تاثیر سودوموناس‌های فلورسنت تولید کننده اکسین (IAA) بر پارامترهای رویشی گیاه سورگوم

فرزانه مهاجر انصاری [۱]، عبدالرضا اخگر [۲]، پیمان عباس‌زاده دهجی [۳]
۱ - دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ۲- دانشیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان، ۳- استادیار گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان

چکیده
بیش از ۸۰ درصد از باکتری‌های سودوموناس فلورسنت ریزوسفری قادر به تولید IAA می‌باشند. IAA از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه بوده که می‌تواند از طریق افزایش طول ریشه‌های ابتدایی و تولید ریشه‌های جانبی باعث افزایش رشد گیاه شوند. بر این اساس تعداد ۳۲ جدایه از بانک باکتری گروه بیولوژی خاک دانشکده کشاورزی رفسنجان انتخاب و ابتدا از نظر توانایی در تولید IAA مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد به جز جدایه P۱۰ تمامی جدایه‌ها (۸۸/۹۶) قادر به تولید IAA بودند و میزان تولید IAA در دامنه از ۰۵/۰ تا ۸۹/۹ میکروگرم در میلی لیتر متغیر بود. سپس به منظور بررسی تاثیر باکتری‌های سودوموناس فلورسنت تولید کننده IAA بر پارامترهای رویشی گیاه سورگوم رقم اسپیدفید یک آزمون گلخانه‌ای در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار اجرا شد. نتایج نشان داد کاربرد اکثر باکتری‌ها به طور معنی‌داری وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، حجم ریشه و شاخص کلروفیل گیاه را افزایش داد. در بین جدایه‌های مورد آزمایش، جدایه‌های P۱, P۱۹, P۳۳ بیشترین تاثیر را بر وزن خشک اندام هوایی داشتند.

واژگان کلیدی: ایندول استیک اسید، باکتری محرک رشد گیاه، سورگوم، شاخص‌های رشد

مقدمه
هورمون‌های گیاهی به شدت بر رشد و توسعه‌ی گیاهان مؤثرند و از میان آن‌ها اکسین‌ها از مهم‌ترین تنظیم‌کننده‌های رشد می‌باشند (Friml *et al*., ۲۰۰۳ ; Stepanova *et al*., ۲۰۰۸). اکسین‌ها گروهی از هورمون‌های گیاهی هستند که معمول‌ترین و شناخته شده‌ترین آن‌ها ایندول-۳-استیک‌اسید (IAA) است. میکروارگانیسم‌ها می‌توانند در رشد و توسعه گیاهان ازطریق تولید و ترشح اکسین (IAA) نقش داشته باشند (Mole *et al*., ۲۰۰۷). از میان میکروارگانیسم‌های محرک رشد گیاه که توانایی تولید IAA را دارند می‌توان به ازتوباکتر، سودوموناس، آزوسپریلوم، ریزوبیوم، باسیلوس، انتروباکتر و قارچ‌های مایکوریزی اشاره کرد (پتن و گلیک، ۱۹۹۶). خاکی پور و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیقی ۵۰ سویه‌ی سودوموناس فلورسنت را از نظر ترشح ترکیبات اکسین مورد بررسی قرار دادند آن‌ها مشاهده کردند که ۷۸ درصد سویه‌ها قادر به تولید IAA بودند مقدار IAA تولید شده توسط سویه‌های سودوموناس فلورسنس از ۰ تا ۶/۳۱ میگروگرم در میلی‌لیتر و مقدار تولید شده توسط سویه‌های سودوموناس پوتیدا از ۰ تا ۰۸/۲۴ میکروگرم در میلی‌لیتر متغیر بود. مطالعات ارتورک[۷۷] و همکاران (۲۰۱۰) نشان دادند که سیستم ریشه‌ای کیوی در نتیجه کاربرد باکتری‌های تولید کننده اکسین گسترش یافت. طی پژوهشی توسط اعتصامی و همکاران (۲۰۰۹) توانایی تولید اکسین در ۱۰۰ جدایه ریزوبیومی بررسی گردید، نتایج نشان داد جدایه‌های متعلق به گونه ریزوبیوم لگومینوزاروم بیووار فازئولی بالاترین توان تولید اکسین را داشتند. مینورسکی[۷۸] (۲۰۰۸) مشاهده کرد جدایه Psudomonas flurosence B۱۶ که از ریشه گیاهان علفی جدا شده بود توانست ارتفاع گیاه و تعداد میوه در گیاه گوجه فرنگی را افزایش دهد. انجم [۷۹]و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند تمامی جدایه‌های ریزوبیومی جدا شده از گره‌های ریشه لوبیا قرمز در حضور ال تریپتوفان توانایی تولید ایندول استیک اسید را داشتند. حفیظ [۸۰] و همکاران گزارش کردند (۲۰۰۴) که سبز شدن سریع‌تر بوته‌های پنبه در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به دلیل ترشح ایندول -۳- استیک اسید توسط این باکتری‌ها بوده است. همچنین آن‌ها نشان دادند وزن خشک ریشه و ساقه پنبه در اثر تلقیح این باکتری‌ها افزایش یافت.

مواد و روش‌ها
تعداد ۳۲ جدایه سودوموناس فلورسنت از بانک باکتری گروه علوم خاک دانشگاه ولی عصر رفسنجان انتخاب و توانایی آن‌ها در تولید IAA به روش بنت [۸۱]و همکاران (۲۰۰۱) با کمی تغییرات بررسی شد. در این آزمون از محیط کشت TSB که به میزان ۲ برابر

[۷۷] Erturk
[۷۸] Minorsky
[۷۹] Anjum
[۸۰] Hafeez
[۸۱] Benet

رقیق شده بود (TSB/۲) و نیز ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر ال- تریپتوفان استفاده گردید. به منظور بررسی تاثیر جدایه‌های سودوموناس فلورسنت تولید کننده اکسین بر رشد سورگوم، آزمونی در قالب طرح کاملا تصادفی با ۳۳ تیمار (۳۲ باکتری و یک شاهد) و سه تکرار انجام گرفت. در این آزمون از گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۲ کیلوگرم شن کوارتزی شسته شده با اسید استفاده شد. در هر گلدان تعداد ۷ عدد بذر کاشته و هر بذر با ۵۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری مورد نظر (با جمعیت ۱۰۷×۵ سلول درهر میلی‌لیتر) تلقیح گردید. برای گلدان‌های شاهد از محیط کشت بدون باکتری استفاده شد. گلدان‌ها به مدّت ۴۵ روز درون گلخانه نگهداری شدند. برخی پارامترهای رویشی گیاه شامل وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، حجم ریشه، مقدار شاخص کلروفیل اندازه گیری شد. داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماري قرار گرفتند و میانگین‌ها به روش دانکن در سطح ۵ درصد گروه‌بندي شدند.

نتایج و بحث

توانایی جدایه‌ها در تولید IAA

نتایج نشان دادکه بین جدایه‌ها از نظر توان تولید IAA تفاوت معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود داشت. به جز جدایه P۱۰ سایر جدایه‌ها (۸۸/۹۶) قادر به تولید IAA بودند. مقدار تولید IAA در بین جدایه‌های تولید کننده اکسین از ۰۵/۰ تا ۸۹/۹ تغییر می‌کردند. بیش‌ترین مقدار IAA با ۸۹/۹ میلی‌گرم بر لیتر از کاربرد جدایه‌ی P۱۵ و کمترین مقدار تولید با ۰۵/۰ میلی‌گرم بر لیتر از P۲۳ بدست آمد (جدول ۱).

ساموئل و موتاکاروپان [۸۲](۲۰۱۱) در بررسی خصوصیات محرک رشدی باکتری‌های سودوموناس جداسازی شده از برنج گزارش نمودند که تمامی جدایه‌ها توانایی تولید ایندول استیک اسید (IAA) را داشتند. در بررسی انجام شده توسط بنت و همکاران (۲۰۰۱) میزان تولید IAA توسط باکتری سودوموناس فلورسنس سویه M۲۰ بین ۱/۵ تا ۹۶ میکروگرم بر میلی‌لیتر متغیر بود. پژوهش‌های سلطانی طولارود و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که همه جدایه‌های سودوموناس فلورسنت مورد مطالعه (۲۵ جدایه) توانایی تولید اکسین را داشتند. متوسط میزان تولید IAA در این باکتری‌ها ۴۴/۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر و دامنه تغییرات آن از ۳/۱ تا ۵/۴ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود. همچنین شکری و امتیازی (۱۳۹۱) نشان دادند از بین ۱۲ جدایه مختلف باکتری ریزوبیومی، ۹ جدایه قادر به تولید IAA بودند. نتایج حاصل از بررسی توان تولید IAA ۱۱ جدایه‌سودوموناس توسط احمد[۸۳] و همکاران (۲۰۰۵) نشان داد که دامنه تولید IAA توسط این باکتری‌ها بین ۳۴/۵ تا ۲/۵۳ میکروگرم بر میلی‌لیتر در غلظت‌های مختلف تریپتوفان متغیر بود.

جدول ۱-تولید اکسین توسط جدایه‌های مختلف در محیط کشت TSB/۲

جدایه‌ها	اکسین (میلی‌گرم در لیتر)	جدایه‌ها	اکسین (میلی‌گرم بر لیتر)	جدایه‌ها	اکسین (میلی‌گرم در لیتر)
P۱	j-m۶۴/۱	P۱۲	n-q۷۸۰/۰	P۲۴	l-n۳۶/۱
P۲	e۴۱/۳	p۱۳	R۱۰۷/۰	P۲۵	
				e-g۸۸/۲	
P۳	i-k۱۰/۲	P۱۴	n-p۸۵۰/۰	P۲۶	h-j۱۸/۲
P۴	fg۸۲/۲	P۱۵	a۸۹/۹	P۲۷	j-l۷۸/۱
P۵	ef۱۳/۳	P۱۶	b۳۷/۹	P۲۸	no۹۶۷/۰
P۶	ef۱۶/۳	P۱۸	c۴۶/۶	P۲۹	f-h۶۵/۲
P۷	l-o۲۴/۱	P۱۹	o-q۷۱۳/۰	P۳۱	k-m۵۶/۱
P۸	m-o۲۰/۱	P۲۰	p-r۳۰۷/۰	P۳۲	d۶۴/۵
P۹	n-q۸۱۰/۰	P۲۱	qr۲۷۳/۰	P۳۳	i-k۹۹/۱
P۱۰	r۰	P۲۲	m-o۰۹/۱	P۳۴	g-i۴۳/۲
P۱۱	l-o۲۲/۱	P۲۳	r۰۵۰/۰		

میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

تاثیر جدایه‌ها ی دارای توان تولید اکسین بر رشد سورگوم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که جدایه‌های سودوموناس فلورسنت تولید کننده IAA بر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، حجم ریشه، مقدار شاخص کلروفیل و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه تاثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۲).

[۸۲] Samuel and Muthakkaruppan

[۸۳] Ahmad

جدول۲- تجزیه واریانس تاثیر جدایه ها بر شاخص های رشد گیاه سورگوم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	حجم ریشه	کلروفیل	نسبت وزن اندام هوایی به ریشه
جدایه‌ها	۳۲	۰۳/۰**	۰۵/۰**	۲۶/۷**	۹۶/۱**	۰۸/۰**
خطا	۶۶	۰۱/۰	۰۰۳/۰	۰۴/۲	۳۶/۰	۰۱/۰
CV	-	۸۵/۸	۶۰/۶	۸/۱۵	۷۰/۲	۲۱/۱۰

** معنی داری در سطح احتمال ۵ درصد

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادکه جدایه‌های دارای توان تولید IAA تاثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد سورگوم داشتند.(جدول ۳).

کاربرد جدایه‌های باکتری، وزن خشک ریشه (تا ۷۶/۷۰درصد)، حجم ریشه (تا ۴/۹۹درصد)، وزن خشک اندام هوایی (تا ۱۲/۶۲ درصد) و مقدار شاخص کلروفیل (تا ۰۲/۱۳ درصد) را افزایش داد. جدایه‌های P۲۲، P۳۳، P۳۲، P۱ و P۳ به ترتیب بیشترین تاثیر را بر وزن خشک ریشه، حجم ریشه، نسبت وزن اندام هوایی به ریشه و شاخص کلروفیل داشتند و نسبت وزن اندام هوایی به ریشه در جدایه P۳۲ با بقیه جدایه‌ها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۳)

نتایج بدست آمده از پژوهش اصغر[۸۴] و همکاران (۲۰۰۴) نشان داد تلقیح کلزا با باکتری‌های ریزوسفری در شرایط استریل باعث افزایش پارامترهای رویشی شد. گراول[۸۵] و همکاران (۲۰۰۷) افزایش طول ریشه، وزن تر ریشه و اندام هوایی نهال‌های گوجه فرنگی را در اثر تلقیح با باکتری‌های *Psudomonas Putida* و *Trichoderma atrovirde* که دارای توان تولید IAA بودند گزارش کردند. پتن و گلیک[۸۶](۲۰ ۰۲) نشان دادند تلقیح کلزا با باکتری *Pseudomonas putida* GR۱۲-۲ که قادر به تولید اکسین بود توانست طول ریشه‌های اولیه را به میزان ۵۰-۳۵ درصد افزایش دهد. این در حالی بود که کاربرد باکتری موتانت (جهش یافته) آن هیچگونه تاثیری بر طول ریشه‌های اولیه نداشت. تولید فیتوهورمون‌ها توسط میکروارگانیسم‌ها مهم‌ترین دلیل افزایش عملکرد در گیاهان تلقیح شده توسط باکتری آزوسپریلیوم ذکر شده است. امروزه مشخص شده سویه‌هایی از آزوسپریلیوم که قادر به تولید اکسین می‌باشند، نسبت به موتانت آن‌ها به مراتب تاثیر بیشتری بر روی مورفولوژی ریشه و رشد گیاه دارند (Bashan and Levanony, ۱۹۹۰).

جدول۳- مقایسه میانگین تاثیر جدایه ها بر شاخص های رشد ریشه گیاه سورگوم

جدایه	وزن خشک ریشه (g pot^{-1})	وزن خشک اندام هوایی (g pot^{-1})	حجم ریشه (cm^{3} pot^{-1})	نسبت وزن اندام هوایی به ریشه	شاخص کلروفیل
P۱	cd ۹۳/۰	a ۰۷/۱	bc ۰/۱۰	c-h ۱۵/۱	f-h ۷/۲۱
P۲	cd ۹۳/۰	ab ۰۵/۱	dc ۳۳/۸	d-i ۱۴/۱	d-h ۱/۲۲
P۳	a ۰۷/۱	a-c ۰۲/۱	bc ۰/۱۰	h-k ۹۶/۰	a ۳/۲۴
P۴	f-i ۷۸/۰	a-g۹۲/۰	bc ۰/۱۰	c-h ۱۹/۱	d-h ۰/۲۲
P۵		bc ۹۵/۰	bc ۰/۱۰	g-k ۰۱/۱	b-e ۰/۲۳
			a-f ۹۷/۰		

[۸۴] Asghar
[۸۵] Gravel
[۸۶] Patten and Glick

P۶	h-j ۷۵/۰	a-c ۰۳/۱	ab ۷/۱۱	a-c ۳۸/۱	ab ۵/۲۳
P۷	g-i ۷۷/۰	a-g ۹۲/۰	dc ۳۳/۸	c-h ۱۹/۱	c-h ۴/۲۲
P۸	g-i ۷۷/۰	f-h ۸۰/۰	dc ۳۳/۸	f-k ۰۵/۱	e-h ۸/۲۱
P۹	h-i ۷۶/۰	a-e ۹۷/۰	dc ۳۳/۸	b-e ۲۹/۱	ab ۵/۲۳
P۱۰	c-e ۹۰/۰	a-f ۹۶/۰	d ۶۷/۶	e-j ۰۷/۱	a ۲/۲۴
P۱۱	ab ۰۴/۱	c-h ۸۷/۰	dc ۳۳/۸	k ۸۳/۰	h ۳/۲۱
P۱۲	g-i ۷۷/۰	a-h ۹۱/۰	bc ۰/۱۰	c-h ۱۹/۱	d-h ۱/۲۲
P۱۳	g-i ۷۷/۰	c-h ۸۷/۰	dc ۳۳/۸	d-i ۱۴/۱	d-h ۱/۲۲
P۱۴	a ۰۸/۱	a-f ۹۵/۰	d ۶۷/۶	jk ۸۸/۰	b-d ۰/۲۳
P۱۵	bc ۹۵/۰	a-f ۹۶/۰	dc ۳۳/۸	g-k ۰۲/۱	d-h ۰/۲۲
P۱۶	c-f ۸۸/۰	a-g ۹۲/۰	ab ۷/۱۱	e-k ۰۶/۱	h ۳/۲۱
P۱۸	i-l ۷۰/۰	g -i۷۷/۰	d ۶۷/۶	d-j ۱۱/۱	d-h ۳/۲۲
P۱۹	c-e ۸۸/۰	a ۰۷/۱	dc ۳۳/۸	c-g ۲۲/۱	h ۴/۲۱
P۲۰	h-j ۷۵/۰	b-h ۸۹/۰	dc ۳۳/۸	c-h ۱۹/۱	h ۴/۲۱
P۲۱	g-i ۷۶/۰	hi ۷۶/۰	bc ۰/۱۰	g-k ۰۰/۱	b-g ۷/۲۲
P۲۲	a ۱۱/۱	a-c ۰۲/۱	d ۶۷/۶	i-k ۹۱/۰	b-f ۹/۲۲
P۲۳	c-e ۸۹/۰	d-h ۸۵/۰	dc ۳۳/۸	h-k ۹۸/۰	c-h ۳/۲۲
P۲۴	c-e ۹۱/۰	a-f ۹۳/۰	bc ۰/۱۰	g-k ۰۳/۱	d-h ۰/۲۲
P۲۵	h-j ۷۵/۰	b-h ۹۰/۰	bc ۰/۱۰	c-h ۱۹/۱	f-h ۷/۲۱
P۲۶	e-h ۸۲/۰	a-g ۹۲/۰	dc ۳۳/۸	d-i ۱۳/۱	a-c ۴/۲۳
P۲۷	kl ۶۴/۰	a-g ۹۲/۰	dc ۳۳/۸	ab ۴۵/۱	d-h ۲/۲۲
P۲۸	d-h ۸۳/۰	ab ۰۵/۱	bc ۰/۱۰	b-f ۲۷/۱	b-f ۹/۲۲
P۲۹	c-g ۸۶/۰	a-d ۰۱/۱	bc ۰/۱۰	c-h ۱۷/۱	gh ۶/۲۱
P۳۱	i-l ۶۹/۰	e-h ۸۴/۰	bc ۰/۱۰	c-g ۲۲/۱	b-d ۰/۲۳
P۳۲	l ۶۲/۰	a-f ۹۴/۰	dc ۳۳/۸	a ۵۲/۱	d-h ۱/۲۲
P۳۳	h-k ۷۴/۰	a ۰۷/۱	a ۳/۱۳	ab ۴۵/۱	gh ۷/۲۱
P۳۴	i-l ۶۹/۰	a-h ۹۱/۰	dc ۳۳/۸	a-d ۳۲/۱	gh ۷/۲۱
B	j-l ۶۵/۰	i ۶۶/۰	d ۶۷/۶	g-k ۰۱/۱	gh ۵/۲۱

میانگین های دارای حداقل یک حرف لاتین مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی دار در سطح پنج درصد به روش دانکن می باشند

منابع

اعتصامی، ح. و علیخانی، ح. ۱۳۹۰. ارزیابی کیفی و کمی توان تولید هورمون اکسینی (IAA) توسط برخی از سویه‌های ریزوبیومی بومی خاکهای ایران. نشریه آب و خاک، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه‌های ۶۱ تا ۶۹.

شکری، د. و امتیازی،گ. ۱۳۹۱. بهینه سازی و خالص سازی هورمون اکسین(ایندول ۳- استیک اسید) در باکتری ریزوبیوم. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۵، شماره ۲، صفحه‌های ۱۹۴ تا ۲۰۴.

Anjum M.A., Zahir Z.A., Arshad M., Ashraf M. ۲۰۱۱. Isolation and screening of rhizobia for auxin biosynthesis and growth promotion of mung bean (Vigna radiata L.) seedlings under axenic conditions. Soil Environment, ۳۰(۱): ۱۸-۲۶.

Ahmad F., Ahmad L. and Saghir M. ۲۰۰۵. Indol acetic acid production by the indogenous isolates of Azotobacter and Pseudomonas fluorescens in the presence and absence of Tryptophan. Turkish Journal Biology ۲۹: ۲۹-۳۴.

Asghar H.N. Zahir Z.A. and Arshad M. ۲۰۰۴. Screening rhizobacteria for improving the growth, yield, and oil content of canola (Brassica napusL.). Australian Journal Agricultural Research, ۵۵: ۱۸۷-۱۹۴.

Bashan Y. and Levanony H. ۱۹۹۰. Current status of Azospirillum inoculation technology: Azospirillum as a challenge for agriculture. Canadian Journal Microbiology, ۳۶: ۵۹۱-۶۰۸.

Benet E., Tuzan S., Chanway C.P. and Enebak S. ۲۰۰۱. Alteration in plant growth and in root hormone levels of lodgepole pines inoculated with rhizobacteria. Canadian Journal Microbiology, ۴۷: ۷۹۳-۸۰۰.

Erturk Yasar., Ercisli Sezai., Haznedar Ayhan., Kmakci Ramazan. ۲۰۱۰. Effects of plant Growth promoting rhizobacteria (PGPR) on rooting and root growth of kiwifruit (Actinidia deliciosa) stem cuttings. Biological Research, ۴۳: ۹۱-۹۸.

Friml J., Vieten A., Sauer M., Weijers D., Schwarz H., Hamann T., Offringa R., Jurgens G. ۲۰۰۳. Efflux dependent auxin gradients establish the apical- basal axis of Arabidopsis. Nature, ۴۲۶: ۱۴۷-۱۵۳.

Gravel V., Hani A. and Tewddell R.J. ۲۰۰۷. Growth stimulation and fruit yield improvement of greenhouse tomato plants by inoculation with Pseudomonas putidaorTrichodermaatroviride: Possible role of indole acetic acid (IAA). Soil Biology Biochemistry, ۳۹: ۱۹۶۸-۱۹۷۷.

Hafeez F.Y., Safdar M.E., Chaudry A.U. and Malik K.A. ۲۰۰۴. Rhizobialinoculation improves seeding emergence, nutrient uptake and growth of cotton. Australian Journal Experimental Agriculture, ۴۴: ۶۱۷-۶۲۲.

Khakipour N., Khavazi K., Majallali H., Pazira E. and Asadirahmani H. ۲۰۰۸. Production of Auxin Hormone by fluorescent Pseudomonas. American-Eurasion Journal Agricultural Environmental Sciences, ۴(۶): ۶۷۸-۶۹۲.
Minorsky P.V. ۲۰۰۸. On the inside. Plant Physiology, ۱۴۶: ۳۲۳-۳۲۴.
Mole B.M., Baltrus D.A., Dangl J.L., Grant S.R. ۲۰۰۷. Global virulence regulation networks in phytopathogenic bacteria. Trends Microbiolology, ۱۵: ۳۶۳-۳۷۱.
Patten C.L. and Glick B.R. ۱۹۹۶. Bacterial biosynthesis of IAA. Canadian Journal Microbiology, ۴۲: ۲۰۷-۲۲۰.
Patten, C.L. and Glick B.R. ۲۰۰۲. Role of Pseudomonas putida Indole acetic acid in development of the host plant root system. Applied Environmental Microbiology, ۶۸: ۳۷۹۵-۳۸۰۱.
Samuel S. and Muthakkaruppan SM. ۲۰۱۱. Characterization of plant growth promoting Rhizobacteria and fungi associated with rice, mangrove and effluent contaminated soil. Current Botany, ۲(۳): ۲۲-۲۵.
Stepanova A.N., Robertson-Hoyt J., Yun J., Benavente L.M., Xie D.Y., Dolezal K., Schlereth A., Jürgens G., Alonso J.M. ۲۰۰۸. Taa ۱-Mediated auxin biosynthesis is essential for hormone Crosstalk and plant development. Cell, ۱۳۳: ۱۷۷-۱۹۱.
Soltani Tolarood A., Salehrastin N., Khavazi K., Asadi H. and Abaszadeh P. ۲۰۰۸. Isolation and study Plant Growth Promoting properties of Pseudomonas fluorescens species in soils of Iran. Journal Soil Water Science, ۲۱: ۱۸۷-۱۹۹. (In Persian)

Abstract

More than ۸۰ percent of fluorescent pseudomonad rhizobacteria can produce IAA. IAA is of the most important plant growth regulators that can promote plant growth through increasing primary root length and lateral roots. For this reason, ۳۲ isolates belong to fluorescent pseudomonad were selected from gene bank of Soil Science department of Rafsanjan University and evaluated their ability to produce IAA. The results showed that all isolates except P۱۰ were capable to produce IAA. IAA produced by isolates ranged from ۰.۰۵ up to ۹.۸۹ μg ml-۱. A greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three replications in order to investigate the effects of fluorescent pseudomonads on sorghum growth parameters. The results indicated that most isolates significantly increased shoot dry weight, root dry weight, root volume and Chlorophyll Index. Among of isolates, P۱, P۱۹, P۳۳ were effectiveness in increasing shoot dry weight.

Key words: Growth parameters, IAA, Plant Growth Promoting Rhizobacteria, Sorghum