نقش باکتری‌ها در مقابله با تنش‌های غیرزنده در گیاهان

رباب اعزازی و مسعود احمدزاده✉
دانشجوی دکتری و استاد گروه گیاه‌پزشکی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۳/۳۰

اعزازی ر. و احمدزاده م. ۱۳۹۳. نقش باکتری‌ها در مقابله با تنش‌های غیرزنده در گیاهان. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۳(۲): ۶۲-۴۴.

چکیده

تنش‌های غیرزنده در سراسر دنیا یکی از عوامل محدودکننده کشاورزی محسوب می‌شوند. به طور میانگین بسته به نوع گیاه، تنش‌های غیرزنده سبب کاهش ۵۰ تا ۸۲ درصدی عملکرد گیاهان می‌شوند. تنش‌های غیرزنده شامل دمای نامناسب، خشکی، شوری، غرقاب، یخبندان، اشعه‌ی فرابنفش، سمیت مواد معدنی مانند فلزات سنگین، کمبودهای غذایی، اسیدیته نامناسب، آلاینده‌های هوا و آسیب‌های مکانیکی می‌باشند. تنش‌های غیرزنده منجر به سمیت متابولیکی، گسستگی غشای سلولی، کاهش فتوسنتز، کاهش جذب بعضی از عناصر غذایی، تغییر سطوح هورمون‌های گیاهی و در نهایت کاهش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. بنابراین کاهش اثر این تنش‌ها، مهم و ضروری است. باکتری‌های فراریشه افزایش دهنده رشد گیاهان نقش مهمی در مدیریت عوامل بیماری‌زای زنده و توان بالایی در کاهش تنش‌های غیرزنده در گیاهان دارند.

واژه‌های کلیدی: باکتری، تنش، خشکی، شوری، *Pseudomonas*

مقدمه

گیاهان در محیط زندگی خود در معرض انواع تنش‌های زیان‌آور قرار دارند. علم بیماری‌شناسی گیاهی به مطالعه سازوکارهای ایجاد بیماری در گیاهان توسط موجودات زنده و عوامل محیطی غیرزنده و هم‌چنین بررسی روش‌های مدیریت آن‌ها می‌پردازد. بیماری‌های ناشی از تنش‌های محیطی غیرزنده یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولیدات کشاورزی در سرتاسر دنیا می‌باشند (Wittenmayer & Merbach 2005). بسته به نوع گیاه، تنش‌های محیطی به طور متوسط سبب کاهش ۸۲-۵۰ درصدی عملکرد می‌شوند (Saharan & Nehra 2011). برخی از تنش‌های محیطی عبارتند از دمای نامناسب (دمای بسیار بالا یا پایین)، شوری، خشکی، غرقاب و کاهش

✉ مسئول مکاتبه، پست الکترونیک: ahmadz@ut.ac.ir

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

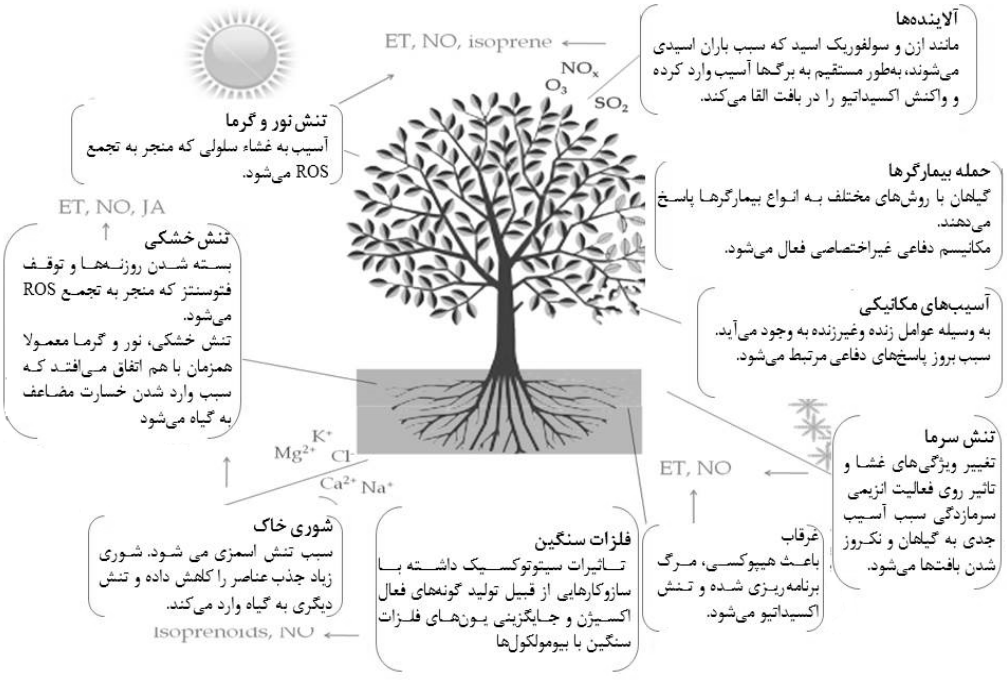
اکسیژن، یخبندان، اشعه‌ی فرابنفش، سمیت مواد معدنی از جمله فلزات سنگین، کمبودهای غذایی، اسیدیته نامناسب و آلاینده‌های هوا (Agrios 2005). برخی از این تنش‌ها که ناشی از فعالیت‌های صنعتی و تغییرات جهانی آب و هوا هستند، رو به افزایش می‌باشند(Shanker & Venkateswarlu 2011). انواع تنش‌های زنده و غیرزنده گیاهان در شکل ۱ نشان داده شده است.

۱- آثار تنش‌های غیرزنده در گیاهان

تنش‌های غیرزنده در گیاهان منجر به تولید مواد سمی، گسستگی غشای سلولی، بازداری از فتوسنتز، کاهش جذب مواد غذایی، تغییر سطوح هورمون‌های گیاهی و در نهایت کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Shanker & Venkateswarlu 2011).

۲- روش‌های کاهش خسارت ناشی از تنش‌های غیرزنده

کاهش اثر تنش‌های غیرزنده، امری مهم و ضروری است. برای مبارزه با هر کدام از انواع تنش‌های غیرزنده



شکل ۱- انواع تنش‌های محیطی وارده به گیاه (Shanker & Venkateswarlu 2011).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

روش‌های مختلفی از جمله استفاده از مهندسی ژنتیک و ایجاد گیاهان تراریخته مقاوم به تنش، اصلاح نباتات و تولید ارقام مقاوم، استفاده از مواد شیمیایی، اسید شویی کردن و تیمار حرارتی خاک (در فرایند پاکسازی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین) پیشنهاد شده است که به دلیل زمان‌بر بودن و هزینه‌ی بالای اغلب استفاده از آن‌ها مقدور نمی‌باشد. از سوی دیگر پژوهش‌های زیاد نشان داده که باکتری‌های فراریشه محرک رشد گیاهان (Plant Growth Promoting Rhizobacteria=PGPR) نقش مهمی در مدیریت عوامل بیماریزای زنده و توانایی بالایی در کاهش تنش‌های غیرزنده در گیاهان دارند (Shanker & Venkateswarlu 2011).

۳- باکتری‌های فراریشه محرک رشد گیاهان

جمعیت ریزجاندارانی که در ناحیه فراریشه زندگی می‌کنند، بسیار بیشتر از سایر نواحی خاک می‌باشد. ریشه گیاهان منبع غذایی مهمی برای آن‌ها فراهم می‌سازد. تعدادی از باکتری‌هایی که در ناحیه فراریشه استقرار دارند، توانایی کلنیزه کردن سطح ریشه و نفوذ به درون بافت پوست ریشه را دارند و با سازوکارهای مختلف سبب افزایش رشد گیاه می‌شوند (Dimpka *et al*. 2009). بعضی از مهم‌ترین جنس‌های باکتری‌های فراریشه که به عنوان محرک رشد شناخته می‌شوند، عبارتند از: *Arthrobacter*، *Azotobacter*، *Azospirillum*، *Enterobacter*، *Bacillus*، *Pseudomonas*، *Serratia*، *Streptomyces*، *Burkholderia*، *Klebsiella* و *Rhizobium* (Grover *et al*. 2011). سازوکارهای عمومی این باکتری‌ها که سبب بهبود رشد گیاهان می‌شوند، عبارتند از:

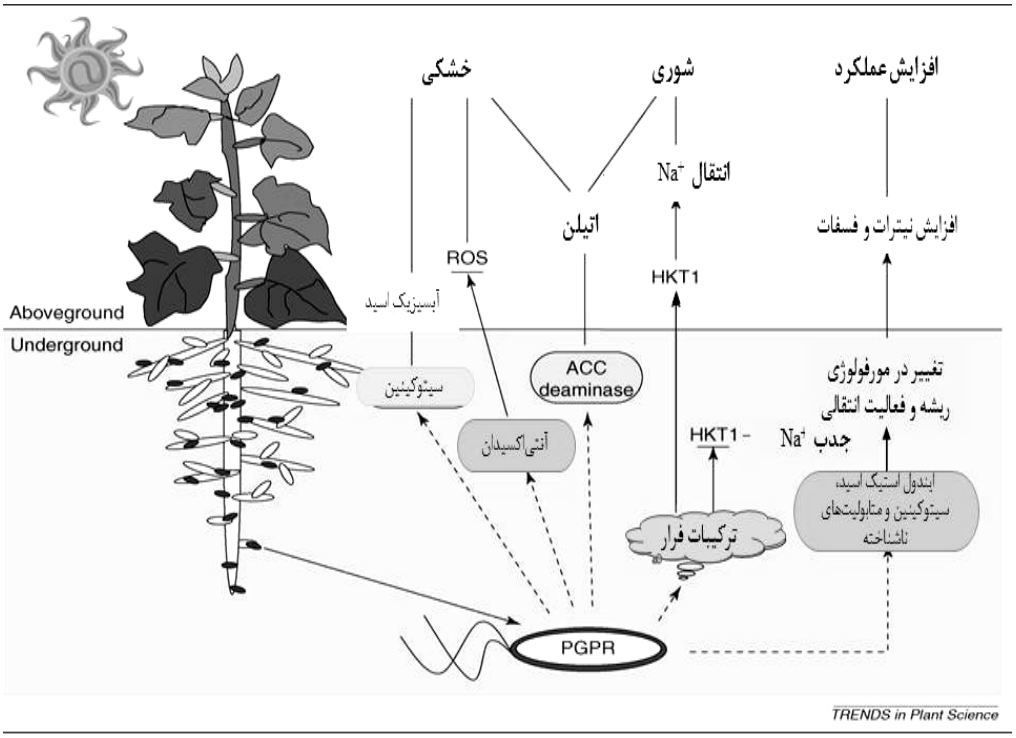
۱- افزایش میزان دسترسی گیاه به مواد غذایی (از طریق تثبیت نیتروژن، انحلال فسفر و تولید سیدروفور) ،۲- افزایش تولید هورمون‌های گیاهی(از قبیل اکسین، سیتوکینین وجیبرلین)، ۳- تولید مواد پادزیستی(Antibiotic)، ٤- افزایش مقاومت گیاه نسبت به تنش‌های زنده از طریق القای مقاومت فراگیر، ٤- افزایش تحمل نسبت به تنش‌های محیطی غیرزنده از طریق القای تحمل فراگیر(Induced Systemic Tolerance = IST) در گیاهان (Dimpka *et al*. 2009, Hayat *et al*. 2010). سازوکارهای افزایش تحمل گیاهان نسبت به تنش‌های غیرزنده با کاربرد این باکتری‌ها را می‌توان به ۲ دسته به این شرح تقسیم کرد. دسته اول: تقویت سازوکارهای دفاعی گیاه در مقابله با تنش‌های غیرزنده با تقویت سیستم دفاع آنتی اکسیدانی، افزایش تجمع ترکیبات حفاظت کننده در سلول، افزایش تولید بعضی متابولیت‌های ثانویه، افزایش تولید پروتیین‌های شوک گرمایی، تنظیم تولید و تعدیل سطوح هورمون‌های گیاهی.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

دسته دوم: شامل سازوکارهای اختصاصی تغییر در میزان بیان ژن‌های پاسخ به تنش (به عنوان مثال ژن *HKT1* که در ورود سدیم به ریشه نقش دارد)، بهبود ساختار خاک و کاهش جذب یون‌هایی مانند سدیم، کاهش تحرک فلزات سنگین با تولید سیدروفور و افزایش دسترسی به عناصری از قبیل فسفر و نیتروژن. به طور کلی شکل ۲ نقش این باکتری‌ها را همراه با سازوکارهای مختلف، در کاهش و تعدیل اثرهای منفی تنش‌های غیرزنده گیاهان نشان می‌دهد.

همچنین پژوهش‌ها نشان داده که کاربرد باکتری‌های فراریشه تولید کننده آنزیم ACC دآمیناز (Aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase) سبب کاهش تولید اضافی اتیلن در گیاهان می‌شوند. تولید زیاد اتیلن سبب کاهش رشد گیاهان می‌شود، بنابرین بازداری و یا کاهش میزان تولید آن در جلوگیری از کاهش رشد گیاهان امری مهم محسوب می‌شود. بنابراین کاربرد این نوع باکتری‌ها سبب بهبود رشد گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری، دمای نامناسب، آلاینده‌های هوا و خاک (فلزات سنگین و بقایای مواد شیمیایی)، هم‌چنین افزایش تشکیل گره در حبوب همزیست می‌شوند (Saleem *et al*. 2007).



شکل ۲- نقش باکتری‌های فراریشه محرک رشد در کاهش تنش‌های غیرزنده گیاهان (Yang *et al*. 2009).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

۴- نقش باکتری‌های فراریشه در کاهش تنش خشکی (Drought stress)

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی است که به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک بهره‌وری گیاهان را محدود کرده و سبب کاهش تولیدات کشاورزی می‌شود (Saleem *et al*. 2007, Yang *et al*. 2009). کمبود آب در گیاه منجر به پلاسمولیز سلول گیاهی، بسته شدن روزنه‌ها (به منظور جلوگیری از تبخیر و تعرق) و در نتیجه توقف فتوسنتز و افزایش تنفس نوری می‌شود، از طرفی میزان اتیلن نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه رشد گیاه کاهش پیدا می‌کند (Saharan & Nehra 2011). گیاه در پاسخ به کمبود آب تولید مواد اسمولیت مانند پرولین، گلیسین، بتائین، مانیتول و سوربیتول را افزایش داده و از این طریق پتانسیل اسمزی در داخل گیاه حفظ می‌شود (Dimpka *et al*. 2009). بررسی‌های متعدد نشان داده که کاربرد بعضی باکتری‌های فراریشه محرک رشد گیاهان سبب خنثی شدن و یا کاهش تنش خشکی و بهبود رشد گیاهان تحت شرایط تنش می‌شود(جدول ۱).

جدول ۱- باکتری‌ها و قارچ‌های کاهنده تنش خشکی در گیاهان (Grover *et al*. 2011).

ریزجاندار	گیاه	سازوکار	منبع
Paenibacillus polymyxa	آرابیدوپسیس	القای ژن مقاومت به تنش	Timmusk and Wagner 1999
P. polymyxa and *Rhizobium tropici*	لوبیا	تغییر در میزان هورمون و تبادلات روزنه	Figueiredo *et al*. 2008
Bacillus megaterium and *Glomus* sp.	شبدر	تولید اسید ایندول استیک و پرولین	Marulanda *et al*. 2007
Pseudomonas mendocina and *Glomus intraradices*	کاهو	بهبود وضعیت آنتی‌اکسیدانی	Kohler *et al*. 2008
Achromobacter piechaudii ARV8	گوجه‌فرنگی و فلفل	تولید ACC دآمیناز	Mayak *et al*. 2004
Variovorax paradoxus	نخودفرنگی	تولید ACC دآمیناز	Dodd *et al*. 2005
Pseudomonas sp.	نخودفرنگی	کاهش تولید اتیلن	Arshad *et al*. 2008
Rhizobium sp.	آفتابگردان	تشکیل خاکدانه	Alami *et al*. 2000
Pseudomonas putida P45	آفتابگردان	تشکیل خاکدانه	Sandhya *et al*. 2009
Pantoea agglomerans	گندم	تشکیل خاکدانه	Amellal *et al*. 1998
Azospirillum sp.	گندم	بهبود روابط آبی	Creus *et al*. 2004

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

۵- نقش باکتری‌ها در کاهش تنش شوری (Salinity Stress)

شوری خاک یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد گیاهان محسوب می‌شود. تنش شوری سبب کاهش جذب آب به‌وسیله گیاه شده و منجر به بروز تنش کم آبی می‌شود و در نتیجه ظرفیت فتوسنتز و به تبع آن رشد گیاه کاهش می‌یابد (Munns 2002). تأثیر مستقیم تنش شوری بر رشد گیاه مربوط به ایجاد عدم توازن در میزان مواد غذایی است که بواسطه کاهش جذب عناصر غذایی در شرایط شوری ایجاد می شود. به عنوان مثال جذب و تجمع فسفر در گیاه هنگام تنش شوری کاهش می‌یابد و در نتیجه نشانه‌های کمبود فسفر در گیاه ایجاد می‌شود. دلیل اصلی کمبود مواد غذایی در خاک وجود مقادیر زیادی یون‌های Na^+ و Cl^- در خاک است که موجب کاهش فعالیت سایر عناصر در خاک و کاهش جذب این عناصر بوسیله گیاه می‌شود (Shanker & Venkateswarlu 2011). هم‌چنین شوری خاک تأثیر منفی در رابطه همزیستی بین حبوب و باکتری‌ها داشته و منجر به کاهش گره‌زایی و میزان تثبیت نیتروژن و در نتیجه کاهش عملکرد در گیاهانی مثل سویا، لوبیا و باقلا می‌شود. تنش شوری از تولید و فعالیت نیتروژنازی (nitrogenases) *Azospirillum brasilense* نیز جلوگیری می کند (Saharan & Nehra 2011). در اکثر مطالعات انجام شده روی تنش آبی، تنش شوری نیز مورد بررسی قرار گرفته، زیرا هر دو سبب تنش اکسیداتیو می‌شوند و پاسخ گیاهان به آن‌ها تقریباً مشابه بوده و بین سازوکارهای آن‌ها هم‌پوشانی وجود دارد (Mahajan & Tuteja 2005).

جدول ۲- باکتری‌های فراریشه افزایش دهنده تحمل گیاهان به تنش شوری (Grover *et al*. 2011).

باکتری	گیاه	سازوکار	منبع
Achromobacter piechaudii	گوجه‌فرنگی	تولید ACC دآمیناز	Mayak *et al*. 2004
P. fluorescens TDKT	بادام‌زمینی	تولید ACC دآمیناز	Saravan kumar & Samiyapan 2007
P. syringae , *P. fluorescens*, *Enterobacter aerogenes*	ذرت	تولید ACC دآمیناز	Nadeem *et al*. 2007
P. fluorescens	ذرت	تولید ACC دآمیناز	Kausar & shahbaz 2006
Pseudomonas sp.	نخودفرنگی	تولید ACC دآمیناز	Arshad *et al*. 2009
Strains of EPS-producing bacteria	گندم	کاهش جذب یون سدیم	Ashraf *et al*. 2004
Bacillus subtilis GB03	آرابیدوپسیس	ترکیبات فرار	Zhang *et al*. 2008

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

۶- نقش پلی‌ساکاریدهای برون سلولی باکتری‌ها در کاهش تنش‌های آبی

پلی‌ساکاریدهای برون سلولی(Exopolysaccharides=EPS) باکتری‌ها با ذرات خاک ترکیب شده و خاکدانه‌ها را بوجود می‌آورند. ریشه گیاهان و ریسه قارچ‌ها، منافذ بین ذرات ریز خاک را پر کرده و ذرات درشت‌تر و پایدارتری را بوجود می‌آورند. بعضی از باکتری‌ها مثل بعضی از اعضای جنس *Pseudomonas* به واسطه تولید EPS توانایی بقا در شرایط تنش را دارند. پلی‌ساکاریدهای برون سلولی باکتری‌ها را از تنش‌های آبی و نوسانات آب از طریق افزایش نگهداری آب در خاک و تنظیم توزیع منابع کربنی در محیط، حفظ می‌کند. آن‌ها دارای ویژگی‌های منحصر به فردی مانند نگهداری آب و خاصیت چسبندگی می‌باشد و از این طریق نقش اساسی در تشکیل و استحکام خاکدانه دارند و جریان انتقال مواد غذایی و آب در ریشه گیاه را از طریق تشکیل بیوفیلم تنظیم می‌کنند (Sandhya *et al*. 2009). تحت تنش شوری، آن‌ها با کاتیون‌های خاک از جمله Na^+ پیوند می‌یابند و آن را از دسترس گیاه خارج می‌سازند و همچنین سبب تشکیل غلافی از خاک در اطراف ریشه گیاه شده در نتیجه جریان آپوپلاستی Na^+ به سمت استوانه آوندی کاهش پیدا می‌کند (Grover *et al*. 2011, Dimpka *et al*. 2009).

۷- نقش باکتری‌ها در کاهش تنش‌های دمایی

تنش گرمایی و دمای بالا منجر به بازداری از فتوسنتز، کاهش ذخیره کربوهیدرات‌ها، کاهش آب نسبی گیاه که باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه شده و از همه مهم‌تر موجب واسرشت شدن پروتیین‌ها می‌شود (Iba 2002). دمای پایین و سرما نیز با تحریک تشکیل یخ بین و درون سلول‌ها سبب تخریب غشای پلاسمایی و مرگ سلول می‌شود (Agrios 2005). گیاهان در طبیعت در معرض تغییرات دما هستند و نوسان دما منجر به بر هم خوردن تعادل هورمونی گیاه و افزایش تولید اتیلن و در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (Saleem *et al*. 2007). مطالعات نشان داده است که بعضی از باکتری‌ها توانایی افزایش تحمل گیاهان به تنش دمایی را، مطابق جدول ۳، دارند (Grover *et al*. 2011).

۸- نقش باکتری‌ها در کاهش تنش ناشی از آلودگی‌های زیست محیطی

فرایند صنعتی شدن در سرتاسر دنیا، مشکلات زیست محیطی زیادی را به دنبال داشته است. آلوده شدن خاک به موادی از قبیل آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی، فاضلاب‌های صنعتی و فلزات سنگین نتیجه فعالیت‌های بشر و صنعتی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

جدول ۳- باکتری‌های افزایش دهنده تحمل گیاهان به تنش‌های دمایی (Grover *et al*. 2011).

باکتری	گیاه	سازوکار	منبع
Burkholderia phytofirmans PsJN	سیب‌زمینی	تولید ACC دآمیناز	Bensalim *et al*. 1998
Pseudomonas sp. AMK-P6	سورگوم	القای تولید پروتیین‌های شوک گرمایی	Ali *et al.* 2009
B. phytofirmans PsJN	انگور	تولید ACC دآمیناز	Ait Bakra *et al.* 2006
P. putida uw4	کلزا	تولید ACC دآمیناز	Chang *et al*. 2007

شدن می‌باشد (Jing *et al*. 2007). عمده‌ترین و رایج‌ترین فلزات سنگین آلاینده خاک عبارتند از کادمیم، کروم، مس، جیوه، سرب و نیکل. وجود یون‌های فلزات سنگین با غلظت‌های بالا در خاک، باعث افزایش جذب آنها به وسیله ریشه گیاه و انتقال به اندام‌های هوایی می‌شود که در متابولیسم گیاه تاثیر منفی داشته و در نهایت سبب کاهش رشد گیاه می‌شود. آلودگی خاک به فلزات سنگین در زندگی انسان و محیط زیست پیامدهای منفی بسیار زیادی دارد که یکی از بارزترین آنها افزایش میزان سرطان به واسطه تغذیه از گیاهان رشد کرده در مناطق آلوده به فلزات سنگین می‌باشد، به‌علاوه این نوع آلاینده‌ها سبب کاهش جمعیت میکروبی خاک و متعاقباً کاهش حاصلخیزی خاک و عملکرد گیاهان می‌شوند. از آنجا که فلزات سنگین تجزیه‌پذیر نیستند، بنابرین پاکسازی خاک‌های آلوده به فلزات سنگین بسیار دشوار است. روش‌هایی که تا به حال برای پاکسازی فلزات سنگین به کار می‌رفته عبارتند از: تیمار حرارتی و اسیدشویی، اما این روش‌ها چندان مناسب نیستند زیرا هزینه‌بر بوده و کارایی کمی داشته و سبب تخریب ساختار خاک می‌شوند (Jing *et al*. 2007). مثال‌های زیادی در رابطه با کاهش اثرات منفی فلزات سنگین با کاربرد باکتری‌ها وجود دارد، به عنوان مثال گزارش شده است که مایه‌زنی گیاهان جو با استرین تجارتی *Klebsilla mobilis* CIAM880 در خاک آلوده به کادمیم، سبب افزایش ۱۲۰ درصدی عملکرد شده است. بررسی‌های بیشتر نشان داد که چندین سازوکار در این پدیده دخیل است اما اساسی‌ترین سازوکار مهاجرت باکتری از سطح ریشه به فراریشه می‌باشد که در ناحیه فراریشه باکتری با یون‌های کادمیم پیوند برقرار کرده و با آن کمپلکس تشکیل می‌دهد و در نتیجه مانع جذب آن توسط گیاه می‌شود، ضمن اینکه این استرین واجد ویژگی‌های دیگری نظیر تثبیت‌کنندگی ازت و تولید اکسین نیز می‌باشد که به نظر می‌رسد در تحمل تنش نقش داشته باشند. ترکیبات دیواره سلولی بعضی باکتری‌ها قابلیت برقراری

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

پیوند با فلزات را دارند که سبب تجمع یا به دام افتادن فلزات در پیکره باکتری شده و در نتیجه از جذب و تجمع آن در گیاه ممانعت می‌کنند (Dimpka *et al*. 2009). باکتری‌های فراریشه محرک رشد گیاهان به ۳ روش سبب کاهش تحرک فلزات سنگین می‌شوند: ۱- جذب فلزات سنگین به درون اجزای سلولی، ۲- تجزیه فلزات سنگین درون اندامک‌های داخل سلولی، ۳-رسوب دادن فلزات سنگین به عنوان ترکیبات غیرآلی. در تحقیقی ثابت شده که باکتری *P. putida* نسبت به غلظت‌های بالای فلزات سنگین مقاوم است که این ویژگی، باکتری را به گزینه‌ی مناسبی برای کاربرد در خاک‌های آلوده به فلزات سنگین تبدیل کرده است. سیدروفور تولید شده توسط *Streptomyces acidiscabies*، سبب افزایش رشد گیاهان باقلا در خاک آلوده به نیکل از طریق برقراری پیوند با آهن و نیکل شده است، بنابراین سیدروفور تولید شده ۲ نقش مهم تأمین آهن برای گیاه و حفاظت از گیاه در مقابل سمیت نیکل ایفا می‌کند (Shanker & Venkateswarlu 2011). علاوه بر سازوکارهای گفته شده لازم به ذکر است که آلودگی به فلزات سنگین همانند سایر تنش‌ها سبب افزایش میزان اتیلن گیاه می‌شود که در این صورت با کاربرد استرین تولید کننده آنزیم ACC دآمیناز تا حدودی می‌توان اثر اتیلن را کاهش داد (Saleem *et al*. 2007).

نتیجه

تنش‌های غیرزنده یکی از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده گیاهان می‌باشند. توسعه ارقام زراعی متحمل به تنش از طریق اصلاح نباتات و یا مهندسی ژنتیک یکی از راهکارهای مبارزه با تنش‌های غیرزنده محسوب می‌شود، اما یک فرآیند طولانی و زمان‌بر می‌باشد. در حالی که استفاده از ریزجانداران برای کاهش تنش، مقرون به صرفه بوده و همچنین سازگار با محیط زیست می‌باشد. امکان کاهش خسارت تنش‌های غیرزنده با استفاده از ریزجانداران مفید، فصل جدیدی در کشاورزی باز کرده و می‌تواند گامی مهم در راستای رسیدن به سیستم کشاورزی پایدار و تولید محصولات ارگانیک محسوب شود. نکته بسیار مهم این است که باکتری‌های فراریشه محرک رشد توانایی القای مقاومت در گیاهان در مقابل انواع تنش‌های زنده و غیرزنده را دارند، بنابراین شناسایی، غربالگری و کاربرد این باکتری‌ها، می‌تواند بسیار ارزشمند باشد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

References

منابع

تایز ل. و زیگر ا. ۲۰۰۲. فیزیولوژی گیاهی، جلد سوم، ویراست چهارم . م. کافی، ا. زند، ب. کامکار، ع. مهدوی دامغانی، و س. عباسی (مترجمین). جهاد دانشگاهی مشهد، ۱۳۸۸، ٦٢٨ ص.

Agrios G. N. 2005. Plant Pathology. 5thed. Academic Press, NEW YORK, 942 p.

Chinnusamy V., Jagendorf A. & Zhu J-K. 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science* 45: 437-448.

Dat J. F., Lopez-Delgado H., Foyer C. H. & Scott I. M. 1998. Parallel changes in H2O2 and catalase during thermotolerance induced by salicylic acid or heat acclimation in mustard seedlings. *Plant Physiology* 116. 1351-1357.

Dimpka C., Weinand T. & Asch F. 2009. Plant–rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant, Cell and Environment* 32: 1682-1694.

Durrant W. E. & Dong X. 2004. Systemic acquired resistance. *Annual Review of Phytopathology* 42: 185-209.

Grover M., Ali Sk. Z., Sandhya V., Rasul A. & Venkateswarlu B. 2011. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stresses. *World Journal of Microbiology and Biotechnology* 27:1231–1240.

Hayat R., Ali S., Amara U., Khalid R. & Ahmed I. 2010. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: a review. *Annals of Microbiology* 60: 579-598.

Iba K. 2002. Acclimative response to temperature stress in higher plants: approaches of gene engineering for temperature tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 53: 225-245.

Jing Y., Hi Zh. & Yang X. 2007. Role of soil rhizobacteria in phytoremediation of heavy metal contaminated soils. *Journal of Zhejiang University Science B* 8: 192-207.

Kavi Kishor P.B., Sangam S., Amrutha R.N., Sri Laxmi P., Naidu K.R., Rao K.R.S.S., Rao S., Reddy K.J., Theriappan P. & Sreenivasulu N. 2005. Regulation of proline biosynthesis degradation uptake. & transport. in higher plants: its implications in plant growth and abiotic stress tolerance. *Current Science* 88: 424-438.

Mahaian S. & Tuteja. N. 2005. Cold salinity. & drought. stresses: an overview. *Archives of Biochemistry &Biophysics*. 444: 139-158.

Munns R. 2002. Comparative physiology of salt. & water stress. *Plant Cell & Environment* 25:239-250.

Nemeth M., Janda T., Horvath E., Paldi E. & Szalai G. 2002. Exogenous salicylic acid increases polyamine content but may decrease drought tolerance in maize. *Plant Science* 162: 569-574.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

Saharan B. S. & Nehra V. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria: A critical review. *Life Sciences &Medicine Research* 21: 1-30.

Saleem M., Arshad M., Hussain S. & Bhatti A. S. 2007. Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. *Journal of Indian Microbiology & Biotechnology* 34:635–648.

Sandhya V., Ali Sk.Z., Grover M., Reddy G. & Venkateswarlu B. 2009. Alleviation of drought stress effects in sunflower seedlings by exopolysaccharides producing *Pseudomonas putida* strain P45. *Biology. & Fertility of Soils* 46:17–26.

Shanker A .K. & Venkateswarlu B. 2011. Abiotic Stress in Plants–Mechanisms & Adaptations. InTech Croatia 428 p.

Szabados L. & Savouré A. 2009. Proline: a multifunctional amino acid. *Trends in Plant Science* 15: 89-97.

Wittenmayer L. and Merbach W. 2005. Plant responses to drought and phosphorus deficiency: contribution of phytohormones in root-related processes. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 168: 531–540.

Yalpani N., Enyedi, A. J., Leon J. and Raskin I. 1994. Ultraviolet light and ozone stimulate accumulation of salicylic acid, pathogen-related proteins and virus resistance in tobacco. *Planta* 193: 372-376.

Yang, J., Kloepper, J. W. & Ryu, C. M. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science.* 14: 1-4.

Zhu, J.K. 2002. Salt and drought stress signal transduction in plants. *Annual Review of Plant Biology*. 53: 247-273.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]

Plant Pathology Science (ISSN:2251-9270) Yasouj University, RICeST & ISC (Iran) Vol. 3(2), 2014

The Role of Bacteria to Cope with Abiotic Stresses in Plants

ROBAB EZAZI[1] & MASOUD AHMADZADEH✉

Ph D. Student & Professor of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Pardis of Agriculture & Natural Resource, Tehran University, Karaj, Iran (✉ Corresponding author, E. mail: ahmadz@ut.ac.ir)

Ezazi R. & Ahmadzadeh M. 2014. The role of bacteria to cope with abiotic stresses in plants. *Plant Pathology Science* 3(2):44-62.

Abstrct

Abiotic stresses are major environmental factors that affect agricultural productivity worldwide. Depending on the crop, the yield losses associated with abiotic stresses can reach 50 to 82 percent. Extreme temperatures, drought, salinity, flooding, freezing, ultraviolet light, heavy metals, nutrient deficiency, unsuitable pH, air pollutants and mechanical damage are the most basic stressors. Because biotic stresses cause metabolic toxicity, membrane degradation, reduction of photosynthesis, decrease of nutrient uptake, changes in levels of phytohormones and ultimately affect the plant growth and its productivity, therefore reducing the effect of these stresses, is essential. Plant growth promoting rhizobacteria play an important role in plant disease management and have a high potential in alleviation the abiotic stresses.

Key words: Bacterium, Stress, Drought, Salinity, *Pseudomonas*

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-06-10]

[DOR: 20.1001.1.22519270.1393.3.2.6.4]