



تأثير مقادير مختلف شوری سوديم کلوراید بر شاخص های جوانه زنی تخم باقلى (*Vicia faba* L.)

شمس الرحمن شمس^۱، محمد شفيق فايق^۱، زاهد پيکار^۱، عبدالخالق سايس^۲

^۱ديپارتمنت اگرومى، پوهنځى زراعت، پوهنتون کابل

^۲ديپارتمنت علوم حيوانى، پوهنځى زراعت، پوهنتون کابل

خلاصه

این تحقیق به منظور بررسی اثرات تنش شوری بر جوانه زنی و رشد ابتدایی بذرهای باقلای محلی ولایت بدخشان در سال ۱۴۰۴ در لابراتوار پوهنځى زراعت پوهنتون کابل انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) با سه تکرار و سه سطح شوری اجرا گردید. داده ها شامل درصد جوانه زنی، طول ریشه چه، طول ساقه چه، وزن تر و وزن خشک بود. نتایج نشان داد که شوری تأثیر معنی داری بر درصد جوانه زنی نداشت ($p > 0.05$)، اما رشد ریشه چه و ساقه چه به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت ($p < 0.05$) و در سطوح بالای شوری تقریباً متوقف شد. وزن تر و وزن خشک تفاوت معنی داری نشان ندادند. یافته ها بیانگر آن است که بذرهای باقلا توانایی جوانه زنی در شرایط شور را دارند، اما رشد گیاهچه به شدت آسیب می بیند؛ بنابراین درصد سبز شدن به تنهایی شاخص مناسبی برای تحمل شوری نیست. استفاده از شاخص های رشد ریشه چه و ساقه چه برای ارزیابی مقاومت به شوری توصیه می شود.

کلمات کلیدی: تنش شوری؛ باقلا؛ جوانه زنی تخم؛ رشد گیاهچه؛ تحمل پذیری شوری

Effects of Different Levels of Sodium Chloride Salinity on Germination Indices of Faba Bean (*Vicia faba* L.) Seeds.

Shamsurahman Shams^{1*}, Mohammad ShafiqFaieq¹, Zahid Paikar¹, Abdul Khaliq Sahes²

¹Department of Agronomy, Agriculture Faculty, Kabul University

²Animal Sciences Department, Agriculture Faculty, Kabul University

*Corresponding Author Email: shams.fda@gmail.com

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of salinity stress on germination and early seedling growth of local faba bean seeds from Badakhshan Province in 2025 at the laboratory of the Faculty of Agriculture, Kabul University. The experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with three replications and three salinity levels. Data were collected on germination percentage, radicle length, plumule length, fresh weight, and dry weight. The results indicated that salinity had no significant effect on germination percentage ($p > 0.05$), but significantly reduced radicle and plumule growth ($p < 0.05$), which was almost inhibited at higher salinity levels. Fresh and dry weights showed no significant differences among treatments. These findings suggest that although faba bean seeds can germinate under saline conditions, seedling growth is severely affected. Therefore, germination percentage alone may not be a reliable indicator of salt tolerance. The use of radicle and plumule growth parameters is recommended as more sensitive indices for assessing salinity tolerance.

Keywords: Salinity Stress; Faba Bean; Seed Germination; Seedling Growth; Salt Tolerance.

مقدمه

تخم یکی از مهم ترین اجزای چرخه زندگی نباتات است و نقش اساسی در تداوم نسل و استقرار آن ها در محیط های زراعتی دارد. تخم در واقع ساختاری کامل و بالغ است که جنین زنده نبات و مواد غذایی مورد نیاز برای آغاز رشد آن را در خود نگه می دارد و توسط پوست محافظ پوشانده شده است. در علم فزیولوژی تخم، جوانه زنی به عنوان نخستین مرحله فعال زندگی نبات شناخته می شود؛ پروسه که در آن جنین از

حالت سکون خارج شده و با بیرون آمدن ریشه چه از پوست تخم، رشد و استقرار نبات آغاز می‌گردد. مؤفقیت در این مرحله، پایه و شرط اصلی برای تولید و حاصل مناسب تمام نباتات زراعتی به‌شمار می‌رود (Megawer et al., 2017).

در میان نباتات زراعتی، حبوبات از جایگاه ویژه‌ای برخوردار اند. این گروه نه تنها منبع غنی پروتئین نباتی به‌شمار می‌روند، بلکه به دلیل توانایی نصب نایتروجن و نقش‌شان در پایداری سیستم‌های زراعتی نیز اهمیت بالایی دارند. باقلا (*Vicia faba* L.) که به خانواده لیگومیناسیه تعلق دارد، از جمله حبوبات مهم و قدیمی جهان است. این نبات با سطح زیر کشت بیش از ۴٫۲ میلیون هکتار و تولید سالانه حدود ۵٫۴ میلیون تن، از جمله چهارمین حبوبات مهم غذایی جهان به‌شمار می‌رود (Yazar et al., 2017). دانه‌های خشک باقلا دارای حدود ۲۵ تا ۴۰ درصد پروتئین و مقادیر قابل توجهی از مواد معدنی نظیر پوتاشیم، کلسیم و آهن هستند و از این رو، به‌عنوان یکی از منابع غذایی ارزشمند در تأمین پروتئین ارزان و قابل دسترس در کشورهای در حال توسعه شناخته می‌شود (Tawfik et al., 2018). افزون بر ارزش غذایی، توانایی این نبات در نصب نایتروجن از طریق زیست باهمی با بکتریاهای رایزوبیومی، موجب بهبود حاصلخیزی خاک و کاهش نیاز به کودهای کیمیاوی می‌شود که از نظر محیط زیست نیز اهمیت ویژه‌ای دارد (Jasim and Mhanna, 2014).

با وجود مزایای متعدد، رشد و تولید باقلا به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی به‌ویژه شوری خاک قرار دارد. شوری خاک یکی از جدی‌ترین مشکلات جهانی در ۱۰۱ هکتار ۱۰۱۱ روز است که میلیون‌ها هکتار از زمین‌های زراعتی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، را با کاهش حاصلخیزی روبه‌رو ساخته است. این پدیده با ایجاد فشار آسموسس، کاهش جذب آب و سمیت آیونی ناشی از تجمع آیون‌هایی چون سودیم و کلوراید، تعادل فیزیولوژیکی و بیوشمی نبات را بر هم می‌زند و در نهایت سبب کاهش جوانه‌زنی، رشد و حاصل می‌شود (Parande et al., 2014). مرحله جوانه‌زنی در این میان از حساس‌ترین مراحل رشد نبات است؛ زیرا هرگونه اختلال در آن می‌تواند منجر به کاهش تراکم بوته‌ها، کاهش رشد اولیه و کاهش حاصل اقتصادی محصول گردد (Hmissi et al., 2023).

در افغانستان نیز، شوری خاک یکی از موانع عمده تولیدات زراعتی محسوب می‌شود. تغییرات اقلیمی، کاهش بارندگی و مدیریت نادرست منابع آبی از عوامل تشدیدکننده این مشکل اند (FAO, 2024).

اهمیت این تحقیق تنها به جنبه علمی آن محدود نمی‌شود؛ بلکه دارای ارزش عملی، اقتصادی و اجتماعی نیز هست. با معرفی وراثتی‌های مقاوم به شوری و شناسایی حدود تحمل تخم باقل در برابر غلظت‌های مختلف نمک، می‌توان به دهاقین و برنامه‌ریزان زراعتی کمک کرد تا این نبات را در مناطق مستعد با مدیریت بهتر منابع آبی و خاکی کشت نمایند. چنین نتایجی می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری اراضی شور، بهبود درآمد دهاقین، کاهش فقر روستایی و ارتقای امنیت غذایی در کشور گردد. همچنان یافته‌های این تحقیق می‌تواند به‌عنوان گامی در جهت توسعه کشت باقلا در خاک‌های شور و تحقق زراعت پایدار در مناطق خشک و نیمه‌خشک افغانستان مورد استفاده قرار گیرد.

بر این اساس، تحقیق حاضر با هدف تأثیر مقادیر مختلف شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی تخم باقلا در شرایط لابراتواری انجام شده است تا ضمن تعیین میزان کاهش جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف نمک، درک بهتری از مقاومت فیزیولوژیکی تخم باقلا در برابر تنش شوری به‌دست آید.

مواد و روش

محل آزمایش و نوع نبات

این تحقیق بالای باقلای محلی در تابستان سال ۱۴۰۴ در لابراتوار دیپارتمنت اگرونومی، پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل انجام شد.

طرح مورد استفاده

این تجربه در قالب طرح کاملاً تصادفی (CRD) در سه تکرار طرح و اجرا گردید. ترتمنت‌های مورد بررسی در این تجربه، سه محلول نمک (۰، ۵۰، ۱۰۰ ملی مول) بودند.

پارامترها یا شاخص‌های قابل اندازه‌گیری

پارامترها یا شاخص‌های قابل اندازه‌گیری در این تحقیق شامل جوانه‌زنی (فیصدی)، طول ریشه‌چه (سانتی متر)، طول ساقه‌چه (سانتی متر)، طول گیاهچه (سانتی متر)، وزن تر و وزن خشک بودند.

تحلیل احصائیوی

برای محاسبات یا تحلیل احصائیوی این تحقیق از نرم افزار STAR استفاده گردیده و تفاوت بین ترتمنت‌ها با استفاده از آزمایش LSD یا Least Significant Deference Test دریافت شد.

نتایج و بحث

فیصدی جوانه‌زنی

به‌اساس نتیجه تحلیل احصایه‌وی تفاوت قابل ملاحظه در فیصدی جوانه‌زنی بین ترتمنت‌های مختلف (۰ ملی‌مول، ۵۰ ملی‌مول و ۱۰۰ ملی‌مول) وجود نداشت. یا این که فیصدی جوانه‌زنی تحت تاثیر اندازه‌های مختلف محلول نمک قرار نگرفته است (جدول ۱). با بررسی منابع مختلف در رابطه به این که فیصدی جوانه‌زنی در غلظت‌های مختلف نمک تحت تأثیر قرار نگرفته دریافت می‌گردد که برای بسیاری از انواع نباتات غلظت‌های کم تا متوسط نمک (مثلاً تا معادل ۵۰ ملی‌مول نمک) اثر منفی چشمگیر بالایی فیصدی نهایی جوانه‌زنی نشان نمی‌دهند، اما ممکن است سرعت جوانه‌زنی کند شده یا زمان جوانه‌زنی طولانی‌تر شود (Liu, Y et al., 2021). همچنان کاهش چشمگیر در فیصدی جوانه‌زنی معمولاً زمانی رخ می‌دهد که غلظت نمک از یک حد آستانه اثر (Threshold) فراتر رود (که این آستانه بین انواع نباتات متفاوت است؛ برای برخی معادل ۱۰۰ ملی‌مول یا بالاتر است) (Chartzoulakis and Loupassaki, 1997). بناءً عدم قابل ملاحظه بودن بین ۵۰ و ۱۰۰ ملی‌مول نمک می‌تواند نشان دهد که برای باق‌لی محلی استفاده شده در این تحقیق، آستانه آسیب نهایی بالاتر از ۱۰۰ ملی‌مول بوده است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات که توسط Wu et al., 2010; Chachar et al., 2008; Irik Bikmaz, 2024 انجام شده همخوانی دارد.

جدول ۱: تحلیل ورینس (ANOVA) فیصدی جوانه‌زنی

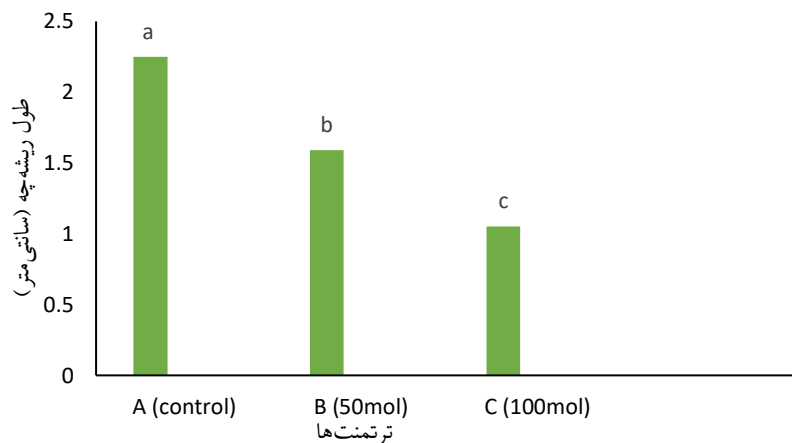
منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتمنت	۲	3441.53	1720.76	3.66	۰,۰۹
خطا	۶	2824.75	470.79		
کل	۸	6266.29			

طول ریشه‌چه

به‌اساس نتیجه تحلیل احصائیوی، تفاوت قابل ملاحظه ($p \leq 0,01$) در طول ریشه‌چه بین اندازه‌های مختلف نمک (۰ ملی‌مول، ۵۰ ملی‌مول و ۱۰۰ ملی‌مول) وجود دارد (جدول ۲). طوری که نتایج مقایسه اوسط ترتمنت‌ها با استفاده از آزمایش LSD نشان می‌دهد، در ترتمنت کنترل باق‌لا ۲,۲۵ سانتی‌متر طول ریشه‌چه را تولید نموده که از لحاظ احصائیوی با ترتمنت‌های دوم و سوم (بالترتیب ۵۰ ملی‌مول و ۱۰۰ ملی‌مول) اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0,05$) دارد (شکل ۱- و جدول ۶). طوری که ترتمنت‌های دوم و سوم بالترتیب ۱,۵۹ و ۱,۰۵ سانتی‌متر طول ریشه‌چه را تولید کرده و در مقام دوم و سوم قرار گرفتند. کاهش قابل ملاحظه طول ریشه‌چه در غلظت‌های ۵۰ ملی‌مول و ۱۰۰ ملی‌مول نمک بیانگر اثر مستقیم تنش شوری بر رشد اولیه باق‌لا است. این حالت در نتیجه کاهش پوتنشیل آسموسس و محدودیت جذب آب، سمیت آیونی ناشی از تجمع Na^+ و Cl^- و کاهش جذب عناصر ضروری مانند K^+ و Ca^{2+} رخ می‌دهد (Munns and Tester, 2008; Zhu, 2001). شوری همچنین تقسیم حجرات در مرستم ریشه را مهار و تولید آکسیجن فعال را افزایش می‌دهد که منجر به کوتاه شدن ریشه می‌گردد (Ashraf, 2009). مطالعات مشابه در لوبیا، نخود و باق‌لا نیز کاهش مشابهی در طول ریشه‌چه با افزایش نمک گزارش کرده‌اند (Kaymakanova and Stoeva, 2008; Benidire et al., 2015). از آنجا که ریشه مستقیماً در تماس با محیط شور است، شاخص حساس‌تر از ساقه برای سنجش تنش شوری محسوب می‌شود (Hasegawa et al., 2000). بنابراین نتایج حاضر تأیید می‌کند ۱۰۲ هبا وجود عدم تغییر درصد جوانه‌زنی، رشد پس‌جوانه به‌ویژه ریشه‌چه به‌سرعت تحت تأثیر تنش شوری قرار می‌گیرد.

جدول ۲: تحلیل ورینس (ANOVA) فیصدی جوانه‌زنی

منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتمنت	۲	2.16	1.08	17.41	۰,۰۰۳
خطا	۶	0.37	0.06		
کل	۸	2.54			



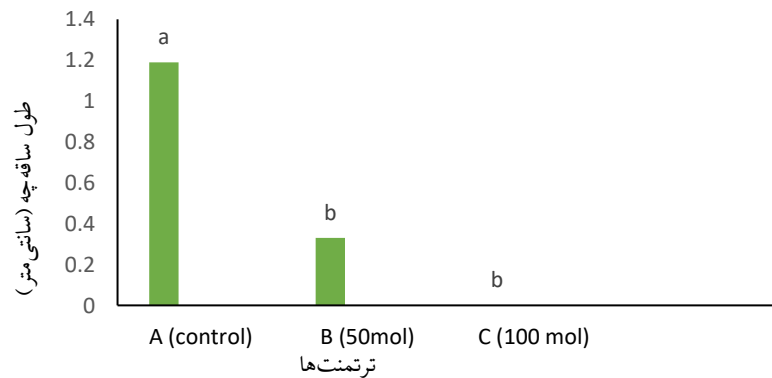
شکل ۱: اوسط طول ریشه چه باقلا در غلظت های مختلف نمک

طول ساقه چه

به اساس نتایج تحلیل ورینس دریافت گردید که اندازه های مختلف نمک بالای طول ساقه چه اثر قابل ملاحظه داشته است ($p \leq 0.01$) (جدول ۳). همچنان نتایج آزمایش LSD در سطح ($p \leq 0.05$) نشان داد که طول ساقه چه در اندازه های مختلف نمک از هم متفاوت اند، قسمی که در ترتمنت کنترول (۰ ملی مول) باقلا توانسته طول ساقه چه نسبتاً زیادی (۱،۱۹ سانتی متر) در مقایسه با ترتمنت ۵۰ ملی مول و ۱۰۰ ملی مول تولید نمایند (شکل ۲ و جدول ۶). قسمی که نتایج نشان داد که افزایش غلظت نمک از ۰ به ۵۰ و ۱۰۰ ملی مول موجب کاهش قابل ملاحظه در طول ساقه چه باقلا گردید. این روند بیانگر آن است که تنش شوری رشد هوایی گیاهچه را به طور مستقیم محدود می کند، زیرا فشار اسموتیک بیشتر مانع جذب آب، فوتوسنتیز و کشش حجروی در انساج ساقه می شود (Munns and Tester, 2008). نتایج مشابه در لوییا (Kaymakanova and Stoeva, 2008)، نخود (Chattha et al., 2022) و باقلا (Danial and Basset, 2024) نیز گزارش شده است که در آن طول ساقه چه با افزایش غلظت نمک به صورت خطی کاهش یافته است. از لحاظ فزیولوژیکی، کاهش رشد ساقه معمولاً پس از کاهش رشد ریشه رخ می دهد، زیرا انتقال آب و عناصر از ریشه به قسمت های هوایی محدود می شود (Hasegawa et al., 2000). بنابراین، نتایج حاضر نشان می دهد که شوری حتی در مراحل ابتدایی رشد می تواند توازن رشد ریشه چه و ساقه چه را برهم زده و موجب ضعف کلی گیاهچه گردد.

جدول ۳: تحلیل ورینس (ANOVA) طول ساقه چه

منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتمنت	۲	2.27	1.13	9.15	0.01
خطا	۶	0.74	0.12		
کل	۸	3.02			



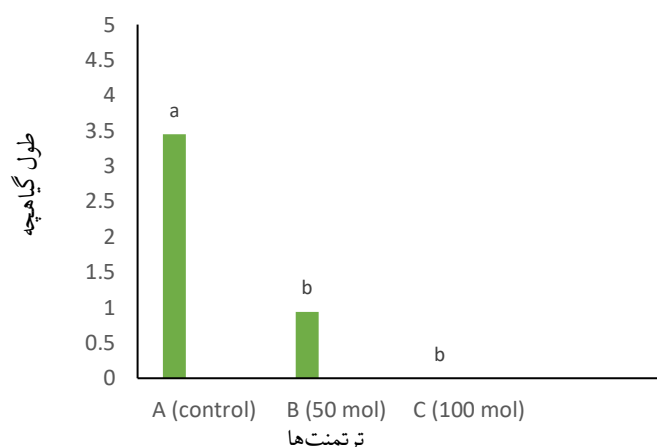
شکل ۲: اوسط طول ساقه‌چه باقلا در غلظت‌های مختلف نمک

طول گیاهچه

اثر اندازه‌های مختلف نمک بر بالای طول گیاهچه در باقلا در سطح احتمال ۱ درصد دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴). با توجه به جدول مقایسه اوسط ترتیمت‌ها، طول گیاهچه در نبات باقلا در ترتیمت اول (۰ ملی‌مول) با بقیه ترتیمت‌ها اختلاف قابل ملاحظه داشته است ($p \leq 0.05$) و معادل ۳٫۴۵ سانتی‌متر طول گیاهچه را تولید کرده است که نسبت به دو ترتیمت دیگر (۵۰ ملی‌مول و ۱۰۰ ملی‌مول) از برتری محسوسی برخوردار می‌باشد (شکل ۳ و جدول ۶). این یافته نشان‌دهنده اثر منفی تجمع نمک بر رشد کلی گیاهچه است. شوری سبب کاهش پوتنشیل آسموسس خاک، اختلال در جذب آب و ایجاد تنش آیونی می‌شود که در نهایت تقسیم و طویل شدن حجرات را محدود می‌سازد (Munns and Tester, 2008). از دید فزیولوژیکی، غلظت بالای Na^+ و Cl^- منجر به کاهش جذب عناصر ضروری مانند K^+ و Ca^{2+} می‌گردد، که برای رشد طبیعی قسمت‌های هوایی و زیرزمینی حیاتی‌اند (Parida and Das, 2005). افزون بر این، تجمع نمک در انساج تولید انواع آکسیجن فعال را افزایش داده و سبب تخریب غشاها می‌شود (Ashraf, 2009). مطالعات مشابه در نباتات مختلف از جمله نخود (Gholipoor et al., 2001)، لوبیا (Kaymakanova and Stoeva, 2008) و باقلا (Danial and Basset, 2024) نیز کاهش قابل ملاحظه در طول گیاهچه با افزایش سطح شوری گزارش کرده‌اند. بر این اساس، یافته‌های حاضر تأیید می‌کند که شوری یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده رشد اولیه باقلا است و کاهش طول گیاهچه می‌تواند شاخص حساس برای ارزیابی تحمل نبات به تنش نمک باشد.

جدول ۳: تحلیل ورینس (ANOVA) طول ساقه‌چه

منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتیمت	۲	19.05	9.52	10.76	0.01
خطا	۶	5.31	0.88		
کل	۸	24.37			



شکل ۳: اوسط طول گیاهچه باقلا در غلظت‌های مختلف نمک

وزن تر و وزن خشک

به اساس نتیجه تحلیل احصایه‌وی تفاوت قابل ملاحظه در وزن تر و وزن خشک بین ترتمنت‌های مختلف (۰ مول، ۵۰ مول و ۱۰۰ مول) وجود نداشت. یا این که وزن تر و وزن خشک تحت تاثیر اندازه‌های مختلف محلول نمک قرار نگرفته اند (جدول‌های ۴ و ۵). این نتایج با مفهوم مقاومت نسبی گیاهچه در مراحل اولیه رشد همخوانی دارد، چرا که برخی نباتات قادر اند تا سطوح شوری متوسط، تولید بایومس را حفظ کنند (Ashraf, 2004). مطالعات قبلی نشان داده‌اند که شوری کم تا متوسط ممکن است رشد طولی ریشه و ساقه را محدود کند اما تأثیر آن بر تولید مواد خشک یا وزن تر در مراحل اولیه اغلب کمتر مشهود است، زیرا نبات هنوز منابع کافی برای حفظ ساختار حجروی و ذخیره آب دارد (Munns & Tester, 2008; Parida & Das, 2005). علاوه بر این، عدم تغییر وزن تر و خشک می‌تواند ناشی از زمان کوتاه رشد در تحقیق، توانایی تطبیقی نبات در حفظ تعادل آبی و ترکیب آیونی محیط باشد. بنابراین، هرچند طول ریشه، ساقه و گیاهچه تحت تأثیر شوری کاهش یافته است، وزن تر و خشک شاخص حساس برای شناسایی اثرات اولیه تنش شوری در این شرایط محسوب نمی‌شود.

جدول ۴: تحلیل ورینس (ANOVA) وزن تر

منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتمنت	۲	47.08	23.54	3.55	0.09
خطا	۶	39.74	6.62		
کل	۸	86.82			

جدول ۵: تحلیل ورینس (ANOVA) وزن خشک

منبع تفاوت	درجه آزادی	مجموع مربعات	اوسط مربعات	اف محاسبه شده	PR (>F)
ترتمنت	۲	4.68	2.34	2.17	0.19
خطا	۶	6.48	1.08		
کل	۸	11.16			

جدول ۶: مقایسه اوسط شاخص های جوانه زنی باقلا در غلظت های مختلف نمک به اساس آزمایش LSD ($p \leq 0.05$). در جدول: اوسط ها با حروف مشابه نشان دهنده عدم موجود اختلاف قابل ملاحظه در احتمال ۵ فیصد؛ اوسط ها با حروف غیر مشابه نشان دهنده وجود اختلاف قابل ملاحظه در احتمال ۵ فیصد؛ **: قابل ملاحظه در احتمال ۱ فیصد. NS: غیر قابل ملاحظه

ترتیمت	جوانه زنی (%)	طول ریشه چه (m)	طول ساقه چه (cm)	طول گیاهچه (cm)	وزن تر (gr)	وزن خشک (gr)
کنترول (۰ ملی مول)	97	2.25 ^a	1.19 ^a	3.45 ^a	11.8	4.6
۵۰ ملی مول	67	1.59 ^b	0.33 ^b	0.94 ^b	7.9	4.4
۱۰۰ ملی مول	50	1.05 ^c	۰.۰ ^b	۰.۰ ^b	6.3	2.9
Pr (>F)	0.09	0.003	0.01	0.01	0.09	0.19
F Value	NS	17.4**	9.15**	10.7**	NS	NS
LSD	NS	0.4987	0.7043	1.8803	NS	NS
CV(%)	30.4	15.3	69.27	64.41	29.62	28.52

نتیجه گیری

نتایج تحقیق نشان داد که افزایش غلظت نمک از ۰ ملی مول تا ۱۰۰ ملی مول تأثیر متفاوتی بر مراحل مختلف رشد باقلا دارد. فیصدی جوانه زنی تحت تأثیر سطوح شوری کم تا متوسط تغییر قابل ملاحظه نشان نداد، که بیانگر توانایی نبات در حفظ قابلیت جوانه زنی اولیه حتی در شرایط فشار آسموتیک است. با این حال، شاخص های مانند طول ریشه چه، طول ساقه چه و طول گیاهچه به طور قابل ملاحظه با افزایش شوری کاهش یافتند، به طوری که طول ریشه چه از ۲.۲۵ سانتی متر به ۱.۰۵ سانتی متر و طول گیاهچه از ۳.۴۵ به مقادیر پایین تر کاهش پیدا کرد. این کاهش رشد عمدتاً ناشی از محدودیت جذب آب، سمیت آیونی و اختلال در تقسیم حجروی و توسعه انساج ها است. در مقابل، وزن تر و خشک گیاهچه تحت تأثیر شوری تا ۱۰۰ ملی مول تغییر قابل ملاحظه نشان نداد، که احتمالاً به دلیل کوتاه بودن دوره رشد و توانایی نبات در حفظ تعادل آبی اولیه بوده است. بنابراین، یافته ها نشان می دهد که شاخص های چون ریشه، ساقه و گیاهچه، شاخص های حساس تری نسبت به فیصدی جوانه زنی و وزن بایومس برای ارزیابی پاسخ باقلا به تنش شوری هستند. این نتایج می تواند راهنمایی برای انتخاب ارقام مقاوم و طراحی برنامه های آبیاری و مدیریت شوری در مزارع باقلا باشند.

پیشنهادهای

در مجموع، برای ادامه این تحقیق پیشنهاد می شود که مراحل بعدی رشد گیاه نیز زیر شرایط شوری بررسی شود، سطوح بیشتر نمک و نوع های مختلف شوری آزمایش گردد، و برخی شاخص های ساده فیزیولوژیکی نیز اندازه گیری شود تا دلیل کاهش جوانه زنی بهتر فهمیده شود. همچنین، بررسی وراثتی های مختلف باقلا، استفاده از مواد بهبوددهنده خاک برای کم کردن اثر شوری، و انجام آزمایش های گلخانه ای و مزرعه ای می تواند مفید باشد. این کارها کمک می کند حد تحمل گیاه در برابر شوری مشخص شود و توصیه های عملی برای زراعت باقلا ارائه گردد.

مآخذ

Ashraf, M. J. B. A. (2009). Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology advances*, 27(1), 84-93. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18950697/?utm_source=chatgpt.com

- Benidire, L., Daoui, K., Fatemi, Z. A., Achouak, W., Bouarab, L., & Oufdou, K. (2015). Effect of salt stress on germination and seedling of *Vicia faba* L.). *Journal of Materials and Environmental Science*, 6(3), 840-851. https://www.jmaterenvironsci.com/Document/vol6/vol6_N3/99-JMES-1216-2014-Benidire.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Chachar, Q. I., Solangi, A. G., & Verhoef, A. (2008). Influence of sodium chloride on seed germination and seedling root growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 40(1), 183. https://www.pakbs.org/pjbot/PDFs/40%281%29/PJB40%281%29183.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Chartzoulakis, K. S., & Loupassaki, M. H. (1997). Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agricultural water management*, 32(3), 215-225. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:eee:agwat:v:32:y:1997:i:3:p:215-225>
- Chattha, M. U., Ilyas, M., Khan, I., Mahmood, A., Chattha, M. B., Fatima, A., & Hassan, M. U. (2022). Growth, physiological and biochemical response of chickpea cultivars to different levels of salinity stress. https://www.researcherslinks.com/current-issues/Growth-Physiological-and-Biochemical-Response-of-Chick-pea/24/1/5324/html?utm_source=chatgpt.com
- Danial, A. W., & Basset, R. A. (2024). Amelioration of NaCl stress on germination, growth, and nitrogen fixation of *Vicia faba* at isosmotic Na-Ca combinations and *Rhizobium*. *Planta*, 259(3), 69. https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-024-04343-z?utm_source=chatgpt.com
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2024). FAO launches first major global assessment of salt-affected soils in 50 years. FAO newsroom. https://www.fao.org/newsroom/detail/fao-launches-first-major-global-assessment-of-salt-affected-soils-in-50-years/en?utm_source=chatgpt.com
- Gholipoor, M., Ghasemi-Golezani, K., Khooei, F. R., & Moghaddam, M. (2001). Effects of salinity on initial seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Acta Agronomica Hungarica*, 48(4), 337-343. https://akjournals.com/view/journals/014/48/4/article-p337.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Hasegawa, P. M., Bressan, R. A., Zhu, J. K., & Bohnert, H. J. (2000). Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant biology*, 51(1), 463-499. https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.arplant.51.1.463?utm_source=chatgpt.com
- Hmissi, M., Chaieb, M., & Krouma, A. (2023). Differences in the physiological indicators of seed germination and seedling establishment of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars subjected to salinity stress. *Agronomy*, 13(7), 1718, 1-17. https://www.mdpi.com/2073-4395/13/7/1718?utm_source=chatgpt.com
- Irik, H. A., & Bikmaz, G. (2024). Effect of different salinity on seed germination, growth parameters and biochemical contents of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds cultivars. *Scientific Reports*, 14(1), 6929. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10960046/?utm_source=chatgpt.com
- Jasim, A. H., & Mhanna, Q. L. (2014). Effect of some organic fertilizers treatments on dry seed yield of broad bean (*Vicia faba* L.). https://agronomyjournal.usamv.ro/pdf/2014/art38.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Kaymakanova, M., & Stoeva, N. (2008). Physiological reaction of bean plants (*Phaseolus vulg.* L.) to salt stress. *Gen Appl Plant Physiol*, 34, 177-188. https://www.researchgate.net/publication/237748095_Physiological_reaction_of_bean_plants_Phaseolus_vulg_L_to_salt_stress?utm_source=chatgpt.com
- Liu, Y., Zhang, S., De Boeck, H. J., & Hou, F. (2021). Effects of temperature and salinity on seed germination of three common grass species. *Frontiers in Plant Science*, 12, 731433. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.731433/full>
- Megawer, E. A., EL-Sherif, A. M. A., & Mohamed, M. S. (2017). Performance of five faba bean varieties under different irrigation intervals and sowing dates in newly reclaimed soil. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*, 10(4), 57-66. https://innspub.net/performance-of-five-faba-bean-varieties-under-different-irrigation-intervals-and-sowing-dates-in-newly-reclaimed-soil/?utm_source=chatgpt.com
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 199(5), 361-376. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0367253005701262?utm_source=chatgpt.com
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 59(1), 651-681. https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911?utm_source=chatgpt.com
- Parande, S., Zamani, G. R., Sayyari, M. H., & Ghaderi, M. G. (2014). Effects of silicon on the physiological, quality, and quantity characteristics of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under salinity stress. *Iranian Journal of Pulses Research*, 5(2), 57-70. https://ijpr.um.ac.ir/article_30864_83a671f2bc0f9939f671a21e663390d.pdf
- Parida, A. K., & Das, A. B. (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 60(3), 324-349. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651304000922?utm_source=chatgpt.com

- Tawfik, M. M., Bakhoun, G. S., Kabesh, M. O., & Thalooh, A. T. (2018). Comparative study on some Faba bean cultivars under water limitation conditions and different sowing dates. *Middle East J. of Agric. Res*, 7(4), 1431-1443. https://www.curreweb.com/mejar/mejar/2018/1431-1443.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Wu, Y. B., Yan, Z. M., Wu, D. F., Chen, Z. C., Lv, W. Y., & Zhang, H. Y. (2010, June). Effect of NaCl Stress on seed germination and seedling growth in wheat. In 2010 4th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering (pp. 1-3). IEEE. https://www.halide-crylink.com/wp-content/uploads/2020/06/14-Effect-of-NaCl-Stress-on-Seed-Germination-and-Seedling-Growth-in-Wheat.pdf?utm_source=chatgpt.com
- Yazar, A., Mart, D., Çolak, Y. B., & Kaya, Ç. İ. (2017). Yield response of faba bean to various irrigation strategies in the Mediterranean region. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 4(7), 9-19. <https://www.ijraf.org/papers/v4-i7/2.pdf>
- Zhu, J. K. (2001). Plant salt tolerance. *Trends in plant science*, 6(2), 66-71. https://faculty.ucr.edu/~jkzhu/articles/2001/zhutrends.pdf?utm_source=chatgpt.com