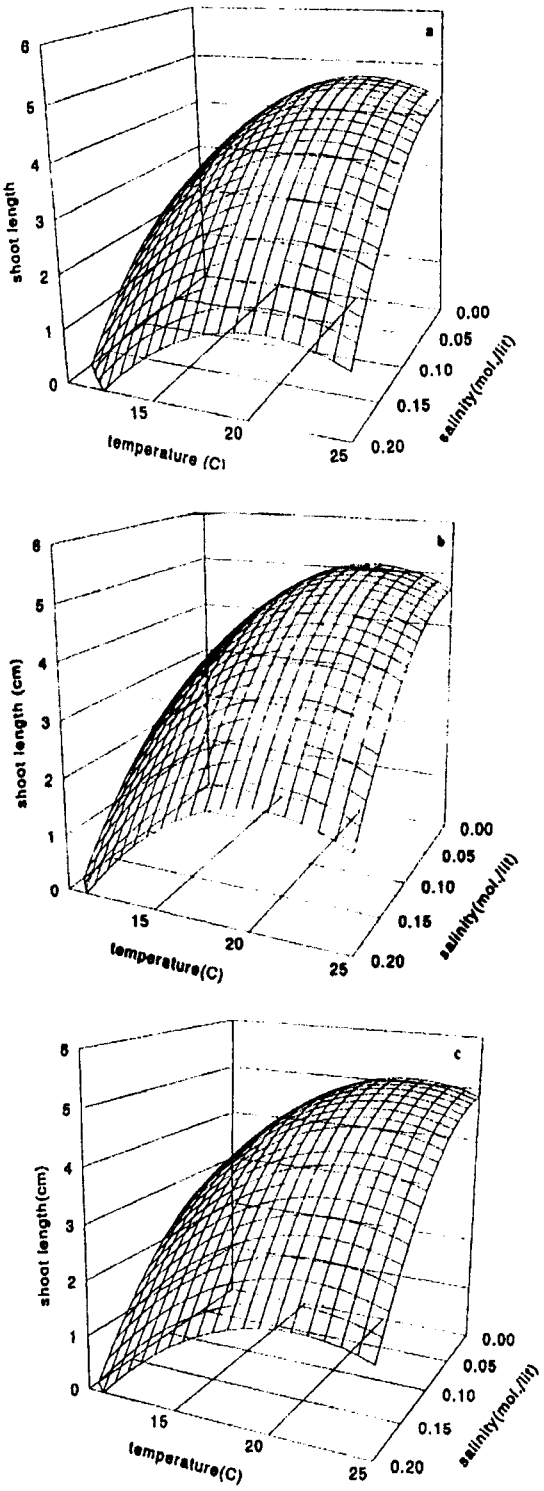
بین سطح شوری بالا (۰/۲ مولار) با سایر سطوح شوری وجود دارد و بعلاوه در دو رقم همدانی و نیک شهری با افزایش درجه حرارت بین دو سطح شوری ۰/۰۵ و ۰/۱ مولار با سطح شوری شاهد (صفر) اختلاف وجود داشت در صورتیکه چنین تفاوتی در رقم قره یونجه مشاهده نشد.

معادلات آنالیز سطح پاسخ طول ساقه چه در ارقام مورد بررسی نیز با ارجاع به درجه حرارت وشوری های مختلف و ضرایب رگرسیون جزء و ضریب تبیین تصحیح شده (r^2adj) در جدول (۱) نشان داده شده است . اگر چه این ضرایب با یکدیگر تفاوت دارند و اشکال پاسخ برای این معادلات

magiran.com

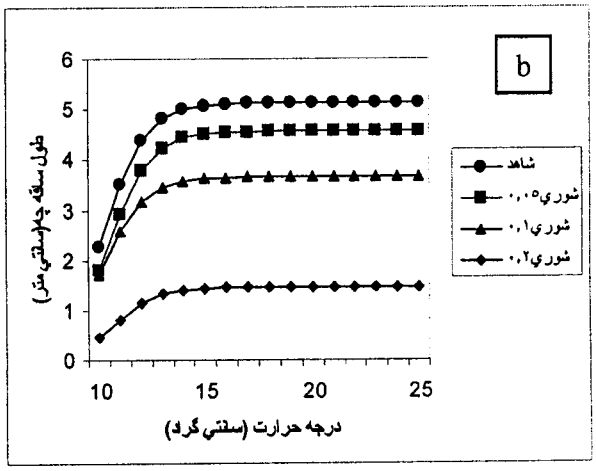


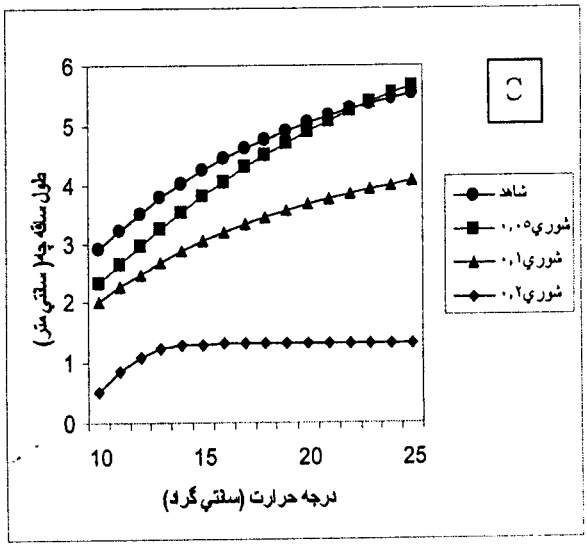
شکل ۳ – رگرسیون خطی حاصل از سطح پاسخ سرعت جوانه زنی ارقام یونجه a همدانی ، b قره یونجه ، c نیک شهری در شرایط توام شوری های ثابت و دامنه ای از درجه حرارتهای متفاوت

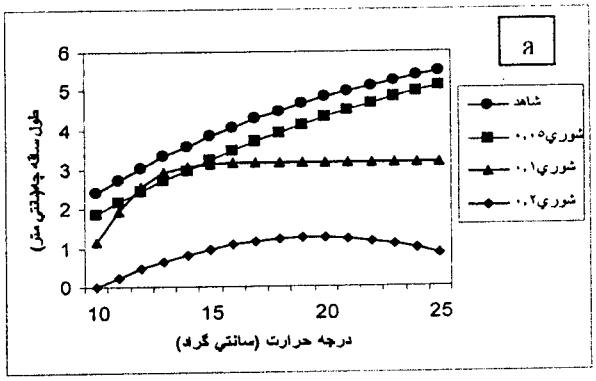


شکل ۲- سطح پاسخ طول ساقه چه ارقام یونجه.
a همدانی، b قره یونجه، b نیک‌شهری درشرایط توأم شوری و درجه‌حرارت.

magiran.com







شکل ۵ - رگرسیون خطی حاصل از سطح پاسخ طول ساقه چه ارقام یونجه a همدانی ، b قره یونجه ، c نیک شهری ، در شرایط توام شوری های ثابت و دامنه ای از درجه حرارتهای متفاوت

(شکل ۴) نیز تفاوت نشان داد اما این تفاوت بویژه در تیمارهای توام سطوح بالای شوری و درجه حرارت تفاوت فاحشی را نشان نمی دهد. نمایش صفحه پاسخ برای این صفت و برای هر سه رقم صفحه ای منحنی است و صفحه پاسخ برای دو رقم نیک شهری و قره یونجه علیرغم تفاوت در سازگاری به شرایط آب و هوایی از تشابه بیشتری در مقایسه با رقم همدانی برای صفت طول ساقه چه برخوردار می باشند. تظاهر سطح پاسخ برای این صفت نیز نشان داد که این صفت نیز به شدت تحت تاثیر شرایط توام شوری و درجه حرارت قرار گرفته و طول ساقه چه در شرایط متفاوت محیطی نوسانات شدیدی را نشان داد و چنانچه در شکل ۴ دیده می شود شیب صفحه برای هر سه رقم بسیار تند می باشد.

ضرایب بهترین معادله برازش یافته برای این صفت در درجه حرارتهای متفاوت و شوری های ثابت (جدول ۲) در ارقام مختلف یونجه تفاوت نشان داد. اشکال این معادلات در شکل ۵ نشان داده شده است. چنانچه ملاحظه می شود پاسخ هر یک از ارقام به سطوح متفاوت شوری، اختلاف نشان داد اگر چه در همه ارقام در بالاترین سطح شوری (۰/۲ مولار) طول ساقه چه در مقایسه با سایر سطوح به شدت کاهش نشان داد. در رقم قره یونجه با افزایش درجه حرارت ، در سطوح مختلف شوری به استثنای سطح ۰/۲ مولار طول ساقه چه عکس العمل ثابتی پس از ۱۰ درجه سانتی گراد نشان داد (شکل b ۵) حال آنکه در دو رقم همدانی و نیک شهری با افزایش درجه حرارت بویژه در دو سطح صفر و ۰/۰۵ مولار طول ساقه چه افزایش یافت (شکل 5c و 5a).

نتایج این بررسی نشان داد که با افزایش توام شوری و درجه حرارت سرعت جوانه زنی در ارقام یونجه کاهش یافت . استون و همکاران (۲۲) نیز نتیجه گرفتند با افزایش شوری بویژه در ارقام یونجه مقاوم به سرما و با افزایش درجه حرارت درصد جوانه زنی کاهش یافت.

واکنش جوانه زنی گیاهان مختلف از جمله یونجه به شرایط متغیر محیطی درجه حرارت و شوری متفاوت از الگوی واکنش این گیاهان در مرحله ظهور و استقرار است (۱۱). اگر چه در این مطالعه واکنش جوانه زنی ارقام یونجه به شرایط متفاوت شوری و درجه حرارت اختلاف نشان داد،

magiran.com

اما تحقیقات و مطالعات گسترده تری در آینده برای بررسی و غربال ارقام یونجه متحمل به شوری در مرحله جوانه زنی و بویژه در مرحله ظهور و استقرار در شرایط متفاوت حرارت محیط بمنظور ارزیابی خسارت هیپوکوتیل و کوتیلدون مورد نیاز است.

منابع

۱- بهشتی ، ع. ر.، ح. ر. توکلی، و ع. کوچکی. ۱۳۷۹ . تاثیر توام تنش شوری و دما بر جوانه زنی ارقام یونجه . مجله علوم و صنایع کشاورزی . جلد ۱۴: شماره ۱. ۷۹-۷۱.

۲- مقدم، م.، ا. محمدی شوطی، و م. آقایی سربرره. ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیره. انتشارات پیشتاز علم.

3- Al. Niemi, S. T., F. Campbell, and M. D. Rumbaugh. 1992. Response of alfalfa cultivars to salinity during germination and post-germination growth. Crop Sci. 32: 976-980.

4- Allen, S. G., A. K. Dobrnz, M. H. Schonhorst, and J. E. Stoner. 1983. Heritability of NaCL tolerance in germinating alfalfa seeds. Agron J. 77: 99-101.

5- Assadian, N. W., and S. Miyamoto. 1987. Salt effects on alfalfa seedling emergence. Agron. J. 79: 710-714.

6- Bauder, J. W., J. S. Jacobsen, and W. T. Lanier. 1992. Alfalfa emergence and survival response to irrigation water quality and soil series. Soil Sci. Am. J. 56: 890-896.

7- Chew, V. 1976. Comparing treatment means : A compendium. Hort Sci. 11: 348-357.

8- Doberenz, A. K., S. E. Smit, D. Poteet, and W. B. Miller. 1993. Carbohydrates in alfalfa seed developed for salt tolerance during germination. Agron. J. 85: 830-835.

9- Evans., R. A. , D. N. Book, and J. A. Young. 1982. Quadratic response surface analysis of seed-germination trials. Weed Sci. 30: 411-416.

10- Firbank, L. G., and A. R. Watkinson. 1985. On the analysis of competition within two-species mixtures of plants. J. Appl. Ecol. 22: 503-517.

11- Lehman, W. F., and F. E. Robinson . 1979. Progress in developing salt tolerance in alfalfa. P. 73-75. In proc. 9th California Alfalfa Symp.

12- Mead, R., and D. J. Pike. 1975. A review of response surface methodology from a biometric viewpoint. Biometrics. 31: 803-851.

13- Miyamoto, S., K. Piela, J. Davis, and L. B. Fenn. 1984. Salt effects on emergence and seedling mortality of guayule. Agron. J. 76: 295-300.

14- Munns, R., and R . A . James. 2003. Screening methods for salinity tolerance :a case study with tetraploid wheat. Plant and Soil.253:201-218.

15- Pantone, D. J., and B. Baker. John. 1991. Weed-crop competition models and response-surface analysis of red rice competition in cultivated rice: A review. Crop Sci. 31: 1105-1110.

16- Peterson, R. G. 1977. Use and misuse of multiple comparison procedures. Agron. J. 69: 205-208.

17- Redman, R. E. 1974. Osmotic and specific ion effects on the germination of alfalfa. Can. J. Bot. 52: 803-808.

18- Reynolds, M . P., J . I. Ortiz- Monasterio. and A. Mcnab . 2001. Application of physiology in wheat breeding .Mexico.D. F:CIMMYT.101-107.

19- Rumbaugh, M. D., D. A. Johnson, and B. M. Penderg. 1992. Germination inhibition of alfalfa by two-component salt mixtures. Crop Sci. 33: 1046-1050.

20- Rumbaugh, M. D., and M. Pendery. 1990. Germination salt resistance of alfalfa *(Medicago sativa L.)* germplasm in relation to subspecies and centers of diversity plant and soil 124, 47-51.

21- Smit , S. E., and A. K. Doberenz. 1993. Seed age and salt tolerance at germination in alfalfa. Crop Sci. 27: 1053-1056.

22- Stone, J. E., D. B. Mara, and A. K. Doberenz. 1979. Interaction of sodium chloride and temperature on germination of two alfalfa cultivars. Agron. J. 75: 425-427.

magiran.com

Response surface analysis of alfalfa cultivars germination on NaCl salinity and temperature integrated conditions

H.R. Tavakoli , A.R. Beheshti , M. Nassiri Mahalati [1]

Response surface analysis was applied to data of seed germination rate and shoot length of three alfalfa cultivars (Hamadany, Gharay Yonjehe, Nik shahri) in relation to temperature and salt integrated conditions . Completely randomized factorial experiment with four replications on five levels of temperature (5, 10, 15, 20, 25 ℃) and 4 levels of sodium chloride salinity (control, 0.05, 0.1, 0.2 molar) was conducted. Response surface was developed for each cultivar using multiple-regression techniques (in such situation this procedure is best appropriate for quantitative factors). Results showed that partial regression coefficient for germination rate and shoot length equations in each cultivar were varied and so response surface were changed. Coefficients of the best equation from the response surface of each cultivar for each salt level through a series of temperatures were changed. In general, result showed that by increasing of salinity and temperature range, germination rate and shoot length were decreased. These comparisons form a statistically valid basis to select the most adapted cultivars and predict the best planting time at suitable temperature and salt stress condition.

key words : Response surface analysis, regression analysis, *Medicago satival*, temperature, NaCl – salinity

1 ·Contribution from Khorasan Agricultural Research Center and College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad