د کابل پوهنتون د طبیعي علومو علمي-څېړنیزه مجله
مجله علمی-تحقیقی علوم طبیعی پوهنتون کابل
Journal of Natural Sciences
Kabul University
e-ISSN: 3078-6665
P-ISSN: 3078-5561

# تأثیر شدید شوری بالای جوانه‌زنی و رشد ورایتی‌های مختلف گندم افغانستان

**پوهنمل سیدقدیر دانشیار[۱]، نامزد پوهنیار محمد مدثر توفیق[۲]، پوهنمل فرید احمد شیرزی[۳]**

[۱،۲،۳]دیپارتمنت بایوتکنالوژی و تولیدی تخم‌های بذری پوهنځی زراعت، پوهنتون کابل، کابل، افغانستان

ایمیل: sqadir2014@gmail.com

## چکیده

گندم مهم‌ترین غله در جهان، به‌ویژه در افغانستان، به‌شمار می‌رود و نقش اساسی در تأمین امنیت غذایی دارد. شوری خاک یکی از عوامل محدودکننده‌ی عمده تولید آن در سطح جهان و برخی مناطق افغانستان است. استفاده از ورایتی‌های مقاوم به شوری از مؤثرترین راهکارها برای کاهش اثرات این استرس محسوب می‌شود. خاک‌ها و آب‌های شور با ایجاد اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژیکی، رشد، انکشاف و در نهایت حاصل گندم را کاهش می‌دهند. در این تحقیق، واکنشِ‌ده ورایتی مروج گندم افغانستان به استرس شوری NaCl در سطوح صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول بررسی گردید. صفات جوانه‌زنی (طول جوانه‌ها) و رشد (قد نبات، طول ریشه و وزن تازه) تحت دیزاین در شرایط اقلیمی کابل ارزیابی شد. نتایج نشان داد وافر ۱۵، للمی ۱۵ و دهدادی ۱۳ مقاوم‌تر و افغان ۱۵ و میلاد ۱۳ حساس‌تر بودند.

**واژه های کلیدی** استرس شوری؛ استرس‌های زنده و غیرزنده؛ رشد گندم؛ جینوتایپ

# Severe Effects of Salinity on Germination and Growth of Different Afghan Wheat Varieties

**Sayeed Qadir Danishiar[1*], Mohammad Modaser Tawfeeq [2], Farid Ahmad Sherzai[3]**

[1,2,3]Department of Biotechnology and Seed production, Faculty of Agriculture Kabul university, Kabul ,Afghanistan

Email: sqadir2014@gmail.com

## Abstract

Wheat (*Triticum aestivum L.*) is the most important cereal worldwide, especially in Afghanistan. Soil salinity stress limits wheat production globally and in some arable lands in Afghanistan. Identifying salinity-resistant genotypes through genetic resources is an effective strategy. Saline soils or water impair wheat growth by altering physiological processes. This study evaluated ten Afghan wheat cultivars for salinity resistance. Germination (root length) and growth traits (plant height, root length, and fresh weight) were measured under three NaCl levels: control, 100 mMol, and 200 mMol. The experiment followed a Completely Randomized Design (CRD) in pots under Kabul climatic conditions. Salinity at 200 mMol significantly reduced growth in all cultivars, while 100 mMol had milder effects, particularly on Wafer 15, Lalmi 15, and Dedhdadi 13, which were more resistant than Afghan 15 and Milad 13.

**Keywords** Abiotic And Biotic Stresses; Genotype; Salinity Stress; Wheat Growth

**ارجاع:** دانشیار، س. ق.؛ توفیق، م. م. و شیرزی، ف. ا. (۱٤۰٤). تأثیر شدید شوری بالای جوانه‌زنی و رشد ورایتی‌های مختلف گندم افغانستان. *مجله علمی- تحقیقی علوم طبیعی پوهنتون کابل*، ۸ (٤)، ۱-۲۲. https://doi.org/10.62810/jns.v8i4.490

**مقدمه**

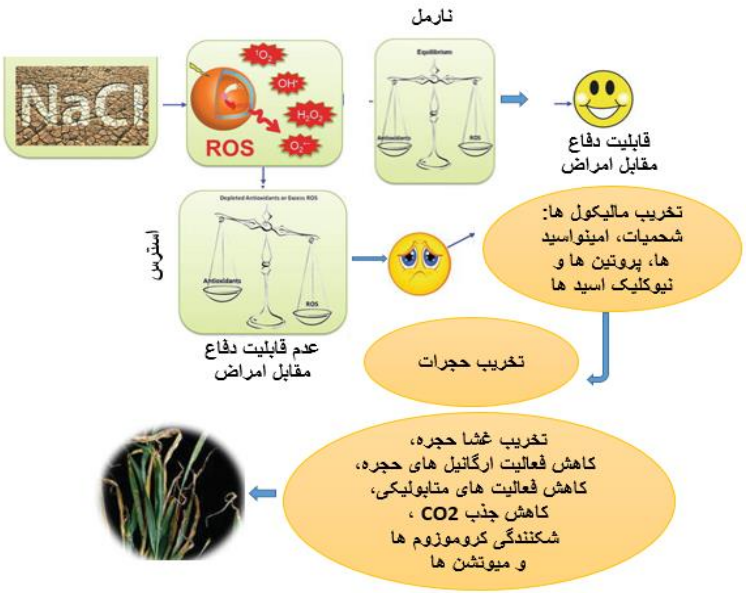
الحمد لله رب العالمین و الصلوة و السلام علی سید المرسلین و علی آله و أصحابه أجمعین.

گندم[۱] یکی از نباتات زراعتی مهم در سراسر جهان با تولید سالانه حدود ۷۳۶ میلیون متریک تن است. گندم مهم‌ترین محصول زراعتی و جزء غذاهای اصلی مردم افغانستان است. بر اساس ارقام اداره‌ی ملی و اطلاعات افغانستان در سال ۱۴۰۴ جمعیت کشور حدوداً ۳۶,۴ میلیون تخمین شده است که نیاز به ۶,۴ میلیون تن گندم در سال دارند؛ اما بر اساس پیش‌بینی‌های وزارت زراعت، آبیاری و مالداری افغانستان، تولید گندم در سال ۲۰۲۰ در حدود ۵ میلیون تن بود و نیاز به واردات حداقل ۱,۴ میلیون تن گندم (۶۰۰ میلیون دالر) داشت (Soofizada et al., 2023).

استرس محیطی بالای رشد نباتات یک عامل خارجی است که تأثیرات فوق‌العاده منفی را بالای محصولات گندم به‌جا می‌گذارد. استرس در نباتات را می‌توانیم به اساس فکتورهایی؛ مانند قابلیت زنده ماندن نبات، حاصلات نبات و یا پروسه جذب و ترکیب غذا که به رشد سرتاسری نبات مرتبط است، اندازه‌گیری نماییم. شوری خاک و آب‌های شور یکی از قوی‌ترین استرس در جهت کاهش قابل‌توجه در محصولات زراعتی، مخصوصاً گندم و اکثر غلات دیگر می‌باشد (Moustafa et al., 2021). شوری تهدیدی بزرگ بالای حدود بیش از ۸۰۰ میلیون هکتار زمین زراعتی بوده که تحت تأثیر شوری قرارگرفته است که معادل به ٦ فیصد مساحت خشکه‌ی جهان است و یک فکتور منفی بالای امنیت غذایی جهان به‌شمار می‌رود که بیش از ۲۰درصد زراعت امروزی جهان را تحت تأثیر قرار داده است (Moustafa et al., 2021). شوری خاک به‌طور قابل‌ملاحظه بالای خصوصیات مختلف نبات گندم از جمله فیصدی جوانه‌زنی، رشد جوانه‌ها، قد نبات، طول ریشه، وزن تازه و خشک، ظرفیت جذب آب، باز و بسته شدن ستوماتا، مقدار کلوروفیل، سرعت ترکیب ضیایی، تعرق و روابط آیونیک در حجرات را تحت تأثیر می‌گذارد و مطالعه‌ی جنبه‌های مالیکولی و ظاهری را به‌طور هم‌زمان، پیچیده‌تر می‌سازد (Ahmad et al., 2011). منابع آب شیرین جهت آبیاری نباتات مزروعی در جهان محدود است، ازین جهت استفاده از آب‌های شور برای کشت و پرورش محصولات زراعتی در بعضی مناطق اجتناب‌ناپذیر بوده و تأثیرات منفی شوری بالای محصولات را می‌توانیم را با استفاده از ورایتی‌های مقاوم کاهش دهیم که یکی از روش‌های عصری و مؤثر جهت بهره‌برداری از خاک و آب‌های شور محسوب می‌گردد. بنابراین، لازم است تا در مورد تأثیرات استرس شوری بالای خصوصیات مختلف گندم مطالعه بیشتر انجام شود تا میکانیزم‌های مقاومت؛ مانند شکل (۱) در برابر شوری شناسایی شود و از آن در

[۱] Triticum aestivum L.

انتخاب ورایتیهای مقاوم گندم استفاده شود تا خسارات ناشی از استرس شوری را بالای فعالیت فزیولوژیکی به حداقل برسد (Ahmad et al., 2011; Hasanuzzaman et al., 2017).




شکل ۱: عکسالعمل فزیولوژیکی گندم در مقابل استرس نمک و غیر متوازن شدن انتیاکسیدانها و انواع آکسیجنهای واکنشی (ROS) در حجرات نبات (Hasan et al., 2015)

در افغانستان هزارها هکتار زمین زراعتی شورهزار، به شمول مسیر دریاهای بزرگ و کوچک وجود دارد که حاصلات گندم را بهشدت کاهش میدهد. متأسفانه هیچکدام از ورایتیهای اصلاحشدهی موجود توسط وزارت زراعت آبیاری و مالداری یا دیگر مراجع به دهقانان سفارش نشده است که برای مناطق شورهزار مناسب باشد.

طوری که گندم مهمترین محصول زراعتی و جزء غذاهای اصلی مردم افغانستان بوده و از لحاظ استفاده به درجهی اول قرار دارد و بدون نان گندم غذای مردم نامکمل است. تغییرات اقلیمی (خشکسالیهای پیدرپی)،آبیاری با آبهای شور و سایر آفات طبیعی دیگر باعث کاهش محصولات در سالهای اخیر شدهاند و علت اینکه افغانستان نتوانسته است در تولید گندم خودکفا شود، همین عوامل میباشد. راههای زیادی برای بهبود این مسائل وجود دارد که از آن جمله مؤثرترین و کمهزینهترین آن انتخاب ورایتیهای مقاوم است. مخصوصاً ورایتیهای مقاوم در مقابل شوری از اهمیت حیاتی برخوردار است. اما تا هنوز درجهیهای مقاومت ورایتیهای گندم تحت کشت در مقابل استرسهای فزیولوژیکیشوری

مشخص نشده و عدم معلومات دهقانان در مورد درجه‌ی تحمل این ورایتی‌ها باعث مشکلات در تولید گندم شده است. این مطالعه به اساس دو مسأله‌ی اساسی ذیل طراحی‌شده است.

۱- مشخص نبودن درجه‌ی تحمل(مقاوم، نیمه‌مقاوم و حساس) در مقابل شوری نمک در ورایتی‌های متذکره.

۲- استفاده دهقانان از ورایتی‌های گندم بدون معلومات در ارتباط به مقاومت در مقابل شوری که این عمل اکثراً باعث کاهش در تولید محصولات گندم می‌شود.

با آن‌که افغانستان اقلیم مناسب برای زراعت دارد؛ اما ضرورت شدید به تحقیقات جهت رفع نیازهای ضروری تأمین امنیت غذایی برای شهروندان می‌باشد. فایق آمدن بر این معضله یگانه راه رسیدن به مصونیت و تأمین غذایی استفاده از روش‌ها و ابزارهای جدید و هم‌چنین تحقیقات علمی در سکتور زراعت است.

در حدود ۸۰۰ میلیون هکتار زمین زراعتی در سطح جهان توسط شوری متأثر شده است (Akhtar et al., 2015). در افغانستان آب ایستاده‌ی غزنی، دریاچه‌ی نمک‌زار هرات، دریاچه‌ی داغ نمکی در فراه، دریاچه‌ی اندخوی در فاریاب و عبور دریای آب شور "نمک‌آب" در ولایت تخار در شمال شرق افغانستان از میان معدن‌های نمک باعث شده که مقدار زیادی نمک با آب رودخانه حل شود و بعد زمین‌های زراعتی را به شوره‌زار تبدیل کند (Favre et al., 2004).

آب شور باعث استرس قوی آسموتیکی و ایونی زهری در حجره‌های نبات شده و در نتیجه باعث توقف جوانه‌زنی و رشد جوانه می‌شود. مقاومت در مقابل شوری خاصیت ارثی نباتات بوده که به درجه‌ی‌های مختلف تحمل را در مقابل اثرات استرس شوری در ریشه و برگ‌های نباتات ایجاد می‌کند (Rahaie et al., 2010). اصلاح‌کنندگان نباتات در جست‌وجوی تشخیص منابع جنتیکی یا جرم پلازم است که مقاومت در مقابل استرس آسموتیکی و ایونی داشته باشد و در پروگرام‌های نسل‌گیری نباتی مورد استفاده قرار گیرد (Khan et al., 2006).

هدف اصلی این تحقیق تشخیص ورایتی‌های مقاوم و حساس در مقابل استرس شوری جهت سفارش برای مناطق شوره‌زار و پروگرام نسل‌گیری در افغانستان. و همچنان شناسایی مشخصات مورفولوژیکی مقاومت ورایتی‌های گندم در مقابل خاک‌های نمکی یا شور.

## روش تحقیق

### *ورایتی های تحت آزمایش*

این تحقیق بالای ده ورایتی گندم انجام شده است، که از طریق مؤسسات خارجی با استفاده از همکاری مشترک با وزارت زراعت افغانستان دارد و در طی سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ میلادی به افغانستان آورده شده است و تمام مشخصان آن در جدول ۱ ذکر گردیده است.

جدول۱: منبع ده ورایتی گندم می‌باشد که از موسسات تحقیقاتی بین المللی در افغانستان در بین سال‌های ۲۰۱۳ الی ۲۰۱۵ آورده شده است که شماره های ۱۳ و ۱۵ سال(۲۰۱۳ و ۲۰۱۵ ) را نشان میدهد (وزارت زراعت)

| شماره | ورایتی | نوع | منبع | شجره |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | دهدادی ۱۳ | اختیاری | ICARDA | **PYN/BAU//MILAN** |
| ۲ | بختاور ۱۳ | زمستانی | FRENCH | **ISENGRAIN X ORNICAR** |
| ۳ | زرین ۱۳ | بهاری | ICARDA | **TAN"S"/VEE"S"//OPATA** |
| ۴ | میلاد ۱۳ | زمستانی | FRENCH | **(orpic X isengrain) X** |
| ۵ | کابل ۱۳ | بهاری | CIMMYT | **WAXWIND*2/TUKARU** |
| ٦ | وحدت ۱۵ | زمستانی | CIMMYT | **KIRATATI/4/2/*SERI.LB*2/3 KAUZ*2BOW/KAUZ** |
| ۷ | افغان ۱۵ | اختیاری | CIMMYT | **WHEAR//2*PRL*PASTOR** |
| ۸ | وافر ۱۵ | اختیاری | ICARDA | **BABAX/LR42//BABAX*2//3TUKURU** |
| ۹ | بهار ۱۵ | اختیاری | CIMMYT | **CAL/NH//H567071/3//SERI/4/CAL/NH /H567071....** |
| ۱۰ | للمی ۱۵ | بهاری | ICARDA | **MTRWA920161/ PRINIA/5/SIRI*3//RL6010....** |

## محل تحقیق

این مطالعه در لابراتوار دیپارتمنت بایوتکنالوژی و تولید تخم‌های بذری و فارم تحقیقاتی پوهنځی زراعت پوهنتون کابل انجام شده است.

آزمایش جوانه‌زنی انویترو (In-vitro Test)

این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی[۲] به منظور ارزیابی قدرت جوانه‌زنی ۱۰ ورایتی گندم که در جدول۱ نشان داده‌شده در برابر استرس شوری (NaCl) به غلظت‌های مختلف (کنترول ، ۱۰۰ ملی‌مول و ۲۰۰ ملی‌مول) طرح و راه‌اندازی گردیده است. تخم‌های نورمال اولاً انتخاب شده و بعد برای آزمایش جوانه‌زنی در پتری دیش‌های شیشه‌ی استریل شده حاوی سه لایه[۳] مرطوب شده با شش ملی‌لیتر آب با غلظت‌های مختلف کنترول، ۱۰۰ ملی‌مول و ۲۰۰ ملی‌مول در سه تکرار انجام شد. در هر یک از ترتمنت شوری یک ورایتی به تعداد ۳۰ عدد تخم گندم که در سه ظرف شیشه‌یی[۴] جاگزین شده بود، مورد آزمایش قرار گرفت. پتری دیش‌ها سرپوش شده و توسط چسپ پارافلم محکم بسته شده تا از تبخیر آب جلوگیری صورت گیرد و به مدت ۵ روز در جرمنیتور تحت ۲۵ $^{o}C$ گذاشته شد.

***کشت در گلدان‌ها***

به‌منظور ارزیابی توانایی مقاومت جنتیکی ده ورایتی گندم در برابر استرس شوری، این تحقیق در بهار سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی در مزرعه‌ی تحقیقاتی پوهنځی زراعت پوهنتون کابل تحت شرایط طبیعی و فضای باز راه‌اندازی گردید. آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصادفی (CRD) اجرا شد که در آن سه سطح شوری شامل صفر ملی‌مول (کنترول)، ۱۰۰ ملی‌مول و ۲۰۰ ملی‌مول سودیم‌کلوراید در نظر گرفته شد. هر ورایتی تحت هر سه سطح شوری مورد آزمایش قرار گرفت، در نتیجه برای هر ورایتی سه تریتمنت موجود بود. هر تریتمنت دارای دو تکرار (دو گلدان) بود، بنابراین، مجموعاً برای ده ورایتی و سه سطح شوری، ۶۰ گلدان مورد استفاده قرار گرفت.

گلدان‌ها دارای قطر ۲۵ سانتی‌متر بوده و با خاک کلی‌لوم که از یک ساحه‌ی مشخص مزرعه جمع‌آوری گردیده بود، تا ۵ سانتی‌متر پایین‌تر از لبه گلدان پر شدند. برای تأمین مواد غذایی، کود DAP به مقدار ۳۰ گرام در هر گلدان با خاک مخلوط گردید. در تاریخ ۱۳ حمل، در هر گلدان ۵ تخم سالم و یک‌نواخت در عمق ۱ سانتی‌متری کشت شد. پس از سبز شدن، در صورت تفاوت در رشد، نباتات ضعیف حذف گردیده و در هر گلدان ۵ نبات یک‌نواخت حفظ گردید. آبیاری تمام گلدان‌ها هر سه روز یک‌بار بر اساس ضرورت آبی انجام شد و نباتات تا ۳۰ روز پس از سبز شدن با آب عادی آبیاری گردیدند. بعد از این مرحله، تیمارهای شوری از طریق محلول‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول سودیم‌کلوراید

---

[۲] Completely Randomized Design

[۳] Blotting Paper

[۴] Petri dish

تطبیق شد و این روند با وقفه سه‌روزه تا ظهور علایم فیزیولوژیکی شوری ادامه یافت، در حالی که گلدان‌های کنترول با آب بدون نمک آبیاری شدند.

برای ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی در شرایط لابراتواری، از هر ورایتی در هر سطح شوری سه پتری‌دش به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شد و در هر پتری‌دش ۱۰ تخم قرار داده شد. در روز پنجم بعد از جوانه‌زنی، از هر پتری‌دش ۵ جوانه به‌صورت تصادفی انتخاب گردید، به‌گونه‌ای که مجموعاً در هر تریتمنت ۱۵ جوانه اندازه‌گیری شد. طول رادیکل هر جوانه با خط‌کش میلی‌متری با دقت ۰,۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید و اوسط طول رادیکل برای هر پتری‌دش از مجموع طول جوانه‌های اندازه‌گیری‌شده تقسیم بر تعداد آن‌ها (۵ جوانه) محاسبه شد، سپس اوسط سه پتری‌دش به‌عنوان اوسط نهایی آن تریتمنت در نظر گرفته شد.

در مرحله رشد نبات در گلدان، جمع‌آوری ارقام از صفات قد نبات، طول ریشه و وزن تازه انجام شد. در هر گلدان ۵ نبات موجود بود که از میان آن‌ها ۳ نبات به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. انتخاب تصادفی به این صورت انجام شد که نباتات شماره‌گذاری شده و با استفاده از جدول اعداد تصادفی یا قرعه‌کشی سه نبات تعیین گردید. بنابراین در هر تریتمنت (دو گلدان) مجموعاً ٦ نبات مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. قد نبات از سطح خاک تا نوک بلندترین برگ با متر نواری اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول ریشه، نباتات به‌آرامی از خاک خارج شده، ریشه‌ها با آب شسته شده و طول ریشه اصلی با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری گردید. وزن تازه هر نبات بلافاصله پس از برداشت با ترازوی دیجیتال با دقت ۰,۰۱ گرام تعیین شد.

برای محاسبه‌ی اوسط صفات ابتدا اوسط هر گلدان از مجموع مقادیر سه نبات انتخاب‌شده تقسیم بر ۳ محاسبه گردید، سپس اوسط دو گلدان (دو تکرار) با هم جمع و بر ۲ تقسیم شد تا اوسط نهایی هر تریتمنت به‌دست آید. این روش محاسبه باعث کاهش خطای نمونه‌گیری و افزایش دقت در برآورد مقاومت ورایتی‌ها در برابر سطوح مختلف شوری گردید. کلیه ارقام به‌دست‌آمده بعداً برای تجزیه و تحلیل احصایوی مورد استفاده قرار گرفت تا تفاوت بین ورایتی‌ها و سطوح مختلف شوری به‌صورت علمی ارزیابی گردد.

***تحلیل ارقام***

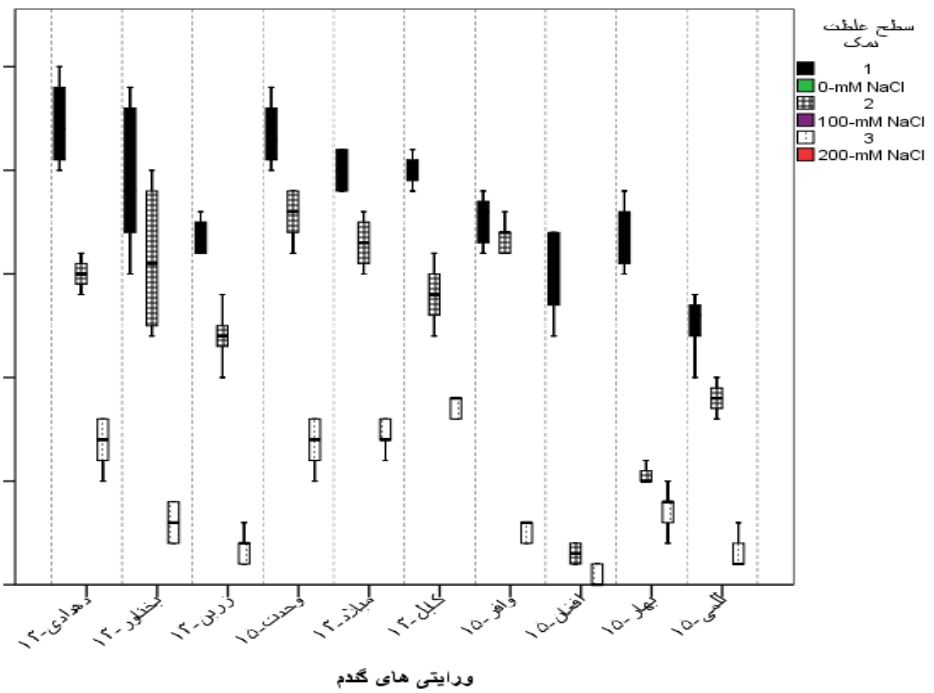
در این تحقیق ارقام از دو مرحله‌ی اساسی، یعنی جوانه‌زنی و رشد علفی قبل از خوشه جمع‌آوری گردید که اکثر محققین تا مرحله‌ی علفی را برای تحمل نبات در مقابل شوری حیاتی می‌دانند

(Akhtar et al., 2015). ارقام جمع‌آوری‌شده با استفاده از دیزاین تحقیق طرح کاملاً تصادفی فکتوریل[۵] تحلیل گردید. برای مقایسه‌ی اوسط‌ها، طرح توکی در سطح پنج درصد به کار رفت. تحلیل ارقام با استفاده از برنامه‌ی نرم‌افزارهای IBM SPSS (v21) و (SAS) ویرژن ۲/۹ (SAS Institute, 2002) انجام شد. تحلیل واریانس (ANOVA) و مقایسه‌های چندگانه (LSD) و گراف‌ها به اساس نسبت F و (P<0.05) value) صورت گرفت.

## یافته‌ها

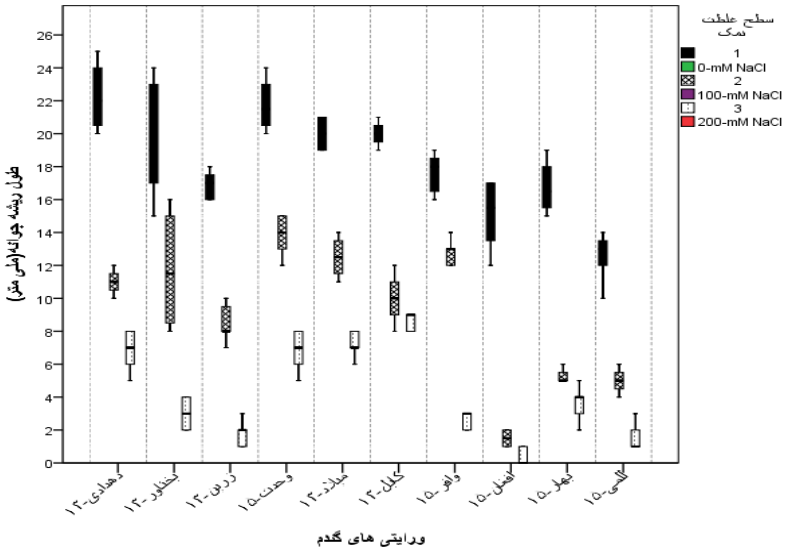
### *آزمایش جوانه‌زنی ان‌ویترو (In-vitro Test)*

شکل۳ و ۴ نشان می‌دهد که در بین ورایتی‌ها بعضی از آن‌ها عمل‌کرد مناسب را در شرایط آب‌های شور دارد که از جمله ورایتی‌های کابل-۱۳، وحدت ۱۵، وافر ۱۳ بیشترین مقاومت را نشان می‌دهد. ورایتی‌های للمی ۱۵ و زرین-۱۳ حساس‌ترین جینوتایپ را در مقابل شوری نشان می‌دهد.




شکل۳: باکس پلات اوسط طول ریشه‌ی جوانه‌های ۱۰ ورایتی گندم در سه سطح غلظت نمک در سال ۱۴۰۰ هـ. ش

[۵] Completely Randomized Design




شکل۴: باکس پلات اوسط طول ریشه‌ی جوانه‌های ۱۰ ورایتی گندم در سه سطح غلظت نمک در سال ۱۴۰۱ هـ. ش

نتیجه‌ی به دست‌آمده از جدول‌های تحلیل وریانس (ANOVA) در طی سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی نشان می‌دهد که تفاوت قابل‌ملاحظه در بین ورایتی‌های مورد مطالعه وجود دارد، هم‌چنان سه سطح غلظت آب شور تأثیر قابل‌ملاحظه ( $P<0.01$) بالای رشد جوانه‌ی هریک ورایتی‌ها در هر دو سال گذشته است.

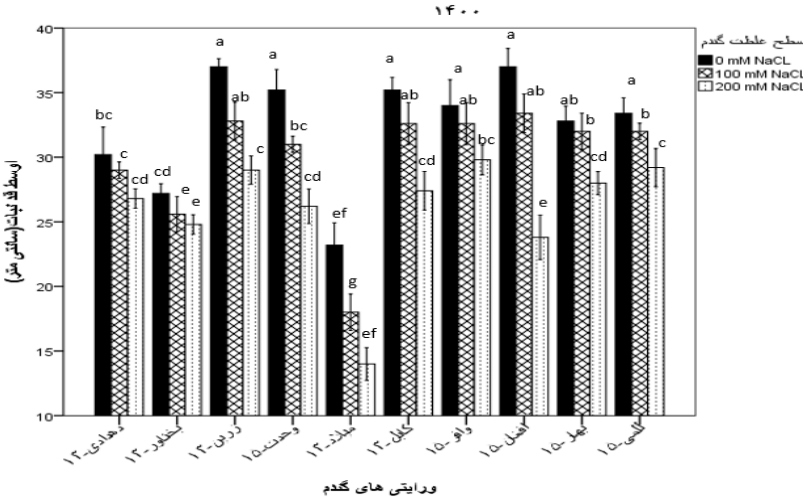
به اساس تحلیل و تجزیه‌ی ارقامی که در باکس پلات (Box Pot) طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ آمده، یک تعداد از ورایتی‌های مورد مطالعه مقاومت نسبی را نشان می‌دهد در حالی‌که یک تعداد از آن‌ها بسیار حساس بوده در شرایط خاک یا آب شور جوانه‌ی آن‌ها به پایین‌ترین سطح رشد تنظیم می‌شود.

غلظت نمک بالای جوانه‌زنی ورایتی‌ها در سه سطح صورت گرفته نشان می‌دهد که مقاومت ورایتی‌های کابل۱۳ که رشد ریشه‌ی جوانه یا رادیکل (Radicle) در ۱۰۰ ملی‌مول در حدود ۱۴ ملی‌متر و در غلظت ۲۰۰ ملی‌مول نزدیک به ۹ ملی‌متر رشد داشته که در درجه‌ی اول مقاومت را در بین انواع مورد مطالعه نشان می‌دهد. به همین ترتیب وحدت۱۵ با اوسط رشد ۷ و میلاد ۱۳ با رشد ۶,۵ ملی‌متر در ۲۰۰ ملی‌مول به ترتیب به درجه‌ی‌های دوم و سوم قرار می‌گیرند.

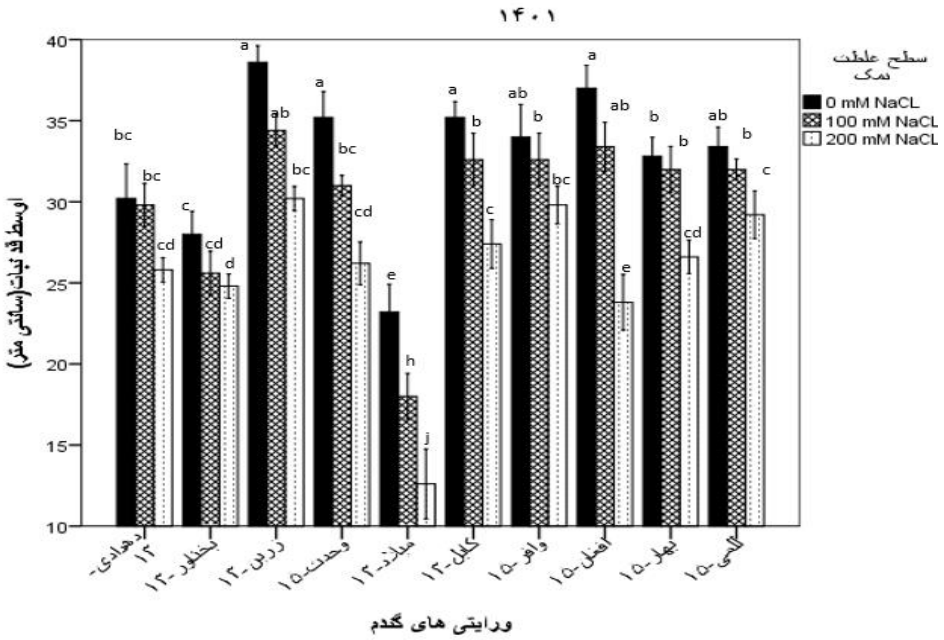
### *استرس شوری بالای قد گندم*

ارقام جمع‌آوری‌شده از قد گندم در جدول تحلیل وریانس نشان می‌دهد که غلظت نمک بالای ورایتی‌های متذکره تأثیر قابل‌ملاحظه ($P<0.01$) داشته است. جدول تحلیل وریانس در دو سال تحقیق، یعنی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی این تأثیر را تصدیق می‌کند.

استرس خاک و آب‌های شور می‌تواند بالای بعضی از ورایتی‌ها نسبت به دیگر بیشتر قابل‌مشاهده باشد و تحمل بلند یک ورایتی نسبت به آن استرس یکی از خصوصیات مثبت شمرده می‌شود. طوری‌که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، یک تعداد از ورایتی‌ها به درجه‌ی عالی مقاومت جنتیکی در مقابل استرس آب شور نشان داده در حالی‌که بعضی از آن‌ها تحمل متوسط و بعضی دیگر بسیار حساس می‌باشد. به همین ترتیب نظر به شکل‌های ٦ و ٧ که تحلیل ارقام طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی را نشان می‌دهد، گندم‌های موردمطالعه در سه کتگوری نسبت به تحمل استرس آب شور درجه‌بندی می‌شود. ورایتی للمی ۱۵ که تفاوت بین نارمل و استرس اول (۱۰۰ملی‌مول) در حدود ۳ سانتی‌متر و بین نارمل و استرس دوم (۲۰۰ملی‌مول) در حد ۸ سانتی‌متر می‌باشد، این تفاوت در ورایتی وافر ۱۵ بین استرس اول و دوم نسبت به نارمل به ترتیب ۴ سانتی‌متر و ۹ سانتی‌متر و در ورایتی دهدادی به ۳ و ۷ سانتی‌متر و به همین ترتیب در ورایتی بختاور به ۵ و ۷ سانتی‌متر می‌رسد که نشان‌دهنده‌ی مقاومت نسبی جنتیکی در مقابل استرس نمک است؛ اما بعضی از آن‌ها، که کمترین تحمل را نسبت به استرس نمک داشته، عبارت اند از ورایتی‌های میلاد و افغان. ورایتی میلاد که تفاوت بین استرس اول و دوم نسبت به نارمل در حد ۱۴ و ۳۰ سانتی‌متر و ورایتی افغان تفاوت ۸ و ۱۹ سانتی‌متر را نسبت به نارمل نشان می‌دهد و این ارقام در سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی عین نتیجه را تصدیق می‌کند.




شکل ٦: چارت قد ده ورایتی گندم تحت شرایط نارمل و غلظت نمک به سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی مول در سال ۱۴۰۰ هـ. ش




شکل ۷: چارت قد ده ورایتی گندم تحت شرایط نارمل و غلظت نمک در سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی مول در سال ۱۴۰۱ هـ. ش

### *استرس شوری بالای طول ریشه‌ی گندم*

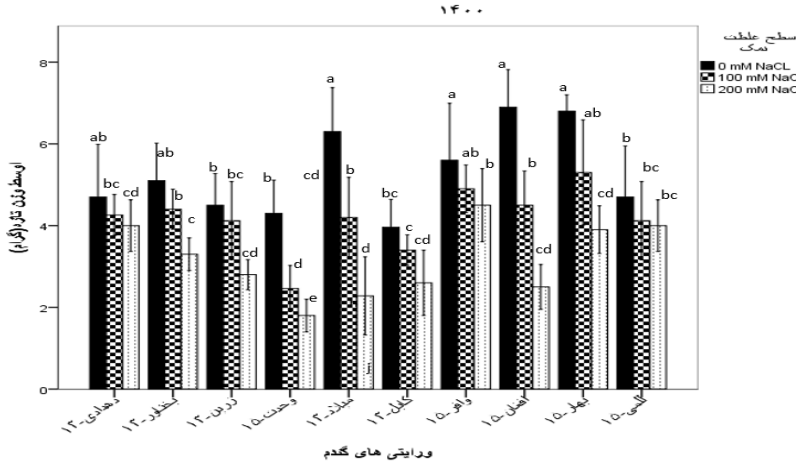
جدول شماره ٦، تحلیل وریانس (ANOVA) را نشان می‌دهد که غلظت نمک بالای طول ریشه‌ی هرکدام از ورایتی‌های متذکره تأثیر قابل‌ملاحظه ($P<0.01$) داشته و عکس‌العمل جنتیکی انواع ورایتی‌های انتخاب‌شده در مقابل غلظت بلند ایون سودیم از همدیگر متفاوت می‌باشد. جدول تحلیل وریانس در دو سال تحقیق یعنی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هجری شمسی این تأثیر را نشان می‌دهد. طول ریشه‌ی ورایتی‌های گندم تحت غلظت‌های مختلف نمک مورد مطالعه قرار گرفت؛ به اساس تحلیل ارقام جدول شماره (۸) مشاهده می‌شود که از مجموع آن‌ها ورایتی للمی ۱۵، وافر ۱۵ و بختاور ۱۳ کمترین تفاوت طول ریشه را نشان می‌دهد. تفاوت بین غلظت‌های نارمل نسبت به ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول سودیم‌کلوراید به ترتیب ۱و ۲ سانتی‌متر می‌باشد. تفاوت بین غلظت نارمل و ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول در ورایتی‌های میلاد ۱۳، افغان۱۵ و زرین ۱۳ بیشترین تفاوت را به طور اوسط به ترتیب ۴ و ٦ سانتی‌متر نشان می‌دهد که حساس‌ترین انواع می‌باشد. این ارقام در دو سال متواتر ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هـ. ش تقریباً عین نتیجه را به ما نشان داده است.

جدول۲: اوسط طول ریشه‌ی ده ورایتی گندم افغانستان تحت غلظت‌های کنترول، ۱۰۰ملی‌مول و ۲۰۰ ملی‌مول سودیم‌کلوراید در طی دو سال تحقیق ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ هـ. ش

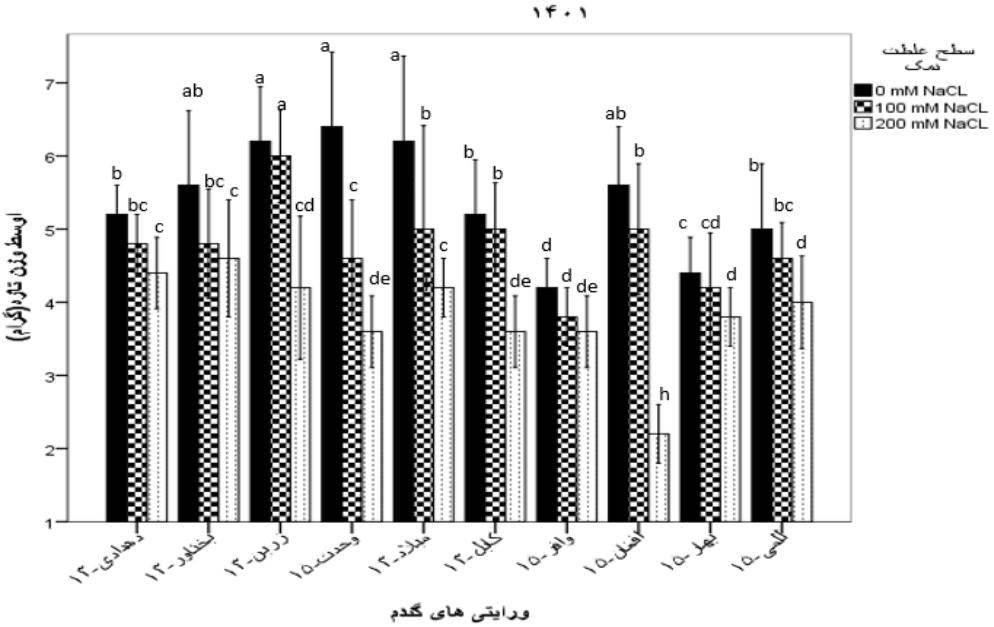
| | سطح غلظت نمک( مول) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ورایتی | کنترول | | ۱۰۰ملی مول NaCl | | ۲۰۰ ملی مول NaCl | |
| | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ | ۱۴۰۰ | ۱۴۰۱ |
| دهدادی-۱۳ | ۳۰ ±۲.۵۳ $^{a}$ | ۲۸ ±۲.۳۳$^{a}$ | ۱۸.۶ ±۲.۲۴$^{c}$ | ۱۹.۲ ±۳.۴$^{c}$ | ۱۷.۴ ±۲.۲$^{cd}$ | ۱۷ ±۳.۳۱$^{cd}$ |
| بختاور-۱۳ | ۲۰.۸ ±۱.۷۲$^{b}$ | ۲۱.۸ ±۲.۷۱$^{b}$ | ۱۹,۷ ±۱.۷۲$^{c}$ | ۲۰ ±۳.۹$^{b}$ | ۱۸,۳ ±۱.۳۳$^{c}$ | ۱۹.۸ ±۰.۹۸$^{c}$ |
| زرین-۱۳ | ۱۵.۶ ±۱.۲$^{d}$ | ۲۰.۸ ±۴.۱۷$^{b}$ | ۱۴.۴ ± ۱$^{de}$ | ۱۵ ±۲.۲۸$^{d}$ | ۱۰.۲ ±۰.۴$^{g}$ | ۱۴,۲ ±۱.۳d$^{e}$ |
| وحدت-۱۵ | ۱۴.۸ ± ۲$^{de}$ | ۲۳.۲ ±۳.۴$^{ab}$ | ۱۳.۶ ± ۱.۷۴$^{e}$ | ۲۳ ±۳.۴۳$^{ab}$ | ۱۲.۸ ± ۰.۷$^{ef}$ | ۲۰.۴ ±۲.۱$^{b}$ |
| میلاد-۱۳ | ۱۶ ± ۰.۸$^{d}$ | ۲۵.۴ ±۱.۵$^{b}$ | ۱۱ ± ۰.۸$^{ef}$ | ۲۰ ±۱.۴۱$^{b}$ | ۱۰ ± ۰.۸$^{g}$ | ۱۵.۶ ±۲.۰۶$^{d}$ |
| کابل-۱۳ | ۱۲.۴ ± ۱.۳$^{e}$ | ۲۳.۴ ±۱.۹۶$^{b}$ | ۱۱.۴ ± ۱.۳$^{ef}$ | ۲۳.۲ ±۱.۷$^{ab}$ | ۹.۶ ± ۰.۸$^{g}$ | ۱۹.۴ ±۳.۴۴$^{c}$ |
| وافر-۱۵ | ۲۰.۸ ± ۱.۷$^{b}$ | ۱۹.۶ ±۱.۸۵$^{c}$ | ۱۹.۶ ±۱.۰۲$^{c}$ | ۱۷.۲ ±۲.۳$^{cd}$ | ۱۸,۲ ±۱.۹$^{c}$ | ۱۶.۴ ±۱.۸۵$^{d}$ |
| افغان-۱۵ | ۲۰.۶ ±۲.۳$^{b}$ | ۲۶.۲ ±۱.۸۳$^{a}$ | ۱۶.۲ ±۰.۹$^{d}$ | ۲۲.۸ ±۱.۶$^{ab}$ | ۱۴ ±۲.۲۵$^{de}$ | ۱۷.۲ ±۰.۹$^{cd}$ |
| بهار-۱۵ | ۲۴ ±۰.۸۹$^{ab}$ | ۲۱.۲ ±۱.۷۲$^{b}$ | ۱۶.۶ ±۱.۲$^{d}$ | ۲۰.۶ ±۱.۵۰$^{b}$ | ۱۴.۶ ±۱.۳$^{de}$ | ۱۹.۴ ±۲.۱۵$^{c}$ |
| للمی-۱۵ | ۱۹.۸ ±۰.۷۵$^{c}$ | ۲۱.۶ ±۲.۶$^{b}$ | ۱۸.۶ ±۰.۸$^{c}$ | ۲۰.۶ ±۱.۲$^{b}$ | ۱۷,۸ ±۱.۸$^{cd}$ | ۱۹.۲ ±۳.۹$^{c}$ |

### *استرس شوری بالای وزن تازه*

نتیجه تحلیل وریانس(ANOVA) جدول (۹) نشان می‌دهد که تأثیر غلظت‌های نمک بالای گندم قابل‌ملاحظه ($P<0.05$) است و این تأثیر در شکل‌های (۸) و (۹) به طور واضح مشاهده می‌شود.




شکل ۸: چارت وزن تازه ده ورایتی گندم تحت شرایط نارمل و غلظت نمک به سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول در سال ۱۴۰۰ هـ. ش




شکل ۹: چارت وزن تازه ده وراثتی گندم تحت شرایط نارمل و غلظت نمک به سطح ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول در سال ۱۴۰۱ هـ. ش

## مناقشه

### *طول ریشه‌ی جوانه*[۶]

به اساس مطالعات انجام‌شده آب شور به طور قابل‌ملاحظه بالای نسبت K+ / Na+ تأثیر گذاشته و سبب کاهش حاصلات می‌شود.

شوری بالای رشد جوانه‌ها به‌شدت تأثیر منفی دارد. در همه‌ی جینوتایپ‌ها این پارامتر در شکلهای شماره (۳و۴) نشان داده شده است. اثر سطوح مختلف شوری که غلظت Na+ را افزایش داده و رشد جوانه ها را آهسته می‌سازد حتی در بعضی وراثتی‌ها در سطح غلظت ۲۰۰ ملی‌مول توقف یافته است. غلظت بلند شوری، استرس آسموسس نارمل را در نبات مختل کرده و نفوذ مالیکول‌های آب در داخل حجرات صورت نمی‌گیرد که در نتیجه نبات به قلت آب مواجه شده و از رشد آن جلوگیری می‌شود. در این مطالعه وراثتی‌های کابل، وحدت و وافر بیشترین مقاومت را نشان می‌دهد. وراثتی‌هایی؛ مانند افغان و للمی حساس‌ترین وراثتی را در مقاومت در مقابل شوری نشان دادند. فیصدی جوانه‌زنی

[۶] Radicle lenght

جینوتایپ‌ها تحت شرایط شوری ۲۰۰ ملی‌مول به‌شدت کاهش پیدا می‌کند؛ اما در ورایتی للمی در غلظت ۱۰۰ ملی‌مول تفاوت جوانه‌ها نسبت به کنترول بسیار اندک است که می‌تواند از جمع ورایتی مقاوم به شمار رود. زیرا در افغانستان آب‌های شور غلظت کمتر از ۱۰۰ ملی‌مول دارد که للمی یکی از مقاوم‌ترین ورایتی بر علاوه دو ورایتی متذکره، درجه‌ی‌بندی می‌شود.

نتیجه‌ی این تحقیق توسط دیگر تحقیقات انجام‌شده به‌شکل واضح تصدیق و تأیید گردیده، طوری‌که استرس آسموسس نمک باعث کاهش شدید در رشد ریشه‌ی جوانه گردیده است. به اساس تحقیق سکندری و کاظمی (۲۰۱۱) رشد ساقه و ریشه‌ی جوانه[۷] در نتیجه‌ی اختلال فزیولوژیکی تحت تأثیر منفی شوری قرار می‌گیرند که ممکن است به دلیل سمیت ایونی، اختلال در جذب مواد مغذی باشد. به همین ترتیب اثرات آسموسس و جذب آب منجر به کاهش ترشح انزایم ها، هورمون‌های مهم نباتی برای رشد نبات می شود (Eskandari & Kazemi, 2011). سرور و همکارانش (۲۰۱۴) کاهش درصد جوانه زنی را مشاهده کردند که ناشی از اثر آسموسس نمک‌های موجود در محیط رشد می‌باشد. استرس شوری اعمال شده در مرحله‌ی جوانه زنی به غشای حجروی نبات آسیب می رساند که در نتیجه نفوذپذیری غشای سلولی افزایش می یابد و در نتیجه جاگزین +Ca2 با +Na و +K می‌شود که اختلال شدید در رشد ریشه‌ی جوانه وارد می‌کند. موجودیت شوری باعث کاهش جذب آب به دلیل پایین آمدن استرس نارمل آسموسس در حجرات می‌شود که بالای تقسیم و انکشاف حجرات تأثیر منفی می‌گذارد (AYED et al., 2014).

***قد نبات***

تحت استرس نمک، مقدار +Na نسبت به+K بسیار بلند می‌باشد. افزایش+Na و -Cl نه تنها سطح +Ca2 را کاهش می‌دهد بلکه انتقال +Ca2 و +K را به قسمت‌های در حال رشد نبات آهسته می‌کند و بالای کیفیت و کمیت حاصلات به‌شکل قابل‌ملاحظه تأثیر منفی می‌گذارد (Rahnama et al., 2010). رشد، یکی از خصوصیات بارز نباتات است که افزایش آن به معنی حاصلات بلند گفته می‌شود. قد ورایتی‌های گندم در دو سطح غلظت نمک نسبت به کنترول مورد ارزیابی قرار گرفت. ورایتی للمی، وافر و دهدادی مقاومت نسبی جنتیکی در مقابل استرس نمک دارد، اما میلاد و افغان حساس‌ترین انواع شناسایی شدند. مطالعه‌ی فوق در مراحل جوانه‌زنی و رشد انجام شد، رشد جسمی گندم به طور

[۷] Radicle

مستقیم بالای حاصلات دانه و کیفیت آن تأثیر دارد. بنابراین، قد گندم می‌تواند یک شاخص عمده‌ی فزیکی و فزیولوژیکی کمیت و کیفیت دانه گندم به شمار رود.

در سال ۲۰۱۶ اوهاداچ و همکارانش در مراکش تحقیقی انجام دادند که نشان می داد تفاوت ارتفاع گندم، وزن تازه و خشک در شرایط نمکی در هر متر مربع نسبت به نارمل معنی‌دار ($P<0.05$) بوده است (Ouhaddach et al., 2018). به همین ترتیب طی سال‌های ۷-۲۰۰۸ به تعداد ۴۷ جینوتایپ گندم در اسلام‌آباد پاکستان تحت شرایط شوری مورد آزمایش قرار گرفتند و نتیجه تجزیه و تحلیل در طول هر دو سال نشان داد که جینوتایپ‌ها از نظر ارتفاع نبات، وزن خشک، تیلر، طول خوشه و وزن ۱۰۰۰ دانه و عمل‌کرد در مترمربع تفاوت معنی‌داری داشتند. ارتفاع با عمل‌کرد دانه، وزن خشک، طول خوشه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت قوی دارند (Ahmad et al., 2011).

***طول ریشه***

بسیاری از مطالعات نشان داده است که غلظت بلند $Na^+$ و $Cl^-$ در محلول خاک باعث اختلال در جذب مواد معدنی خاک می‌شود (Hussain et al., 2021). همچنان آسیب شدید آسموسس و ایونی را که منجر به کاهش عمل‌کرد و کیفیت می‌شود به نبات به وجود می‌آورد.

ریشه‌ی نبات رول اساسی در جذب عناصر معدنی از خاک دارد و افزایش رشد آن در خاک به نبات کمک می‌کند که مواد غذایی بیشتر را از خاک جذب کند. شوری محدود کننده‌ی قوی رشد ریشه است. سه ورایتی مانند للمی، وافر و بختاور کمترین تفاوت طول ریشه را در غلظت‌های شوری نسبت به کنترول نشان می‌دهد. ورایتی‌های میلاد، افغان و زرین با داشتن تفاوت بلند در غلظت شوری نسبت به کنترول حساس‌ترین ورایتی‌ها است و این تأثیر توسط دیگر محققین نیز تصدیق تأیید شده است.

در تحقیقی که الوم و همکارانش در چین (۲۰۱۶ ) کرده اند نشان می‌دهد که طول ریشه‌ی همه‌ی ورایتی گندم‌های تحت آزمایش به طور معنی‌دار تحت تأثیر استرس شوری قرار می‌گیرد. با افزایش استرس شوری در سطح ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی مول سودیم‌کلوراید طول ریشه کاهش پیدا کردند و تغییرات بین تمام سطوح شوری بالای طول ریشه معنی‌دار بوده است که توسط تجزیه و تحلیل همبستگی بین پارامترهای مختلف مقاومت به استرس شوری بالای جوانه‌زنی، طول ساقه و ریشه نشان داده شده است. نتایج تحقیقی که در پوهنځی زراعت پوهنتون کابل صورت گرفت هم تصدیق می کند که شرایط شوری چه در خاک چه در آب می‌تواند طول ریشه را کاهش دهد و در رشد جانبی آن تأثیر بگذارد (Alom et al., 2016). علی و همکارانش (۲۰۱۹) هم‌چنین در مصر دریافته اند که طول

ساقه و ریشه در آب شور از ۱۹,۷ تا ۶۲,۹۳ درصد نسبت به نارمل کاهش داشته است (Ali et al., 2019).

***وزن تازه***

افزایش در حجم جسمی نبات وابسته به شرایط نارمل رشد می‌باشد. میزان بلند سودیم در نبات جاگزین عنصر پتاشیم شده و باعث اختلال در استرس نارمل آسموسس حجرات می‌شود (Singh et al., 2015). این استرس باعث تأثیر منفی بالای جذب کاربن و تعاملات فوتوسنتز و کاهش رشد می‌شود. در این تحقیق اوسط وزن تازه پنج نبات کامل از هر غلظت و ورایتی محاسبه گردیده است. جدول شماره ۹ و شکل‌های ۸ و ۹ نشان می‌دهد که سطح غلظت نمک به طور قابل‌ملاحظه بالای رشد جسمی تمام ورایتی‌ها تأثیر معنی‌دار($P<0.05$) گذاشته است. ورایتی‌های دهدادی، للمی و وافر مقاوم‌ترین و افغان و میلاد حساس‌ترین انواع می‌باشد. ارقام به‌دست‌آمده از ورایتی‌های گندم در حدود ۳۰ روز تحت تأثیر شور نشان می‌دهد که حاصلات شدیداً کاهش پیدا می‌کند؛ زیرا وزن گندم‌های موردمطالعه تحت دو سطح استرس نسبت به کنترول تفاوت بلند را نشان دادند. این نتیجه نشان می‌دهد که غلظت ۱۰۰ ملی‌مول NaCl تأثیر کمتر را وارد می‌کند که در شرایط افغانسان می‌تواند مطابقت کند.

هم‌چنین غلظت‌های بلند NaCl در خاک باعث کاهش وزن تازه‌ی نبات شده اند. شوری از جذب آب جلوگیری کرده و جوانه زنی تخم‌ها را به تاخیر می اندازد که در نتیجه متابولیزم نبات تغییر یافته و وزن تازه کاهش پیدا می‌کند. فعالیت فزیولوژیکی گندم به شرایط شوری حساس هستند؛ محصولات و افزایش عمل‌کرد آنها تحت شوری بلند به شدت آسیب‌پذیر می شود (Kanwal et al., 2011).

نتایج این تحقیق در مقایسه با یافته‌های دیگر محققان هم‌خوانی دارد. یاسین و همکارانش (۲۰۱۹) در مصر دریافته اند که سطوح مختلف شوری باعث کاهش طول ریشه و ساقه در شرایط شوری ۱۲۵ ملی‌مول به طور قابل ملاحظه بالای پارامترهای جوانه‌زنی و رشد در گندم تأثیر گذاشته است (Yassin et al., 2019). به همین ترتیب علی و همکارانش (۲۰۱۹) دریافته اند که در مرحله‌ی جوانه‌زنی و رشد اولیه گندم در دوره اول مواجه با شوری تأثیر شدیدتری نسبت به دوره دوم داشته است. وزن خشک اندام هوایی نیز در دوره اول در مقایسه با دوره دوم بیشتر تحت تأثیر شوری قرار گرفت، کاهش بیشتر (۴۲,۸. فیصد) در جینوتایپ‌های حساس نسبت به جینوتایپ‌های مقاوم (۲۲,۲%) مشاهده شدند (Ali et al., 2019).

**نتیجه‌گیری**

آب‌های شور یکی از بزرگ‌ترین چالش در مقابل تولید حاصلات در زراعت می‌باشد و بیشترین فیصدی آب‌های جهان را تشکیل می‌دهد. در افغانستان مطالعات بالای مقاومت در مقابل آب و خاک‌های شور تا هنوز انجام نشده است. مرحلهی انکشاف جوانه اولین واکنش گندم در مقابل نمک بوده که اگر تأثیر مخرب وارد شود، می‌تواند تا به مراحل بعدی رشد و انکشاف ادامه داشته باشد. آزمایش رشد جوانه‌ها و مراحل رشد جسمی قد نبات، طول ریشه و وزن تازه در معرض شوری می‌تواند بهترین نشان‌گر برای مقاومت گندم در مقابل شوری باشد. ده ورایتی گندم شامل دهدادی ۱۳، بختاور ۱۳، زرین ۱۳، میلاد ۱۳، کابل ۱۳، وحدت ۱۵، افغان ۱۵، وافر ۱۵، بهار ۱۵ و للمی ۱۵، آزمایش آن‌ها در شرایط آب‌وهوای کابل که شامل مناطق مرکزی، شمال و شمال غرب افغانستان می‌شود، صورت گرفته است و منحیث کلتیوار استفاده می‌شود و حاصلات مطلوب را دارد. به جواب سوال اصلی و فرعی این تحقیق گفته می‌توانیم که این کلتیوارها دارای جینوتایپ‌های متفاوت از همدیگر بوده که باعث اختلاف در توانایی مقاومت آن‌ها در مقابل استرس شوری میشود که در شکل و تحلیل ارقام به خوبی نشان داده شده است و به همین ترتیب به اساس هدف اصلی این تحقیق که پیدا کردن ورایتی مقاوم و درجه مقاومت می‌شود. از این جمله ورایتی گندم وحدت ۱۵ و وافر ۱۵ که اخیراً به دهقانان افغانستان معرفی‌شده است، نسبتاً مقاومت بلند را نشان داده اند. ورایتی للمی۱۵ در شرایط شوری متوسط (۱۰۰ملی‌مول) می‌تواند یک گزینه خوب برای مناطق شوره‌زار باشد که بیشترین مقاومت را نشان می‌دهد. ورایتی‌های افغان و للمی پایین‌ترین مقاومت در مقابل شوری را نشان می‌دهد. شاخص قد نبات در ورایتی للمی ۱۵، وافر ۱۵ و دهدادی ۱۳ در سطح غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ ملی‌مول نسبت به کنترول مقاومت نسبی را نشان داده اند؛ اما میلاد ۱۳ و افغان ۱۵ حساس‌ترین انواع شناسایی شدند.

افزایش رشد در ریشه‌ی سه ورایتی للمی ۱۵، وافر ۱۵ و بختاور ۱۳ کمترین تفاوت طول ریشه را در غلظت‌های شوری نسبت به کنترول نشان می‌دهد؛ ورایتی‌های میلاد-۱۳، افغان ۱۵ و زرین ۱۳ با داشتن تفاوت بلند مقاومت در غلظت شوری نسبت به کنترول حساس‌ترین ورایتی‌ها است. وزن تازه ورایتی دهدادی ۱۳، للمی ۱۵ و وافر ۱۵ مقاوم‌ترین و افغان و میلاد حساس‌ترین انواع شناسایی گردید.

در نتیجه نهایی ورایتی‌های وافر ۱۵ به درجه‌ی اول، للمی ۱۵ به درجه‌ی دوم و دهدادی۱۳ به درجه‌ی سوم مقاومت در مقابل شوری را نشان می‌دهد. ورایتی‌های افغان-۱۵و میلاد ۱۳ حساس‌ترین جینوتایپ را دارا می‌باشند.

با توجه به نتایج این تحقیق که نشان داد ورایتی‌های وافر ۱۵، للمی ۱۵ و دهدادی ۱۳ نسبت به سایر ورایتی‌ها مقاومت بهتری در برابر سطوح مختلف شوری از خود نشان داده‌اند، به دهقانان مناطق دارای خاک و آب شور پیشنهاد می‌شود که در صورت موجودیت شرایط مشابه اقلیمی با کابل، استفاده آزمایشی این ورایتی‌ها را در سطح کوچک مزرعه آغاز نمایند و قبل از کشت وسیع، ارزیابی محلی انجام دهند. همچنان توصیه می‌شود مدیریت شوری از طریق بهبود زه‌کشی خاک، استفاده از آب با شوری کمتر در مراحل ابتدایی رشد، مصرف متوازن کودهای منرالی و افزودن مواد عضوی برای بهبود ساختمان خاک در نظر گرفته شود؛ زیرا مقاومت جنتیکی به تنهایی نمی‌تواند اثرات شوری را کاملاً خنثی سازد. برای محققان آینده پیشنهاد می‌گردد که علاوه بر شاخص‌های مورفولوژیکی؛ مانند قد نبات، طول ریشه و وزن تازه، روی شاخص‌های فزیولوژیکی و بیوکیمیاوی مانند محتوای کلروفیل، پرولین، فعالیت آنزایم‌های انتی‌اکسیدان، تجمع سدیم و پتاشیم در بافت‌ها و شاخص تحمل شوری تمرکز نمایند تا میکانیزم‌های دقیق مقاومت شناسایی گردد. همچنان انجام مطالعات جنتیکی و مارکرهای مولیکولی جهت شناسایی ژن‌های مرتبط با تحمل شوری می‌تواند در برنامه‌های اصلاح نباتات برای تولید ورایتی‌های مقاوم‌تر مفید واقع شود.

از جمله محدودیت‌های مهم این تحقیق آن است که آزمایش در شرایط گلدان انجام شده و به دلیل محدود بودن حجم خاک و فضای رشد ریشه، نتایج به‌دست‌آمده نمی‌تواند به‌صورت کامل به شرایط مزرعه‌یی تعمیم داده شود؛ زیرا در مزرعه توسعه ریشه عمیق‌تر بوده و تعاملات پیچیده‌تری بین خاک، آب و نبات وجود دارد. همچنان توزیع نمک در گلدان یک‌نواخت‌تر از مزرعه بوده و شرایط طبیعی؛ مانند بارندگی، تغییرات حرارت و تنوع خاک در نظر گرفته نشده است. بنابراین، ضروری است که این نتایج در شرایط واقعی مزرعه و در چندین منطقه با درجات مختلف شوری و در چند فصل زراعتی تکرار گردد تا پایداری عملکرد ورایتی‌های معرفی‌شده تأیید شود. علاوه برآن، بررسی عملکرد نهایی دانه، شاخص برداشت و کیفیت نان‌آوری در شرایط شوری می‌تواند تصویر جامع‌تری از ارزش عملی این ورایتی‌ها در سطح ملی ارائه نماید .

**سپاسگزاری**

بدین‌وسیله مراتب سپاس و قدردانی صمیمانه خویش را از آمریت محترم دیپارتمنت بایوتکنالوژی و پوهنځی زراعت ابراز می‌داریم که با فراهم‌سازی تسهیلات علمی، لابراتواری و اداری، زمینه مناسب را برای انجام این تحقیق فراهم نمودند. حمایت‌های همه‌جانبه، رهنمودهای علمی ارزنده و همکاری‌های دوامدار ایشان نقش اساسی در پیشبرد منظم مراحل مختلف این پژوهش داشته است.

**سهم نویسندگان در تحقیق**

در انجام این تحقیق، سیدقدیر دانشیار بهعنوان نفر اول مسئولیت اصلی طرح، اجرا و پیشبرد تمامی مراحل تحقیق را بر عهده داشته است. محمد مدثر توفیق در بخشهای تخنیکی، شامل جمعآوری دادهها و همکاریهای لابراتواری، سهم فعال و مؤثر داشته است. همچنان فرید احمد شیرزی در نگارش علمی مقاله، ویرایش، بازبینی و تصحیح نهایی متن نقش مهم و ارزنده ایفا نموده است.

**تضاد منافع**

در این قسمت تصدیق گردد که هیچگونه تضاد منافع بین نویسندگان وجود ندارد.

## منابع


Ahmad, M., Munir, M., Shahzad, A., Shahid Masood, M., & Iqbal, M. (2011). Evaluation of bread wheat genotypes for salinity tolerance under saline field conditions. *African Journal of Biotechnology*, *10*(20), 4086–4092. https://doi.org/10.5897/AJB10.2455.

Akhtar, S. S., Andersen, M. N., & Liu, F. (2015). Residual effects of biochar on improving growth, physiology and yield of wheat under salt stress. *Agricultural Water Management*, *158*, 61–68. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2015.04.010.

Ali, M., Asaad, A., Eltony, A., Abdelaziz, G., Kamal, M., Ahmed, M., & Elsayed, M. A. (2019). *Evaluation capability of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under salinity (NaCl) stress as a systematic tolerance assessment at seed germination and early growth stage under laboratory conditions*. 1(2), 65–77. Link

Alom, R., Hasan, M. A., Islam, M. R., & Wang, Q. F. (2016). Germination characters and early seedling growth of wheat (Triticum aestivum L.) genotypes under salt stress conditions. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, *19*(5), 383–392. https://doi.org/10.1007/s12892-016-0052-1.

AYED, S., RASSAA, N., CHAMEKH, Z., BEJI, S., KAROUI, F., BOUZAIEN, T., MRABIT, M., & BEN, Y. M. (2014). Effect of salt stress (sodium chloride) on germination and seedling growth of durum wheat (Triticum durum Desf.) genotypes. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, *6*(4), 320–325. https://doi.org/10.5897/ijbc2013.0668.

Díaz De León, J., Escoppinichi, R., Zavala-Fonseca, R., Castellanos, T., Röder, M. S., & Mujeeb-Kazi, A. (2010). Phenotypic and genotypic characterization of salt-tolerant wheat genotypes. *Cereal Research Communications*, *38*(1), 15–22. https://doi.org/10.1556/CRC.38.2010.1.2.

Eskandari, H., & Kazemi, K. (2011). Germination and Seedling Properties of Different Wheat Cultivars under Salinity Conditions. *Notulae Scientia Biologicae*, *3*(3), 130–134. https://doi.org/10.15835/nsb336118.

Favre, R., Consultant, W., & Kamal, G. M. (2004). *Supported By Sdc Watershed Atlas Of Afghanistan*. *January*. Link

Hasan, A., Hafiz, H. R., Siddiqui, N., Khatun, M., Islam, R., & Mamun, A. Al. (2015). Evaluation of wheat genotypes for salt tolerance based on some physiological traits. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, *18*(5), 333–340. https://doi.org/10.1007/s12892-015-0064-2.

Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Rahman, A., Anee, T. I., Alam, M. U., Bhuiyan, T. F., Oku, H., & Fujita, M. (2017). Approaches to Enhance Salt Stress Tolerance in Wheat. *Wheat Improvement, Management and Utilization*, *September*. https://doi.org/10.5772/67247.

Hu, M., Shi, Z., Zhang, Z., Zhang, Y., & Li, H. (2012). Effects of exogenous glucose on seed germination and antioxidant capacity in wheat seedlings under salt stress. *Plant Growth Regulation*, *68*(2), 177–188. https://doi.org/10.1007/s10725

Hussain, N., Ghaffar, A., Zafar, Z. U., Javed, M., Shah, K. H., Noreen, S., Manzoor, H., Iqbal, M., Hassan, I. F. Z., Bano, H., Gul, H. S., Aamir, M., Khalid, A., Sohail, Y., Ashraf, M., & Athar, H. Ur R. (2021). Identification of novel source of salt tolerance in local bread wheat germplasm using morpho-physiological and biochemical attributes. *Scientific Reports*, *11*(1), 1–12. https://doi.org/10.1038/s41598-021-90280-w.

Khan, A., Ahmad, M. S. A., Athar, H. U. R., & Ashraf, M. (2006). Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid and salt stress on wheat (Triticum aestivum L.) at the seedling stage. *Pakistan Journal of Botany*, 38(5 Special Issue), 1407–1414. Link

Moustafa, E. S. A., Ali, M. M. A., Kamara, M. M., Awad, M. F., Hassanin, A. A., & Mansour, E. (2021). Field screening of wheat advanced lines for salinity tolerance. *Agronomy*, *11*(2), 1–14. https://doi.org/10.3390/agronomy11020281.

Ouhaddach, M., ElYacoubi, H., Douaik, A., & Rochdi, A. (2018). Morpho-Physiological and Biochemical Responses to Salt Stress in Wheat (Triticum aestivum L.) at the Heading Stage. *Environ. Sci*, *7*(9), 3084–3099. https://doi.org/10.26872/jmes.2018.9.6.209.

Rahaie, M., Xue, G. P., Naghavi, M. R., Alizadeh, H., & Schenk, P. M. (2010). A MYB gene from wheat (Triticum aestivum L.) is up-regulated during salt and drought stresses and differentially regulated between salt-tolerant and sensitive genotypes. *Plant Cell Reports*, *29*(8), 835–844. https://doi.org/10.1007/s00299-0-y. 010-0868-y.

Rahnama, A., Poustini, K., Tavakkol-Afshari, R., & Tavakoli, A. (2010). Growth and stomatal responses of bread wheat genotypes in tolerance to salt stress. *International Journal of Biological and Life Sciences*, *6*, 216–221. https://doi.org/10.5281/zenodo.1078158

Rehana, S., Krishna Reddy, P., Sai Bhaskar Reddy, N., Daud, A. R., Saboory, S., Khaksari, S., Tomer, S. K., & Sowjanya, U. (2022). *Observed Spatio Temporal Trends of Precipitation and Temperature Over Afghanistan*. August, 263–278. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05057-2_23.

Shamaya, N. J., Shavrukov, Y., Langridge, P., Roy, S. J., & Tester, M. (2017). Genetics of Na+ exclusion and salinity tolerance in Afghani durum wheat landraces. *BMC Plant Biology*, *17*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s12870-017-1164-

Singh, D., Ram, P. C., Singh, A., Singh, Y. P., Sharma, P. C., & Srivastava, S. (2015). Alleviating adverse effect of soil salinity on biomass production and physiological changes in wheat (Triticum aestivum L.) *through application of zinc fertilizer. Research in Environmental and Life Sciences*, *8*(2), 251–254. Link

Soofizada, Q., Pescatore, A., Orlandini, S., & Napoli, M. (2023). Effects of Pedoclimate and Agronomical Management on Yield and Quality of Common Wheat Varieties (Triticum aestivum L.) in Afghanistan. *Agronomy*, *13*(8). https://doi.org/10.3390/agronomy13082152.

Yassin, M., El Sabagh, A., Mekawy, A. M. M., Islam, M. S., Hossain, A., Barutcular, C., Alharby, H., Bamagoos, A., Liu, L., Ueda, A., & Saneoka, H. (2019). Comparative performance of two bread wheat (Triticum Aestivum L.) genotypes under salinity stress. *Applied Ecology and Environmental Research*, *17*(2), 5029–https://doi.org/10.15666/aeer/1702_50295041.

Zafar, S., Ashraf, M. Y., Niaz, M., Kausar, A., & Hussain, J. (2015). *Evaluation of wheat genotypes for salinity tolerance using physiological indices as screening tool. Pakistan Journal of Botany*, *47*(2), 397–405. Lnk

Zafar, S., Hasnain, Z., Perveen, S., Iqbal, N., & Amir Zafar, M. (2021). Deciphering Physio-Biochemical Characteristics Of Znso4 Primed Wheat (Triticum Aestivum L.) Plants Grown Under Salt Stress. *Pakistan Journal of Botany*, *53*(6), 1943–1952. https://doi.org/10.30848/PJB2021.