بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر جوانه‌زنی و وزن نهال ۸ برگی ارقام مختلف کلزا

جانب‌اله نیازی اردکانی[۱] و سید حمید احمدی[۲]

چکیده

در این مقاله تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال ۸ برگی و حدود تحمل به شوری هشت رقم کلزا (V_1=ACSN$_1$ فالکون = V_2 ، شیرالی = V_3 ، سرز= V_4، تاور = V_5، کبری = V_6، گلوبال = V_7 و اویرکا = V_8) بررسی گردید. برای ارزیابی حد تحمل به شوری از ۳ روش تعیین کاهش عملکرد در شرایط شور نسبت به غیر شور، شاخص حساسیت به شوری و روش وان گنوختن و هافمن استفاده گردید. نتایج به دست آمده از تجزیه و تحلیل آماری به روش دانکن در سطح ۱٪ نشان داد که تأثیر هر یک از عوامل شوری ، رقم و اثر متقابل آنها بر جوانه‌زنی بذر و وزن ماده خشک نهال ۸ برگی از نظر آماری معنی‌دار است، به طوری که با افزایش شوری آب آبیاری میزان جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال به شدت کاهش می‌یابد. هم‌چنین با استفاده از روش وان‌گنوختن و هافمن، شوری‌های آب آبیاری متناظر با ۱۰٪، ۲۵٪، ۵۰٪ و ۹۰٪ کاهش در میزان جوانه زنی و وزن خشک نهال ۸ برگی هشت رقم کلزا، در جدولی ارایه گردیده است. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری نشان داد که ارقام مختلف کلزا در مراحل مختلف رشد واکنش‌های مختلفی به شوری نشان داده و در یک مرحله متحمل و در مرحله‌ای دیگر حساس به شوری می‌باشند. در این تحقیق، ارقام ACSN1، فالکون و شیرالی در مرحله جوانه‌زنی و سه رقم ACSN1، فالکون و کبری در مرحله رویش نهالی به شوری متحمل بوده‌اند. ارقام اویرکا، گلوبال و سرز در مرحله جوانه‌زنی و ارقام شیرالی، گلوبال و اویرکا نیز در مرحله رویش نهالی حساس‌ترین ارقام به شوری بوده‌اند که در نهایت دو رقم ACSN1 و فالکون متحمل به شوری و دو رقم گلوبال و اویرکا حساس به شوری شناخته شدند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، شوری آب آبیاری، شاخص کاهش عملکرد، شاخص حساسیت به شوری، مدل SALT

مقدمه

یکی از روش‌های مؤثر در استفاده بهینه از منابع آب و خاک شور ، کشت گیاهان نسبتاً متحمل به شوری در این قبیل مناطق است (۱۵). به نظر برنستاین و هی وارد (۳) تعیین حد تحمل به شوری برای یک گیاه طی یک مرحله رویشی خاص فواید بسیاری دارد. ایشان معتقدند چنانچه گیاهی مانند چغندرقند که حین مرحله جوانه‌زنی و رویش نهالی به شوری خاک و آب حساس ولی در مراحل بعدی رشد، متحمل است، بایستی تحمل به شوری ارقام مختلف آن در مرحله جوانه زنی و رویش نهالی تعیین گردد. زیرا یک بذر مقاوم چنانچه مرحله جوانه‌زنی و

۱. کارشناس ارشد بخش آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

۲. کارشناس ارشد بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

رویش نهالی را با موفقیت به پایان برساند، از نظر تولید نهالی مشکلی نخواهد داشت. برخی از محققین (۱۰ و ۱۱) مرحله جوانه زنی بذر و رویش نهالی گیاهچه را یک مرحله کاملاً بحرانی در چرخه زندگی گیاهان هالوفیت وگلیکوفیت تلقی کرده و معتقدند تحمل به شوری در این مرحله رویشی برای استقرار گیاه در شرایط آب و خاک شور اهمیت زیادی دارد.

کلزا (*Brassica napus*) گیاهی با دانه روغنی است که طی دو دهه اخیر به دلیل کیفیت مرغوب روغن بذر آن،توجه محققین زیادی را به خود معطوف داشته است. درباره تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (یا شوری آب خاک) بر میزان جوانه زنی بذر کلزا، مطالعاتی انجام شده است . این مطالعات (۲ و ۶) نشان داده‌اند که ظهور گیاهچه و سرعت رشد بعدی آن درخاک شور با اشکال مواجه شده و کاهش می‌یابد. کاهش سرعت جوانه زنی و رویش نهال کلزا ناشی از اثرات اسمزی املاح، سمیت یون ویژه، اختلال در جذب عناصر غذایی توسط گیاه یا ترکیبی از این عوامل اعلام شده است (۷، ۹، ۱۲ و ۱۳). در مطالعه دیگری معلوم شده که با افزایش شوری عصاره اشباع خاک از ۶ به ۱۱/۵ دسی زیمنس بر متر ، میزان جوانه‌زنی بذر کلزا از ۷۰ به۲۰ درصد کاهش می یابد (۶). گاتیرز و همکاران (۷) اعلام داشتند که شوری‌های بیشتر از ۱۱/۵ دسی زیمنس بر متر فقط جوانه زنی بذر را به تأخیر می‌اندازد ولی بر میزان جوانه زنی نهایی کلزا تأثیر معنی‌داری ندارد.

هدف این پژوهش تعیین میزان تحمل ارقام مختلف کلزا به سطوح مختلف شوری آب آبیاری در مراحل جوانه زنی و رویش نهال ۸ برگی است. برای ارزیابی میزان تحمل، از روش کاهش عملکرد در شرایط شور نسبت به شرایط غیر شور (۱۶)، تعیین شاخص حساسیت به شوری (۵) و روش تحلیلی وان گنوختن و هافمن (۱۹) استفاده خواهد شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر میزان جوانه زنی و رویش نهال ۸ برگی هشت رقم کلزا، یک آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی شامل ۳۲ تیمار در ۴ تکرار در آزمایشگاه و گلخانه مرکز تحقیقات کشاورزی فارس انجام گردید. هر تیمار ترکیبی از یک رقم و یک سطح شوری آب آبیاری بود. ارقام کلزا شامل : V_1=ACSN$_1$ فالکون=V_2 ، شیرالی = V_3 ، سرز= V_4 تاور = V_5 کبری = V_6 گلوبال = V_7 و اویرکا = V_8 و شوری آب آبیاری بر حسب هدایت الکتریکی در چهار سطح :۱ = S_0 (شاهد)، ۴ = S_1، ۸= S_2 و ۱۲= S_3 دسی زیمنس برمتر بود. میزان جوانه زنی بذرهای کلزا در شوری‌های مختلف آب آبیاری در ژرمیناتور آزمایشگاه بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تعیین گردید. بدین منظور پس از تهیه بذرهای ارقام مورد نظر از بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و اطمینان از درجه خلوص و قوه نامیه بالا، تعداد ۲۵ عدد بذر از هر رقم روی کاغذ صافی درون پتری دیش قرار داده شد، سپس با آب دارای شوری‌های ذکر شده خیس و در ژرمیناتور قرارگرفت. بر اساس نظر گاتیرز وهمکاران (۷) مدت زمان جوانه‌زنی بذر در تنش‌های شوری برای برخی از گیاهان طولانی است، بنابراین طول مدت زمان جوانه‌زنی بذرها ۲۱ روز در نظر گرفته شد.

مرحله دوم آزمایش، بررسی وضعیت رویش نهال در گلدان درون گلخانه بود. برای این‌کار تعداد ۱۰۸ گلدان (ارتفاع ۱۶ سانتی‌متر و قطر ۲۰ سانتی‌متر) هر یک به حجم تقریبی ۵ لیتر انتخاب و مقدار ۴ کیلوگرم خاک زراعی در آن ریخته شد. خاک مورد نظر، آهکی و دارای بافت لوم رسی سیلتی (Silty clay loam) بود. شوری ابتدایی عصاره اشباع خاک گلدان‌ها حدود ۲ dS/m و در آخر فصل رشد برای شوری‌های آب آبیاری ۱، ۴، ۸ و ۱۲ dS/m به ترتیب و به طور میانگین ۸/۵۶، ۱۹/۹۴، ۳۱/۷۴ و ۴۲/۷۵ دسی زیمنس بر متر بود که علت اصلی بالا بودن شوری عصاره اشباع خاک در آخر فصل رشد، عدم آبشویی خاک گلدان‌ها در طول فصل رشد و تجمع نمک در خاک می‌باشد (۱۲). در هر گلدان تعداد ۱۰ عدد بذر مورد نظر مربوط به ارقام مختلف کلزا کشت گردید که پس از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جوانه زنی و ظهور نهال‌ها در سطح خاک به دو بوته در هر گلدان تنک گردید. بنابراین وزن خشک ارقام مورد نظر، برای هر رقم مربوط به دو بوته نهال ۸ برگی است. اعمال تیمارهای آبیاری با شوری‌های مختلف از هنگام کاشت شروع شد. مقدار آب آبیاری برای کلیه تیمارها یکسان (۲۰ میلی‌متر) بود و برنامه ریزی آبیاری براساس نتایج به دست آمده روی خاک مذکور جهت آبیاری کلزا به صورت هر ۵ روز یکبار انجام شد به گونه‌ای که رطوبت خاک قبل از آبیاری در محدوده ظرفیت زراعی بود و تنش رطوبتی به گیاه وارد نمی‌شد (۱). به منظور رشد مناسب نهال‌های کلزا در مدت رشد، دمای شبانه‌روز گلخانه بین ^{o}C ۳ ± ۲۲ تنظیم (۸، ۹ و ۱۳). پس از اتمام مرحله رویش نهال ۸ برگی ، کلیه نهال‌ها از محل طوقه بریده و سپس در دمای ^{o}C ۶۵ در آون خشک و وزن گردید.

نتایج مربوط به جوانه زنی بذرها و وزن ماده خشک نهال ۸ برگی ارقام کلزا به کمک نرم افزار MSTATC تجزیه و تحلیل و میانگین تیمارها به روش آزمون دانکن در سطح یک درصد مورد مقایسه قرار گرفت. هم‌چنین از سه روش دیگر برای ارزیابی میزان تحمل به شوری ارقام مختلف کلزا استفاده گردید.

در روش اول میزان کاهش یا افت جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک نهال در سطوح مختلف شوری نسبت به تیمار غیر شور S_0 (شاهد) به کمک معادله ۱ تعیین گردید:

$$S = \frac{Y_C - Y_S}{Y_C} \qquad [۱]$$

دراین معادله، S شاخص تحمل به شوری، Y_S جوانه زنی یا وزن ماده خشک نهال تولیدی در سطوح شوری اعمال شده وY_C میزان جوانه زنی یا وزن ماده خشک نهال در شرایط غیر شور (شاهد) است (۱۶).

روش دوم که توسط فیشر و مائور (۵) برای بررسی حساسیت به خشکی مطرح شده بود، در این پژوهش برای حساسیت به شوری عنوان شد که به وسیله معادله ۲ ارائه شده است:

$$S = \frac{۱ - \left(\frac{Y_S}{Y_C}\right)}{۱ - D} \qquad [۲]$$

در این معادله، S شاخص حساسیت به شوری، D نسبت میانگین جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک نهال کلیه ارقام در هر یک از سطوح مختلف شوری (تیمارهای شور) به میانگین جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک نهال کلیه ارقام در شرایط غیر شور (شاهد) است .

روش سوم توسط وان گنوختن و هافمن (۱۹) ارائه شده است. در این روش ، از معادلات زیر استفاده گردید (۲۰) :

$$Y = Y_m - Y_m S(C - C_t) \qquad [۳]$$

$$Y = Y_r Y_m \qquad [۴]$$

$$Y = Y_m / 1 + (C/C_{50})^P \qquad [۵]$$

$$Y = Y_m \exp(\alpha c - \beta c^۲) \qquad [۶]$$

$$SSQ = \sum_{i=۱}^{n} (Y_i - Y_i')^۲ \qquad [۷]$$

در این معادلات، پارامترها به این شرح تعریف می‌شوند :

Y، Y_m و Y_r : به ترتیب جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک نهال واقعی، حداکثر و نسبی

C : متوسط شوری آب آبیاری در مدت رشد (dS/m)

C_t : حد شوری آستانه (dS/m)

S : شیب تابع که نشان دهنده کاهش عملکرد به ازای یک واحد افزایش شوری است.

β, α, P: ثابت‌های تجربی

C_{50} : میزان شوری آب آبیاری که به ازای آن جوانه زنی یا وزن ماده خشک نهال هشت برگی ۵۰ درصد کاهش می‌یابد.

SSQ : جمع مربعات اختلاف مقادیر مشاهده شده (Y_i) در مقابل مقادیر برازش یافته (Y_i') که نشان دهنده میزان دقت معادله برازش داده شده به داده‌ها می‌باشد.

در روش وان گنوختن و هافمن (۱۹) یکی از سه معادله ۳، ۵ و ۶ که از روابط معروف بین عملکرد – شوری می‌باشند، بر داده‌های موجود برازش داده می‌شود. بر طبق معادله۷ معادله‌ای که کمترین مقدار عددی SSQ را داشته باشد، به عنوان معادله برتر و مناسب‌تر در نظر گرفته می‌شوند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جدول ۱. میانگین درصد جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال هشت برگی هشت رقم کلزا در چهار سطح شوری آب آبیاری

شوری / رقم	جوانه زنی					وزن ماده خشک نهال هشت برگی (gr)				
	S_0	S_1	S2	S_3	SD	S_0	S_1	S_2	S_3	SD
V_1	۹۷/۲۵	۹۴/۰۰	۹۰/۰۰	۸۳/۲۵	۵/۴۳	۱۸/۹۷	۱۸/۴۰	۱۷/۱۰	۱۶/۱۰	۱/۶۲
V_2	۹۸/۰۰	۹۴/۰۰	۸۷/۵۰	۷۷/۵۰	۸/۷۴	۱۹/۵۰	۱۴/۳۳	۱۲/۶۳	۸/۷۰	۴/۱۵
V_3	۹۴/۵۰	۹۲/۲۵	۸۷/۷۵	۷۳/۲۵	۸/۷۵	۱۰/۱۶	۸/۵۰	۶/۳۳	۴/۳۰	۲/۴۰
V_4	۸۷/۵۰	۸۱/۲۵	۳۷/۷۵	۱۴/۲۵	۳۱/۶۱	۱۱/۵۰	۹/۳۷	۷/۸۲	۵/۵۳	۲/۳۵
V_5	۹۱/۵۰	۸۳/۷۵	۸۰/۰۰	۴۳/۷۵	۱۹/۶۶	۱۱/۰۷	۱۰/۶۰	۱۰/۲۰	۴/۸۷	۲/۷۴
V_6	۹۰/۵۰	۷۲/۵۰	۶۲/۲۵	۴۲/۵۰	۱۸/۲۷	۱۶/۴۰	۱۲/۱۰	۱۰/۴۰	۸/۱۷	۳/۳۶
V_7	۹۵/۰۰	۷۳/۷۵	۳۸/۲۵	۱۲/۵۰	۳۳/۱۴	۹/۵۰	۹/۳۰	۷/۸۰	۵/۵۰	۲/۰۵
V_8	۹۴/۵۰	۴۷/۵۰	۲۱/۲۵	۱۲/۰۰	۳۴/۰۴	۱۲/۲۰	۹/۴۰	۶/۸۰	۲/۸۰	۳/۷۸

جدول ۲. جدول تجزیه واریانس مقادیر جوانه‌زنی و وزن نهال ۸ برگی با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۱٪

منبع تغییر	درجه آزادی		میانگین مربعات		مقدار F		P<F
	جوانه زنی	نهال	جوانه زنی	نهال	جوانه زنی	نهال	
رقم	۷	۷	۵۳۰۱/۳	۱۵۸/۶	۲۸۹/۹	۱۲۱/۴	۰/۰۰۰۱
شوری	۳	۳	۱۴۳۱۳/۲	۱۸۹/۴	۷۸۲/۷	۱۴۴/۹	۰/۰۰۰۱
شوری × رقم	۲۱	۲۱	۸۴۳/۱	۴/۸	۴۶/۱	۳/۷	۰/۰۰۰۱
خطا	۶۴	۹۶	۱۸/۳	۱/۳			

نتایج

میانگین درصد جوانه زنی بذر و وزن ماده خشک نهال هشت برگی ارقام کلزای مورد مطالعه در سطوح مختلف شوری آب آبیاری اعمال شده در جدول ۱ ارائه شده است . نتیجه تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده، حاصل از آزمایش که نشان دهنده تأثیر معنی‌دار هریک از عامل‌های شوری، رقم و اثر متقابل آنها بر جوانه زنی بذر و وزن ماده خشک نهال ارقام مورد مطالعه می باشد، در جدول ۲ ارایه گردیده است.

نتیجه مقایسه میانگین های جوانه زنی بذور کلزا در ۴ سطح شوری بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در جدول ۳ نشان داده شده است. بر اساس این آزمون، عامل شوری تأثیر خیلی معنی‌داری برمیزان جوانه زنی بذر داشته، یعنی با افزایش سطح شوری آب آبیاری، میزان جوانه زنی به شدت کاهش یافته است. میزان کاهش جوانه زنی (میانگین ارقام) در سطوح شوری S_1 ، S_2 وS_3 نسبت به شاهد (S_0) به ترتیب برابر ۳۲/۱۴،۳۲/۶۵ و ۵۲/۲۷ درصد می باشد . در جدول ۴ نتایج آزمون دانکن روی تأثیر ارقام مختلف برجوانه زنی بذر ارائه شده است. مشاهده می‌شود که اختلاف ارقام نسبت به یکدیگر از نظر جوانه زنی خیلی معنی‌دار است به طوری‌که رقم V_1 = ACSN1 حداکثر و رقم اویرکا = V_8 حداقل میانگین درصد جوانه زنی را داشته‌اند.

نتیجه مقایسه میانگین‌های وزن ماده خشک نهال ۸ برگی در اثر سطوح مختلف شوری آب آبیاری، در جدول ۵ ارائه شده

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جدول ۳. تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (dS/m) برجوانه زنی بذر (٪) و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح ۱٪

سطوح شوری (dS/m)	S_0	S_1	S_2	S_3
میانگین جوانه زنی (درصد)	۹۳/۵۹	۷۹/۸۸	۶۳/۳۴	۴۴/۶۳
علامت	A	B	C	D
کاهش نسبت به شاهد (٪)	۰/۰۰	۱۴/۶۵	۳۲/۳۲	۵۲/۲۷

جدول ۴. تأثیر ارقام مختلف بر میزان جوانه زنی بذر (٪) ومقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح ۱٪

ارقام کلزا	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8
میانگین جوانه زنی (٪)	۹۱/۶۳	۸۹/۲۵	۸۶/۹۴	۵۵/۱۹	۷۴/۷۵	۶۶/۹۴	۵۵/۰۰	۴۳/۱۹
علامت	A	AB	B	E	C	D	E	F
کاهش نسبت به V_1(٪)	۰	۳	۵	۴۰	۲۲	۲۷	۴۰	۵۳

جدول ۵ . تأثیر سطوح مختلف شوری آب آبیاری (dS/m) بر میزان وزن ماده خشک نهال۸ برگی (گرم) و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح ۱٪

سطوح شوری (dS/m)	S_0	S_1	S_2	S_3
میانگین وزن ماده خشک	۱۳/۶۶	۱۱/۵۰	۹/۸۷۳	۶/۹۹۶
علامت	A	B	C	D
کاهش نسبت به شاهد (٪)	۰/۰۰	۱۵/۸۰	۲۷/۷۰	۴۸/۷۸

است. مشاهده می‌شود که با افزایش میزان شوری، مقدار ماده خشک کاهش یافته است. حداکثر وزن ماده خشک در تیمار شاهد (شوری S_0) و حداقل آن در شوری S_3 به دست آمده و اختلاف معنی‌دار بین سطوح شوری، میانگین‌های وزن ماده خشک را در چهار گروه A, B, C وD قرار داده است. جدول ۶، نتایج آزمون دانکن در سطح آماری ۱ درصد را روی تأثیر رقم برتولید وزن ماده خشک نهال نشان می‌دهد. بر اساس این جدول، رقم V_1 بیشترین و رقم V_3 و V_8 کمترین وزن ماده خشک را تولید کرده‌اند. بر این اساس ارقام V_1, V_2 و V_6 از نظر تولید وزن ماده خشک مقاوم‌ترین ارقام به شوری بوده ولی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری دارند در حالی‌که ارقام V_7 و V_8 کمترین پتانسیل تولید ماده خشک را داشته و اختلاف معنی‌داری نیز با یکدیگر ندارند.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جدول ۶. تأثیر ارقام مختلف کلزا بر میزان وزن ماده خشک نهال ۸ برگی (گرم) ومقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن در سطح ۱٪

ارقام کلزا	V_1	V_2	V_3	V_4	V_5	V_6	V_7	V_8
میانگین وزن ماده خشک	۱۷/۶۴	۱۳/۷۹	۷/۳۲۵	۸/۵۵۴	۹/۱۵۸	۱۱/۷۷	۸/۰۲۵	۷/۰۸
علامت	A	B	E	DE	D	C	DE	E
کاهش نسبت به V_1 (٪)	۰/۰۰	۲۱/۸۰	۵۸/۵۰	۵۱/۵۰	۴۸/۱۰	۳۳/۳	۵۴/۵۰	۵۵/۸۰

چنانچه تأثیر شوری بر ارقام مختلف کلزا را از طریق مقدار عددی انحراف معیار (SD) میانگین جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال هر رقم در سطوح شوری اعمال شده (جدول ۱) مورد بررسی قرار دهیم، مشاهده می‌شود که در مرحله جوانه زنی ارقام V_1, V_2 و V_3 دارای انحراف معیار کمتر از ۹ و بقیه ارقام انحراف معیاری بیش از ۱۸ دارند. بنابراین نتیجه می‌شود که واکنش این سه رقم در مرحله جوانه زنی نسبت به سطوح شوری اعمال شده دارای روندی ملایم‌تر در مقایسه با سایر ارقام می‌باشد. این روند نزولی ملایم، برای سه رقم مذکور در شکل ۱ نیز مشاهده می‌شود. در مرحله رویش نهالی به جز رقم ACSN1 که مقدار انحراف معیار میانگین وزن ماده خشک نهال هشت برگی آن ۱/۶۲ می‌باشد، سایر ارقام در سطوح شوری اعمال شده دارای انحراف معیار نسبتاً بالاتری نسبت به رقم ACSN1 می‌باشند.

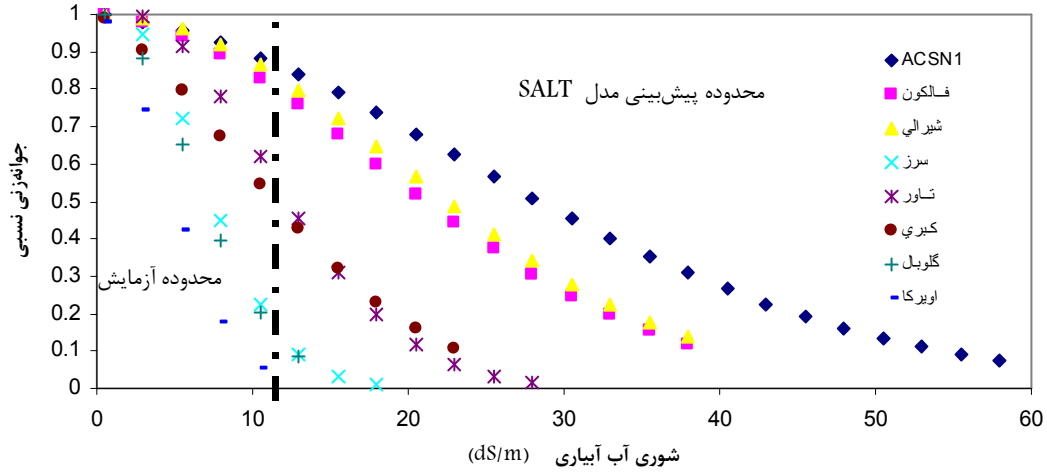
شکل ۲ سیر نزولی وزن ماده خشک نهال هشت برگی ارقام کلزا را در سطوح شوری اعمال شده نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل نیز دیده می‌شود، به جز رقم ACSN1، سایر ارقام، سیر نزولی نسبتاً شدیدی دارند. همان طورکه در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود، مقادیر SD (انحراف معیار) مربوط به وزن نهال هشت برگی بسیار کمتر از مقادیر متناظر برای جوانه زنی بوده وتقریباً همگی نیز در یک دامنه (۴/۵ –۱/۶۲) می‌باشند، در صورتی‌که مقادیر SD برای جوانه زنی در دامنه (۳۴/۰۴– ۵/۴۳) متغیر است و این نشان می‌دهد که به طور کلی مرحله جوانه‌زنی در ارقام مختلف کلزا نسبت به مرحله رویش نهالی، در سطوح شوری بالا آسیب‌پذیرتر است.

مقادیر کاهش جوانه زنی و کاهش وزن ماده خشک نهال هشت برگی ارقام مورد مطالعه در شرایط شور نسبت به شاهد (غیر شور) محاسبه شده از معادله ۱ در جدول ۷ نشان داده شده است. میانگین میزان کاهش جوانه زنی بذر سه رقم V_2،V1 و V_3 در سطوح شوری S_1 ، S_2 وS_3 به ترتیب ۳، ۸ و۱۹ ولی برای بقیه ارقام در همین سطوح شوری به ترتیب ۲۲، ۴۷ و۷۳ درصد است. در مرحله رویش نهال هشت برگی سه رقم V_1، V_5 و V_7 در سطوح شوری S_1 و S_2 کمترین میزان کاهش وزن را در مقایسه با سایر ارقام نشان داده‌اند، اما به جز رقم V_1 سایر ارقام در سطح شوری S_3 کاهش شدیدی نسبت به سطح شوری شاهد داشته‌اند.

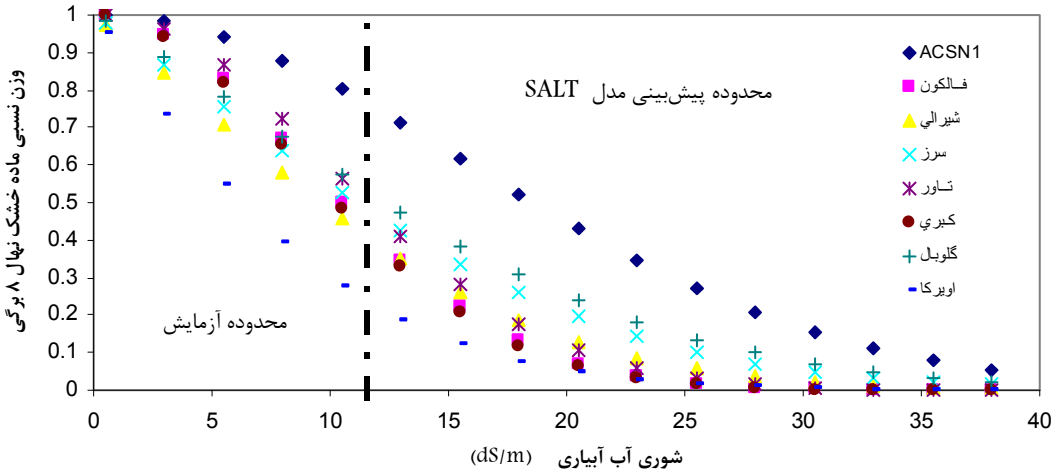
مقادیر شاخص حساسیت به شوری (معادله ۲) ارقام مورد مطالعه در مراحل جوانه زنی و رویش نهالی در جدول ۸ نشان داده شده است. حدود این شاخص برای ارقام مورد مطالعه در مرحله جوانه زنی در شوری S_1 بین ۰/۱۶ تا ۳/۴، در شوری S_2 بین ۰/۱۸ تا ۲/۴ و در شوری S_3 بین ۰/۲۷ تا ۱/۷۲ متغیر است. محدوده شاخص مذکور در مرحله رویش نهالی (وزن ماده خشک نهال) در شوری S_1 بین ۰/۱۳ تا ۱/۶۷، در شوری S_2 بین ۰/۳۱ تا ۱/۳۶ و در شوری S_3 بین ۰/۳۱ تا ۱/۵۸ نوسان دارد. میانگین آماری این شاخص برای دو مرحله جوانه زنی و رویش نهالی حدود ۱/۰۰ به دست می‌آید. براساس نظر فیشر و

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]



شکل ۱. روند تغییرات جوانه‌زنی ارقام مختلف کلزا نسبت به سطوح شوری مختلف آب آبیاری با استفاده از روش وان‌گنوختن و هافمن



شکل ۲. روند تغییرات وزن خشک نهال ۸ برگی ارقام مختلف کلزا نسبت به سطوح شوری مختلف آب آبیاری با استفاده از روش وان‌گنوختن و هافمن

مائور (۵)، شاخص‌های کمتر از واحد نشان دهنده تحمل زیادتر و شاخص‌های بزرگ‌تر از واحد نشان دهنده تحمل کمتر گیاه در هر مرحله‌ای از رشد به شوری است. بر این اساس ارقام V_1، V_1، V_2، V_3 که در مرحله جوانه زنی و ارقام V_5 و V_7 که در مرحله رویش نهالی (وزن خشک نهال) از شاخص‌های حساسیت به شوری کمتر یا نزدیک به ۰/۵ برخوردارند، نسبت به شوری متحمل و بقیه ارقام نیمه متحمل و حساس هستند .

اگر چه تأثیر متقابل رقم و شوری بر میزان جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد و این اختلاف از طریق ارزیابی داده‌های آزمایش به روش‌های تعیین میزان کاهش عملکرد در شرایط شور نسبت به غیر شور (معادله ۱) و نیز شاخص حساسیت به شوری (معادله ۲) به اثبات رسید، با این وجود یک نتیجه‌گیری اساسی در رابطه با انتخاب رقم یا ارقام متحمل به شوری، با در نظر گرفتن اهداف این پژوهش با مشکل مواجه می‌شود. به عنوان مثال، دیده شد که عکس العمل ارقام مورد مطالعه به سطوح شوری در دو مرحله جوانه زنی و رویش نهالی متفاوت است . این تفاوت در واکنش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جدول ۷. میزان افت جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال ۸ برگی ارقام مختلف کلزا درشرایط شور نسبت به شاهد (غیر شور)

شوری / رقم	جوانه زنی بذور			وزن ماده خشک نهال هشت برگی		
	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
V_1	۳	۶	۱۴	۳	۱۰	۱۵
V_2	۴	۱۱	۲۱	۲۶	۳۵	۵۵
V_3	۲	۷	۲۲	۱۶	۳۸	۵۸
V_4	۷	۵۷	۸۴	۱۹	۳۲	۵۲
V_5	۸	۱۳	۵۲	۴	۹	۵۶
V_6	۲۰	۳۱	۵۳	۲۶	۳۷	۵۰
V_7	۲۲	۵۹	۸۷	۲	۱۸	۴۲
V_8	۵۰	۷۸	۹۰	۲۳	۴۴	۷۷

جدول ۸. مقدارشاخص حساسیت به شوری مراحل جوانه زنی و رویش نهال ۸ برگی ارقام مختلف کلزا در شرایط شور (معادله ۲)

شوری / رقم	وزن ماده خشک نهال هشت برگی			جوانه زنی بذور		
	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	S_3
V_1	۰/۱۹	۰/۳۶	۰/۳۱	۰/۲۳	۰/۱۸	۰/۲۷
V_2	۱/۶۷	۱/۲۷	۱/۱۴	۰/۲۸	۰/۳۳	۰/۴۰
V_3	۱/۰۴	۱/۳۶	۱/۱۸	۰/۱۶	۰/۲۲	۰/۴۳
V_4	۱/۱۷	۱/۱۵	۱/۰۶	۰/۴۹	۱/۷۶	۱/۶۰
V_5	۰/۲۷	۰/۳۱	۱/۱۵	۰/۵۸	۰/۳۹	۰/۹۹
V_6	۱/۶۶	۱/۳۲	۱/۰۳	۱/۳۶	۰/۹۷	۱/۰۱
V_7	۰/۱۳	۰/۶۵	۰/۸۶	۱/۵۸	۱/۸۳	۱/۶۶
V_8	۱/۴۵	۱/۶۰	۱/۵۸	۳/۴۰	۲/۴۰	۱/۷۲

گیاه به شوری طی مراحل رویشی مختلف آن در مطالعات دیگر محققین (۱۴ و ۱۵) نیز به اثبات رسیده است، البته این بدان مفهوم نیست که آزمایش‌های مربوط به انتخاب ارقام از نظر تحمل به یک تنش محیطی را در ارقام یک گونه یا بین گونه‌های گیاهی در مراحل رویشی معین نادیده گرفت، بلکه این موضوع زمانی که تعداد ارقام در مطالعات به نژادی زیاد است، اهمیت پیدا می‌کند.

بنابراین میزان تحمل به شوری ارقام کلزا مورد مطالعه با روش پیشنهادی وان گنوختن و هافمن (۱۹) نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور از بین معادلات ۳، ۵ و ۶ ارائه شده توسط وان گنوختن وهافمن (۱۹)، معادله ۶ بهتر به داده‌های آزمایش برازش داده شد که معیار انتخاب معادله برتر نیز مقدارعددی SSQ است (۲۰). محققین دیگری نیز در تجزیه وتحلیل داده‌های خود از معادله ۶ بهره جسته و آن را رابطه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

بهتری نسبت به دو معادله دیگر به منظور برازش بر داده‌های تحقیق خود معرفی نموده‌اند (۴ و ۱۸). عدم برازش مناسب معادلات۳ و ۵ به داده‌های موجود، تعداد کم داده‌ها و محدود بودن سطوح شوری مختلف بود. وان گنوختن و هافمن نیز وجود داده‌های زیاد به ازای سطوح شوری مختلف را شرط مهمی در برازش خوب این معادلات به داده‌ها عنوان کرده‌اند (۱۹).

شکل‌های ۱ و ۲ واکنش ارقام مختلف کلزا به شوری‌های مختلف را در مراحل جوانه زنی و رشد رویشی نهال بر اساس معادله برازش داده شده به داده‌های جوانه زنی و رشد رویشی هر رقم (معادله۶) نشان می‌دهد. اختلاف بین معادلات به دست آمده برای ارقام کلزا در مقادیر عددی β,α می‌باشد که این مقادیر با استفاده از نرم افزارSALT محاسبه گردیده‌اند (۱۹ و۲۰). جدول ۹ مقادیر مختلف β,α و SSQ را برای ارقام مختلف و در دو مرحله جوانه‌زنی و رویش نهال هشت برگی نشان می‌دهد. نتیجه ارزیابی و کاربرد معادله۶ در جدول ۱۰ ارائه شده است. در این جدول میزان شوری آب آبیاری که به ازای آن میزان جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک نهال هشت برگی به مقدار ۱۰ ، ۲۵، ۵۰ و۹۰ درصد کاهش می یابد، با استفاده از معادله برازش داده شده به داده‌های هر رقم محاسبه و درج گردیده است. چنانچه میزان ده درصد کاهش در جوانه زنی بذر یا وزن ماده خشک ارقام مورد مطالعه را (در این جدول) در نظر بگیریم، مشاهده می‌شود که این کاهش در جوانه‌زنی برای ارقام V_1، V_2 و V_3 به ترتیب در شوری‌های برابر۹/۵ ، ۷/۶ و۹ دسی زیمنس بر متر اتفاق می‌افتد در حالی‌که برای بقیه ارقام این کاهش در شوری کمتر از ۳ دسی زیمنس بر متر رخ می‌دهد (برای رقم V_5 این کاهش در شوری ۵/۹ دسی زیمنس بر متر روی می‌دهد). میزان کاهش ۱۰ درصدی در وزن ماده خشک نهال برای ارقام V_1 و V_2 به ترتیب در شوری‌های برابر ۷/۳ و ۴/۱ دسی زیمنس بر متر در حالی‌که برای بقیه ارقام (به جز رقم V_5) این کاهش در شوری کمتر از ۴ دسی زیمنس بر متر روی می‌دهد. نتیجه مهم این جدول این است که میزان کاهش در جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال با افزایش شوری آب آبیاری همراه بوده و رقم V_2 در مرحله رویش نهال به شوری حساس است که شاید مربوط به خصوصیات ژنتیکی گیاه باشد.

نتیجه مهم دیگری که از جدول ۱۰ استنباط می‌شود، تعیین مقدار شوری آب آبیاری است که با کاربرد آن میزان جوانه‌زنی یا وزن ماده خشک نهال هشت برگی ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. شانون (۱۶) و شانون و گریو (۱۷) نیز این کاهش را به صورت شاخص C_{50} مطرح نموده و معتقدند در آزمایش‌هایی که تعداد داده‌های آزمایش کم است، داده‌های موجود نمی‌توانند اطلاعات مفیدی از شیب و حد آستانه (معادله۳) ارایه دهند و بهتر است که از مقدار C_{50} در ارزیابی داده‌ها استفاده گردد. بر این اساس، میزان کاهش ۵۰ درصدی در جوانه زنی ارقام کلزا مورد مطالعه (در جدول ۱۰) برای ارقام V_1، V_2 و V_3 در مرحله جوانه زنی در شوری‌های S_1، S_2 و S_3 به ترتیب برابر ۲۸/۴، ۲۱/۲ و ۲۲/۶ و از نظر وزن ماده خشک نهال هشت برگی به ترتیب برابر ۱۸/۷ ، ۱۰/۶ و ۹/۵ دسی زیمنس بر متر به دست می‌آید. این امر نشان دهنده آن است که تحمل به شوری این سه رقم در مرحله جوانه‌زنی بیشتر از مرحله رویش نهالی است و ثانیاً نسبت به سایر ارقام مورد مطالعه، از تحمل به شوری بالاتری برخوردار هستند.

از مزیت‌های دیگر روش وان گنوختن و هافمن (۱۹) پیش‌بینی و شبیه‌سازی واکنش گیاه به سطوح شوری بالاتر می‌باشد، زیرا اعمال تیمارهای شوری مختلف و در سطوح شوری بالا به علل مختلف از جمله هزینه، دقت کافی و وقت زیاد به سادگی میسر نمی‌باشد. شکل‌های ۱ و ۲ پیش بینی واکنش ارقام مختلف کلزا را در سطوح شوری بالاتر نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۱ سه رقم V_1، V_2 و V_3 تا شوری‌های بیش از ۴۰ دسی زیمنس بر متر نیز قادر به تحمل شوری و جوانه‌زنی می‌باشند، در حالی‌که جوانه‌زنی سایر ارقام با افزایش شوری تا حدود ۲۵ دسی زیمنس بر متر به شدت کاهش می‌یابد. اما واکنش ارقام مختلف کلزا در مرحله تولید نهال

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

جدول ۹. مقادیر تابت‌های تجربی به دست آمده از برازش معادله ۶ در روش وان گنوختن و هافمن (۱۹) و معیار انتخاب رابطه برتر (SSQ)

رقم	مرحله جوانه‌زنی			مرحله رویش نهال ۸ برگی		
	SSQ	α	β	SSQ	α	β
V_1	۰/۰۰۵۶	−۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۰۷	۰/۰۰۴۱	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۲
V_2	۰/۰۱۹۳	−۰/۰۰۳۱	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۸۳	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۶۳
V_3	۰/۰۰۸۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۰۵	−۰/۰۴۸۶	۰/۰۰۲۵
V_4	۰/۰۲۷۴	۰/۰۳۱۵	۰/۰۱۶۵	۰/۰۰۰۶	−۰/۰۴۱	۰/۰۰۱۹
V_5	۰/۰۸۶۴	۰/۰۱۶۳	۰/۰۰۵۹	۰/۰۰۱۸	۰/۰۰۴۶	۰/۰۰۵۶
V_6	۰/۰۴۴۴	−۰/۰۲۴۱	۰/۰۰۳۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۶۶
V_7	۰/۰۴۹۱	۰/۰۰۳۹	۰/۰۱۴۹	۰/۰۰۱۴	−۰/۰۳۵۲	۰/۰۰۱۷
V_8	۰/۱۶۷	−۰/۰۲۶	۰/۰۲۳۹	۰/۰۰۱۷	−۰/۰۹۵۷	۰/۰۰۲۶

جدول ۱۰. شوری آب آبیاری (dS/m) برای درصد افت جوانه زنی و وزن ماده خشک نهال هشت رقم کلزا به روش وان گنوختن و هافمن (۱۹)

شوری / رقم	جوانه زنی بذرهای کلزا				وزن ماده خشک نهال هشت برگی			
	٪۱۰	٪۲۵	٪۵۰	٪۹۰	٪۱۰	٪۲۵	٪۵۰	٪۹۰
V_1	۹/۵۰	۱۷/۴۰	۲۸/۴۰	۵۴/۲۰	۷/۳۰	۱۲/۰۰	۱۸/۷۰	۳۳/۹۰
V_2	۷/۶۰	۱۳/۳	۲۱/۲۰	۳۹/۴۰	۴/۱۰	۶/۸۰	۱۰/۶۰	۱۹/۱۰
V_3	۹/۰۰	۱۴/۷۰	۲۲/۶۰	۴۰/۸	۱/۹۰	۴/۷	۹/۵۰	۲۲/۱۰
V_4	۳/۷۰	۵/۳۰	۷/۶۰	۱۲/۸۰	۲/۳۰	۵/۵۰	۱۱/۰۰	۲۵/۱۰
V_5	۵/۹۰	۸/۵۰	۱۲/۴۰	۲۱/۲۰	۴/۷۰	۷/۶۰	۱۱/۵۰	۲۰/۶۰
V_6	۳/۱۰	۶/۵۰	۱۱/۵۰	۲۳/۳	۴/۰۰	۶/۶۰	۱۰/۳۰	۱۸/۶۰
V_7	۲/۸۰	۴/۶۰	۷/۰۰	۱۲/۵۰	۲/۷۰	۶/۲۰	۱۲/۴۰	۲۷/۸۰
V_8	۱/۷۰	۳/۰۰	۴/۹۰	۹/۲۰	۱/۰۰	۲/۷۰	۶/۱۰	۱۶/۵۰

هشت برگی نسبت به سطوح شوری بالا متفاوت با مرحله جوانه‌زنی می‌باشد. در این مرحله تقریباً تمامی ارقام واکنش ملایم‌تری نسبت به سطوح شوری بالاتر دارند و تا شوری حدود ۲۵ الی ۳۰ دسی زیمنس بر متر قادر به تولید نهال می‌باشند و این نتیجه حساسیت کمتر مرحله رویش نهال هشت برگی را نسبت به مرحله جوانه‌زنی نشان می‌دهد. به هر حال، برای تعیین صحت پیش بینی‌های فوق توسط مدل SALT آزمایش‌های تجربی بیشتر در سطوح شوری بالاتر در مراحل فوق ضروری به نظر می‌رسد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه تجزیه واریانس داده‌های این آزمایش نشان داد که هرسه عامل رقم ، شوری و اثر متقابل آنها بر میزان جوانه‌زنی و وزن ماده خشک نهال هشت برگی، تأثیر معنی داری در سطح ۱٪ دارند. با این وصف به دلیل واکنش متفاوت ارقام در سطوح شوری اعمال شده و نیز در مراحل مختلف رشد، نمی‌توان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

نسبت به انتخاب رقم یا ارقام خاص که در تمامی مراحل رشد متحمل به شوری باشند اقدام نمود، ولی می‌توان ارقام مختلف را بسته به میزان تحمل آنها به سطوح شوری در مراحل مختلف رشد از متحمل تا حساس به شوری تقسیم‌بندی نمود.

از طرف دیگر، کاربرد نتایج به دست آمده حاصل از تعیین درجه تحمل به شوری مبتنی بر کاهش عملکرد نسبی (۱۶) و یا روش شاخص حساسیت به شوری (۵) ممکن است به انتخاب نادرست یک رقم نسبت به دیگر ارقام مورد مطالعه منتهی گردد. زیرا رقم یا ارقامی که بر اساس نتایج ارزیابی این دو روش انتخاب می شوند، ممکن است در سطوح شوری متوسط به عنوان ارقام کم محصول مطرح شوند. این یافته از طریق کار تحقیقاتی دیگران (۱۵) نیز تأیید شده است. رودز به این نتیجه رسید که ارقام کم محصول ممکن است هنوز برخی راه‌کارهای مقابله با تنش های محیطی (از جمله شوری) را در خود نگه داشته و آن را بروز دهند، ولی ارقام پر محصول ممکن است چنین توانایی را نداشته باشند و یا قادر به بروز آنها در محیط‌های تنش دار نباشند (۱۴). به عنوان مثال رقم V_6 (کبری) در مرحله رویش نهال هشت برگی در سطوح شوری اعمال شده درصد کاهش زیادی در مقایسه با سایر ارقام نسبت به سطح شوری شاهد داشت (جدول ۷) اما در آزمون مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱٪ بعد از ارقام ACSN1 و فالکون قرار گرفت و این نشان می‌دهد که علی‌رغم این‌که این واریته نسبتاً به شوری حساس است ولی یک رقم پر بازده می باشد، در صورتی‌که ممکن است رقمی مثل گلوبال (V_7) در سطوح شوری مختلف درصد کاهش کمی نسبت به سطح شوری شاهد داشته باشد، اما یک رقم کم بازده قلمداد شود.

در این مطالعه، برای ارزیابی و تعیین ارقام متحمل به شوری علاوه بر مقایسه میانگین‌ها در سطح ۱٪ به روش آزمون دانکن، از روش پیشنهادی وان گنوختن و هافمن (۱۹) نیز استفاده شد، زیرا این روش از انعطاف پذیری بالایی برخوردار است . جدول ۱۰ مقادیر مختلف کاهش را در میزان جوانه‌زنی و وزن ماده خشک نهال هشت برگی در شوری‌های مختلف آب آبیاری بر اساس معادله ۶ نشان می‌دهد. بر اساس این جدول و روش مقایسه میانگین‌ها (آزمون دانکن در سطح ۱٪)، دو رقم ACSN1 و فالکون ارقام متحمل به شوری و دو رقم گلوبال و اویرکا حساس به شوری شناخته شدند و سایر ارقام نیز در زمره ارقام نیمه متحمل تا نسبتاً حساس قرار می‌گیرند.

منابع مورد استفاده

۱. نیازی، ج . و ژ . وزیری. ۱۳۸۰. تعیین دور و عمق آب آبیاری در زراعت کلزا. گزارش پژوهشی در دست تهیه. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، زرقان

2. Ashraf, M. and Mc. Nealy. 1990. Response of four *Brassica* species to sodium chloride. Environ. Exp. Bot. 30: 475-487.
3. Bernestein, L. and H. E. Hayward. 1958. Physiology of salt tolerance. Ann. Rev. Plant physiol. 9:25-46.
4. Ferguson, L., J. A. Poss, S. R. Grattan, C. M. Grieve, D. Wang, C. Wilson, T. J. Donovan and C. T. Chao. 2002. Pistachio rootstocks influence scion growth and ion relations under salinity and Boron stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127: 194-199.
5. Ficher, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield response. Aust. J. Agric. Res. 29:897-912.
6. Francios, L. E. 1994. Growth, seed yield and oil content of canola grown under saline conditions. Agron. J. 86:233-237.
7. Gutierres Boem, F. H., J. D. Scheiner and R. S. Lauado. 1994. Some effects of soil salinity on growth, development and yield of rapeseed (*B. napus*).Crop Sci. 172:183-187.
8. He, T. and G. R. Cramer. 1992. Growth and mineral nutrition of six rapid- cycling *Brassica* species in response to sea water salinity. Plant and Soil 139:285-294.
9. Huang, J. and R. E. Redmann. 1995. Salt tolerance of Hordum and *Brassica* species during germination and early seedling. Can. J. Plant Sci. 75:815-819.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]

10. Keiffer, C. H. and I. A. Ungar. 1997. The effect of expanded exposure to hyper-saline condition on the germination of five inland halophytes species. Amer. J. Bot. 87:104-111.
11. Khan, M. A. and I. A. Ungar. 1997. Effect of light, salinity and thermo-period on seed germination of halophytes. Can. J. Bot. 75:837-841.
12. Porcelli, C. A., F. H. Gutierres Boem and R. S. Lavado. 1995. The K/Na ratios and rapeseed yield under salinity or sodicity. Plant and Soil 175:231-255.
13. Redmann, R. E., M. Q. Qi and M. Belyk. 1994. Growth of trangentic and standard canola (*B. napus*) varieties in response to soil salinity. Can. J. Plant Sci. 74:797-799.
14. Rhoades, J. D. 1986. Use of saline water for irrigation. Special Issue Bull. Water Quality, Burlington, Natu. Water Res. Inst., Ontario, Canada.
15. Richards, R. A. 1983. Should selection for yield in saline regions be made on saline or nonsaline soils? Euphytica 23:431-438.
16. Shannon, M. C. 1997. Adaptation of plant to salinity. Adv. in Agron. 60:76-120.
17. Shannon, M. C. and C. M. Grieve. 1999. Tolerance of vegetable crops to salinity. Scientia Horticulturae 78: 5-38.
18. Shannon, M. C., C. M. Grieve, S. M. Lesch and J. H. Draper. 2000. Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 658-664.
19. Van Genuchten, M. Th. and G. I. Hoffman. 1984. Analysis of crop salt tolerance data. PP. 238-271. *In*: I. Shainberg and J. Shalhevet (Eds.), Soil Salinity Under Irrigation- Process and Management. Springer Verlag Pub., New York.
20. Van Genuchten, M. Th. 2003. Personal Communications with second Author. US Salinity Laboratory, Riverside, CA.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1385.10.4.1.7]