دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه اصلاح گیاهان زراعی

"مقاله پژوهشی"

ارزیابی سه واریته تجاری نیشکر از نظر تحمل به تنش غرقابی در مراحل اولیه رشد در شرایط گلخانه

رحیم غزی[۱]، لیلا نژادصادقی[۲]، خسرو مهدی‌خانلو[۳] و داریوش نباتی احمدی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد ژنتیک و به‌نژادی گیاهی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۲- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران، (نویسنده مسوول: L.nejadsadeghi@scu.ac.ir)
۳- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران
۴- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۷/۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۹/۱۶
صفحه: ۱۹۷ تا ۲۰۵

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تنش غرقابی یک پدیده جهانی بوده که رشد و بقای نیشکر را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گیاه بین ۱۵ تا ۴۵ درصد گردد.

مواد و روش‌ها: سه واریته تجاری نیشکر به منظور ارزیابی و شناسایی متحمل‌ترین واریته به تنش غرقابی بررسی شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور (اولین عامل مربوط به تنش غرقابی در سه سطح بدون تنش، ۷ روز و ۱۴ روز غرقابی و دومین عامل واریته‌های تجاری نیشکر شامل سه واریته CP48-103، CP69-1062 و CP73-21) و در سه تکرار در شرایط کنترل شده گلخانه‌ای اجرا شد.

یافته‌ها: نتایج مقایسه میانگین نشان داد تنش غرقابی توانست ارتفاع بوته‌ها را کاهش دهد و باعث شود ارتفاع بوته‌ها در واریته‌های مختلف بین ۵/۶ درصد (واریته CP73-21) تا ۱۶ درصد (CP48-103) کاهش یابد. براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین کاهش وزن اندام‌های هوایی مربوط به واریته CP48-103 بود. وزن تازه ریشه در گیاهان تحت تنش نسبت به شاهد افزایش نشان داد. اثر متقابل تنش و واریته نشان‌دهنده تغییرات وزن تازه ریشه تحت سطوح مختلف تنش (در سطح احتمال ۵ درصد) بود. در گیاهان شاهد ریشه هوایی تشکیل نشد اما در گیاهان تحت تنش با افزایش مدت زمان تنش، رشد و وزن ریشه‌های هوایی افزایش نشان داد. دامنه تغییرات وزن ریشه‌های هوایی تحت تنش ۷ روز بین ۲/۳ گرم تا ۵/۷ گرم متغیر بود. تحت تنش ۱۴ روز نیز دامنه تغییرات بین ۳/۸ گرم تا ۸/۷ گرم مشاهده گردید. پیری و مرگ برگ‌ها تحت تاثیر معنی‌دار تنش و واریته (در سطح ۱ درصد) قرار گرفت. تنش ۷ روز سبب ۲۰ درصد و تنش ۱۴ روز سبب ۲۷ درصد مرگ و میر برگ‌ها شد. با افزایش مدت زمان تنش محتوای رطوبت نسبی برگ کاهش یافت و بیشترین کاهش در تنش ۱۴ روز اتفاق افتاد. در تنش ۷ روز محتوای رطوبت نسبی برگ ۳/۲ درصد و در تنش ۱۴ روز ۵/۳ درصد کاهش نشان داد. بیشترین میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۱۴ روز ثبت شد. با افزایش مدت زمان تنش هدایت روزنه‌ای کاهش بیشتری نشان داد. در تنش ۷ روز بیشترین کاهش هدایت روزنه‌ای به میزان ۲۷/۷ درصد و کمترین میزان کاهش به میزان ۱۸/۴ درصد بود. تحت تنش ۱۴ روز نیز کاهش هدایت روزنه‌ای بین ۴۱ تا ۵۲ درصد مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: میان پاسخ سه واریته به دوره‌های تنش غرقابی متمایز بود، واریته‌های CP69-1062 و CP73-21 در مقایسه با واریته CP48-103 سازگاری بهتری نسبت به تنش غرقابی از خود نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: تنش‌های غیرزیستی، صفات مورفوفیزیولوژیک، کمبود اکسیژن

مقدمه

نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) بالاترین عملکرد را در بین گیاهان زراعی در سراسر دنیا دارد و به‌عنوان تأمین کننده حدود ۸۰ درصد شکر دنیا بشمار می‌رود (۲۲). عملکرد نیشکر بطور قابل توجهی تحت تاثیر تنش‌های غیرزیستی مانند خشکی، شوری و غرقابی قرار می‌گیرد. تنش غرقابی یک پدیده جهانی بوده که رشد و بقای نیشکر را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد و می‌تواند منجر به کاهش عملکرد گیاه بین ۱۵ تا ۴۵ درصد گردد (۱۰). تنش آب مازاد در گیاهان زراعی در دو بخش قابل بررسی است؛ اول شرایطی که در آن فقط ریشه گیاه در شرایط غرقابی یا ماندابی قرار می‌گیرد و حالت دوم که در آن علاوه بر ریشه، بخش‌هایی از اندام‌های هوایی یا کل اندام‌های هوایی گیاه نیز زیر آب می‌رود (۱۸). بخش اعظم خسارت ناشی از تنش غرقابی مربوط به کاهش اکسیژن در محیط ریشه، در نتیجه کاهش تبادلات گازی بین محیط هوایی و بخش خاکی ریزوسفر است. علاوه بر این، تنش غرقابی فرآیندهای فیزیولوژیکی از قبیل تنفس، تراوایی سلول‌های ریشه و همچنین جذب آب و عناصر غذایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شدت خسارت ناشی از تنش غرقابی به ژنوتیپ، شرایط محیطی، مرحله نموی گیاه و مدت زمان تنش بستگی دارد. در شرایطی که محیط ریشه گیاه برای یک مدت طولانی تحت شرایط غرقابی و یا ماندابی قرار گیرد عملکرد گیاه به شدت کاهش می‌یابد. تنش غرقابی ممکن است زمانی‌که سطح آب زیرزمینی تا سطح خاک تنها ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر فاصله داشته باشد نیز اتفاق افتد. برای گیاه نیشکر سطح ایستابی ایدئال بین ۴۰ تا ۹۵ سانتی‌متر در نوسان است (۱۶). گلاز و همکاران (۸) مشاهده کردند در نواحی که سطح آب زیرزمینی به ۱۵ سانتی‌متر برسد، کاهش عملکرد نیشکر مشاهده می‌گردد. با توجه به کاهش انتشار گازها در محیط مایع، جابجایی اکسیژن، دی‌اکسید کربن و اتیلن به طرز چشم‌گیری کاهش می‌یابد. زمانی‌که گیاه از کمبود اکسیژن رنج می‌برد، تنفس هوازی کاهش یافته و در نتیجه تولید ATP محدود می‌گردد. کاهش تولید ATP فرآیند فتوسنتز را با محدودیت مواجه می‌سازد، لذا در نهایت رشد گیاه کاهش می‌یابد. تنش غرقابی خواه بصورت کمبود اکسیژن و خواه بصورت فقدان کامل اکسیژن در محیط خاک ظاهر شود، سبب کاهش عملکرد گیاه می‌گردد. تنش کمبود اکسیژن بطور طبیعی همراه با پدیده‌هایی مانند غرقابی اتفاق می‌افتد، این تنش سبب تغییرات گسترده‌ای در ترانسکریپتوم و متابولوم گیاه

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

بواسطه تغییر از شرایط تنفس هوازی به تخمیر بی‌هوازی می‌گردد (۱۷). بطورکلی وقوع شرایط غرقابی در هر مرحله از رشد گیاه نیشکر سبب کاهش ظهور پنجه‌های جدید و کاهش سرعت طویل شدن پنجه‌های استقرار یافته می‌گردد و این کاهش رشد با افزایش مدت زمان تنش رابطه مستقیمی دارد (۱۰). از آنجا که در گیاه نیشکر ساقه بخش عملکردی و اقتصادی گیاه به حساب می‌آید، ارتفاع گیاه به عنوان یک پارامتر مهم مورفولوژیکی شناخته می‌شود. انتظار می‌رود واریته‌هایی که ارتفاع رشدی بیشتری داشته باشند و رشد خود را در شرایط غرقابی تا پایان مرحله رسیدگی ادامه دهند، عملکرد بالاتری داشته باشند. بطور معمول تنش غرقابی کلیه ویژگی‌های رفتاری اندام‌های هوایی گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. شرایط غرقابی رشد برگ‌ها و ساقه گیاه را متوقف می‌کند و سبب اپیناستی و انحنای رشدی برگ‌ها و ساقه گیاه و وضعیت استقرار آنها در گیاه می‌گردد. شرایط غرقابی در مرحله پنجه‌زنی سبب افزایش مرگ و میر پنچه‌ها می‌شود که این امر کاهش تعداد ساقه‌های نهایی محصول نیشکر را به دنبال خواهد داشت. اختلاف بین واریته‌ها در تولید پنجه‌های جدید و میزان رشد طولی آنها در طی تنش غرقابی کاملاً مشهود است (۲۰). خان و همکاران (۱۳) با مطالعه بر روی چند رقم نیشکر در شرایط غرقابی بلند مدت مشاهده کردند طول میانگره‌ها افزایش ولی قطر ساقه کاهش یافته است. افزایش رشد طولی گیاه در شرایط غرقابی جهت دسترسی به منابع اکسیژن و همچنین نور و دی‌اکسید کربن موجود در محیط خارج از آب صورت می‌گیرد و نوعی سازگاری به شرایط غرقابی بشمار می‌رود.

نیشکر در وسعتی بالغ بر ۱۱۰۰۰۰ هکتار از اراضی شمال و جنوب خوزستان کشت می شود و سهم بزرگی از نیاز کشور به شکر را تامین می‌نماید. کشت نیشکر در استان خوزستاناغلب در نواحی با ارتفاع کم از سطح دریا صورت گرفته است. در این نواحی سطح آب زیرزمینی به کمک سیستم زهکشی به پایین‌تر از عمق توسعه ریشه رانده می‌شود. نیاز آبی بالای این گیاه و بافت سنگین خاک از یک سو و فشرده شدن خاک به دلیل عملیات‌های متعدد زراعی از سوی دیگر، سبب کاهش تهویه مناسب خاک شده است. در این شرایط هر گونه اختلال در سیستم زهکشی، سبب بالا آمدن سطح آب زیرزمینی در هر نوبت آبیاری می‌شود. این امر باعث برقرار شدن شرایط ماندابی در خاک شده و کاهش رشد و عملکرد گیاه را به دنبال خواهد داشت. این پدیده بویژه در اوایل رشد نیشکر که گیاه رشد کندی دارد می‌تواند بسیار مخرب باشد و سطح سبز را به شدت کاهش دهد. لذا این مطالعه به منظور ارزیابی واریته‌های تجاری نیشکر در پاسخ به تنش غرقابی در مراحل اولیه رشد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در اواخر سال ۱۳۹۹ و اوایل سال ۱۴۰۰ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز بصورت گلدانی در گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲۵ سانتی‌متر به منظور بررسی و ارزیابی سه رقم تجاری نیشکر از نظر پاسخ به تنش غرقابی در مراحل اولیه رشد انجام گرفت. آزمایش بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و دو عامل ۱- دوره تنش و ۲-واریته انجام شد. عامل اول شامل سه سطح تنش (صفر، ۷ و ۱۴ روز غرقاب) و عامل دوم به عنوان رقم نیز شامل سه سطح (CP48-103، CP69-1062 و CP73-21) بود. گلدان‌ها به نسبت ۲:۱:۱ از خاک مزرعه، شن و کود دامی پوسیده پُر شدند. تعداد سه گیاهچه حاصل از کشت بافت در هر گلدان کشت و تا استقرار کامل گیاه که ۷۵ روز طول کشید بطور مرتب و بر اساس نیاز گیاه، آبیاری شدند. اعمال تیمار غرقابی بصورت همزمان و با قرار دادن گلدان‌ها در تشت‌های پر از آب به طوری که ارتفاع آب به دو سانتی‌متر بالای سطح خاک برسد، انجام شد.

نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری پارامترهای رشد بلافاصله پس از پایان تنش صورت گرفت. برای این منظور گیاهان به همراه ریشه از گلدان‌ها خارج شدند و پس از شستشوی ریشه، صفات مورفولوژیک مانند وزن تازه اندام‌های هوایی، وزن تازه ریشه و وزن ریشه‌های هوایی با ترازوی دقیق (دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. برگ‌های خشک بر اساس روش باجپای و چاندرا (۳) شمارش شد. در این روش برگ‌های خشک و برگ‌هایی که بیش از ۵۰ درصد سطح سبز خود را از دست داده بودند بعنوان برگ‌های مرده در نظر گرفته شد. رطوبت نسبی برگ (RWC) نیز به روش باجپای و چاندرا (۳) اندازه‌گیری شد. برای این منظور از تمام نمونه‌ها تعداد بیست قطعه برگ برش و وزن آنها با ترازوی دقیق (دقت ۰/۰۰۱ گرم) اندازه‌گیری شد. در ادامه قطعات برگ در درون پتریدیش‌های حاوی آب مقطر قرار داده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق نگهداری شدند. در ادامه قطعات برگ به کمک کاغذ صافی از آب جدا و آب اضافه آنها نیز کاملاً گرفته شد. در این مرحله نیز وزن نمونه‌ها مجدداً گرفته شد و پس از آن به درون آون منتقل شدند. پس از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد، وزن آنها ثبت و RWC به کمک فرمول (۱) محاسبه شد:

$$\%RWC=\frac{(\text{وزن خشک}-\text{وزن تازه})}{(\text{وزن خشک}-\text{وزن اشباع})}\times ۱۰۰ \qquad (۱)$$

میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ نیز به روش آرنون (۲) بدست آمد. برای این منظور برگ‌های تازه نمونه‌ها به قطعات ریزی تبدیل و مقدار ۰/۵ گرم از هر نمونه جدا گردید. به این نمونه‌ها ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در ۶۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. عصاره بدست آمده به ترتیب در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر قرائت شد. مقدار کلروفیل a، b و کارتنوئید به‌ترتیب با استفاده از فرمول (۱)، (۲) و (۳) بدست آمد:

(۲)

$$Chl.a:[12.7\ (OD_{663})\ -\ 2.69\ (OD_{645})]\times[V/1000\times W]$$

(۳)

$$Chl.b:[22.9\ (OD_{645})\ -\ 4.68\ (OD_{663})]\times[V/1000\times W]$$

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

(۴)
$$Car:[(1000 \times OD_{470} - 1.82Chla - 85.02Chlb) / 198] \times (V/1000 \times W)$$

در روابط بالا، OD جذب نور در طول موج مورد نظر، V حجم محلول سانتریفیوژ شده و W وزن تر نمونه بر حسب گرم است. هدایت روزنه‌ای نیز به کمک دستگاه پرومتر و از برگ‌های میانی گیاهان قرائت گردید. داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم افزار R نسخه 4.1.0 تجزیه واریانس و مقایسه میانگین به روش LSD در سطح ۱ درصد انجام شد. جهت شناسایی واریته متحمل در شرایط مختلف و بررسی روابط بین واریته‌ها و شاخص‌ها از روش‌های همبستگی و ترسیمی بای‌پلات، بر اساس تجزیه به مولفه‌های اصلی استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های این مطالعه برای صفات مورفولوژیک به‌ترتیب در جدول ۱ و ۲ و برای صفات فیزیولوژیک در جدول ۳ و ۴ نمایش داده شده است. براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تنش غرقابی، واریته و اثر متقابل تنش غرقابی و واریته بر وزن ریشه‌های هوایی، وزن تازه ریشه و مرگ و میر برگ‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد ارتفاع گیاه، وزن تازه اندام‌های هوایی، مرگ و میر برگ‌ها، میزان کلروفیل a و b، کارتنوئید، هدایت روزنه‌ای و محتوای رطوبت نسبی برگ بطور معنی‌داری تحت تاثیر تنش غرقابی و واریته بود.

صفات مورفولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات مورفولوژیک (جدول ۱) نشان داد ارتفاع گیاه، وزن تازه اندام‌های هوایی و مرگ و میر برگ‌ها در سطح احتمال ۱ درصد تحت‌تاثیر معنی‌دار تنش و واریته قرار گرفت. وزن ریشه‌های هوایی، وزن تازه ریشه و مرگ و میر برگ‌ها تحت تاثیر معنی‌دار تنش (سطح احتمال ۱ درصد)، واریته (سطح احتمال ۱ درصد) و اثر متقابل این دو عامل (سطح احتمال ۵ درصد) قرار گرفت.

جدول ۱- میانگین مربعات اثر تنش غرقابی و واریته بر برخی صفات مورفولوژیکی نیشکر
Table 1. Mean squares of waterlogging stress and variety on some morphological traits of sugarcane

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	وزن تازه اندام‌های هوایی	وزن تازه ریشه	وزن ریشه‌های هوایی	مرگ و میر برگ‌ها
تنش غرقابی	۲	۱۲۸/۷**	۱۱۴۴/۷**	۹۶۸/۴**	۰/۴۵**	۰/۰۴**
واریته	۲	۶۴/۰۴**	۱۲۷۵/۸**	۱۴۵۶/۸**	۷/۴۳**	۰/۹۵**
غرقابی × واریته	۴	۱۵/۴^{ns}	۴۱/۳^{ns}	۷۹/۶*	۰/۱۲۵*	۰/۰۱*
خطا	۱۸	۱/۲۶	۴۵/۱	۱۹/۳	۰/۰۳	۰/۰۰۳
ضریب تغییرات (٪)		۴/۷۲	۲/۸	۵/۶	۱۰/۵۷	۳/۹۲

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر تنش غرقابی و واریته بر برخی صفات مورفولوژیکی نیشکر
Table 2. Mean comparisons of waterlogging stress and variety on some morphological traits of sugarcane

تیمار		ارتفاع (سانتی‌متر)	وزن تازه اندام‌های هوایی (گرم)	وزن تازه ریشه (گرم)	وزن ریشه‌های هوایی (گرم)	مرگ و میر برگ‌ها
۰	تنش غرقاب (روز)	۲۵/۶^{a}	۲۵۱/۰^{a}	۶۶/۵^{D}	۰^{c}	۰/۳^{c}
۷		۲۳/۷^{D}	۲۳۹/۶^{D}	۸۲/۳^{a}	۳/۶^{D}	۲/۲^{D}
۱۴		۲۱/۸^{c}	۲۲۸/۴^{c}	۸۶/۱^{a}	۵/۶^{a}	۳/۱^{a}
CP48-103	واریته	۲۱/۱^{c}	۲۲۷/۴^{c}	۶۵/۷^{c}	۲/۴^{D}	۲/۳^{a}
CP69-1062		۲۳/۶^{D}	۲۴۰/۴^{D}	۷۸/۲^{D}	۴/۳^{a}	۱/۳^{D}
CP73-21		۲۶/۴^{a}	۲۵۱/۲^{a}	۹۱/۱^{a}	۲/۵^{D}	۲/۰^{aD}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد براساس آزمون LSD است.

ارتفاع گیاه

نتایج مقایسه میانگین اثر تنش غرقابی و واریته نشان داد دامنه تغییرات ارتفاع در واریته‌های مختلف در شرایط بدون تنش بین ۲۴ تا ۳۱ سانتی‌متر در بوته متغیر بود، بطوری که بیشترین ارتفاع در واریته CP73-21 و کمترین ارتفاع در واریته CP48-103 مشاهده شد. در تنش ۷ روز دامنه تغییرات ارتفاع بین ۲۲ تا ۲۸ سانتیمتر بود که به‌ترتیب مربوط به واریته CP48-103 و CP73 است. در تنش ۱۴ روز دامنه تغییرات ارتفاع بین ۲۰ تا ۲۶ سانتی‌متر بود که به‌ترتیب در واریته CP48-103 و CP73-21 مشاهده شد (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین تنش غرقابی توانسته است ارتفاع بوته‌ها را کاهش دهد و باعث شود ارتفاع بوته‌ها در واریته‌های مختلف بین ۵/۶ درصد (واریته CP73-21) تا ۱۶ درصد (CP48-103) کاهش داشته باشد. کمبود اکسیژن در شرایط غرقابی بطور معمول منتج به کاهش میزان فتوسنتز خالص می‌گردد. این امر به همراه کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها در شرایط غرقابی و افزایش پیری برگ‌ها سبب کاهش رشد گیاه می‌شود (۱۳). در این رابطه گوماتی و چاندران (۱۰) نشان دادند که تنش غرقابی در مرحله رشد سریع گیاه نیشکر (۹۰ تا ۱۷۰ روز پس از کشت) سبب کاهش ارتفاع گیاه به میزان ۱۳ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد گردید. همچنین در تحقیقی که توسط میسرا و همکاران (۱۵) بر روی اثرات تنش غرقابی بر نیشکر صورت گرفته مشخص شد، تنش غرقابی سبب کاهش ارتفاع گیاه به میزان ۷/۱۱ درصد در مقایسه با گیاهان شاهد شد. شرایط غرقابی رشد برگ‌ها و ساقه گیاه را متوقف می‌کند و سبب اپیناستی و انحنای رشدی برگ‌ها و ساقه و در نتیجه تغییر وضعیت استقرار ساقه‌ها در گیاه می‌شود.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

وزن تازه اندام‌های هوایی

وزن تازه اندام‌های هوایی بطور معنی‌داری تحت تاثیر تنش و واریته قرار گرفت. براساس نتایج مقایسه میانگین بیشترین کاهش وزن اندام‌های هوایی مربوط به واریته CP48-103 بود. در این واریته تنش غرقابی ۷ و ۱۴ روز به‌ترتیب سبب کاهش وزن اندام‌های هوایی به میزان ۶/۷ و ۱۰/۵ درصد در مقایسه با شاهد گردید (جدول ۲). تحت تنش ۷ روز واریته CP73-21 با ۴/۸ درصد کاهش در رتبه دوم و واریته CP69-1062 با ۳/۸ درصد در رتبه سوم قرار گرفت. تحت تنش ۱۴ روز واریته CP73-21 با ۸ درصد و واریته CP69-1062 با ۷/۶ درصد کاهش، پس از واریته CP48-103 در رتبه دوم و سوم قرار گرفتند.

گیاهانی که در شرایط تنش غرقابی قرار می‌گیرند کمبود کربوهیدرات و انرژی را به دلیل کاهش فتوسنتز و تنفس هوازی تجربه خواهند کرد، لذا رشد آنها کاهش می‌یابد (۷). در این رابطه جاین و همکاران (۱۲) در بررسی اثر تنش غرقابی بر روی اجزاء عملکرد ۱۴ واریته نیشکر گزارش کردند که وزن کل اندام‌های هوایی در مقایسه با گیاهان شاهد کاهش نشان داده است.

وزن تازه ریشه

علاوه بر اثر ساده سطوح تنش و واریته، نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تنش غرقابی × واریته برای وزن تازه ریشه معنی‌دار بود. براساس نتایج مقایسه میانگین واکنش واریته‌ها به سطح تنش غرقابی بستگی داشت به‌طوری که در شرایط تنش ۱۴ روز بیشترین وزن تازه ریشه در واریته CP73-21 با ۴۲/۶ درصد افزایش و کمترین وزن تازه ریشه در واریته CP48-103 با ۲۱/۰۷ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد. در تنش ۷ روز نیز نتایج مشابهی حاصل شد و واریته CP73-21 با بیشترین افزایش وزن تازه ریشه یعنی ۱۹/۴ درصد و واریته CP48-103 با کمترین افزایش وزن تازه ریشه به میزان ۱۰/۴۷ درصد نسبت به شاهد در رتبه های اول و سوم قرار گرفتند. افزایش وزن ریشه مشاهده شده ممکن است به دلیل افزایش تولید ریشه‌های هوایی و تبدیل ریشه‌های موئین به ریشه‌های ضخیم و قهوه‌ای رنگ باشد. در گیاه نیشکر تشکیل ریشه‌های هوایی رایج‌ترین واکنش ارقام مقاوم به تنش غرقابی است. در تحقیقی که توسط جاین و همکاران (۱۲) بر روی ۱۴ واریته نیشکر انجام گرفت مشخص شد وزن ریشه‌های گیاه تحت تنش غرقابی نسبت به گیاهان شاهد افزایش یافته است. ریشه‌های هوایی دارای منافذ زیادی هستند و به گیاه کمک می‌کنند تا جذب آب و عناصر غذایی را در شرایط غرقابی ادامه داده و جایگزین سیستم ریشه‌ای قدیمی می‌شوند (۹).

وزن ریشه‌های هوایی

مطابق نتایج مقایسه میانگین، تنش غرقابی سبب تحریک رشد و افزایش وزن ریشه‌های هوایی در گیاهان تحت تنش شده است. در گیاهان شاهد ریشه هوایی تشکیل نشد اما در گیاهان تحت تنش و با افزایش مدت زمان تنش، رشد و وزن ریشه‌های هوایی افزایش نشان داد. اثر متقابل تنش × واریته نیز برای این صفت معنی‌دار شد. دامنه تغییرات وزن ریشه‌های هوایی تحت تنش ۷ روز بین ۲/۳ گرم (در واریته CP48-103) تا ۵/۷ گرم (در واریته CP69) متغیر بود. تحت تنش ۱۴ روز نیز دامنه تغییرات بین ۳/۸ گرم در واریته CP48-103 تا ۸/۷ گرم در واریته CP69-1062 مشاهده گردید. لذا در هر دو سطح تنش، کمترین و بیشترین وزن ریشه هوایی به‌ترتیب به واریته‌های CP48-103 و CP69-1062 تعلق داشت. مرگ سریع نوک ریشه‌ها در واکنش به کمبود اکسیژن بطور معمول با تحریک رشد ریشه‌های هوایی در گونه‌های مقاوم همراه است. در شرایطی که خاک از آب اشباع می‌باشد، ریشه‌های سازگار به طرف سطح خاک جایی که هنوز مقادیر کافی از اکسیژن وجود دارد حرکت می‌کنند. بر همین اساس است که ریشه‌های هوایی در قاعده گیاه و بطور افقی رشد کرده تا با مقادیر بالایی از اکسیژن روبرو شوند. تشکیل ریشه‌های هوایی که پتانسیل جایگزینی ریشه‌های پایه‌ای را دارند بعنوان یکی از توانایی‌های گیاهان مقاوم در پاسخ به تنش غرقابی شناخته می‌شود (۱۴). این ریشه‌های خاص دسترسی به آب و مواد غذایی را در غیاب ریشه‌های اصلی گیاه بر عهده می‌گیرند. در تحقیقی که توسط گیلبرت و همکاران (۷) بر روی چند واریته نیشکر انجام گرفته مشخص شد، تحت تنش غرقابی رشد ریشه‌های هوایی تحریک شد، به‌طوری که گیاهان تحت تنش در مقایسه با گیاهان شاهد تا ۱۵ برابر ریشه هوایی بیشتری تولید نمودند.

پیری و مرگ برگ‌ها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد پیری و مرگ برگ‌ها تحت تاثیر معنی‌دار تنش و واریته(در سطح درصد ۱) و اثر متقابل آنها (در سطح ۵ درصد) قرار گرفت. اثر متقابل تنش × واریته نشان داد تنش ۷ روز سبب ۲۰ درصد و تنش ۱۴ روز سبب ۲۷ درصد مرگ و میر برگ‌ها در هر سه واریته در مقایسه با شرایط بدون تنش شد. تحت شرایط تنش ۷ روز، بیشترین مرگ و میر برگ‌ها در واریته CP48-103 به میزان ۲۶ درصد ثبت شد در حالی‌که کمترین مرگ و میر به میزان ۱۵ درصد در واریته CP69-1062 مشاهده شد. تحت شرایط تنش ۱۴ روز نیز بیشترین مرگ و میر برگ‌ها با ۳۶ درصد در واریته CP48-103 و کمترین آن با ۱۹ درصد در واریته CP69-1062 مشاهده شد. که در هر سه سطح تنش کمبود کامل یا نسبی اکسیژن در محیط ریشه‌ها باعث فقدان انرژی کافی برای فرآیندهای فیزیولوژیکی می‌گردد که رشد اندام‌های هوایی به آن وابسته است. کاهش تبادلات گازی در شرایط غرقابی سبب تجمع CO_2 در محیط ریشه شده و این امر باعث اختلال در متابولیسم ریشه، جذب عناصر غذایی و رشد ریشه و اندام‌های هوایی می‌گردد. یکی از پیامدهای تنش غرقابی در گیاهان کمبود عناصر غذایی است که در نتیجه کاهش کارایی ریشه در جذب عناصر در شرایط بی‌هوازی اتفاق می‌افتد. در این شرایط برگ‌های جوان عناصر مورد نیاز خود را از برگ‌های مسن‌تر دریافت می‌کنند و این امر سبب پیری و ریزش زودرس برگ‌های پائین می‌گردد (۴). در این مورد نتیجه مطالعات گوماتی و چاندران (۹) نشان داد که تنش غرقابی در مرحله رشد توسعه‌ای گیاه نیشکر (۱۸۰ تا ۲۴۰ روز

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

پس از کشت) سبب گسترش لکه‌های زرد در برگ‌ها، خشکی سریع برگ‌های پائین و کاهش تعداد و اندازه آنها شد.

صفات فیزیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس برای صفات فیزیولوژیکی نشان داد اثر تنش غرقابی و واریته بر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئید (در سطح ۵ درصد) و هدایت روزنه‌ای و محتوای رطوبت نسبی برگ (در سطح ۱ درصد) معنی‌دار بود (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین مربعات اثر تنش غرقابی و واریته بر برخی صفات فیزیولوژیکی نیشکر
Table 3. Mean squares of waterlogging stress and variety on some physiological traits of sugarcane

منابع تغییرات	درجه آزادی	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	هدایت روزنه‌ای	محتوای رطوبت نسبی برگ
تنش غرقابی	۲	۸۰/۴۴**	۱۱/۱۱**	۱۲/۷۲**	۱۸۹۳/۸**	۶۴/۹۳**
واریته	۲	۵/۷۸**	۱/۸۹**	۴/۰۶*	۴۶۲/۷**	۱۴/۰۴**
غرقابی × واریته	۴	۰/۳۹^{ns}	۰/۰۴^{ns}	۰/۲۵^{ns}	۳۰/۶^{ns}	۳/۷^{ns}
خطا	۱۸	۰/۷۸	۰/۲۹	۰/۷۳	۳۶/۶	۱/۶۷
ضریب تغییرات (٪)		۱۵/۵۶	۱۴/۸۷	۱۹/۷۵	۱۰/۵	۱/۴۷

ns، * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار، معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر تنش غرقابی و واریته بر برخی صفات فیزیولوژیکی نیشکر
Table 4. Mean comparisons of waterlogging stress and variety on some physiological traits of sugarcane

تیمار		محتوای رطوبت نسبی برگ (درصد)	کلروفیل a (میلی‌گرم بر گرم)	کلروفیل b (میلی‌گرم بر گرم)	کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم)	هدایت روزنه‌ای ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)
۰		۹۰/۳^{a}	۷/۸^{a}	۴/۷^{a}	۵/۵^{a}	۷۲/۲^{a}
۷	تنش غرقاب (روز)	۸۷/۱^{b}	۴/۷^{b}	۳/۶^{b}	۴/۳^{b}	۵۷/۰^{b}
۱۴		۸۵/۰^{c}	۳/۳^{c}	۲/۵^{c}	۳/۱^{c}	۴۳/۲^{c}
CP48-103		۸۶/۱^{b}	۴/۵^{b}	۳/۱^{b}	۳/۹^{b}	۴۹/۲^{b}
CP69-1062	واریته	۸۸/۵^{a}	۶/۵^{a}	۴/۰^{a}	۵/۱^{a}	۶۱/۱^{a}
CP73-21		۸۷/۷^{ab}	۵/۳^{ab}	۳/۷^{ab}	۴/۰^{ab}	۶۲/۱^{a}

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۱ درصد براساس آزمون LSD است.

محتوای رطوبت نسبی برگ

نتایج آنالیز تجزیه واریانس نشان از اختلاف معنی‌دار بین واریته‌ها و نیز اثر تنش بر محتوای رطوبت نسبی برگ در سطح ۱ درصد دارد. نتایج مقایسه میانگین نشانداد با افزایش مدت زمان تنش محتوای رطوبت نسبی برگ کاهش یافت و بیشترین کاهش در تنش ۱۴ روز اتفاق افتاد. در تنش ۷ روز محتوای رطوبت نسبی برگ ۳/۲ درصد و در تنش ۱۴ روز ۵/۳ درصد کاهش نشان داد. محتوای رطوبت نسبی برگ در واریته CP69-1062 تحت تنش ۷ روز کمترین کاهش (۱/۹ درصد) و واریته CP48-103 بیشترین کاهش (۴/۰ درصد) را نشان دادند. در تنش ۱۴ روز نیز واریته CP69-1062 کمترین (۳/۳ درصد) و واریته CP48-103 بیشترین (۶/۷ درصد) کاهش در محتوای رطوبت نسبی برگ را از خود بروز دادند. بطور معمول گیاهانی که در معرض تنش غرقابی قرار می‌گیرند مقاومت روزنه‌ای خود را همزمان با کاهش توانایی جذب آب بالامی‌برند. در واقع تغییر در هموستازی گیاه در شرایط تنش غرقابی مشابه شرایط رخ داده در تنش خشکی است این امر به دلیل کاهش هدایت هیدرولیکی ریشه‌ها در شرایط غرقابی است (۵).

رنگدانه‌های فتوسنتزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اختلاف رنگدانه‌های فتوسنتزی در واریته‌ها و سطوح مختلف تنش معنی‌دار (در سطح ۱ درصد) بود. مقایسه میانگین این صفات نشان داد بیشترین میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید در تیمار شاهد و کمترین آن در تیمار ۱۴ روز ثبت شد. بیشترین مقدار کلروفیل a و b در واریته CP69-1062 و کمترین مقدار در واریته CP48-103 ثبت شد. میزان کلروفیل a در واریته CP48-103 تحت تنش ۷ روز به میزان ۵۸/۱ درصد و در واریته CP69-1062 به میزان ۳۷/۵ درصد کاهش یافت که به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان کاهش در بین واریته‌ها بود. در تنش ۱۴ روز نیز واریته CP48-103 با ۶۹/۷ درصد بیشترین و واریته CP69-1062 با ۵۸/۳ درصد کمترین کاهش کلروفیل a را نشان دادند. میزان کلروفیل b در واریته CP69-1062 کمترین کاهش (۲۸/۱۴ درصد) و در واریته CP48-103 بیشترین کاهش (۴۳/۲ درصد) تحت تنش ۷ روز را نشان داد. در تنش ۱۴روز نیز واریته CP69-1062 کمترین کاهش (۴۵ درصد) و واریته CP48-103 بیشترین کاهش (۵۶ درصد) را نشان دادند. میزان کارتنوئید نیز تحت تنش ۷ روز در واریته CP48-103 با ۲۷/۸ درصد بیشترین کاهش و در واریته CP69-1062 با ۲۱/۲ درصد کمترین کاهش را نشان داده بود. تحت تنش ۱۴ روز نیز واریته CP48-103 با ۴۶/۳ درصد بیشترین و واریته CP69-1062 با ۴۱ درصد کمترین کاهش در میزان کارتنوئید را نشان دادند. اهمیت محتوای کلروفیل در فرآیند فتوسنتز با کاهش فتوسنتز در گیاهانی که دچار کمبود عناصر غذایی هستند بیشتر نمایان می‌گردد. در طول دوره تنش غرقابی کاهش محتوای کلروفیل در گیاهان مقاوم و حساس دیده شده است. این موضوع در مورد گیاه نیشکر نیز صادق است و کاهش محتوای کلروفیل در طول دوره تنش گزارش شده است. تغییر نسبت کلروفیل a/b ممکن است در جهت سازگاری گیاه به شرایط بی‌هوازی رخ داده و جهت حصول حداکثری عملکرد تولید انرژی که می‌تواند بعدها برای سنتز کربوهیدرات توسط چرخه پنتوز

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

فسفات استفاده گردد، پیش رود. در نیشکر کاهش قابل توجه در اجزاء کلروفیل (a، b و کلروفیل کل) در شرایط تنش غرقابی طولانی مدت به ویژه در کلون‌های حساس توسط گوماتی و چاندران (۹) گزارش شده است. همچنین عنوان شده است کاهش نیتروژن در واحد سطح برگ ممکن است دلیل کاهش محتوای کلروفیل و زردی برگ‌ها باشد. کمبود اکسیژن عموماً در نهایت منجر به کاهش میزان فتوسنتز خالص گیاه می‌گردد. این کاهش در فتوسنتز به کاهش هدایت روزنه‌ای نسبت داده می‌شود. با این وجود عوامل دیگری مانند کاهش محتوای کلروفیل، پیری و کاهش سطح برگ‌ها از جمله عواملی هستند که به‌عنوان مسئول کاهش میزان فتوسنتز در شرایط غرقابی ذکر شده‌اند (۱۶).

هدایت روزنه‌ای

نتایج تجزیه واریانس نشان داد هدایت روزنه‌ای در واریته‌ها و سطوح مختلف تنش در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین این صفت نشان داد که بیشترین هدایت روزنه‌ای در شاهد و کمترین مقدار آن در تنش ۱۴ روز اتفاق افتاد. این بدان معنی است که با افزایش مدت زمان تنش هدایت روزنه‌ای کاهش بیشتری داشت. در تنش ۷ روز بیشترین کاهش هدایت روزنه‌ای مربوط به واریته CP48-103 با ۲۷/۷ درصد و کمترین میزان کاهش مربوط به واریته CP73-21 با ۱۸/۴ درصد بود. تحت تنش ۱۴ روز نیز واریته CP48-103 با ۵۲ درصد کاهش هدایت روزنه‌ای و واریته‌های CP73-21 با ۴۱ درصد کاهش، بترتیب بیشترین و کمترین کاهش هدایت روزنه‌ای را نشان دادند. یکی از اولین پاسخ‌های گیاهان به شرایط غرقابی کاهش هدایت روزنه‌ای است (۶). گیاهانی که در معرض تنش غرقابی قرار دارند مقاومت روزنه‌ای بالایی را از خود نشان می‌دهند، فرآیندی که کاملاً شبیه به آنچه در شرایط کم آبی رخ می‌دهد، لذا این امر منجر به کم آبی در گیاه می‌گردد (۱۷). در این رابطه یوردانووا و همکاران (۲۰) بسته شدن سریع روزنه‌ها در گیاه جو تحت تنش غرقابی را گزارش نمودند. بطور مشابه در گیاه نخود نیز بسته شدن سریع روزنه‌ها در گیاهان قرار گرفته در شرایط غرقابی ثبت و گزارش شده است. این بسته شدن سریع روزنه‌ها به انتقال هورمون ABA از برگ‌های پیر به برگ‌های جوان و یا سنتز مجدد در آن ریشه‌ها نسبت داده شده است (۲۱).

همبستگی بین صفات

بای‌پلات رسم شده براساس ضرایب همبستگی صفات نشان‌دهنده روابط متقابل بین صفات در شرایط تنش است. زاویه بین بردارهای دو صفت برآوردی از همبستگی آنها است. طبق تصویر بای‌پلات هرچه زاویه بین دو صفت کمتر از ۹۰ درجه باشد ارتباط قوی‌تر و از نوع مثبت است. زاویه ۹۰ درجه بین دو صفت نشان‌دهنده عدم ارتباط بین آنها است و هر چه زاویه بزرگتر از ۹۰ درجه باشد ارتباط بین دو صفت منفی‌تر خواهد بود (۱۲). بر اساس شکل ۱ بین صفت وزن تازه اندام‌های هوایی، ارتفاع، هدایت روزنه‌ای، محتوای رطوبت نسبی برگ، کلروفیل b و a بیشترین ارتباط مثبت و معنی‌دار وجود دارد (زاویه کمتر از ۹۰ درجه) و بین وزن تازه اندام‌های هوایی و مرگ میر برگ‌ها و وزن تازه ریشه‌های هوایی ارتباط منفی و معنی‌دار (بیشتر از ۹۰ درجه) وجود دارد که این نتایج با جدول همبستگی صفات (جدول ۵) کاملاً تطابق دارد. برای مثال بین وزن تازه اندام‌های هوایی و صفت ارتفاع، هدایت روزنه‌ای و محتوای رطوبت نسبی برگ به‌ترتیب ۹۸٪، ۹۱٪ و ۸۳٪ همبستگی مثبت وجود دارد. در مورد سایر صفات نیز به همین صورت در جدول ۵ و شکل ۱ ارتباط وجود دارد. تحلیل مولفه‌های اصلی یکی از موثرترین تکنیک‌ها در کاهش ابعاد متغیرهای مشاهده شده به متغیرهای مستقل می‌باشد (۱). بر این اساس و موقعیت واریته‌ها بر روی پلات‌ها واریته CP69-1062 بهترین عملکرد در شرایط غرقابی را به نمایش گذاشته و همچنین واریته CP73-21 با توجه به همبستگی که با مولفه دوم دارد می‌تواند به‌عنوان واریته متحمل در نظر گرفته شود.

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین وزن تازه اندام‌های هوایی گیاه و سایر صفات مورفوفیزیولوژیک در شرایط تنش

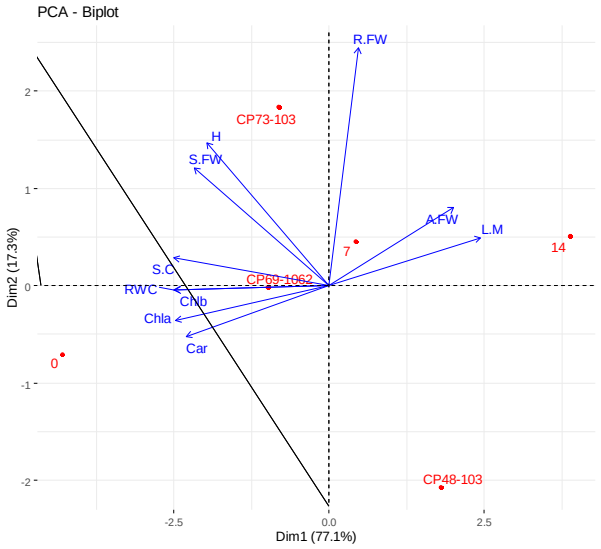
Table 5. Correlation coefficients between shoot fresh weight and other morphophysiological traits under stress conditions

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
۱	۱									
۲	۰/۲۸۶	۱								
۳	۰/۹۸۹	۰/۳۹۴	۱							
۴	-۰/۶۰۸	۰/۵۲۴	-۰/۵۴۱	۱						
۵	-۰/۷۱۹	۰/۳۴۹	-۰/۶۱۶	۰/۷۵۹	۱					
۶	۰/۸۳۱	-۰/۱۸۱	۰/۷۴۴	-۰/۷۳۱	-۰/۹۸۲	۱				
۷	۰/۷۷۲	-۰/۳۱۲	۰/۶۸۰	-۰/۸۰۴	-۰/۹۹۴	۰/۹۸۶	۱			
۸	۰/۸۲۹	-۰/۱۸۷	۰/۷۴۰	-۰/۷۳۵	-۰/۹۶۵	۰/۹۹۰	۰/۹۶۷	۱		
۹	۰/۶۴۵	-۰/۳۲۶	۰/۵۲۹	-۰/۶۲۶	-۰/۹۶۵	۰/۹۵۰	۰/۹۳۶	۰/۹۵۵	۱	
۱۰	۰/۹۱۳	-۰/۰۷۳	۰/۸۴۵	-۰/۷۵۳	-۰/۹۳۳	۰/۹۸۱	۰/۹۵۵	۰/۹۸۳	۰/۸۹۰	۱

وزن تازه اندام‌های هوایی (۱)، وزن تازه ریشه (۲)، ارتفاع (۳)، وزن ریشه‌های هوایی (۴)، مرگ و میر برگ‌ها (۵)، محتوای رطوبت نسبی برگ (۶)، کلروفیل a (۷)، کلروفیل b (۸)، کارتنوئید (۹)، هدایت روزنه‌ای (۱۰).

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]



شکل ۱- نمودار بای‌پلات صفات مورفوفیزیولوژیک واریته‌های نیشکر در شرایط تنش. وزن تازه ریشه (R.FW)، وزن تازه اندام‌های هوایی (S.FW)، ارتفاع (H)، وزن تازه ریشه‌های هوایی (A.FW)، مرگ و میر برگ‌ها (L.M)، هدایت روزنه‌ای (S.C)، محتوای رطوبت نسبی برگ (RWC)، کلروفیل آ (Chla)، کلروفیل ب (Chlb)، کارتنوئید (Car)

Figure 1. Sugarcane varieties morphophysiologic triets biplot view under stress conditions. Shoot fresh weight (S.FW), Root fresh weight (R.FW), Height (H), Adventitious root fresh weight (A.FW), Leaf mortality (L.M), Relative Stomatal conductance (S.C), Water Content (RWC), Chlorophyll a (Chla), Chlorophyll b (Chlb), Carotenoid (Car)

نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش تاثیرگذاری تنش غرقابی روی صفات مورفوفیزیولوژیکی واریته‌های نیشکر مشاهده شد و با افزایش مدت زمان تنش این تاثیر بیشتر نمایان گشت. کاهش ارتفاع گیاه و وزن تازه اندام‌های هوایی و افزایش مرگ و میر برگ‌ها در گیاهان تحت تنش و همچنین تغییر در مولفه‌های فیزیولوژیکی مانند کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی، هدایت روزنه‌ای و محتوای رطوبت نسبی برگ از جمله اثرات منفی شرایط غرقابی بود. از طرف دیگر افزایش وزن تازه ریشه و شکل‌گیری ریشه‌های هوایی از جمله پاسخ‌های سازگارانه گیاه به شرایط غرقابی بود. در این میان پاسخ سه واریته به دوره‌های تنش غرقابی متمایز بود، واریته‌های CP69-1062 و CP73-21 در مقایسه با واریته CP48-103 سازگاری بهتری نسبت به تنش غرقابی از خود نشان دادند و صفات مورفوفیزیولوژیکی آنها در مقایسه با واریته CP48-103 کمتر تحت تاثیر تنش غرقابی قرار گرفتند.

منابع

1. Afkhami Ghadi, A., F. Habibzadeh and S.J. Hosseini. 2021. Evaluation of Rice Genotypes from Crossing based on Salinity Stress Tolerance Indices. Journal of Crop Breeding, 13(39): 108-121 (In Persian).
2. Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology, 24(1): 1.
3. Bajpai, S. and R. Chandra. 2015. Effect of waterlogging stress on growth characteristics and sod gene expression in sugarcane. International Journal of Scientific and Research Publications, 5(1): 1-8.
4. Drew, M.C. 1997. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. Annual review of plant physiology and Plant Molecular Biology, 48(1): 223-250.
5. Else, M.A., D. Coupland, L. Dutton and M.B. Jackson. 2001. Decreased root hydraulic conductivity reduces leaf water potential, initiates stomatal closure and slows leaf expansion in flooded plants of castor oil (Ricinus communis) despite diminished delivery of ABA from the roots to shoots in xylem sap. Physiologia Plantarum, 111(1): 46-54.
6. Folzer, H., J.F. Dat, N. Capelli, D. Rieffel and P.M. Badot. 2006. Response of sessile oak seedlings (Quercus petraea) to flooding: an integrated study. Tree Physiology, 26(6): 759-766.
7. Gilbert, R.A., C.R. Rainbolt, D.R. Morris and A.C. Bennett. 2007. Morphological responses of sugarcane to long-term flooding. Agronomy Journal, 99(6): 1622-1628.
8. Glaz, B., S.J. Edme, J.D. Miller, S.B. Milligan and D.G. Holder. 2002. Sugarcane cultivar response to high summer water tables in the Everglades. Agronomy Journal, 94(3): 624-629.
9. Gomathi, R. and K. Chandran. 2009. Effect of waterlogging on growth and yield of sugarcane clones. Sugarcane Breeding Institute (SBI-ICAR). Quarterly News Letter, 29(4): 1-2.
10. Gomathi, R., P.N. Gururaja Rao, K. Chandran and A. Selvi. 2015. Adaptive responses of sugarcane to waterlogging stress: An over view. Sugar Tech, 17(4): 325-338.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

11. Hashemzehi, M. 2013. Evaluation of Responses of Mung Bean (Vigna radiata) Genotypes to Drought Stress Using Different Stress Tolerance Indices. Journal of Crop Breeding, 12: 117-118 (In Persian).
12. Jain, R., S.P. Singh, A. Singh, S. Singh, A. Chandra and S. Solomon. 2016. Response of foliar application of nitrogen compounds on sugarcane grown under waterlogging stress. Sugar Tech, 18(4): 433-436.
13. Khan, M.S., B. Khraiwesh, G. Pugalenthi, R.S. Gupta, J. Singh, S.K. Duttamajumder and R. Kapur. 2014. Subtractive hybridization-mediated analysis of genes and in silico prediction of associated microRNAs under waterlogged conditions in sugarcane (Saccharum spp.). FEBS Open Bio, 4: 533-541.
14. Malik, A.I., T.D. Colmer, H. Lambers and M. Schortemeyer. 2001. Changes in physiological and morphological traits of roots and shoots of wheat in response to different depths of waterlogging. Functional Plant Biology, 28(11): 1121-1131.
15. Misra, V., S. Solomon, A.K. Mall, C.P. Prajapati, A. Hashem, E.F. Abd Allah and M.I. Ansari. 2020. Morphological assessment of water stressed sugarcane: A comparison of waterlogged and drought affected crop. Saudi Journal of Biological Sciences, 27(5): 1228-1236.
16. Omary, M. and F.T. Izuno. 1995. Evaluation of sugarcane evapotranspiration from water table data in the everglades agricultural area. Agricultural Water Management, 27(3-4): 309-319.
17. Parent, C., A. Berger, H. Folzer, J. Dat, M. Crevècoeur, P.M. Badot and N. Capelli. 2008. A novel nonsymbiotic hemoglobin from oak: cellular and tissue specificity of gene expression. New Phytologist, 177(1): 142-154.
18. VanToai, T.T., S.K. St Martin, K. Chase, G. Boru, V. Schnipke, A.F. Schmitthenner and K.G. Lark. 2001. Identification of a QTL associated with tolerance of soybean to soil waterlogging. Crop Science, 41(4): 1247-1252.
19. Eavis, B.W. 1972. Effects of flooding on sugarcane growth 2. Benefits during subsequent drought. Proc. Int. Soc. Sugarcane Techn, 14: 715-721.
20. Yordanova, R.Y., A.N. Uzunova and L.P. Popova 2005. Effects of short-term soil flooding on stomata behavior and leaf gas exchange in barley plants, Biolgia Plantarum, 49(2): 317-319.
21. Yong, C., G.Y. Min, Z. Chong-shun, Z. Xue-kun and H. Zhong. 2010. Combining ability and genetic effects of germination traits of (*Brassica napus* L.) under waterlogging stress conditions. Agricultural Sciences in China, 9(7): 951-957.
22. Zhou, D., C. Wang, Z. Li, Y. Chen, S. Gao, J. Guo, W. Lu, Y. Su, L. Xu and Y. Que. 2016. Detection of bar transgenic sugarcane with a rapid and visual loop-mediated isothermal amplification assay. Frontiers in Plant Science, 7: 279.

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]

Evaluation of Three Commercial Varieties of Sugarcane in Terms of Waterlogging Stress Tolerance in the Early Stages of Growth in Greenhouse Condition

Rahim Ghezzi[1], Leila Nejadsadeghi[2], Khosro Mehdikhanlou[3] and Daryoosh Nabati Ahmadi[4]

1- M. Sc. Student of Genetics and Plant Breeding, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
2- Assistant Professor, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, (Corresponding author: L.nejadsadeghi@scu.ac.ir)
3- Assistant Professor, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
4- Associate Professor, Plant Production and Genetics Department, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran
Received: 23 September, 2021 Accepted: 7 December, 2021

Extended Abstract

Introduction and Objective: Waterlogging is a global phenomenon that drastically reduces the growth and survival of sugarcane, which leads to 15-45 % reduction in yield.

Material and Methods: Three commercial varieties of sugarcane were evaluated to identify the most tolerant varieties to waterlogging stress. Factorial experiment in the basis of completely randomized design with two factors (the first factor related to waterlogging stress at three levels without stress, 7 days and 14 days of waterlogging and the second factor of commercial sugarcane varieties including three varieties CP48-103, CP69-1062 and CP73 21) was carried out in three replications under controlled greenhouse condition.

Results: The results of mean comparison showed that waterlogging reduce the height of plants. the height of plants in different varieties decreased by 5.6% (CP73-21) to 16% (CP48-103). According to the comparison results, the most shoots weight decrease was related to CP48-103 variety. Fresh root weight was increased in stressed plants compared to the control. The interaction of stress and variety showed changes in fresh root weight under different levels of stress (at 5% probability level). Aerial roots were not formed in control plants, but in stressed plants by increasing duration of stress, growth and weight of aerial roots increased. The range of weight changes of aerial roots under stress for 7 days were between 2.3 to 5.7 g and under 14 days' treatment, the range of changes was observed between 3.8 to 8.7 g. Leaf mortality were significantly affected by waterlogging stress and variety (at 1% probability level). 7 days' stress caused 20% and 14 days' stress caused 27% leaf mortality. Increase duration of stress caused the relative moisture content of leaves decreased and the highest decrease seen in 14 days. In 7 days and in 14 days' stress, the RWC decreased by 3.2% and 3.5% respectively. The highest amount of chlorophyll a, b and carotenoids was observed in the control treatment and the lowest in the 14 days' treatment. The stomatal conductance showed a decrease by increase duration of stress. At 7 days' stress, the highest reduction in stomatal conductance was 27.7% and the lowest reduction was 18.4%. In 14 days' stress condition, stomatal conductance decreased by 41% to 52%.

Conclusion: The response of the three varieties to duration of waterlogging stress was different. CP69-1062 and CP73-21 varieties showed better adaptation to waterlogging stress compared to CP48-103.

Keywords: Abiotic stresses, Morphophysiological traits, Oxygen deficiency

[Downloaded from jcb.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOI: 10.52547/jcb.14.42.197]