

# جداسازی باسیلوس سرئوس از زخم‌ها و سوختگی‌ها و بررسی سویه‌های توکسین‌زا و اثرات سیتوپاتیک

دکتر قربان بهزادیان نژاد - استادیار گروه میکروبی شناسی دانشگاه تربیت مدرس  
پروین جمشیدی - فارغ التحصل گروه باکتری شناسی دانشگاه تربیت مدرس  
دکتر محمد حسن روشنایی - دانشیار گروه وپروس شناسی دانشگاه تربیت مدرس

## Isolation of Bacillus Cereus from Wounds and Burns ABSTRACT

The culture results of 203 cases with different wounds were studied; 150 of the latter were burn cases (mainly second and third degree burns), and 53 were of other types (surgical, traumatic, etc.)

Four subtypes of Bacillus cereus were isolated upon culture, and the different toxins produced in DHT broth with 0.1% glucose were assessed.

The lethal toxin was injected intravenously to Syrian rats, none of whom died. VPR factor was assessed in the 4 subtypes. Three subtypes produced VPR in significant amounts.

## خلاصه

در این تحقیق ۲۰۳ نمونه کشت زخم از بیمارانی که دارای زخم‌های مختلف بودند انجام شد. ۱۵۰ مورد از بیماران کسانی بودند که زخم‌های سوختگی (عمدتاً از درجه ۲ و ۳) داشتند و ۵۳ مورد دیگر دارای زخم‌های مختلف (مانند زخم‌های بعد از عمل جراحی، زخم‌های تروماتیک و...) بودند. از کشت زخم‌های بیماران فوق ۴ سویه باسیلوس سرئوس جدا گردید.

باسیلوس سرئوس در جنس باسیلوسها قرار دارد. این جنس به سه گروه اصلی تقسیم می‌شود که باسیلوس سرئوس در این تقسیم بندی در گروه مورفولوژیکی ۱ قرار می‌گیرد. در این تحقیق تولید توکسین این باکتری در محیط کشت DHT برات حاوی ۱/۰ درصد گلوکز انجام یافت و توکسین‌های مختلفی که این باکتری در این محیط تولید می‌کرد مورد بررسی قرار گرفتند. توکسین کشنده به وسیله تزریق داخل وریدی به رگ دمی موش سوری بررسی شد. در این آزمایش هیچ یک از موشهایی که به آنها توکسین تزریق شده بود (در مقایسه با موشهای شاهد) نمردند.

بررسی اثر توکسین بر روی سلولهای هلا (Hela Cells) مشخص کننده این مطلب است که توکسین‌های باسیلوس سرئوس به خوبی قدرت تخریب این سلولها را دارند که این موضوع به

خصوص در عفونتهای مختلف از جمله عفونتهای مربوط به زخم‌ها حائز اهمیت است. آزمایش VPR<sup>(۱)</sup> نیز در این تحقیق در مورد ۴ سویه جدا شده باسیلوس سرئوس انجام گردید. این فاکتور یکی از مهمترین عوامل پاتوژیک این باکتری محسوب می‌شود که مسئول گانگرنوز در عفونتهای زخمی باسیلوس سرئوس و تخریب بافت در شرایط تشکیل آبسه و پان افتالمیت است (۱۷). با توجه به نتایج بدست آمده، سه سویه از چهار سویه باسیلوس سرئوس به مقدار قابل توجهی این فاکتور را تولید می‌کردند.

## مقدمه

باسیلوس سرئوس به طور گسترده در محیط وجود دارد و از خاک نیز جدا می‌شود. این باکتری همچنین از غذاهای مختلف مثل برنج، ادویه، گوشت، تخم مرغ و محصولات لبنی (همانند شیر، بستنی و...) و نیز از داروهای مختلف (مثل داروهای موضعی و خوراکی) هم جدا شده است (۱۲، ۱۸، ۱۹).

امروزه این میکروارگانیسم به عنوان عامل مسبب دو نوع

۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. کشت خالصی از پرگنه‌هایی که از نظر خصوصیات ماکروسکوپی شبیه پرگنه‌های باسیلوس سرئوس هستند تهیه گردیده و کلیه آزمایشهای بیوشیمیایی مربوط به باسیلوسها در مورد این پرگنه‌ها انجام شد. همچنین آزمایشهای مختلف برای افتراق باسیلوس سرئوس از باسیلوس آنتراسیس و باسیلوس پرفرنجنس نیز انجام گردید (۹).

۲- تولید توکسین: محیط کشت BHI برات حاوی ۱/۵ درصد گلوکز (BHIG) برای تولید توکسین مورد استفاده قرار گرفت (۱۴). پرگنه‌های سویه‌های بدست آمده از بیماران به این محیط کشت تلقیح شده و بعد از قرار گرفتن در شرایط مناسب (۵ تا ۶ ساعت در ۳۲ درجه سانتی‌گراد در گرمخانه دارای تکان دهنده)، مایع رویی عاری از سلول این محیط کشت به منزله محلول حاوی توکسین مورد استفاده واقع گردید.

۳- ارزیابی توکسین در کشت سلولی هلا (Hela cells): کشتی از سلولهای هلا در پلیت‌های پلاستیکی تهیه کرده و محلولهای رویی و همچنین رقت‌های ۱/۲، ۱/۴، ۱/۸ از توکسینها در روی کشت سلولهای هلا مورد ارزیابی قرار گرفت.

۴- ارزیابی اثر کشندگی در موش: ۵/۰ میلی لیتر از توکسینهای بدست آمده رابه صورت وریدی به موش تزریق کرده و مرگ (بعد از ۳۰ دقیقه) مورد بررسی واقع شد.

۵- آزمایش VPR: در این آزمایش از خرگوشهای ۱/۵ تا ۲ کیلوگرم آلبینو استفاده شد (۱۴). موهای پشت خرگوش را تراشیده و علامت گذاری نمودیم. ۵/۰ میلی لیتر از توکسینهای تولید شده در هر یک از محل‌های مشخص شده بصورت داخل جلدی تزریق گردید. سپس بعد از ۳ ساعت رنگ اوانس بلو ۲ درصد (۲ میلی لیتر به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن خرگوش) را به ورید گوش خرگوش تزریق کرده و بعد از یک ساعت هاله آبی و هاله نکروز (اگر وجود داشت) اندازه‌گیری و به میلی متر ثبت شد (۱۱).

۶- آنتی بیوگرام: به روش دیسک دیفیوژن و در شرایط کاملاً استاندارد انجام گرفت.

## نتایج

۱- جداسازی باسیلوس سرئوس از زخمها: در این تحقیق از ۱۵۰ مورد سوختگی و ۵۳ مورد زخمهای مختلف در مجموع چهار سویه باسیلوس سرئوس (از ۴ بیمار) جدا شد.

۲- بررسی اثرات سینتوپاتیک توکسینهای تولید شده بر روی سلولهای هلا: توکسینهای رقیق نشده پس از ۲۴ ساعت اثرات

مسمومیت شناخته گردیده که آنها را سندرم اسهال و سندرم استفراغ نامیده‌اند. سندرم اسهال مشابه مسمومیت غذایی کلستریدیوم پرفرنجنس می‌باشد و دوره کمون آن ۸ تا ۱۶ ساعت است که با علائمی از قبیل اسهال، درد شکمی، کرامپ‌های شکمی (وبه ندرت استفراغ) همراه می‌شود. سندرم استفراغ دارای دوره کمون ۱ تا ۵ ساعت است که به وسیله حالت تهوع و استفراغ مشخص می‌شود. این نوع مسمومیت غذایی مشابه مسمومیت با توکسین استافیلوکوکوس اورئوس است. هر دو این سندرم‌ها خودمحدود شونده هستند (۱۳،۹).

هم‌اکنون ثابت گردیده که این باکتری علاوه بر بیماری معدی - روده‌ای مسبب عفونتها و بیماری‌های بسیار دیگری نیز می‌باشد که شامل عفونتهای موضعی (بخصوص در سوختگیها و زخمهای تروماتیک و زخمهای بعد از عمل جراحی و عفونتهای چشمی)، باکتری می، عفونتهای سیستم عصبی مرکزی، اندوکاردیت، پریکاردیت و عفونتهای تنفسی می‌شوند (۱۶،۱۰،۹،۸،۱).

باسیلوس سرئوس سموم مختلفی تولید می‌کند که شامل فاکتورهای کشنده، همولیزین‌ها (همولیزین I، همولیزین II، همولیزین BL و سرئولیزین AB)، فسفولیپازهای C و فاکتور VPR وی (یاتوکسین مسبب اسهال و یاتوکسین نکروتیک) و توکسین مسبب استفراغ می‌باشد (۱۷،۱۵،۹،۷،۶،۵،۴،۳،۲).

امروزه بیماری‌زایی این باکتری را به سموم مختلفی که تولید می‌کند نسبت می‌دهند و هدف از انجام این تحقیق نیز بررسی وجود این عوامل پاتوژنیک در سویه‌های جدا شده از زخم‌ها و سوختگیها بود.

پیشنهاد شده است اگر توکسینی که مسبب اسهال می‌باشد (که در واقع همان فاکتور VPR یا توکسین نکروتیک است که در آزمون پوستی ارزیابی می‌شود) تعیین کننده اصلی ویرولانسی در عفونتهای غیر گوارشی است به طوری که در عفونتهای زخمهای مختلف این توکسین (فاکتور VPR) خاصیت نکروز دهنده زیادی دارا می‌باشد (۱۷).

## روش و مواد

۱- جداسازی باسیلوس سرئوس: برای جداسازی باسیلوس از زخمها، روش روزمره آزمایشگاهی استفاده گردید. همه سوپ‌های تهیه شده از زخمها در شرایط سترون در محیط کشت تیوگلیکولات قرار گرفته و بعد از ۱۸ تا ۲۴ ساعت در ۳۷ درجه سانتی‌گراد به محیط کشت آگار خون دار تلقیح گردید و این محیط کشت‌ها ۱۸ تا

۳- ارزیابی اثر کشندگی توکسین در موش: هیچ یک از موشهای مورد آزمایش در این مرحله (بعد از گذشت ۳۰ دقیقه از تزریق در مقایسه با شاهد منفی) نمردند.

۴- نتیجه آزمایش VPR: سوبه‌های با سیلوس سرئوس بر حسب قطر هاله آبی که در این آزمایش بوجود می‌آورند در ۵ دسته قرار می‌گیرند که عبارتند از:

۱- صفر تا ۴/۹ میلی متر

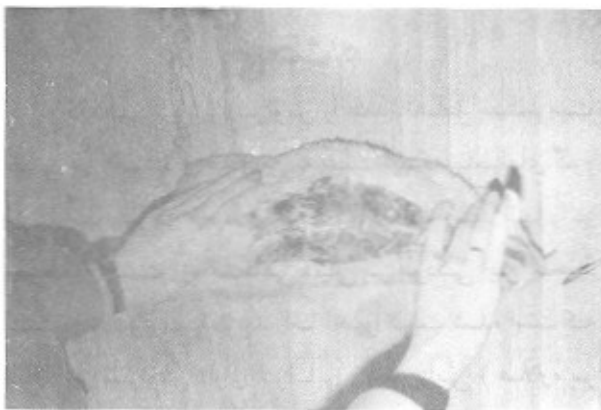
۲- ۵ تا ۹/۹ میلی متر

۳- ۱۰ تا ۱۳/۹ میلی متر

۴- ۱۵ تا ۲۴/۹ میلی متر

شکل ۳ یک ساعت بعد از تزریق رنگ اوانس بلو گرفته شده است. هاله‌های آبی تولید شده، کاملاً واضح هستند و جدول ۱ نیز نتایج حاصل از آزمایش VPR را در مورد ۴ سوبه جدا شده با سیلوس سرئوس را نشان می‌دهد.

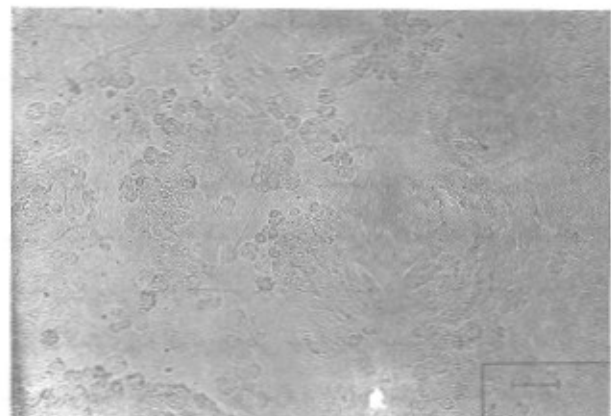
شکل ۳- آزمایش VPR، این عکس یکساعت بعد از تزریق رنگ اوانس بلو گرفته شده است



سیتوباتیکی (در مقایسه با شاهد منفی) را به صورت کنده شدن، گردش و تجمع سلول‌ها روی سلول‌های هلا بوجود آوردند. همین محلول‌ها وقتی نمونه‌های با سیلوس سرئوس در رقت‌های ۱/۲، ۱/۴ و ۱/۸ بر روی سلول‌های هلا به مدت ۲۴ ساعت اثر داده شدند و در مقایسه با شاهد منفی هیچ‌گونه اثری از خود بروز ندادند، منفی قلمداد شدند.

شکل ۱- سلول‌های هلا که ۲۴ ساعت با محیط کشت سلولی در ۳۷ درجه

سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری شده‌اند (شاهد منفی)



شکل ۲- اثرات سیتوباتیکی فیلتره حاوی توکسین‌های باسیلوس سرئوس در روی سلول‌های هلا پس از ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری در ۳۷ درجه سانتی‌گراد



جدول ۱: نتایج آزمایش VPR در مورد ۴ سویه جدا شده با سیلوس سرئوس از بیماران

سویه / دسته	۰-۴/۹mm	۵-۹/۹mm	۱۰-۱۴/۹mm	۱۵-۱۹/۹mm	۲۰-۲۴/۹mm
B.C1	-	-	-	-	۲۲mm
B.C2	صفر	-	-	-	-
B.C3	-	-	-	-	۲۰mm
B.C4	-	-	-	-	۲۳mm
B.CPTOC	۲ mm	-	-	-	-
سرم فیزیولوژی	صفر	-	-	-	-
محیط کشت BHIG	صفر	-	-	-	-

مربوط است که یا یکی از توکسینهای کشنده توسط این سویه‌ها تولید نمی‌شوند و یا هر یک به مقدار ضعیفی تولید می‌شود به طوری که قادر به کشتن موش نیستند. به هر حال آنچه که هم اکنون مطرح می‌باشد این است که سرئولیزین هم به عنوان یک همولیزین و هم به عنوان یکی از اجزاء فاکتور کشنده در بیماری‌زایی باسیلوس سرئوس دخالت دارد، اما علت اینکه به میزان کمتری به آن توجه می‌شود این است که فعالیت آن به وسیله سرم نرمال خنثی می‌شود (۱۷) (این مساله خارج از بدن هم دیده شده است و احتمال دارد همین مکانیزم در بدن نیز وجود داشته باشد).

توکسین‌های دیگری که در بیماری‌زایی باسیلوس سرئوس نقش بسزایی دارند توکسین‌هایی هستند که اثرات سیتوپاتیک دارند. یکی از این توکسین‌ها، توکسین استفراغ و دیگری توکسین اسهال (توکسین درمونکروتیک) است. امکان دارد بعضی از سویه‌ها، یکی از این سم‌ها و سویه‌های دیگر هر دو آنها را تولیدکنند. نتایج اثر فیلتره عاری از سلول چهار سویه باسیلوس سرئوس مشخص ساخت که این فیلتره‌ها به خوبی قدرت تخریب سلول‌ها را دارند که اثر تخریبی به صورت گرد شدن سلول‌ها، کنده شدن از کف میکروپلیت و به هم چسبیدن سلول‌ها بود. اثرات سیتوپاتیک توکسین‌های باسیلوس سرئوس احتمالاً می‌تواند در بوجود آوردن و دوام عفونت زخمی دارای اهمیت باشد. مهمترین توکسین باسیلوس سرئوس که در عفونتهای زخمی حائز اهمیت است توکسین درمونکروتیک (توکسین VPR یا توکسین اسهال) است که به عنوان توکسین مسئول گانگرن در عفونتهای زخمی باسیلوس سرئوس و تخریب بافت در شرایط تشکیل آبسه، سلولیت و پان افتالمیتیس مطرح است. نتایج آزمایش VPR در این تحقیق نیز

۵- نتایج آنتی بیوگرام: نتایج بدست آمده در این مرحله عبارتند از:

تمام سویه‌های حساس به جنتامیسین و تتراسیکلین و کلیندامایسین، به آمپی سیلین مقاوم بودند. سویه‌های PTCCY و سویه ۱ به سفالوتین مقاوم، سویه ۲ دارای حساسیت متوسط و سویه ۳ و ۴ به آن حساس بوده و همه سویه‌ها به اریترومایسین حساسیت متوسط داشتند.

## بحث

در گذشته باسیلوس سرئوس را عمدتاً عامل مسمومیت غذایی می‌دانستند و همچنین به علت اینکه باسیل‌های گرم مثبت اسپوردار در محیط وجود دارند اغلب رشد آنها را در محیط‌های کشت آزمایشگاهی دلیلی بر آلودگی این محیط کشت‌ها تصور می‌نمودند. اما اخیراً ثابت شده است که باسیلوس سرئوس دارای توانایی بیماری‌زایی (علاوه بر مسمومیت غذایی) در طیف وسیعی از عفونتهاست (۱۸).

فعالیت کشندگی در مورد فیلتره‌های عاری از سلول سویه‌های باسیلوس سرئوس نشان داده شده است؛ فعالیت کشندگی باسیلوس سرئوس به فعالیت توام دو توکسین مربوط می‌شود که هر یک جداگانه تولید می‌گردند. یکی از توکسین‌ها، سم بوجود آورنده تجمع مایل در ایلئال لوپ بسته شده خرگوش (یا توکسین نکروتیک یا توکسین مسئول آزمایش VPR) است که به آن فاکتور کشنده I می‌گویند و دیگری سرئولیزین است که به آن فاکتور کشنده II می‌گویند. همچنانکه در قسمت نتایج آمده است در اثر تزریق فیلتره عاری از سلول سویه‌های باسیلوس سرئوس به رگ دم موش سوری هیچ یک از موشها نمردند. علت این امر احتمالاً به این مساله

بسیاری را در دوام و یابقایی بیشتر اثرات تخریبی آنها داشته باشند (۱۷،۱). در این تحقیق از چهار بیماری که از آنها باسیلوس سرئوس جدا شده بود میکروارگانیسمهای دیگر همانند سودوموناس، اشریشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس نیز جدا شده بود و با توجه به این که هر یک از این باکتریها خود نیز می‌توانند سموم مختلفی تولید کنند ممکن است که در مجموع اثر این توکسینها با توکسینهای باسیلوس سرئوس اثر تخریبی بیشتری را دارا باشند.

مطلبی که باید به آن توجه داشت این است، هنگامی که باکتریهای تولید کننده سم در روی زخم استقرار می‌یابند و به مرحله تولید توکسین می‌رسند (با توجه به این که تعداد باکتری‌هایی که در روی پوست استقرار می‌یابند، زیاد است و توکسینهای مختلفی را در مقادیر نسبتاً بالایی تولید می‌کنند) حتی اگر با درمان آنتی بیوتیکی باکتری را از بین ببریم، توکسینها از بین نمی‌روند و می‌توانند اثرات تخریبی خود را اعمال کنند. بنابر این در زخمها می‌بایست بافت نکروزه و همچنین بافتی که در حال نکروزه شدن هستند، برداشته شوند. باکتریهای استقرار یافته در روی پوست می‌توانند منابع متعددی داشته باشند. در این میان می‌توان از باندهایی که برای پانسمان استفاده می‌شوند پرسنل بیمارستان و یا سایر افراد در تماس با بیمار و یا هوای آلوده به این باکتری را نام برد و با توجه به اینکه باسیلوس سرئوس دارای اسپورنسبتاً مقاومی است ممکن است گاهی اوقات داروهای به کار برده شده برای بیماران (به خصوص داروهای موضعی) با اسپور این باکتری آلوده شده باشند.

تائیدکننده این مطلب است که سه سویه جدا شده باسیلوس سرئوس در حد نسبتاً بالایی این توکسین را تولید می‌کنند و همان طوری که گفته شد اهمیت این توکسین در بوجود آوردن و دوام عفونتهای زخمی باسیلوس سرئوس به خوبی مشخص شده است (۱۷،۱۸). البته عنوان گردیده واکنش VPR در اثر فعالیت توام دو سم یکی توکسین اسهال و دیگری سرئولیزین بوجود می‌آید و این مطلب نیز تائید کننده اهمیت بیماری‌زایی سرئولیزین است (۱۸) و همچنین نقش سرئولیزین در بیماری‌زایی به عنوان یک نقش کمکی نیز مطرح باشد (۱۷).

فسفولیباز C یکی دیگر از توکسینهای این باکتری است که آنرا غالباً به عنوان عامل کمکی در عفونتهای باسیلوس سرئوس عنوان کرده اند و اثر پاتولوژیکی مستقیم ندارد (۱۸) ولی عده‌ای نیز عقیده دارند که فسفولیباز C موجب رهایی آنزیمهای لیزوزومی از نوترفیل‌ها می‌شود و احتمالاً عاملی است که موجب آسیب‌های بافتی به خصوص در زخم‌ها و عفونتهای چشمی می‌گردد و همچنین مقاومت به فاگوسیتوز ممکن است مرتبط با تولید فسفولیباز باشد (۱۷). تولید فسفولیباز در باسیلوس سرئوس توسط آزمایش لستناز در روی محیطهای حاوی زرده تخم مرغ مشخص می‌گردد، که تقریباً بیشتر سویه های باسیلوس سرئوس به میزان زیادی آن را تولید می‌کنند.

همانطوری که بیان شد سموم مختلفی توسط این باکتری تولید می‌شود که هر یک ممکن است نقش اصلی یا کمکی را در پاتوژن باکتری داشته باشد. حتی در عفونتهای مخلوط (که چندین باکتری جدا می‌شوند) امکان دارد که اثر سینرژستیکی توکسینهای باسیلوس سرئوس با سایر فاکتورها (ویا توکسین‌های تولید شده توسط باکتری‌های دیگر) نقش

## منابع

- 1- Altwood and evans D.M. "Bacillus cereus infection in burns " Burns 9: 355 - 357 (1983)
- 2- Beecher D. J and leewong A.C "Improved purification and characterization of hemolysin BI, a hemolytic dermonecrotic vascular permeability factor from Bacillus cereus ". Infection and immunity 983 - 986 (1994).
- 3- Beecher D.J and leewong A - C "Identification of hemolysin BI - Production Bacillus cereus isolates by discontinuous hemolytic pattern in blood agar " Applied and environmental microbiology 1646 - 1651 (1994).
- 4- Beecher D.J and leewong A - C "Identification and analysis of the antigen detected by two commercial Bacillus cereus diarrheal enterotoxin immuno assay kits " Applied and environmental microbiology 9614 - 4616 (1994).
- 5- Beecher D.J and Macmillan J.D "characterization of the components of hemolysin BI from Bacillus cereus . " Infection and immunity 1778 - 1764 (1991).
- 6- Beecher D - J and Macmilan J.D "A novel Bicomponen hemolysin from Baellus cereus " infection and immunity 2220 - 2224 (1970).

- 7- Coolbaug J -C williams R - D " production and characterization of two hemolysins of Bacillus cereus" Canad.J.microbiol, 24, 1289 - 1295( 1978 ).
- 8- Dowe R - T and Tauber W.B " post - traumatic endophthalmitis : The emerging role of Bacillus cereus infection" RV;infect.Dis 9:110-123 (1987).
- 9- Dro Bniewski F.A " Bacillus and related species " clinical microbiology reviews 324 - 338 ( 1993 ).
- 10- Dryden M - S. pathogenic role of Bacillus cereus in wound infections in the tropics " J - R . Soc Med 80 (10) 480 - 481 (1987).
- 11- Garcia - Arribas ML and Kramer J.M "the effect of glucose , starch and PH on growth , enterotoxin and hemolysin production by strain of Bacillus cereus associated with food poisoning and non - gastrointestinal disease . IM . J Appl - microbiol 24 : 34 - 348 (1972).
- 12- Garcia - Arribas M.L.Plaza ej .Dela Rosa M-C and Mosso M.A "characterization of Bacillus cereus strains isolate from drugs and evaluation of their toxins " .J.Appl. Bacteril, 64: 257 ( 1988).
- 13- Shinagawa K, " Analytical methods for Bacillus cereus and other Bacillus Species " Internal Journal of food microbiology . 10: 125 - 142
- 14- Shinagowaa K, Matsusaka N, Konuma H and Kurata H " The relation between the diarrheal and other biological activities of Bacillus cereus involved in food poisoning outbreak . Jpn J. Vet . 47 : 557 - 565 (1985).
- 15- Spira W.m and Goepfert J.M "Bacillus cereus - induced fluid accumulation in rabbit ileal loops" Appl, mixrobiol. 4:945-6 (1992)
- 16- Steen M - K et al "Bacillus cereus endocarditis report of a case review .Clin - infect - Dis 4 : 945 - 946 (1992).
- 17- Turnbull P. C. B, " Bacillus cereus toxins " pharmac ther vol 3 : 453 - 505 (1983).
- 18- Turnbull P. C. B, Markery . " Non - gastrontestinal Bacillus cereus infection : analysis of exotoxin production by strains isolated over a two - year period " J. Clin pathol 36 : 1091 (1983).
- 19- Wadstrom Tt and Pecterson HB. " Toxin production by Bacillus cereus dairy isolates in milk at low temperature " Applied and environmental microbiology . 2595 - 2600 (1989).