محور مقاله: تنش کم‌آبی گیاه و روش‌های نگهداری آب در خاک

رایزوشیت: صفت ریشه‌ای با قابلیت کمک به گیاهان در تحمل تنش خشکی

مجید بصیرت*[۱]، سید مجید موسوی*[۱]، شیرزاد عباس زاده زشکی[۲]، محسن ابراهیمی[۲]، محسن زارع بنادکوکی[۳]

[۱] موسسه تحقیقات خاک وآب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران

[۲] گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران

[۳] گروه فیزیک خاک دانشگاه بایروت، آلمان

چکیده

علی‌رغم بسیاری از گمانه زنی‌ها، نقش مثبت رایزوشیت در کمک به گیاهان برای جذب بهتر آب و مواد غذایی از خاک خشک هنوز به صورت تجربی اثبات نشده است. هدف این تحقیق تعیین اثر تشکیل رایزوشیت بر میزان دسترسی گیاه به آب در خاک خشک می‌باشد. برای این منظور هشت رقم گندم شامل پنج رقم مقاوم به خشکی و سه رقم حساس به خشکی در ماسه بادی کشت شدند. زمانی که گیاهان ۳۵ روزه بودند، آبیاری متوقف شد تا زمانی که اولین علائم پژمردگی در برگ‌ها بروز پیدا کرد. طی سیکل خشکی، محتوای آبی خاک و نرخ تعرق با روش وزنی و وزن کردن روزانه‌ی گلدان‌ها تعیین شد. در پایان دوره خشکی ریشه ها از خاک خارج و تشکیل رایزوشیت با روش وزنی تعیین شد. نتایج نشان داد که ارقامی که رایزوشیت بیشتری داشتند توانستند در شرایط خشکی (مقدار آب[۲] ۰/۰۴ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب) نرخ تعرق را بالا نگه دارند در حالی که رقم های با رایزوشیت کمتر تنش خشکی را تاب نیاورده و سریع‌تر به به نقطه پژمردگی رسیدند. یافته‌های این مطالعه اثبات می‌کند رقم هایی که رایزوشیت بیشتری تشکیل دهند می توانند به وسیله حفظ تعرق، شرایط حاد خشکی را تحمل کنند.

کلمات کلیدی : مقاومت به خشکی، موسیلاژ، رایزوشیت، رایزوسفر، تعرق، گندم

مقدمه

خاک متصل به ریشه که به آن رایزوشیت گفته می شود، به عنوان صفتی ریشه ای که به گیاه در شرایط تنش های غیر زیستی، مانند تنش خشکی و کمبود مواد غذایی، کمک می کند مطرح شده است (Delhaize و همکاران ۲۰۱۲، Paez-Garcia و همکاران ۲۰۱۵، Brown و عمکاران ۲۰۱۷). بیشتر گونه های علفی و گیاهانی که در شرایط سخت (مانند بیابان) رشد می کنند، رایزوشیت تشکیل می‌دهند. به علاوه گیاهانی که شرایط خشکی به آنها القا شده باشد رایزوشیت بیشتر و پایدارتری دارند (Watt و همکاران ۱۹۹۴، Liu و همکاران ۲۰۱۸) . این مشاهدات به عنوان شاخصی که نشان می دهد رایزوشیت در شرایط حاد کارکرد مثبتی دارد تعبیر شده اند (Hartnett و همکاران ۲۰۱۳).

تکوین و پایدار شدن رایزوشیت به واسطه حضور ریشه های مویین و پلی ساکاریدهای ترشح شده از ریشه یا باکتری‌های مجاور ریشه انجام می شود (McCully وهمکاران ۱۹۹۹،Haling و همکاران ۲۰۱۰، Pang و همکاران ۲۰۱۷). هرچند تا کنون نقش های دیگری هم به رایزوشیت نسبت داده شده است. مانند نقش آن در محافظت از ریشه در شرایط خشکی و تنش دمایی (Pang و همکاران ۲۰۱۷، Wasaya و همکاران ۲۰۱۸)، کمک کردن به گیاه در جذب بهتر فسفر (Brown و همکاران ۲۰۱۲،Haling و همکاران ۲۰۱۳)، روی (Nambiar 1976) و نیتروژن(Othman و همکاران ۲۰۰۴) تحت شرایط تنش، کمک کردن به گیاه در تحمل اسیدیته‌ی شدید خاک (Halin و همکاران ۲۰۱۰،Delhaize و همکاران ۲۰۱۲) و تنش مکانیکی (Haling و همکاران ۲۰۱۳، Bengough و همکاران ۲۰۱۶) و مرطوب‌تر ماندن نسبت به خاک غیر رایزوسفری طی دوره‌ی خشکی به کمک حضور موسیلاژ (Cerminati و Vatterlein در ۲۰۱۳،Gao و همکاران ۲۰۱۱،Smith و همکاران ۲۰۱۱،Watt و همکاران ۱۹۹۴)، بیشتر این

*ایمیل نویسنده مسئول: majid62mousavi@gmail.com و majid_basirat@yahoo.com

[۲] - Water Content

کارکردهای مثبت با حفظ شدن ارتباط خوب خاک و ریشه، بویژه وقتی خاک خشک است، قابل توضیح است (North و Noberl در ۱۹۹۷). علی‌رغم بسیاری از کارکردهای مثبت رایزوشیت در بهبود مقاومت گیاهان به خشکی، داده‌ها و اطلاعات تجربی که این نقش مثبت را نشان دهند بسیار محدود می‌باشند. هدف این مطالعه نشان دادن این است که آیا تشکیل رایزوشیت بیشتر به دسترسی بهتر گیاه به آب در خاک خشک کمک می‌کند یا خیر و در ادامه آیا بقای گیاه در شرایط تنش خشکی را بهبود می‌بخشد یا خیر.

مواد و روش‌ها

هشت رقم گندم شامل پنج رقم مقاوم به خشکی (رخشان، مهرگان، سیروان، حیدری و آذر۲) و سه رقم حساس به خشکی (مروارید، بهاران، احسان) (Omidi و همکاران ۲۰۱۷) در گلدان‌های نایلونی به ارتفاع ۶۰-۷۰ سانتی متر و قطر ۱۵-۲۰ سانتی‌متر و دارای زهکش کاشته شدند. گلدان‌ها با ماسه بادی پر و ۵ بذر در هر گلدان کاشته شد. خاک هر روز از بالا به صورت روزانه آبیاری می شد تا بذرها جوانه بزنند. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه ای با ۱۴ ساعت نور و ۱۰ ساعت تاریکی در شبانه روز اجرا شد. گیاهان در دوره‌ای ۳۵ روزه تحت شرایط بهینه رشد کردند و آبیاری روزانه به صورتی بود که محتوای حجمی آب را بین ۰/۲۰ و ۰/۲۵ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب حفظ می‌کرد (با توزین روزانه گلدان-ها). هنگامی که گیاهان به رشد قابل قبولی رسیدند (حدوداً در روز ۳۵ ام از کاشت) تا محتوای آبی ۰/۳۷ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب آبیاری شدند و رها شدند تا محتوای آبی خاک به حدی برسد که گیاه علائم تنش را در برگ‌های خود بروز دهد. در طی چرخه خشکی، محتوای آبی خاک به وسیله وزن کردن گلدان‌ها اندازگیری می‌شد. میانگین نرخ تعرق در روز توسط تفاوت وزن آنها در ساعت ۱۰ صبح و ۴ بعد از ظهر همان روز اندازگیری شد. در پایان آزمایش که محتوای آب خاک ۰/۰۴-۰/۰۵ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب بود، پس از جدا کردن ریشه از خاک گلدان، شبکه ریشه-ای به آرامی با دست تکانده شد تا زمانی که هیچ خاک غیر رایزوشیتی وجود نداشته باشد. ریشه و رایزوشیت متصل به آن با دقت و بدون آسیب به ریشه در آب (به روش غرق در تشت آب) شسته شدند و ریشه و رایزوشیت جمع‌آوری شدند و پس از خشک شدن در آون وزن آنها مشخص شد. بررسی‌های آماری داده‌ها توسط نرم افزار SAS انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P<0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

مقدار حجمی آب خاک[۳] طی یک دوره خشکی در شکل a-۱ نشان داده شده است. این شکل، داده‌های محتوای آبی خاک را کمی بعد از آبیاری تا زمانی که گیاه شروع به پژمردن کرد نشان می دهد. در اینجا زمان صفر بیانگر زمان شروع اعمال تنش یعنی ۰/۵ ساعت (۳۰ دقیقه) پس از آبیاری هنگامی که دیگر قطرات زه‌آب از زیر گلدان خارج نمی شد، می‌باشد. این داده ها نشان می دهد که این گیاهان در دو گروه کاملاً مجزا قرار می-گیرند. گروه با نیاز بالای آبیاری و گروه با نیاز آبیاری کم. برای ارقام بهاران، آذر۲، سیروان و مهرگان پس از ۵/۵ روز (۱۳۲ ساعت) خاک خشک و گیاه به نقطه پژمردگی رسید. ما این گروه را گروه با نیاز آبیاری بالا (HID[۴]) می‌نامیم. در طرف مقابل، برای رقم رخشان، حیدری، احسان و مروارید به ترتیب ۱۲،۱۲،۱۱،۱۱ روز طول کشید تا به آن نقطه برسند. به این گروه، گروه با نیاز آبیاری پایین (LID[۵]) اتلاق می‌شود. نقطه پژمردگی در مقدار آب خاک متفاوتی در هر کدام از ارقام پیش آمد. گروه HID در محتوای حجمی آب ۰/۰۱±۰/۰۶ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب به این نقطه رسید در حالی که گروه HID در محتوای حجمی آب ۰/۰۱±۰/۰۲ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب دچار پژمردگی شد.

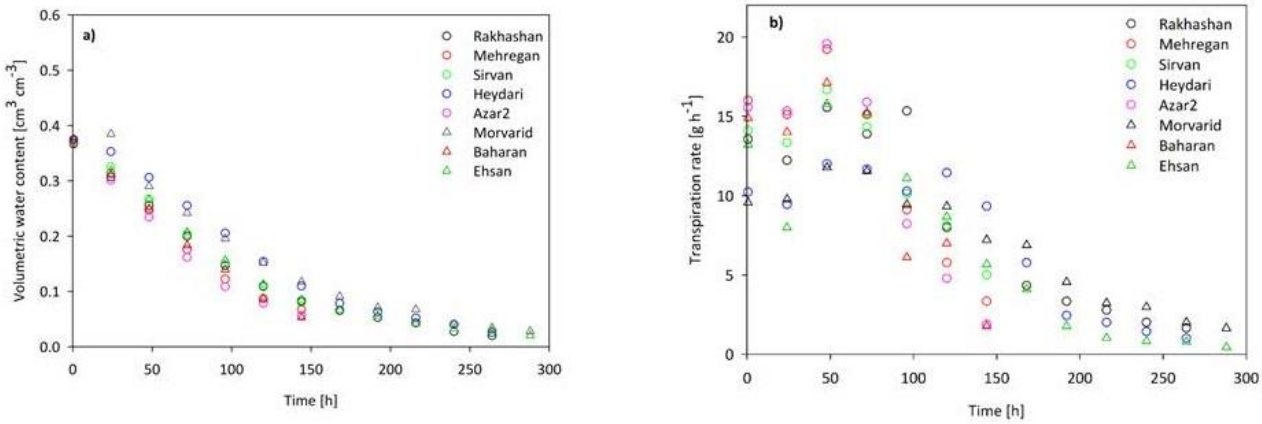
نرخ تعرق از داده های تغییر محتوای آبی خاک حاصل شد. نرخ تعرق روزانه رقم های مختلف در شکل b-۱ نشان داده شده است. در همه ارقام نرخ تعرق کمی پس از آبیاری به حداکثر خود رسید (در طول یک روز پس از آبیاری) و پس از آن با گذشت زمان کاهش پیدا کرد تا زمانی که خاک خشک شود. رقم های مهرگان، آذر۲، بهاران و سیروان در مقایسه با رقم های رخشان، احسان، حیدری و مروارید نرخ تعرق بیشتری در ابتدای چرخه خشکی نشان دادند و همینطور طول چرخه خشکی آنها نیز کوتاهتر شد (زودتر علائم پژمردگی را نشان دادند). در طرف مقابل، نرخ تعرق برای رقم‌های رخشان، احسان، حیدری و مروارید در ابتدای چرخه کمتر بود و در ادامه هم چرخه‌ی خشکی طولانی‌تری داشتند.

---

[۳] -Volumetric Soil Water Content

[۴] - High irrigation demanding group

[۵] - Low irrigation demanding group



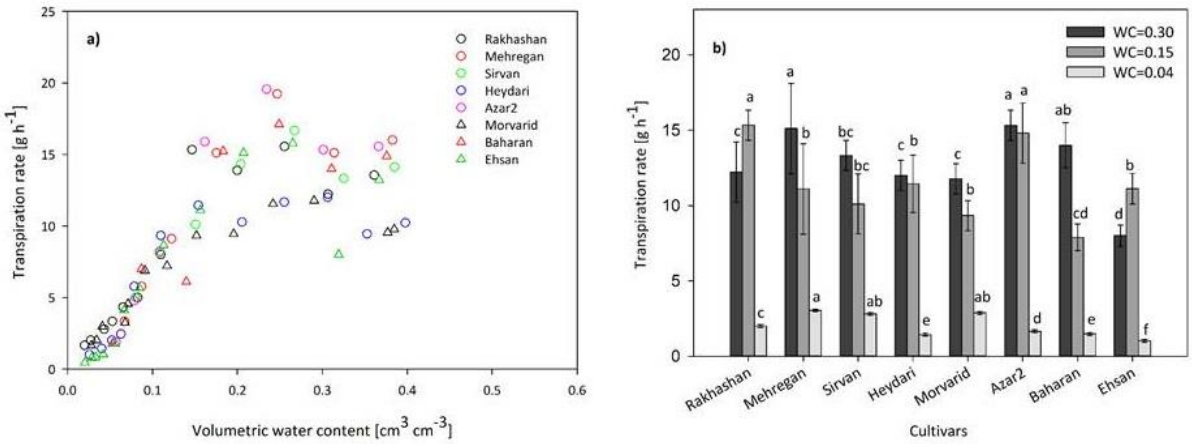
شکل ۱- a) مقدار حجمی آب خاک در طی چرخه خشک شدن در ارقام مورد مطالعه. b) نرخ تعرق روزانه به عنوان تابعی از زمان در طی چرخه خشک شدن.

در شکل ۲-a نرخ تعرق (ET) به صورت تابعی از محتوای آبی خاک ارائه شده است. همان طور که انتظار می رفت نرخ تعرق در زمان شروع چرخه به علت خیس بودن خاک بالاتر است و با خشکتر شدن خاک کاهش پیدا می کند. جالب است که این روند در ارقام مورد سنجش متفاوت بود. برای مقایسه بهتر ET به عنوان تابعی از محتوای آب، ET طول روز در سه میزان محتوای آب ۰/۰۴ و ۰/۰۸و ۰/۳ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب در شکل ۲-b به تصویر کشیده شده است. در شرایط بهینه‌ی محتوای آب خاک (۰/۳ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب)، ارقام مهرگان و آذر۲ نرخ تعرق بالا داشتند در حالی که رقم احسان کمترین نرخ را داشت (شکل ۲-b). در شرایط خشکی (۰/۰۴ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب) رقم های سیروان، مهرگان، مروارید و رخشان بیشترین نرخ تعرق و ارقام احسان، بهاران و آذر۲ کمترین نرخ تعرق را نشان دادند. در محتوای آبی خاک به میزان ۰/۰۸ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب، ارقام حیدری، آذر۲ و مهرگان بیشترین نرخ تعرق و رقم بهاران کمترین میزان را داشتند.

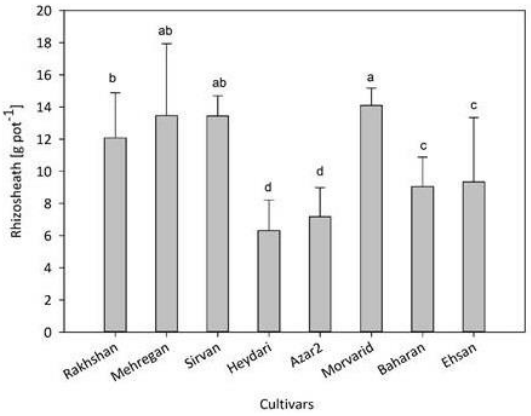
مطالعه‌ی وضعیت زیتوده‌ی تشکیل شده‌ی ریشه و اندام هوایی در پایان آزمایش(روز ۴۷ ام پس از کشت) در ارقام مختلف نشان داد که ارقام حیدری مهرگان و مروارید بیشترین و ارقام احسان و سیروان ورخشان به ترتیب کمترین بیومس اندام هوایی را داشتند (داده‌ها ارائه نشده است). این نتایج نشان دهنده‌ی آن است که ارقامی که نرخ تعرق بالایی در شرایط خشکی خاک (مقدار آب ۰/۰۴ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب) دارند، بیومس اندام هوایی آنها بیشتر است. که رقم رخشان از این قاعده مستثنی است.

تفاوت رایزوشیت تشکیل شده در ارقام مختلف در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان رایزوشیت با وزن خشکِ بیومسِ ریشه نرمال‌سازی شد. ارقام مروارید، سیروان و مهرگان بیشترین، و ارقام حیدری، آذر ۲ و بهاران به ترتیب کمترین میزان تشکیل رایزوشیت را نشان دادند. ارقامی که بیشترین میزان رایزوشیت را تشکیل دادند درگروهی قرار گرفتند که بیشترین نرخ تعرق را در شرایط خشکی خاک (WC of 0.04 cm^3 cm^{-3}) داشتند. و ارقامی که رایزوشیت کمتری تشکیل دادند در گروهی که سطح تعرق کمتری در شرایط خشکی خاک داشتند، قرار گرفتند. صفت رایزوشیت به عنوان صفتی بالقوه برای بهبود مقاومت ارقام مختلف غلات مطرح شده است (Brown و همکاران ۲۰۱۷) در اینجا رابطه‌ی میان نرخ تعرق و تشکیل رایزوشیت در هشت رقم گیاه گندم مورد مطالعه قرار گرفت. فرضیه‌ی ما این بود که گیاهان با رایزوشیت قوی‌تر و بیشتر می‌توانند نرخ تعرق بیشتری را در شرایط خشکی خاک حفظ کنند در حالی که ارقام با رایزوشیت کمتر از تنش خشکی آسیب دیده و دارای نرخ تعرق کمتری می‌شوند. یافته‌های این تحقیق نشان داده‌اند که ارقام با رایزوشیت بیشتر می‌توانند نرخ تعرق بیشتری را در شرایط خشکی خاک حفظ کنند در حالی که گیاهان با رایزوشیت کمتر از تنشِ خشکی آسیب دیده و زودتر به نقطه‌ی پژمردگی می‌رسند.

مقایسه‌ی ارقام در محتوای آب ۰/۰۴ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب نشان داد که ارقام مورد سنجش در دو گروه مقاوم به خشکی و حساس به خشکی جای می‌گیرند. در خاک خشک (۰/۰۴ سانتی‌متر مکعب در سانتی‌متر مکعب) ارقام مهرگان، مروارید و سیروان می‌توانند نرخ تعرق خود را بیش از سایر ارقام حفظ کنند. این ارقام به عنوان مقاوم به خشکی شناخته می‌شوند (Omidi و همکاران ۲۰۱۷) و باید مکانیزم‌های مثبتی در جهت دسترسی و استخراج بهتر آب از خاک خشک داشته باشند (Fang و Xiong ۲۰۱۵). ما باور داریم تشکیل رایزوشیت یکی از آن مکانیزم‌های محتمل است. ارقامی که نرخ تعرق بیشتری در خاک خشک نشان دادند درجه‌ی بالاتری از تشکیل رایزوشیت داشتند (شکل ۳). به طور مشابه ارقام احسان، بهاران، حیدری و آذر ۲ که کمترین نرخ تعرق را در خاک خشک نشان می‌دهند، کمترین رایزوشیت را تشکیل داده‌اند (شکل ۳).



شکل ۲- a) نرخ تعرق روزانه به عنوان تابعی از مقدار آب خاک در طی چرخه خشک شدن. b) نرخ تعرق روزانه در ارقام مورد مطالعه در سه مقدار آب خاک مشخص. ستون‌های با حروف مشابه نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=۰/۰۵) است.



شکل ۳- وضعیت تشکیل رایزوشیت در ارقام مورد مطالعه. ستون‌های با حروف مشابه نشان‌دهنده‌ی عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P =۰/۰۵) می‌باشد.

نتیجه‌گیری

تشکیل رایزوشیت می‌تواند به عنوان صفتی بالقوه برای رویش گیاه در شرایط خشکی خاک در نظر گرفته شود. در اینجا ما دریافتیم که ارقام با رایزوشیت بیشتر می‌توانند نرخ تعرق بیشتری در خاک خشک داشته باشند در حالی که ارقامی که رایزوشیت کمتری تشکیل می‌دهند از شرایط خشکی متحمل ضرر بیشتری می‌شوند.

منابع

Bengough, A. G., Bransby, M. F., Hans, J., McKenna, S. J., Roberts, T. J., Valentine, T. A.. 2006. Root Responses to Soil Physical Conditions; Growth Dynamics from Field to Cell. *Journal of Experimental Botany* 57, 437-47.

Brown, L. K., George, T. S., Neugebauer, K., White, P. J. 2017 . The Rhizosheath – a Potential Trait for Future Agricultural Sustainability Occurs in Orders Throughout the Angiosperms. *Plant and Soil* 418, no. 1, 115–128

Brown, L. K., George, T. S., Thompson, J. A, Wright, G., Lyon, J., Hubbard, S. F., White, P. J. 2012 . What Are the Implications of Variation in Root Hair Length on P-Limited Yield in Barley (Hordeum Vulgare L.) . *Annals of Botany* 10, 319-28.

Delhaize, E., James, R. A., Ryan, P.R.. 2012. Aluminium Tolerance of Root Hairs Underlies Genotypic Differences in Rhizosheath Size of Wheat (Triticum Aestivum) Grown on Acid Soil. *New Phytologist* ,195, 609-19.

Fang Y., Xiong L. 2015.General Mechanisms of Drought Response and Their Application in Drought Resistance Improvement in Plants. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 72 , 673–89.

Gao, Y., Yang, Y., Ling, W., Kong, H., Zhu, X. 2011. Gradient Distribution of Root Exudates and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Rhizosphere Soil. *Soil Science Society of America Journal*, 75,1694–703.

George, T. S., Brown, L. K., Ramsay, L., White, P. J., Newton, A. C., Bengough, A. G., Russell, J. , Thomas, W. T. 2014 . Understanding the Genetic Control and Physiological Traits Associated with Rhizosheath Production by Barley (Hordeum Vulgare). *New Phytologist* ,203, 195–205..

Ghezzehei, T, A., Albalasmeh, A. A. 2015. Spatial Distribution of Rhizodeposits Provides Built-in Water Potential Gradient in the Rhizosphere. *Ecological Modelling*, 298 , 53–63.

Haling, Rebecca E., Lawrie K. Brown, A. Glyn Bengough, Tracy A. Valentine, Philip J. White, Iain M. Young, and Timothy S. J Planta George. 2014 Root Hair Length and Rhizosheath Mass Depend on Soil Porosity, Strength and Water Content in Barley Genotypes. 239, no. 3, 643-51.

Haling, Rebecca E., Lawrie K. Brown, A. Glyn Bengough, Iain M. Young, Paul D. Hallett, Philip J. White, and Timothy S. George. 2013. Root Hairs Improve Root Penetration, Root–Soil Contact, and Phosphorus Acquisition in Soils of Different Strength.. *Journal of Experimental Botany* ,64, no. 12, 3711-21.

Haling, Rebecca E., Alan E. Richardson, Richard A. Culvenor, Hans Lambers, Richard J. J Plant Simpson, and Soil. 2010 . Root Morphology, Root-Hair Development and Rhizosheath Formation on Perennial Grass Seedlings Is Influenced by Soil Acidity. plant and soil, 335, no. 1 ,457-68.

Hartnett, D., Wilson, G.W.T, Ott, J. P. and Setshogo, M .2013. .Variation in Root System Traits among African Semi-Arid Savanna Grasses: Implications for Drought Tolerance. Austral ecology, 38, no. 4: 383-92.

Liu, Tie-Yuan, Nenghui Ye, Tao Song, Yunying Cao, Bei Gao, Di Zhang, Fuyuan Zhu, *2018* .Rhizosheath Formation and Involvement in Foxtail Millet (Setaria Italica) Root Growth under Drought Stress.. journal of integrative plant biology, volume 61,issue 4, 449-462

McCully, Margaret E. 1999. Roots in Soil: Unearthing the Complexities of Roots and Their Rhizospheres. Annual review of plant biology, 50, no. 1, 695-718..

Nambiar, EKS. 1976. The Uptake of Zinc-65 by Oats in Relation to Soil Water Content and Root Growth .Soil Research. 14, no. 1,67-74.

North, G. B., Nobel, P. S. 1997. Drought-Induced Changes in Soil Contact and Hydraulic Conductivity for Roots of Opuntiaficus-Indicawith and without Rhizosheaths. *Plant and Soil* 191, 249-58.

Omidi, A. H., Aurazizadeh, M. R., Baizayi, E., Raushani, Gh., Taleghani, D., Alinia, F., Golkari, S., Ghanbari A. A., Mahmoudi, M., Moghadam, A., Najafian, G. 2017 . Cultivars (Past and Future).

Othman, A. .A., Amer, W. M., Fayez, M., Hegazi, N. A. 2004. Rhizosheath of Sinai Desert Plants Is a Potential Repository for Associative Diazotrophs. *Microbiological Research*, 159 , 285–93.

Paez-Garcia, Ana, Christy Motes, Wolf-Rüdiger Scheible, Rujin Chen, Elison Blancaflor, and Maria Monteros. 2015. Root Traits and Phenotyping Strategies for Plant Improvement, Plants, 4, no. 2, 334.

Smith, Rhian J., Stephen D. Hopper, Michael W. 2011. Plant Shane, and Soil. Sand-Binding Roots in Haemodoraceae: Global Survey and Morphology in a Phylogenetic Context. Plant and soil, 348, no. 1, 453.

Wasaya, Allah, Xiying Zhang, Qin Fang, and Zongzheng Yan. 2018. Root Phenotyping for Drought Tolerance: A Review. Agronomy , 8, no. 11, 241.

Watt, M., M. E. McCully, and M. J. Canny. 1994. Formation and Stabilization of Rhizosheaths of Zea Mays L. (Effect of Soil Water Content). Plant Physiology. 106, no. 1, 179-86.

Topic for submission: Water Deficit Stress and Methods of Water Conservation

The rhizosheath: a potential root trait helping plants to tolerate drought stress

Majid Basirat[*1], Seyed Majid Mousavi [*1], Shirzad Abbaszadeh [2], Mohsen Ebrahimi[2], Mohsen Zarebanadkouki[3]
[1]- Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.
[2]- Department of Agronomy and Plant Breeding, University of Tehran, Tehran, Iran.
[3]- University of Bayreuth, Department of Soil physics, Germany.

Abstract

Despite several speculations, the positive function of rhizosheath in helping plants to better extract water and nutrient from drying soil has been yet experimentally unproven. The objective of this study was to determine the effect of rhizosheath formation on water accessibility to plant from drying soil. For this, 8 wheat cultivars including 5 cultivars known as drought resistance and 3 cultivars known as drought sensitive were grown in a sandy soil. When plants were 35 days old, the irrigation was stopped until the wilting symptom appeared on the leaves. During the drying cycle, the soil water content and the transpiration rate were gravimetrically measured. At the end of the drying cycle, the roots were excavated out of the soil and the rhizosheath formation was gravimetrically quantified. The results showed that the plant cultivars with a greater rhizosheath formation could sustain a higher transpiration rate at dry condition (water content of 0.04 cm^3 cm^{-3}) while the plant cultivars with less rhizosheath suffered from drought stress and reached their wilting points. The findings of this study proved that under severe drought condition plant cultivars with an enhanced rhizosheath formation could better survive by sustaining their transpirational and nutritional demands.

Keywords Drought tolerant, Mucilage, Rhizosheath, Rhizosphere, Transpiration, Wheat

[*] Corresponding author, Email: majid_basirat@yahoo.com , majid62mousavi@gmail.com