مجله ایمنی زیستی
دوره ۱۰، شماره ۱، بهار ۹۶

مزایا و مشکلات کاربرد باکتری *Burkholderia cepacia* در مزارع

فایقه اطمینانی*، ادیبه اطمینانی

دانشگاه آزاد سنندج، سنندج، ایران
agriculture.student@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۲۳

چکیده

باکتری *Burkholderia* یک گونه کمپلکس است که خود چندین ژنوموار را در برمی‌گیرد که برای هر یک نقش‌های متنوعی ذکر شده است. ژنوم توسعه یافته این گونه کمپلکس، امکان سازگاری در نیچ‌های مختلف اکولوژیکی از آب، خاک، ترکیبات شیمیائی وغیره تا حضور در بدن انسان را در طی زمان برای آن‌ها ممکن نموده است، اگرچه گونه هایی از باکتری *Burkholderia* با توانائی تثبیت ازت، تولید سیدروفور و تجزیه آلاینده‌های محیطی پتانسیل با ارزشی در افزایش رشد گیاهان، کنترل بیمارگرهای گیاهی و حفظ سلامت محیط زیست به شمار می‌آید، اما به دلیل بروز مشکلات متعدد در انسان علی الخصوص در بیماران مبتلا به فیبروز کیستی، تهدیدی جدی برای سلامتی انسان محسوب می‌گردد. بنابراین کاربرد آن به عنوان یک عامل بیوکنترل بدون مطالعات تکمیلی توصیه نمی‌گردد.

کلمات کلیدی: بورخولدریا، تثبیت ازت، سیدروفور، فیبروز کیستی

مقدمه

مشخصات عمومی باکتری

باکتری *Burkholderia* متعلق به زیر شاخه‌ی بتا پروتئوباکتریا، گرم منفی و اکسیداز مثبت است. این باکتری قادر به تولید رنگدانه ی غیر فلورسنت آبی رنگ بر روی محیط اختصاصی است. بر روی محیط کشت‌های اختصاصی *TB-T* در اسیدیته ۵/۵ به خوبی رشد می‌نماید که گلوکز و آسپارژین موجود در این محیط کشت به ترتیب به عنوان منبع کربن و منبع ازت مورد استفاده باکتری قرار می‌گیرد (٦).

جایگاه تاکسونومیکی باکتری

باکتری *Burkholderia cepacia* در ابتدا به عنوان *Pseudomonas cepacia* معرفی گردید (۱). امروزه این باکتری به جنس *Burkholderia* انتقال یافته و از

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

سودوموناس‌ها جدا شده است. این باکتری یک گونه کمپلکس می‌باشد که تاکنون نه ژنوموار برای آن پیشنهاد شده است که بر پایه مطالعات ژنومیکی ژن *16SrDNA* بین آن‌ها در حدود ۹۸-۱۰۰ درصد شباهت وجود دارد (۳). ژنوموارهای تعیین شده در جدول ۱ قابل ملاحظه است. از طریق چندین آزمون بیوشیمیائی و فنوتیپی به سادگی می‌توان برخی از ژنوموارها را از هم تفکیک نمود که به تعدادی از آن‌ها در جدول ۲ اشاره شده است (۳).

جدول۱- ژنوموارهای گونه کمپلکس *Burkholderia cepacia* (۱۵)

گونه باکتری	ژنوموار
B. cepacia	*B. cepacia genomovar I*
B. multivorans	*B. cepacia genomovar II*
B. cenocepacia	*B. cepacia genomovar III*
B. stabilis	*B. cepacia genomovar IV*
B. vietnamiensis	*B. cepacia genomovar V*
B. dolosa	*B. cepacia genomovar VI*
B. ambifaria	*B. cepacia genomovar VII*
B. anthina	*B. cepacia genomovar VIII*
B. pyrrocinia	*B. cepacia genomovar IX*
B. ubonensis*	

*موقعیت تاکسونومیکی *B. ubonensis* تاکنون به طور کامل تعیین نشده است

جدول۲- آزمون‌های افتراقی جهت شناسائی برخی از ژنوموارهای *Burkholderia cepacia*

آزمون	*genomovar I*	*genomovar II*	*genomovar III*	*genomovar IV*	*genomovar V*	*genomovar VI*	*genomovar VIII*
اکسیداز	+	+	+	+	+	+	+
اکسیداسیون ساکارز	*V*	-	*V*	-	+	-	+
اکسیداسیون آدونیتول	*V*	+	*V*	*V*	-	+	+
اکسیداسیون لاکتوز	*V*	+	*V*	+	+	+	+
لیزین دکربوکسیلاز	+	*V*	+	+	+	-	+
ارنیتین دکربوکسیلاز	*V*	-	*V*	+	-	-	-
ژلاتین	*V*	-	*V*	+	-	-	+
هیدرولیز اسکولین	*V*	-	*V*	-	-	-	*V*
بتا گلاکتوزیداز	+	+	+	-	+	+	+
رشد در دمای ٤٢ درجه	*V*	+	*V*	-	+	+	*V*
بتا- همولیز	-	-	-	-	*V*	-	*V*

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

حضور باکتری *Burkholderia cepacia* در محیط‌های اکولوژیکی مختلف:

باکتری *BCC* با تولید ترکیبات متابولیکی مختلف و توانائی استفاده از منابع کربنی مختلف قادر به کلنیزاسیون موفق در آشیان‌های مختلف اکولوژیکی گشته است. البته این سازگاری ناشی از ژنوم توسعه یافته‌ی آن با اندازه بین ٦ تا ۹ *MP* است که این ژنوم طویل به تطابق آن و توانائی باکتری مذکور در استفاده از ترکیبات متابولیکی زیستگاه‌های مختلف کمک شایانی نموده است. باکتری *BCC* در محیط‌های بیمارستانی، صنعتی و طبیعی گزارش شده است که این هم‌پوشانی به خوبی در شکل ۱ مشهود است (٤).

حضور باکتری *BCC* در محیط های صنعتی:

باکتری‌های *B. cepacia*، *B.multivorans*، *B.stabilis*، *B. cenocepacia*، *B. vietnamiensis*، *B.ambifera* و *B.ubonensis* به عنوان باکتری‌های مولد آلودگی میکروبی در وسایل و ترکیبات آرایشی ، بهداشتی و دیگر صنایع شیمیائی داروئی و نگه دارنده‌های شیمیائی گزارش شده اند. که متاسفانه سالانه خسارات اقتصادی و جانی هنگفتی بوجود می‌آورند (۱۵).

حضور باکتری *BCC* در محیط های بیمارستانی:

در ایران برای سالیان متمادی عفونت‌های بورخولدریائی به صورت محدود و صرفاً در جمعیت های حیوانی گزارش می‌شدند تا اینکه از ٤۰ سال پیش در بیماری‌های انسانی علی الخصوص در بیماران مبتلا به فیبروز کیستی از برخی بیمارستان‌های کشور گزارش گردید. . فیبروز کیستی یک بیماری ارثی است که ارگان‌های متعددی از جمله سیستم گوارش، غدد عرق و سیستم تولید مثل را در گیر می‌کند و در سیستم تنفسی موجب بیماری پیشرونده شده و در نهایت یکی از دلایل اصلی مرگ در این بیماران خواهد بود. الگوی وراثتی این بیماری به صورت اتوزوم مغلوب بوده که شیوع آن از حدود ۱ در ۲۵۰۰ تا ۱ در ۳۲۰۰ تولد زنده در نژادهای مختلف متفاوت است و فراوانی ناقلین حدود ۱ در ۲۵ نفر(٤ درصد) گزارش شده است. بیماری فیبروز کیستیک به علت موتاسیون در ژن منفرد بزرگ *CFTR* روی کروموزوم هفت که ژن را کد می کنند ایجاد می شود که اکثر جهش ها مربوط به اگزون ۱۰ این ژن است، در مبتلایان به فیبروز کیستی اختلال در حمل کلرید و سدیم از اپیتلیوم تنفسی باعث ترشحات غلیظ و چسبنده در راه‌های هوائی می‌شود که منجربه عفونت مزمن تنفسی و نهایتاً نارسائی سیستم تنفسی می گردد. از بین رفتن عملکرد ریه در بیماران فیبروز کیستی شایع ترین علت مرگ در این بیماران است (۷، ۸) تعدادی از بیوتیپ‌های باکتری *BCC* از جمله *B. dolosa*، *B.multivorans*، *B. cenocepacia* نزدیک به ۸۵ درصد از عفونت‌های ششی را در بیماران فیبروز کیستی، *CF* به خود اختصاص داده‌اند و موجب افزایش مرگ و میر می‌شوند ، بیوتیپ‌های *B. cepacia*، *B. multivorans*، *B. stabilis* و *B. cenocepacia* در دیگر بیماری‌های انسانی به عنوان بیمارگر فرصت طلب دخالت دارند و از نمونه‌های کلینیکی و بیمارستانی به وفور جداسازی شده اند و از این نظر تهدیدی جدی برای سلامت انسان به شمار می‌رود. نکته قابل توجه این است که با وجود مطالعه

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

بر روی سویه های مختلفی، از بیوتیپ *B. ambifaria* تاکنون به عنوان بیمارگر انسانی گزارشی در دسترس نیست. که شاید به توانائی محدود آن در ویرولانس به عنوان بیمارگر فرصت طلب مرتبط باشد(۹).

حضور باکتری *BCC* در محیط های طبیعی:

باکتری *BCC* از حدود ۲۰۰ ترکیب آلی به عنوان منبع کربن استفاده می‌کند. از نظر کشاورزی، باکتری *B.cepacia* سازگاری زیادی با ریشه‌ی بسیاری از گیاهان دارد و در دامنه‌ی وسیعی از شرایط محیطی قادر به فعالیت می‌باشد(۹).

نقش باکتری *BCC* در ایجاد بیماری‌های گیاهی:

این باکتری اولین بار در سال ۱۹۵۰ توسط برک هلدر به عنوان عامل پوسیدگی غده پیاز معرفی شده است (۱). خسارت ها اگرچه در پیازهای انبارشده به وضوح دیده می‌شود اما سهم آلودگی از مزارع شروع می شود. میزان خسارت در حدود ۵ تا ۵۰ درصد گزارش گردیده است. این بیماری علاوه بر پیاز خوراکی در انواع پیازها ملاحظه گردیده است. علائم اولیه به صورت حالت لزج مانند در پیاز، به رنگ زرد کم رنگ تا قهوه ای روشن دیده می‌شود و موجب زوال فلس‌های بیرونی پیاز می‌گردد، نواحی گردن پیاز معمولاً بعد از ریزش برگ ها نرم و لزج می‌شوند در حالی که نواحی داخلی سفت باقی می‌ماند.

نقش باکتری *BCC* در افزایش رشد گیاهان و کنترل بیمارگرها:

تمام گونه های جنس *Burkholderia* قادر به تثبیت ازت هستند، از طرفی با تولید سیدروفورهای پایوچلین و سپاباکتین، آهن را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس برای گیاه تبدیل می‌کنند و آهن مورد نیاز گیاه را تامین می‌نمایند. توانائی تولید سیدروفور در کنار اهمیت آن در افزایش رشد گیاه میزبان، با خارج نمودن آهن از دسترس بیمارگرهای مضر به صورت غیر مستقیم در حفظ گیاه میزبان از حمله بیمارگرها موثر عمل می‌کند. استرین‌هائی از این باکتری‌ها با توانائی تولید ترکیبات ضد میکروبی مانند پیرول نیترین، پایولوتئورین، آمینو پیرول نیترین، کلروپیرول نیترین و الترسیدین در کنترل بیمارگرها و افزایش رشد گیاه میزبان مفید تشخیص داده شده‌اند. در مطالعه‌ای با تلقیح باکتری *B. ambifaria* در حضور و عدم حضور بیمارگر *Fusarium verticillioides* در بذور ذرت میزان توانائی باکتری مذکور در کنترل بیمارگر و افزایش رشد گیاه میزبان مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان داد که در حضور بیمارگر، باکتری قادر به کنترل بیماری گردید و از طرفی زمانی که حتی بیمارگر هم حضور نداشت، با تولید متابولیت‌های مفید و توانائی تثبیت ازت منجر به افزایش رشد گیاه میزبان گشت (۲). رشد گیاهان در هر چهار حالت حضور و یا عدم حضور بیمارگر و باکتری در شکل ۱ قابل ملاحظه است. علاوه بر آن باکتری *B. cepacia* یکی از موفق ترین عوامل بیوکنترل در کنترل قارچ *Rhizoctonis solani* است که با توانائی تولید ترکیبات متابولیکی ضد قارچی، در مهار بیمارگر قارچی موثر عمل می‌کند.

نقش باکتری *BCC* در پالایش زیستی:

باکتری *BCC* دارای ژن یا ژن‌های تجزیه کننده ترکیبات آروماتیکی و هیدروکربنی است به همین

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

دلیل به عنوان یکی از عومل موثر در فرایند پالایش زیستی خاک‌های آلوده به ترکیبات هیدروکربنی، یا سایر ترکیبات شیمیائی از جمله علف کش‌ها و حشره کش‌های باقی مانده در محیط هستند که به عنوان عامل اصلی در فرایند پالایش زیستی *Bioremediation* مطرح است لیست برخی از ترکیبات تجزیه شده توسط سویه‌های باکتری در جدول ۳ آورده شده است.

شکل۱- اثر تلقیح باکتری در کنترل بیمارگر فوزاریومی و افزایش رشد گیاه میزبان (۲) تلقیح با علامت + و عدم تلقیح با علامت – نشان داده شده است

B.ambifariaMC17	+	-	+	-
F.verticillioides	+	+	-	-

جدول۳- برخی از ترکیبات تجزیه شده توسط سویه‌های باکتری

استرین باکتری	عامل آلودگی
B. vietnamiensis	**بنزن، نفتالن، کلروفرم، فنول**
B. cepacia	**بنزوات، ٤- فلوروبنزوات، ٤- هیدروکسی بنزوات**

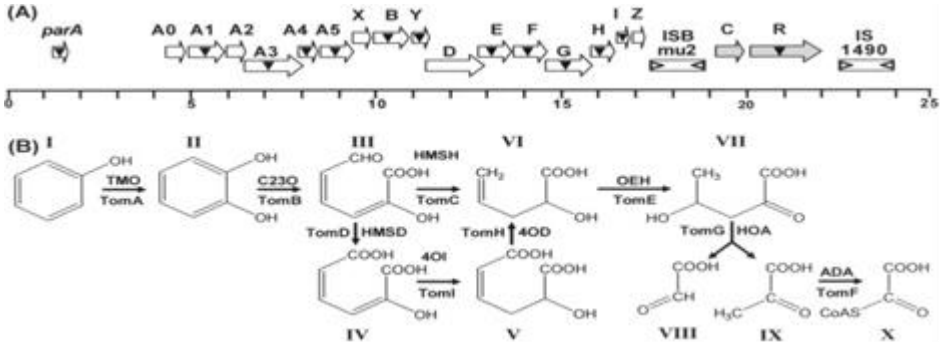
B. vietnamensis یکی از ژنوموارهای *B.cepacia* است که به دلیل توانائی تجزیه تری کلرواتیلن بسیار مورد توجه است. تری کلرواتیلن یکی از آلاینده‌های آلی شناخته شده است که در آب‌های زیرزمینی وجود دارد و در حضور ترکیبات آروماتیکی سنتز تولوئن و فنول را القا می‌کند(۱۱). آنزیم کلیدی در این مسیر تولوئن- مونواکسیژناز است که توسط مجموعه ژنی *TOM* کد می‌شود (١٤). تجزیه این ترکیب به کمک *B.vietnamensis* مورد بررسی قرار گرفته و اثبات شده است. در محیط‌های غنی و رشد یافته این باکتری، غلظت‌های کمی از تری کلرواتیلن مورد تجزیه قرار گرفته است که احتمالاً به دلیل رقابت بازدارنده بین ترکیبات رشدی آروماتیکی محیط و این آلاینده می‌باشد. در حالی‌که در محیط کشت های *fed-*

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

batch به دلیل اضافه شدن محیط کشت به صورت تدریجی ، این بازدارندگی تا حدود قابل توجهی کاهش یافته و باکتری در مدت ۳ هفته قادر به معدنی نمودن ٦٥ درصد از تری کلرواتیلن خواهد بود (۱۰).

این گونه کمپلکس قادر به تجزیه ترکیبات فنولی، کلروفرم، بنزنی و.. هم می باشد که در شکل۲ اپران ژنی *TOM* و مسیر بیوشیمیائی آن قابل ملاحظه است.



شکل ۲- مجموعه ژنی اپران *(A)TOM* و مسیر تجزیه ترکیبات فنولی و بنزنی (*B*) (۱۲)

چالش‌ها و چشم اندازهای پیش رو:

کاربرد سویه های بومی باکتریائی در کنترل بیمارگرها، افزایش رشد گیاهان و استفاده در پالایش زیستی همواره مورد توجه دانشمندان بوده است. چراکه توجه به پتانسیل‌های بومی، ایمنی مناسب‌تری در قیاس با ترکیبات شیمیائی پرخطر خواهد داشت. اما در این میان، انتخاب سویه های برتر یکی از اصلی ترین چالش‌ها محسوب می‌گردد، چرا که انتخاب سویه نامناسب در کنار اتلاف وقت و هزینه، خطراتی به مراتب بیش‌تر از ترکیبات شیمیائی به جای خواهد گذاشت. نگرش یک جانبه، بدون در نظر گرفتن تمام جوانب یکی از مشکلات اصلی در زمینه کنترل زیستی است. توانائی موثر سویه *Burkholderia* در افزایش رشد گیاهان و کنترل برخی بیمارگرهای گیاهی و یا قدرت بالای آن در پالایش ترکیبات نفتی و آلاینده‌ها انکار ناپذیر است و نباید نادیده گرفته شود. اما از آنجا که مطالعات صورت پذیرفته نشان می‌دهد که اغلب ژنوموارهای شناسائی شده از نمونه های کلینیکی و بیماران مختلف اعم از مبتلایان فیبروز کیستی و دیگر عفونت‌های پزشکی گزارش شده اند بنابراین کاربرد آن را در طبیعت با چالش مواجه می‌کند. بنابراین بدون شک پژوهش‌ها تکمیلی در تمام جوانب از جمله درک صحیح و مطالعه‌ی کامل ژنوم ،شناخت بهتر از ژنوموارهای بیماری‌زا، و شناخت مکانیسم‌های متنوع این باکتری‌ها در کلنیزاسیون و تطابق در نیچ‌های مختلف اکولوژیکی، امری ضروری است تا بتوان از آن‌ها ایمن در زمینه‌های مختلف بهره جست.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

References منابع

1. **Burkholder WH. 1950.** Sour skin, a bacterial rot of onion bulbs. Phytopathology 40:115–117.
2. **Chiarini L, Bevivino A, Dalmastri C, Tabacchioni S, Visca P**. **2006.** Burkholderia cepacia complex species: health hazards and biotechnological potential. Trends in Microbiology 14(6):277-86. Epub 2006 May 8.
3. **Coenye T, Mahenthiralingam E, Henry D, LiPuma JJ, Laevens S, Gillis M. Speert DP, Vandamme P. 2001.** Burkholderia ambifaria sp. nov., a novel member of the Burkholderia cepacia complex including biocontrol and cystic fibrosis-related isolates. International Journal Systematic and Evolutionary Microbiology 51: 1481–1490.
4. **Gautam V, Singhal L, Ray P. 2011**. *Burkholderia cepacia* complex: Beyond pseudomonas and acinetobacter. 29 (1):4-12.
5. **Govan JR Hughes JE, Vandamme P. 1996.** *Burkholderia cepacia*: medical, taxonomic and ecological issues. Journal of Medical Microbiology Dec 45(6):395-407.
6. **Hagedorn C, Gould WD, Bardinelli TR, Gustavson DR. 1987.** A selective medium for enumeration and recovery of Pseudomonas cepacia biotypes from soil. Applied and Environmental Microbiology 53:2265–2268.
7. **Kliegman N. 2007.** textbook of pediatrics. 18th ed. Philadelphia: Saunders;
8. **Lyczak JB, Cannon CL, Pier GB. 2002**. Lung infections associated with cystic fibrosis Clinical Microbiology Reviews 15(2): 194-222.
9. **Mahenthiralingam E, Urban TA, Goldberg JB. 2005**. The multifarious, multireplicon *Burkholderia cepacia* complex. Nature Reviews Microbiology 3:144-156.
10. **Mars AE, Houwing J, Dolfing J, Janssen DB. 1996.** Degradation of toluene and trichloroethylene by Burkholderia cepacia G4 in growth-limited fed-batch culture. Applied and Environmental Microbiology 62:886–891.
11. **Nelson MJK, Montgomery SO, O'Neill EJ, Pritchard PH. 1986**. Aerobic metabolism of trichloroethylene by a bacterial isolate. Applied and Environmental Microbiology 52:383–384.
12. **O'Sullivan LA, Weightman AJ, Jones TH, Marchbank AM, Tiedje JM, Mahenthiralingam E. 2007.** Identifying the genetic basis of ecologically and biotechnologically useful functions of the bacterium Burkholderia vietnamiensis. Environmental Microbiology 9(4):1017-1034.
13. **Parke JL. 2000**. *Burkholderia cepacia*: Friend or Foe? The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2000-0926-01.
14. **Shields MS, Reagin MJ, Gerger RR, Campbell R, d Somerville C. 1995.** TOM, a new aromatic degradative plasmid from Burkholderia (*Pseudomonas) cepa*cia G4. Applied and Environmental Microbiology 61, 1352–1356.
15. **Vandamme P, Holmes B, Vancanneyt M, Coenye T, Hoste B, Coopman R, Revets H, Lauwers S, Gillis M, Kersters K, Govan JRW. 1997**. Occurrence of multiple genomovars of *Burkholderia cepacia*. cystic fibrosis patients and proposal of *Burkholderia multivorans* sp. nov. International Journal of Systematical Bacteriology 47: 1188–1200.

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]

Advantage and Problems of application of *Burkholderia cepacia* in farms

Faegheh Etminani* and Adibeh Etminani
Islamic Free university of Sanandaj, Iran
agriculture.student@yahoo.com

Abstract
Burkholderia cepacia is a complex species which have some different genomovars with various functions. All *Burkholderia* species possess very large genomes which underpins their versatility through time in diverse ecologically niche such as water, soil, chemical compounds. Even in human body. Although facilitate highly beneficial function like nitrogen fixation, sidrophore production and processes such as pollutants degrading, they are also capable of causing opportunistic infections in vulnerable individuals, especially people with cystic fibrosis (CF) and makes a serious threat. Therefore, it should not be advised as biological control without supplementary research.

Key words: *Burkholderia*, nitrogen fixation, sidrophore, cystic fibrosis

[Downloaded from journalofbiosafety.ir on 2026-02-20]

[DOR: 20.1001.1.27170632.1396.10.1.5.4]