Æ ł gpŤř ÆŽǫŰ ắ ĠǫĶŁǫdžə ůnjǿŢǫ p Oǫ Ês Ġǫ l ǫ
ŽłƩł njǿŢǫ Oʹ ǁ łyƦƛ ÆŽǫŰ ǰ Ž l ǁ
ħĥĥ ĸơ ħĤĤ ΘĸŢ ĹDż ,ÂĦĦĬĤ ž ĶǫŁs ǫɛ ,ǫ ʒ ĶĦš ƭ ʒ ĶŽ ǁ ,Q l ǁ ƭ ʒ p Y

ƭzYÑǩd t ʹ ĶƠ ɛł ǰ ź Ƹ Ǫ Ķ Ə ə Ù z f Ɛ ƛ ắ ʒ Ñ ǁ p ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ Ɛ Ó ƥ Ķơ Ǵ s ź Ķ Ā ǫ

Ĭ Æ Ǫ Ó ə ł Ƹ ɔ ł Æ Ǫ Ű ʰʰ ắ Y Ķ Ə d ù l ǁ Æ Ž ǁ Ķ g ƭ Ƹ Ǫ Ó Ž ɔ ʰ ʰ Ķ Ó ł t Y ł Ɛ Ƹ ə ắ y Ƨ ǫ ʰʰ ắ Ƹ Ǫ Ê t Æ ź Ķ l j ʒ Ŧ h ǁ p ʒ ¡ ʰ ʒ Ñ ř Æ Ħ p ʒ Ǵ ǫ Ñ d ž ü ǫ
r-rezaei@tums.ac.ir njǿŢǫ Oʹ ǁ łyƦƛ ƭ p Ɛ ū ÛOʹ ǁ łyƦƛ ƭ y Ğ ł ĦY Û(yÑĦ 5 ź Y Ɛ ř) Žł Ƹ Ĥ ơ ÆĞ ǁ ƶ ř ǫ Ñ Ǫ Ű ƭ ĶŬ ł ĦY Ûy Ñ Ħ ž Ķ Ķ Ó Ø Û ǰ Ó Ħ ţ ʒ ƛ ʒ ł y Ó ǫ Ûž Ƹ Ĥ ơ :ğ Ñ l s ǫ ƭ y ƛ s ź Ñ Ħ

Ĭ ğ/ġ ħ/ĥ Ĥ : p Ɛ ź ž ř Ĭ ğ/ġ Ĥ/ĥ ħ :Oə Ķ é ʒ Y

ƭzyÓŨš

*ắ Ł ƛ Ñ ǫ p p ʒ Ŧ á ŽłÑ Ħ Ű Ǵ l ʒ Æ ǁ s ź ɛ ţ Ê Dž l y Ħ ł Ə Oʺ Ű Ɛ s t ʹ Ķ Ø ʒ Y Ķ g PAH Ǵ l ĶgǪ s Ó Ķ ū ʒ ł p Ɛ Ù Ó ǫ ù Ó ū l j Æ s Ɛ ǁ s Y Oʺ Ó Ǫ Ķ ã :Ùyğ p Ǵ Ó ǫ Ɛ Ùz f Ɛ l ắ ʒ Ñ ǁ p ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ Ɛ Ó Ķơ Ǵ Ū Ħ Ķ ă ǫ ǰ ź l ʒ Y .y Ħ Ɛ Ñ ǫ y Ħ ł Ə ə ǰ ź l ắ Yy Ū ǫ Æ Ź Ó ǁ Ñ Ū ź ź ə Ķ ǫ Ł Ñ Ū .Y Ɛ Ķ s Æ ǫ YpyƬ ǫ t ʹ Ķ Ø ɛ ł Æ ū Y Ñ d Ùz f .y Ħ Æ s ʒ Ɛ l ƭ z Y Ñ d t ʹ Ķ Ø ɛ ł ǰ ź Ɛ Ķ Ə ə ʒ Y ắ ʒ Ñ ǁ p ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ ğ Ñ Ƭ ǫ 5 Ś s ƭ z Y Ñ Ž ƭ z Y Ñ d ǰ ź Ɛ Ķ Ə ə Ǵ l Æ Ū Ñ ƭ d ž ǫ ʒ Ñ Ă Ǵ l ʒ Æ ǁ p Ɛ Ù Ó ǫ p Æ ź Ķ Ó Ž Ø ǁ ắ Ķ g Æ ū Y Ñ d ɛł ắ ʒ Ķ Ū Æ ł Ķ Ø :Æ s ʒ Ɛ l p p ʒ ɛł 5 ř t ʹ Ķ Ø ʒ Y ƭ y Ƨ Ķ ǫ Æ ă Ķ ǰ ź Ɛ Ķ Ə ə Oğ Ǫ Ū Ķ ǫ ź Ķ Ħ .YY Ɛ ū ŘDž Ķ f Æ Ž ł f Æ ǁ Ɛ p ěĤ ġ Oǁ s ǁ Ķơ y Ħ Ǵ ə Ķ l j ł ž ə Ǵ l Æ ǁ p Ɛ Ù Ó ǫ NjÑ Ǫ Ū ǫ Ķ l ƭ Ɛ Ž g Oğ Ǫ Ū pY ǰ ł ł .y ź y Ħ / ł l s MPN p p ʒ Ķ l ʒ Ø Æ ǁ p Ɛ Ù Ó ǫ Oú ū Ž Ɛ . Oə Ɛ ū ʒ Ł Ɛ ā / ł l s YZÑ ǫ ắ ɛ Ķ ū Æ ł Ɛ ū Ñ ơ Ķ ǫ p Ɛ ƭ Ù Ū ǁ s Y njs Ñ ơ Ŧ Ú Ñ s ł Ɛ ǁ p Ł Ķ l ǁ Ł Ɛ U ǁ s ł .y Ħ ǫ Ķ l ǁ Ł Æ Ƭ ă s pY Ķ ǫ Ķ ł Ķ ź Ñ ǁ ł Ķ ə / ź Ķ ǫ Ɛ ə Æ f ł Ɛ Ă 2 Ķ s ł Ɛ l Ǵ ū Ķ ă ǫ ǰ ź Ɛ ǁ ł Ó ł ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ YłY Ž Ķ ł ǁ Ķ ǫ Ķ ł Ķ ź Ñ ǁ ł Ķ ə / ź Ķ ǫ Ɛ ə Æ f ł Ɛ Ă .Oʺ s ł ƭ Y Ñ Ł Ó Ø Ķơ ắ ł Ƹ Ł Y Æ ǁ p Ɛ Ù Ó ǫ y Ħ Ƹ Y ƛ p Ƹ Ǵ ł YłY Ž Ķ ł ǁ MPN ž Ñ ǫ Ɛ ə ƨ ź Ķ ǁ :Ķ g Ǵ ǁ ə Ķ ź Ǵ l ě ĪĨ / Ĥ ħ Ł Ħ Ɛ l p Ƹ ł y Ê ǫ ǰ ź Ɛ ǁ ł Ó ł Ķ ă ł y f ắ ʒ Ñ ǁ ø Ł ł ł y f ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ ğ Ñ Ƭ ǫ Ƹ Y t ʹ Ķ Ø ɛ ł ǰ ź Ɛ ǁ Ķ ə Ùz f ž Ķ ǫ y ƛ Ƹ Y Ķ ǫ Ł Ó ǫ p Ǵ ǁ ł Y ţ Ê D ž l y Ħ ł Ə Ł Ó Ķơ .y ǫ d Oƽ Y Ùz f t ʹ Ķ Ø ɛ ł Ƹ ǰ ź Ɛ ǁ Ķ ə Æ ǁ ź y Ħ ə Ł Ɛ ǁ ł ł Ó ǫ Ƹ ł y Ł ə ë d ɛł ắ Ɛ ǁ ł Ó ǫ Ƹ ł y Ł ə Ƹ Y Ķ ā Ķ g Ǫ s Ó Ķ ū ʒ ł p Ɛ Ù Ó ǫ ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ Oğ Ǫ Ū / ł ź ə ł Ķ l Ǵ t YłY Ž Ķ ł ǁ Ǵ ū Ķ ă ǫ ǰ ź ł : ắ Ɛ ū Ǵ ǁ Ó Ø Ùz f Ɛ l Oə Ɛ ł Ó r Ķ é p Æ ū y Ħ t Oʺ ū Ķ Ž ǫ Ɛ Ħ p ơ y ǁ Ķ g Ǫ s Ó Ķ ū ʒ ł p Ɛ Ù Ó ǫ y ǁ Ƹ Y Ɛ Ø Ķơ ł Σ Ñ ǫ Ķ Ħ ơ Ǵ ǫ ʒ Ķ g Ǵ l Oğ Ǫ Ū ƭ y p y Ƭ ǫ ʒ Y ắ ʒ Ñ ǁ Ķ ǫ ł Ů y Ħ ź Ķ ž Ø .Oʒ ł Ǵ ǁ ł y ǁ ǰ ź Ɛ ǁ Ķ ə

ắ ʒ Ñ ǁ Ů ắ z ǔ ǫ YłÑ ǫ Ů t ʹ Ķ Ø Æ ǁ s ź ɛ ţ Ê D ž l Ů / ź Ķ ǫ Ɛ Æ f ł Ɛ Ă Ů ắ ł Ǵ Æ ǫ f y ƛ š Ŧ Ó ơ Ķ ǫ p ʒ ƨ ắ Ķ g ǰ Ł Ɛ g p ʒ y Ó g :ắ y Ó ǫ t ž Ķ ū ţ ł p

---

Ɛ Ħ ǁ Ñ ƛ ŮŨ ǁ ƶ ř ǫ Ñ Ǫ Ű ƭ Ķ Ŭ ł ĦY Ů Oʺ ǁ łyƦƛ ƭ y Ğ ł ĦY Ůnjǿ Ţ ǫ Oʺ ǁ łyƦƛ y ǁ ʒ ł 2 Ķ ƛ ǁ ʒ Ķ ƭ -Ĥ
ž Ł Ɛ Ħ ơ ŮŨ ǁ ƶ ř ǫ Ñ Ǫ Ű ƭ Ķ Ŭ ł ĦY Ů Oʺ ǁ łyƦƛ ƭ y Ũ ł ĦY ʒ Ķ Ó ł ĦY Ů Oʺ s ź Ɛ njǿ Ţ ǫ ž Ł Ɛ Ž Ű ŭ ł Ɛ ǁ ƭ Y -ĥ
ž Ł Ɛ Ħ ơ ŮŨ ǁ ƶ ř ǫ Ñ Ǫ Ű ƭ Ķ Ŭ ł ĦY Ů Oʺ ǁ łyƦƛ ƭ y Ũ ł ĦY ʒ Ķ Ó ł ĦY Ůnjǿ Ţ ǫ Oʺ ǁ łyƦƛ ŭ ł Ɛ ǁ ƭ Y -Ħ
2 ʒ y ǫ Oʺ Ó Ø Ɛ ơ ƭ Ķ Ŭ ł ĦY Ů Ů Ž Ó ǁ Ů s y ǁ Ħ ǫ ƭ y Ũ ł ĦY ʒ Ķ ź Y Ķ ǁ s ł Ů ŭ ţ Ñ Ł Ñ ƛ Ů Ø Ñ Ó ƛ Ů Ž Ó ǁ ŭ ł Ɛ ǁ ƭ Y -ħ
ž Ł Ɛ Ħ ơ ŮŨ ǁ ƶ ř ǫ Ñ Ǫ Ű ƭ Ķ Ŭ ł ĦY Ů Oʺ ǁ łyƦƛ ƭ y Ũ ł ĦY ʒ Ķ ź Y Ķ ǁ s ł Ů Ǵ ź Ɛ ł ơ Ů Ž Ó ǁ ắ ł Ɛ ǁ g Y -Ĩ

Ćǫy₣Ẽǫ

ǯʇpʒyʹǵ p ǰ ɭƐt ắpʞf ʊy'ǂ‖ ĆǾẢdžơ ÆüǽĸǪ ÛǫʞƱ OʹẢ‖ Û(ʊy'‖ ŬʞŒ‖ǂı ắʞǵǰɭƐgpʒyʹǾǵ) ʞǵǯʞŨǐa ğʞŨ‖ǂı ʒY p (ʊy'‖ ŬʞŒ‖ǂı ƐǾŬ ắʞǵǰɭƐgpʒyʹǾǵ) ʞǵǰǾŨǐı p ʞǵǰŨǐa YǸ‖Æǫ ʊYɛ ǰǾǯUơ .Oơsı ₮Ǿơʞǫpʒa ắʞǵǰɭƐgpʒyʹǾǵ YʒıP ʞǵ 2 ǸǏʞǾâı Ćɭ OʹẢ‖ ǰơ ǯǸǾǾǫ Ĩ-Ĥǵ ɛı ǀ Ǿɭ ĆǏèĸs ắıĠẼǫf yǏš ₮Ǿơʞǫpʒa ắʞǵǰɭƐgpʒyʹǾǵ .(Ĥ)YǸ‖Æǫ ʞǽ pY ɛı Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAH) ʊYƐǪıs ū ắʞǵʊy'ǽèa pƷΣ p (ĦPĥ)ʊy'‖ ŘǾŨǂơ ÆǏƷbǺ ĆẼǫf yǏš ắʞgƠơǸs DŽäʞǏ ā‡Ɛǫf ıyǽ‡Ɛə ğʞǏǏY Ćɭ Ćt yǏÆäǾ'Ţǫ Oʹsǽɛ ÛÆǐƷǽY ắʞǵǯǸơǸǫ ɛpƷū‡ ɛı ÆΣpƐƱ YpY ÛʒʞŨǾʊs YpY ÛÆǫǾsə .(ĩ-ĥ) yǽaÆǫ YǸΣp Ćɭ ÆǪūǏDž ắʞgyǽ‡Ɛə p ÆǪẢǏ ÆūYǸǐa ÛĦǸǵ ÛʒʞǵʞǾū Řǫʞǁ ǪǫıǾʊsǸt‡ ÆǪDžǂ ŭǏʞǪǫ ʒY PAHsʒǸNJf LJƐüǫ ʒY ʒʞıs‖ p (Ī)Oơsı ʊy'‖ yǾǽʞơ ı‡ʒƐŨǫ t'ʞŒ p ıƶŬ Ûkd ÛǪNJǵ ÛÆǪısǸř 2 ʞʒơ Ãǽ£Ă ɛı ʊYǸǐa ắʞǵt'ʞŒ ĆǏNū ǰǽ ƐăŒ p ʞǵıƶŬ ʒYʒǸŒ p ʞĦǏǏ ƟıʒʞUλ p ʒǏǏŬ p Yɛū 5 Ẩlơ ʊYǸǐa Ǽǽ ĆǪəǼǽ yǁʒ ẢẢʞǪǫ ǰǽ t'ʞŒ ʒY Ćt Oơsı ÆơʞɭǽǏıs PAHs ĆǪısY ɛı ắıĠẼǫf Ćs ı ǿtɛǾ ₮ǽ ǰǽƐǪǏʞǪə .(ī)yǽʊy'‖ PAHs ɛı Æǽèʞ ắʞgƠǾǫǪ ʞ èǸDžǂ Ćt ÆẼĂʞǪǫ .(Ĩ)Oơsı -ĤĥPĥ)yǪıs ǵ ÆǪūǏDž ắʞgƠǾǏʞūə ʞ njǏơƐǫ ŮyǁǸ‖Æǫ ʊYǸǐa ƠǾǪʞǼ p ƠǾǏf ŮPAHsÆǏǸŨǏǸǫ ʊzɬyǁ ʒY ǀ ǽtƷəł .(Ĥǵ ǀ ǵʞt ɬʒ ʞǁǐa ÆǪısǽɛ Ćǽƶɭơ ƠǾǪʞǼ ʞǪǽʞǁǐp ÆǪısǽɛ ÆsƐǪıs Ǩǽʞǯơ ǰǾıšǪǵ PAH ƟʞǁǾtƐơ .(ĤĦ pĤĥ ,Ĥǵ ,Ĩ ,ĥ) yǵYÆǫ YpyƱǫ Ćɭ ƐɭǏǫ ǰǽƐǏʞǐa Ůyǁʒıy ɬʒ t'ʞŒ ƟɬʒZ Ćɭ ǯyʹ‖ fʞzΣ Ćɭ ,ħ ,ĥ)YıYƐūÆǫ t'ʞŒ ʒY ǯʞ‖Æǫısǽɛ ắƐǽzř 2 Ɛǫıs Y Ɛǫ‡Ǿɭǯyʹ‖ ÆŨǽƶǾə ø ÆǽʞǾǯǾ‖ ÛÆơʒıƐf ğǸǯǯūǫ ắʞǵ p pʒ YƐǏʒʞt .(ĤĨPĤh Ćt t'ʞŒ ʒY ʞDžǸǐdžŒ ʞǵʊy'ǽèa ŮǸ‖ ǰǽ ắɛʞsť'ʞř OʹĦΣ ... p Ɛǒǒ‖ ÛǯǸūʞǸūs Ǩǽèy ĆɭÛơsı ŘUǪUǪǫ ÆǸyūǫ yǪʞΣ njǾƬǫ Ŧǽ ʞǽ ʊʒıǸǯǵ ǯYǸɭ ƶǽƐŮǐa p ǯYǸɭ Æǁäǎ ƐǾŮ ÛOʹẢÊf ǯYǸɭ ǰǒǽř .(Ĥĩ) Oơsı ʊYǸɭ ĆΣıǸǫ ÆơÊŨ‡ǫ

Oơsı ắıĆǽƶū (Bioremediation)Æǫısǽɛ ʇÊDžı yǽ‡Ɛə OʹẢʞūə ɛı ʊYǨǪsı ʞɭ ʒ ÆǯƷs ắʞgʊyǽèa ıǽƐUơ ǯʞŨǫı Ćt ǯıY Oʹsǽy Ûƒ‡ǸǫÛǪʞs yǽ‡Ɛə ǰǽ.(ĤĨ)yǁtÆǫ ÆsƷƐɭ ÆŨǽʇǸǸʞ ɛı ʞǵʊy'ǽèa Ůzf ƷǸŏǫ Ćɭ p ʊYǸɭ ắYkdžǫıǎı p ǪǫısǿsǸtı ắʞǵʊy'ǽèa ǀ øǵʞt ắıƐɭ ʊyǿlƐ ắʞgǪsǾʞūǯıpƐŨǾǫ ɛı ÛtʹʞŒ -ĤĬ , ĩ)yǁtıYY ǯıƐā ÆsƷƐɭ YƷǸǫ ... p ʞǵʞƶY p ʞǵ 2 ǸǏʞǾâı ĤĤĥ

ع ۵ ř (ĥġġī) ʒɨʒʞŨʒġ p Chen Ǵüǐʞǎǫ ʒʏ ğʞĥǫ ǻɨȿʎ .(ĥĪ Ơŏǫŭ ʒɨȥǿǫ û C/N Ơ‴ѕ‖ ǔʞǫʏ ûǻʒǸ‖ ʒǸǫ₺ʞə Ĩ ȿǿʞơ Áɛʒȿʎ ǔʒǸǫ₺ʞə ȿġ ǻɨȿʎ Tăɛ ħ ʒʏ ÁɅpȿŨǿǫ Tǿ£Qơ ʒɨȥǿǫ p ǰ₺Ȿ‖ʞɒə ȿ̣ʜ ǻʒǸ‖ .(Ħ)ʏ‖ ƙǸѕTǫ ÁȾĥǫ ʒǸǫ₺ʞə ǻʒǸ‖ ě Ĥ/Ĩ Ơŏǫŭ ʏĦʏ Ⱦʞǂǁ (ĤĬĬĥ) Chaudhry .ʏʒĦʏ Ơǿ̈ʞÊ f ȼʎ ÁĐžʞʊ Áǁǿ₺Ȿơ ǰǿɛɨȿ‖ɒd Ǩʞǿǫ ĥ ǔǰǿɛɨȿ‖ɒd ǔǰ₺Ȿ‖ʞɒə Ơ̈ǿ̈ʞÊ f ǻʒǸ‖ ǀ ₺ɨȥəɨ ʞʎ ǀ ₺ɨȥəɨ ǰǿɛɨȿ‖ɒdpȥɒ̀ Ơ̈ǿ̈ʞÊ f ʞǫɨ Ơəʞ₺ ǀ ǵʞ₺ ǰ₺Ȿ̈ɨɒdpȥɒ̀ p ǻʒǸ‖ p ǻzŭǫ ʏĦǸǫ Ǵ₺ ÁơpʞǺǫ Θɨȿ‖ʎ Ǵʎ ǴΣǸơ ʞʎ .(ĩ)ʏĦʏ Ⱦʞǂǁ Ǵʎ Ǵüǐʞǎǫ ǰ₺ɨ yǁ‖ʞʎ Ǵǫ‖Ħʏ Áǫɛ₺ź₺ ȶÊDžɨ yǁ₺ɨȿə ȼʎ yǁĦǸơÁǫ ȼɨ ǰ₺Ȿ‖ʞɒə Ùzf ȼʎ ǻʒǸ‖ p ǻzŭǫ ʏĦǸǫ Ⱦʏpȥəɨ Ȿǿ̈ʞơ Ǻɛʒȿʎ .ɎɨĦʏȾɨÁǫ ʊʏǸ̈ɨd ť ʞʊ

ʞǵ p pȝ p ʏɨǸǫ

ÁɛʞǾȾ‖ ʏĦǸǫ

HPLC grade ȾǸǫɛɨ Ů(ěĚē)èʞʎ ! Ǹǫʊ ǴΣʒʏ ʞʎ ǰ₺Ȿ‖ʞɒə Ơ₺Ȿ‖ ȼɨ ʒʞūɒd R_2A p ơɨȿʎ Ơ₺ɛȿơǸ‖ ¡ ROMIL Ơ₺Ȿ‖ ȼɨ ȼɨ NaCl p Ǻɭyűǫ Ơ+₺ njǿ̈Ţǫ ǻʞǵ₮Ȿ‖ Ů BIOMARK .yǁy‖ ǴǿĦơ Merck Ơ₺Ȿ‖

ť ʞʊ ǻɛʞɛʊʏʞǫɒd ȾɨȿĦơ ʒʏ ǰǿǫɛ Tăɛ Á₺èʞʎ Ĩ- ĥǵ cm ŬʞÅơʒɨ ȼɨ ÁĖǸȾűǫ ť ʞʊ ₮Ĥ ȼɨ p ₺yɛʏȼū ₮ ɨ ʊ ɨNǵ LJȿüǫ ʒʏ 5 ѕɛ ǔyǁ ǴǸ‖ĦʏȾʎ ȾʏǸʎ ǻʒʞŰ ʒǸǿǺǫ Ǵʎ .yǁ ₺ʏĦʏ ʒǸǁŰ ʞǵŪ₺ɛ Ùzf ǻɨȿʎ č mm ȾɨȿŨơ ǴǸfȿǫ Ǵɛ ÁĂ ǨȾ̄Ű ǰ₺ɨ p ǴǸ₺ ‖ ȾǸǫɛɨ ʞʎ ɨʒ ȾƋ ÁĖ₺ ǲĦǸǫ ȼɨ Ūǁȝ Ǵʎ ÁɛʞǵǴɨ ǿ‖ ʒʏ ₺yǁ ₺ʏʞǾơ ť ʞʊ ȼɨ č g .Ơəȼū ǫʞ₺ǁĦ Batch) ǀ ɛʞǾȾ ǴǸɛ₺ǸǾʞǁ Á₺ɛȾǸǫ₺ɨȝ ₮ɛ ȾɨǸǺŰ Ǵʎ Ǵɨ ₺ȿǿơ ʒʏ ČčČ °C ǻʞǾʏ) pÊɨNơ ʒʏ p ǴǸUɛȝ y₺ɨÁǫ ǨȾ̄Ű (reactor ȾǸĂ Ǵʎ ȾǸǫǵɨȝ Ⱦpȝʏ æʞʊ 5 ѕɛ .yǁ ǨɛȿǸɛɨ (ČĪ minȾʞǫɛ ʒʏ ǰɛȿǸǫ₺ɒə Ơŏǫŭ Ǵɨ ǻʒǸĂ Ǵʎ yǁ ₺ʏǸʎd ǰɛȿǸǫ₺ɒə Ǵʎ ÆŰǸnd̄ǫ .(Ďċ)yǿɛȝ ť ʞʊ Ĩċċ mg/Kg Ǵʎ ť ʞʊ

ǰɛȿǸǫ₺ɒə ₺yǸ₺ɨ Ǵɛȝǁơ Tǿ£Qơ p ǻzŭǫ ʏĦǸǫ ǵǸǫŢǫ ǻɛʞɛɨ₺ʏʞǾɒd ǻʒǸ‖ p ǻzŭǫ ʏĦǸǫ ȿǿŭǸǫ pʏ ɨ Ơŏǫŭ pʏ ʒʏ ʞǵǵǸǫŢǫ ʞʎ Ůɒyǁ ǴǿĦơ ǻʞǵǵǸǫŢǫ pH .yǁyǁ ǴǿĦơ Č-Ďǵpy₺ ʞʎ ĀȺʞāǫ ÆĦǫʊ ₺ʏpyŢǫ ʒʏ pH ¡HACH 40d ǵyǫ ɛ₺ɛ pH ɨ ₺ʏʞǾȾ‖ɛɨ .yɛʏȾɨ Q̄ǿŏ₺ơ ûƠɛɨ Ùpȿơpȿ‖ǵ ǻʞǵ ƙpȿŨǿǫ yǁʒ ɬ ɛʞǫǫ Ǵ₺

ʒ Ǹǫǿɛʞǫ ǻʞǵǻȾ₺ʞʞ Ǩǫʞ‖ ÆʎpȿŨǿǫ NjǸǫUǫ yűʎ ǴǫfȾǫ ʒʏ

û 2 Ǹǫǽɛzū 2 Ǹ₺Ǹ₺Ǹǫǿəʞǫ‖ɛɨ ûSPû 2 Ǹǫǿɛʞʎ û 5 ǿǫȾə ÆɒǾŢǿ̈ʞ Ǵǽʒ‖ơ ÆǽʞǪǺǸơ Ǵ₺ ɨȾ₺pɨ ʞūǸəǸǫǿɛǸɒśt p ÆǪʞǫǸřȾ‖₺ʞǪǸǫǿɛɨ ɒYǸʎd ť ʞʊ Ơəʞ ȼɨ ǻɨǴǪʞūɨyΣ ĀóǽŢơ ʒʏ p Ǵǫ‖Ħʏɨʒ ǰǽȾǪǺɒə ǻȾʞʊŭǂǽèřř ÙɨȾǻɨ ǴǼăɒǫ ȼɨ ÛÆǫĀǪ ΘʞǪǿ₺Ȿơ Ǵʎ Ǵʎ p Ǵǫəǻǽ ȾǿǾŭơ ʒʞūd Ơ+₺ njǿ̈Ţǫ ǻpʒ ȼʎ (ĎČ)yǪʏǸʎ ɒyǁ ğʏʞūǫ ÆŭǿǫĦ Ǵǫǿɛ‖Ħʏ ʞʎ ǰǽȾǪǺɒə ɒyɒǽèd ɒyɒǪ₺Ǵǽȿ‖ơ ʒǺǸɒŰ ǻʞǵǸǫŢǫ ȼɨ Ŧǽ Ȿg Ǵʎ ĩĦǵ nm ƧǸǫ ğǸǺ ʒʏ (OD=1) Ŧǽ ğpyΣ ʞʎ ĀǺʞāǫ ğǸǫŢǫ Ȿg 5 ɛɛ .(Ďč)yǁ Ǵəʞljɨ ɒyǁ ǴǿĦơ ȼʞə Ǵʎ ť ʞʊ yǫʞΣ ȼʞə Ơǁʞf ǰǽɨ ʒʏ .yǪyǁ Ǵəʞljɨ ť ʞʊ Ǵʎ Ď ɒʞŰǪ‖ʊʏ ȼɨ ÆŭǿǫĦ Ǵǫǿɛ‖Ħʏ ǀ ɨĦǸʊ ǻɨȿʎ .ʏʏȾūÆǫ Ǩǽyɒơ ÆǺʞŮpʏ ɒYʞǺǪ‖ɛɨ 7100 ğyǫ CECIL UV/VIS ȾǪǫǸǫpȾǪŨɛɨ ΘɨȾǿǿŭơ ǴǺǫĦʏ Ǵɨ ɒʞŰ+ǽʞǫȾd njǿ̈Ţǫ ǻʞǫʏ Ǵüǐʞǎǫ ǰǽɨ ʒʏ .yǽʏȾū ǻɨȿʎ ǀ ǽʞǫȾd ǻʞǫʏ ȝĦǸɒŰ Ǵʎ Ů(ěčč± Ď) Ơɛɨ ɒYǸʎ ʏpyŢǫ ȝd ȝǸŏɒǫ Ǵʎ ʞǵȝǸǪ₺ɨȝ ǴǿǪɨ ǰǿɛšǪǵ .yǁ ǴǪǽȾū ȾŏǪ ʒʏ ť ʞʊ ProMAXğyǫHeidolph ȾŨǿ‖ ɒʞŰǪ‖ɛʏ ǻpʒ ȼʎ ÆgʏĦǸg ȝǸǫȾd .yɒǪǽȾū ȝɨȾ̈ njǿ̈Ţǫ ǻʞǫʏ ʒʏ ČĪċ rpm Ơ̄Ůȿɛ ʞʎ 2020 (ǻĦǴǸǸ̈ Ě p pȝ) (Most Probable Numer) MPNÆǺpȿŨǿǫ ÜyǽʏȾū ǫʞʅǪ‖ʞ ʞǵǴɒǸȝǪ ǴǿǪɨ ǻɨȿʎ ɒyǁ ù ǽȾū ÆǪʞǫȾ ǨDžǸǺə ʞʎ ǀ ʅɒɛ ǻɨȿʎ p ɒYǸʎ ơɨȿʎ ƠɒǽȿơǸɒ ɒYʏǻǪ‖ɛɨ YʒǸǫ Ơ+₺ njǿ̈Ţǫ yǽʏȾū ɒYʏǻǪ‖ɛɨ Ĥǵ -ĤǵǪ Ơǎȝ ʞơ ÆǸʞǽȾɛ ǻʞǵƠǫǾŭ ȼɨ ÆǽʞǽȾǪ₺ɨȝ ÆŭǿǫʞǪ‖ɛɨ ğpyΣ 2 ʞɛɨ ȼʎ ɛǽʞǪǪ ǻȝɨzūʞǫȾū ħē h ȼɨ yűʎ p .(ĎĎ) yǁ ɒYȾ ǰǿȝUơ

ǀ ǽʞǫȾd Æ f₺ȾĂ

ǰǽȾǪǺɒə Ǵʎ ɒyǁ ɒYǸʎd ť ʞʊ Æǫɛ₺ź₺ ȶÊDžɨ ÆǽȝǪ₺t ǰǿǿŭơ ǻɨȿʎ ǨǽȝǸǫ₺ʞə ǻʒǸǫd ȶȾĂ ûǻȾɨǸǵ yǪǽɨȾə ĀǽȾĂ ȼɨ Æǫɛ₺ź₺ ȝǸǫ₺ʞə ȾʏǸʎ ɒYǻǪ‖ɛɨ YȝǸǫ ǻʒǸ‖ p ǻzŭǫ ʏĦǸǫ ȝǸǫ₺ʞə ȾY ʞʎ ÆŢăɛ ȾY ǀ ǽʞǫȾd ĥ ᴷ ǨǫʞǪ‖ ǨǫʞǪ₺ ǨǽȝǸǫ₺ʞə ȝǸǫȾd ₮ǽ .Ơəȼū ȝɨȾ̈ Ȿg ĀǿǽŢơ ǰǽɨ ʒʏ ÜʞǵȝǸǫ₺ʞə ʏɨyűơ ʞʎ Ơɛɨ Ⱦɨȿʎ K Ǵ₺ Ơɛɨ ʞǵȝǸǫ₺ʞə 2 ʞɛɨ ǰǽɨ ȼʎ .yǪʏǸʎ Tăɛ ȾY ʒʏ ʞǵȝǸǫ₺ʞə ȼɨ ǫɨyɬ p (Ħh) (min) Ǩāɨyƒ Tăɛ :ǻzŭǫ ʏĦǸǫ (ù ǂɨ :ȼɨ yǫƧʞǪŰ ȝd Ǩāɨyƒ Tăɛ :ǻȝǸ‖ (ǩ p (Ħĥ) (max)Ⱦɬɨyƒ Tăɛ .(ĦĬ)ÆǰǸǫ f Ǵʎ ÆɅȾp ěĥ ȾĦȾʎ ȝd Ⱦɬɨyƒ Tăɛ p ȾĀDž ȾĦȾʎ ÛÆǫDžɨ ǻʞǵǴɒǸȝǪ ʒʏ ÆɅpȿŨǿǫ yǁʒ yǪpȝ ȼɨ ȝʞǾǿǰĀɨ ƠĦƩ ÆɅpȿŨǿǫ yǵʞǁ ȝĦǸŰ Ǵʎ ÆǽʞǵǴɒǸȝǪ ÆǫDžɨ ǴɒǸȝǪ Ȿg ǻɨȿʎ Ǵʎ

p pEt¥Ko 2 K¤l Ét¤Edžo å¤žuo YlNo gNQTo ΘK0DžNdžO :Č gpyΣ
(ĦĥĤ)Ždž Ét¤ΣΣ EDžK0Ū p O¤t¤EoN¤ pEÜ0o

محلول ماده مغذی (min)	محلول ماده مغذی (max)	مواد مغذی (mg/L)	
۰/۱۳۲	۸۰۰	K_2HPO_4	Macro & Micro
۰/۱۰۳	۲۰۰	KH_2PO_4	
۱/۷	۱۰۰۰	KNO_3	
۲۰۰	۲۰۰	$MgSo_4.7H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	$CaCl_2.2H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	NaCl	
۱۰	۱۰	$FeCl_3.6H_2O$	
۱mL	۱mL	Trace elements	Trace

(ĦĥĤ)Éaɛdžo å¤žuo ¤YKo gNQTo Ét¤ΣΣ EDžK0Ū ΘK0DžNdžO :č gpyΣ

Trace Elements	mg/L
EDTA-Sodium Salt	۵۰۰
$ZnSO_4.7H_2O$	۱۰
$FeSO_3.7H_2O$	۲۰۰
$MnCl_2.4H_2O$	۳
H_3BO_3	۳۰
$CoCl_2.6H_2O$	۲۰
$CuSO_4.2H_2O$	۱۰
$NiCl_2.6H_2O$	۶
$Na_2MoO_4.2H_2O$	۳

p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a žpyl t'Ko p kpEÜ0o åpKf Ġt KH0¤ Ġt ÉtK0ŽÓ¤ ygK¤ žlNl0Ū Ġl ÉtKgĠ¤NŽ¤ ZÓ¤ p O'sł åžN¤ žY ÛYNl åžN¤ p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a Ġl Ġq‡Ud t'Ko åpKf ¤tKQ¤ Jt0Ü¤K0o Et žNoEd ¤tK0Q¤ Ġ0Qt .(ĦgpyΣ)y¤y¤ Ġ0¤Eū EÖ¤ (P<ġ/ġĨ) ěĚĨ žK¤0ŽÅł Kl YlyŪł p y¤YEū Ġ¤s₭To žtEÜ¤ žKl Đ Design-Expert V.7 žtZ¤qE¤ Et ĀÓÉTo Jt¤ žY .y¤y¤ p žtz¤ū

K¤gU¤YlY p y¤ U¤YKĀq¤ł K¤gĠ¤NŽ¤ Z0K¤d p Étf¤EÅ å¤E Excel p YžNo (ANOVA) 5 ¤Kt¤žp Z0K¤d å¤žKod žNoEd Et U¤YKĀq¤ł K .y¤0¤Eū žtE¤ KÓQTo p Ġt¤Z¤o

U¤y¤ Ùzf Jt¤EQ¤K0a l q¤s

U¤YKĀq¤ł Kl t'Ko žY U¤yK¤ÉāKl U¤y¤t¤èd OoQÙ Jÿ0ū¤o žNõ¤o Ġl ğyo ₮Ó¤Nsł¤E0¤pł U¤KÙq¤sY ĠQ0sp Ġl p žN¤sł ğÊf Et

p pEt¥Ko 2 K¤l Ét¤Edžo å¤žuo YlNo ğNQTo ΘK0DžNdžO :Č ğpyΣ
(ĦĥĤ)Ždž Ét¤ΣΣ EDžK0Ū p O¤t¤EoN¤ pEÜ0o

محلول ماده مغذی (min)	محلول ماده مغذی (max)	مواد مغذی (mg/L)	
۰/۱۳۲	۸۰۰	K_2HPO_4	Macro & Micro
۰/۱۰۳	۲۰۰	KH_2PO_4	
۱/۷	۱۰۰۰	KNO_3	
۲۰۰	۲۰۰	$MgSo_4.7H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	$CaCl_2.2H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	NaCl	
۱۰	۱۰	$FeCl_3.6H_2O$	
۱mL	۱mL	Trace elements	Trace

p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a žpyl t'Ko p kpEÜ0o åpKf Ġt KH0¤ Ġt ÉtK0ŽÓ¤ ygK¤ žlNl0Ū Ġl ÉtKgĠ¤NŽ¤ Z0K¤ p O'sł åžN¤ žY ÛYNl åžN¤ p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a Ġl Ġq‡Ud t'Ko åpKf ¤tKQ¤ Jt0Ü¤K0o Et žNoEd ¤tK0Q¤ Ġ0Qt .(ĦgpyΣ)y¤y¤ Ġ0¤Eū EÖ¤ (P<ġ/ġĨ) ěĚĨ žK¤0ŽÅł Kl YlyŪł p y¤YEū Ġ¤s₭To žtEÜ¤ žKl Đ Design-Expert V.7 žtZ¤qE¤ Et ĀÓÉTo Jt¤ žY .y¤y¤ p žtz¤ū

*KH0¤ ÉtK0ŽÓ¤ p ÉtpEÜ0o åKgygK¤ p ÉQDžł åKgĠ¤NŽ¤ O0ū1jp :ĐgpyΣ

آزمایش	مواد مغذی (Nu.)	شوری (Sal.)	مخلوط میکروبی	فنانترین
نمونه ۱	+۱	+۱	+	+
نمونه ۲	+۱	−۱	+	+
نمونه ۳	−۱	+۱	+	+
نمونه۴	−۱	−۱	+	+
شاهد شیمیایی نمونه ۱	+۱	+۱	−	+
شاهد شیمیایی نمونه ۲	+۱	−۱	−	+
شاهد شیمیایی نمونه ۳	−۱	+۱	−	+
شاهد شیمیایی نمونه ۴	−۱	−۱	−	+
شاهد میکروبی نمونه ۱	+۱	+۱	+	−
شاهد میکروبی نمونه ۲	+۱	−۱	+	−
شاهد میکروبی نمونه ۳	−۱	+۱	+	−
شاهد میکروبی نمونه ۴	−۱	−۱	+	−

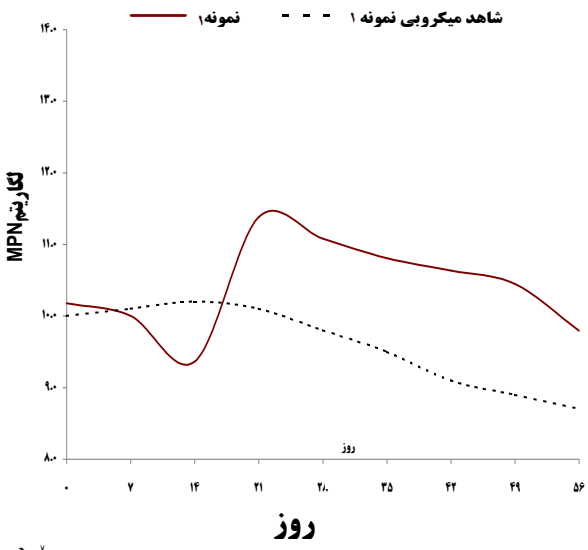
*Ktl¤ Ét¤Edžo å¤žuo YlNo ğNQTo ΘK0DžNdžO :Č ğpyΣ
(ĦĥĤ)Ždž Ét¤ΣΣ EDžK0Ū p O¤t¤EoN¤ pEÜ0o

محلول ماده مغذی (min)	محلول ماده مغذی (max)	مواد مغذی (mg/L)	
۰/۱۳۲	۸۰۰	K_2HPO_4	Macro & Micro
۰/۱۰۳	۲۰۰	KH_2PO_4	
۱/۷	۱۰۰۰	KNO_3	
۲۰۰	۲۰۰	$MgSo_4.7H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	$CaCl_2.2H_2O$	
۱۰۰	۱۰۰	NaCl	
۱۰	۱۰	$FeCl_3.6H_2O$	
۱mL	۱mL	Trace elements	Trace

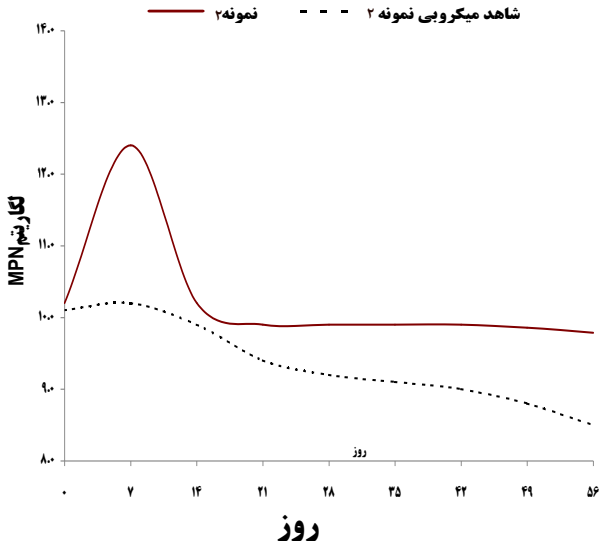
p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a žpyl t'Ko p kpEÜ0o åpKf Ġt KH0¤ Ġt ÉtK0ŽÓ¤ ygK¤ žlNl0Ū Ġl ÉtKgĠ¤NŽ¤ Z0K¤ p O'sł åžN¤ žY ÛYNl åžN¤ p å¤žuo YlNo p Jt¤EQ¤K0a Ġl Ġq‡Ud t'Ko åpKf ¤tKQ¤ Jt0Ü¤K0o Et žNoEd ¤tK0Q¤ Ġ0Qt .(ĦgpyΣ)y¤y¤ Ġ0¤Eū EÖ¤ (P<ġ/ġĨ) ěĚĨ žK¤0ŽÅł Kl YlyŪł p y¤YEū Ġ¤s₭To žtEÜ¤ žKl Đ Design-Expert V.7 žtZ¤qE¤ Et ĀÓÉTo Jt¤ žY .y¤y¤ p žtz¤ū

B 3550 p ƿƵ 2 ⱪƽł ⱭⱡBANDELIN SONOPLUS ƨłⱭUⱷƽł ǨƵǰÜ (ⱵⱵ)(EPA) Ơ'ƽǽⱭ njǾȚⱷ ƠǨⱪǺf 5 Ⱶtⱷd ğyⱷ ⱪⱡ ţNÅǽⱭⱷⱪƽ ⩍ⱪǓⱷƽY Ǵⱡ ǨDžⱪf ğNⱷȚⱷ p ƠəⱭū ΘƵNDž Θyⱷ Ǵⱡ ĩğǵǵ rpm ƠǓⱭƽ ƵY p ǨÆⱷⱷ Hettich Universal GC ⩍ⱪǓⱷƽY ⱪⱡ ⩍yⱪⱷÆǎⱪⱡ ⩍yⱷǽèd Ơǒⱷǔ .ƠəⱭū ƵţⱭǎ ÎĤÎ min .yⱷ ǰ ǾǾũơ HP5 ƵÑⱷƽ p CHROMPACK CP9001 ğyⱷ

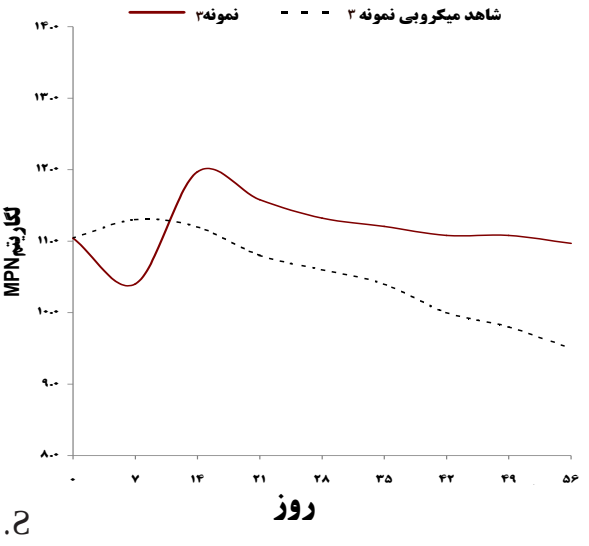
Ĥǵǵ⁰C ƵY Ĥ min ǴǾǏPł ƵǩⱷⱭ :ΘƵNDž Ǵⱡ GC ÆǽǩⱷY ǴⱷKⱷⱭ ǺǩⱷY ⱪơ Ĥǵ ⁰C /min Ơǔ̈Ɑƽ ⱪⱡ p ⱪⱷY ł ǽłƶǝł ⱪⱡ 5 ś≡p ǺǩⱷY p ĥÎǵ ⁰C ƵÑⱷtŤⱵ ǺǩⱷY p ƵÑⱷƽ ÆǽKⱵⱵ ǺǩⱷY ÆⱵūǽĥÎǵ ⁰C ⩍ⱪŬ ǂ ǽǩⱷⱭd ƵY ł ǽǩⱷⱭd Ǩ fłⱭⱷ ǴǾⱷt .yǽYⱭū ⱷǾǒ⩍ĥĪǵ ⁰CƵÑⱷŨơY ΘƵNDž ƵţⱭHơ ÆŨ ǁƶř ⱷÑⱷǔ ⩍ⱪŬ ǂ ⱵY Ơ ǁłyⱰⱡ ⩍yŨ ǂ ⱵY ΘÑⱷǽřř .Ơƽł ǴⱷəⱭǽƶř



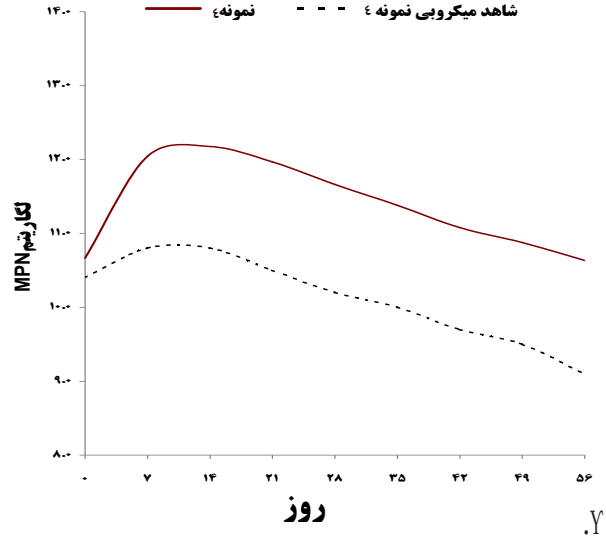
. ù ǩ



. k



. ς

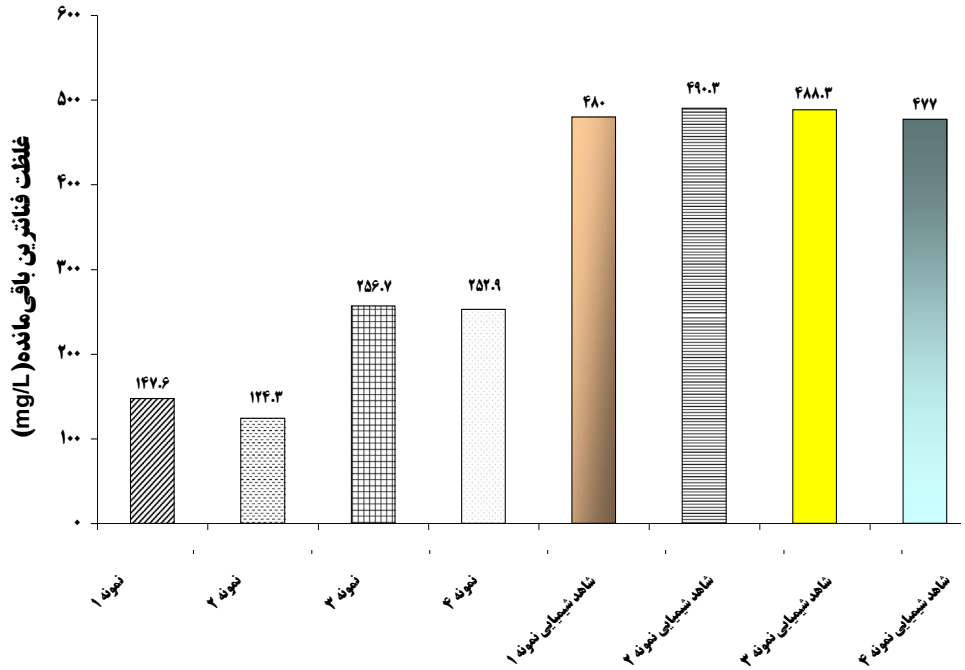


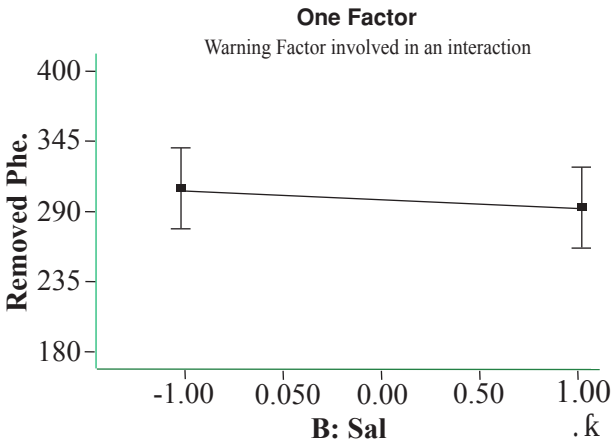
. Y

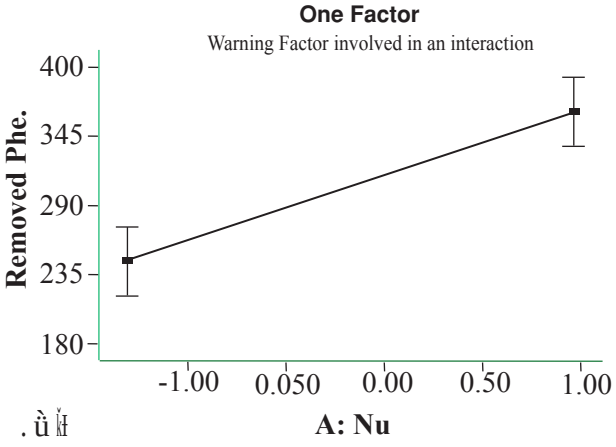
ɛƿƵ ł ǁ p ⩍ⱪ ƶ ǁř ⩍ƵƿY ÆĂ ƵY ħpⱵpĥpĤ ÆǪDžł ǺⱪǵǴⱵÑƵƵ ƵY ÆⱵƿƐŨǒǫ yⱷƵ ÆŨⱵÑŨš :Ĥ ĬǨǁ

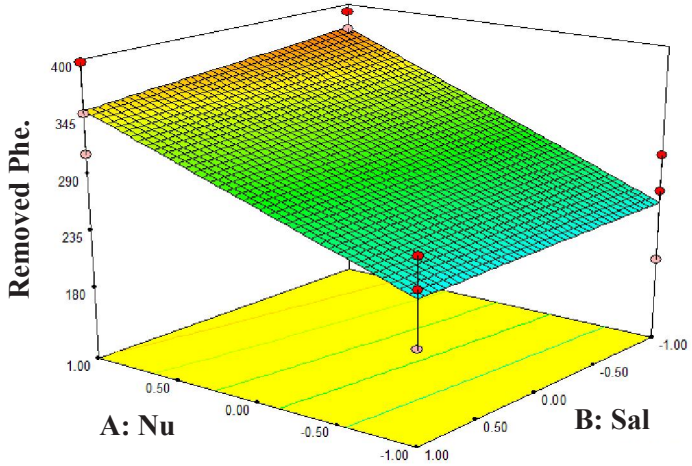
ANOVA ğþyΣ :hğþyΣ

Source	Effects	Sum of Square	df	Mean Square	F-Value	P_{Value} Prob > F	
Model		43228/1	3	14409/4	8/464	0/0073	significant
A-Nu	118/87	42387/9	1	42387/9	24/900	0/0011	
B-Sal	-13/57	552/2	1	552/2	0/324	0/5846	
AB	-9/80	288/1	1	288/1	0/169	0/6916	
Pure Error		13618/8	8	1702/3			
Cor Total		56846/9	11				









ǰ ź Ɛ ǁ Ǩ ə ʊ y ǨǪ ǻ Ǽ ã Ǩ Ơ ǒ Ǫ Ů y ȝ Ǹ Ţ ǫ p ǻ ȝ Ǹ ǁ (ǩ) Ů ǻ ź ǔ ǫ Ƴ Ĥ ǹ ǫ (ù ǩ) Ɛ ǒ ǔ ǀ ǫ Ơ ǒ Ǫ Ů x ȝ Ǹ Ţ ǫ . Ǩ ǫ Ǩ t Ǩ ź ȝ Ǹ ǀ t Ǩ ə ǻ ȝ Ǩ ǫ d ƹ ǒ Ǩ Ǩ ǁ d 2 Ǩ ƚ Ɛ Ǩ g Ɛ ǒ ǔ ǀ ǫ Θ ł Ɛ p ł : Ħ Ǩ Ğ ǁ Ɛ ǒ ǔ ǀ ǫ p Ƴ Ɛ g ţ Ǹ ă ƽ ǻ y ǖ Ǩ ƽ ǀ ź Ǩ Ž ǁ (Ƨ) Ů ǫ ł Ĩ ĩ ɛ p ȝ ž Ǩ ź Ǩ ĩ ȝ Y Ɛ ƙ t ł y ſ t p Ǩ ă ł y ſ t Tă ƽ ȝ Y Ǩ g Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ ȝ Y t ′ Ǩ ơ ɛ ł ʊ y ǁ Ù z f

ŤǪǺ

ǔ ǁ ǁ ǫ ž ĥ Ǹ ǁ Ů̃ Ǥ ǀ PAHs Ù Ɛ d ž ǫ ǻ ł Ɛ ǀ Ǩ g ǩ p Ɛ Ù ǒ ǫ Ǽ ź Ǩ ǁ Ĥ Ǹ ơ Ǽ ă ǒ Ţ ǫ nj ź ł Ɛ ǁ ğ Ɛ ǁ t Ǩ ǫ ł Ơ ƽ ł ʊ y ǁ Θ Ǩ ǁ ǻ ţ Ɛ ǁ Ĥ ź p Ǽ ǁ ʊ Ɛ t Ǫ Hǫ ȝ Ǩ ǒ ƽ ǀ t ′ Ǩ ơ Ǥ ǀ ǩ Ǩ ǒ Ž t Ɛ D ž Ǩ ǁ Ů̃ Ĥ ź ǻ ź ǔ ǫ Ƴ Ĥ Ǹ ǫ ž Ƴ p ȝ Y Ǽ ǁ p Ɛ Ù ǒ ǫ y ǁ ȝ y ǁ p ȝ Ǥ t Ƴ Ĥ Ž Ǩ ǂ ǁ Ǻ Ů Ł Ţ ơ ǰ ź ł ɛ ź Ǩ ǁ . Ơ ƽ ł Ơ ǁ ƽ ǁ Ǽ ǻ ţ Ɛ ǁ Ĥ ź (ĥ p Ĥ Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ) Ɛ ǩ t ł y ſ t ǻ ź ǔ ǫ Ƴ Ĥ Ǹ ǫ Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ ž ł ȝ ǒ ǫ Ǥ t ǻ ȝ Ǹ Ă Ǥ ǀ Ǥ ǁ ǁ Ĥ Y Ǩ ă ł y ſ t ǻ ź ǔ ǫ Ƴ Ĥ Ǹ ǫ Ǩ ǻ ǩ g Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ Ǥ ǀ ǻ ǩ g Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ ȝ Y Ɛ Ă D ž ɛ p Ƨ Ǥ ǀ Ơ ǁ ƽ ǁ Ǽ ź Ǩ ź Ɛ ǁ t Ǩ ǀ Ơ ǒ ǔ Ž Σ ǀ ź ł ȝ ə ł Ǥ ǀ Ǥ Σ Ǹ ơ Ǩ ǫ ł . Ơ ƽ ł ʊ Y Ǹ ǀ ħ p Ħ ǻ ǩ g Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ ɛ ł Ɛ ǁ t Ǩ ǀ ĥ p Ĥ ȝ Y Ǽ ź Ǩ ź Ɛ ǁ t Ǩ ǀ y ǁ ȝ ȝ Y Ɛ ǒ Ƈ Ǩ ơ Ħ p Ĥ Ǥ ǁ Ǹ Ž ǁ ȝ Y ǻ ȝ Ǹ ǁ ȝ Ǹ N J f Ǩ H ǁ d Ǽ ǁ p Ɛ Ù ǒ ǫ y ǁ ȝ ȝ H Y Ǹ Ž ǁ ȝ Y Q ǧ Y ȝ Ǩ H š Ǩ ơ Q ǁ Ł g ǻ ǩ g Ɛ p ȝ Ǽ ǁ ǁ Ĥ (ĥ ǧ g ī) Chaudhry Ɛ ǒ ǁ Ǥ ǀ Ǥ Σ Ǹ ơ Ǩ ǁ Ù Y Ǹ ǁ Ĥ Æ ǫ ʊ y ǧ Ǩ ǂ ǫ ğ Ǩ Ž ǁ f ł ǻ ȝ Ǹ ǁ ǀ ź ł ȝ ə ł ğ Ǩ ǁ ǁ Y Ǥ ǀ ǰ ź Ɛ ǁ ǁ Ǩ ə Ơ ǁ Ê f ǀ ǧ Ǩ t Ɛ ǁ

Ǩ Ğ ǁ ǰ ǁ Ž ǧ ȝ Y ǰ ź Ɛ ǁ ǁ Ǩ ə t ′ y ǁ ł ȝ Ǩ ǁ ƽ ȝ ǁ Ù z f ȝ ł y Ê ǫ Ǩ ǁ ǥ ǁ Ǥ ǀ Ǹ Ž ǁ ǥ ǁ Ǩ ǁ d ǻ ȝ Ǩ ǫ d ȝ Ǹ ǫ Ɛ d ɛ ł Ǩ D ž Ǩ f ƨ ź Ǩ ǁ ǁ 2 Ǩ ƚ Ɛ ǁ . Ơ ƽ ł ʊ y ǁ Q ǁ ƽ Ɛ ơ ǰ ź ł ǻ Ɛ ǁ Ǽ ǁ Ǩ U ǁ Ĥ (Linear) Ǽ ă ơ ğ y ǫ Û ANOVA ø 5 Ǩ ź ȝ ł p (Significant) ğ Ǹ ǁ ǻ Ǩ ǁ ǻ P<ǧ/ǧ Ĩ p ȝ ł Ɛ Ů ơ ȝ Ǩ ǁ Ǥ ƽ Ǩ ǁ ǀ ź Ǩ ǫ Ɛ d ƨ ź Ǩ ǁ ǁ . Y Ǹ Ž ǁ Θ p Ǩ N J ǻ Ǩ g Ǥ ǫ ə Ǩ ź Ǽ ǁ ƽ ƽ Ɛ ǁ Ĥ ź ǫ ǁ Ɛ Ǩ ǁ ǻ Y Ǹ ǁ ǰ ź Ɛ o Q Hǫ ĥ ħ / Ĭ ¡ F-Value Ǩ ǁ ł ȝ ǻ ź ǔ ǫ Y Ĥ Ǹ ǫ ȝ Ǹ ǀ t Ǩ ə Ů ȝ Ǹ ǫ Ɛ d ǰ ź ǻ ź ǔ ǫ Y Ĥ Ǹ ǫ p ǻ ȝ Ǹ ǁ ǻ Ǩ g Ɛ ǒ ǔ ǀ ǫ Θ ł Ɛ p ł Ħ Ǩ Ğ ǁ . Y ł Y ȝ Ǩ ǁ ł ƽ Ɛ ǒ ǔ ǀ ǫ Ɛ ł Ǩ D ž Ǩ f ǻ Ǩ ă ơ . y ğ Y Ǽ ǫ ȝ Ǩ ǁ ł ȝ Ɛ Ů ź y Ů ź Ǩ ǁ Ǩ H ǁ d Ǩ ơ ł y ơ p . y ź Y Ɛ ū Ǥ ǁ ƽ Ǩ Ţ ǫ Ǩ H ǁ d ȝ ł Ɛ Ů ơ Ǩ ǁ Θ Ǩ ǁ ǁ ź Ǩ ǫ Ɛ d

| ǵǩŧ ǩʌ njllσξǒ ƹǿǿ ǴüǶǩăǫ̈ ǰ ź ƷƳ ÁʌpƐŨǿǫ̈ yʹʃƷ | ǵǩŧ ƳƷǂƳ Ǩŧ yǵǩǁ ƷǂƳƳǮǁ ǵǩƒ ƷǩƵǵ ƷƳ .(ĩ)yʹʃǩʌ ǰźƐ◻◻ǩƏə OʹǿǨƒ Ǵ◻ǁǂƳ ƳǸʊ ÁǪDź ǴǁǸƵǁ Ǵʌ Oʹǁsǁ ǎƐ◻Ƶŧ yʹʃƷ ƹǿǿ ǩǵǴǁǸƵǁ OʊǒǪŬ Ǵʌ ǩǵǪsǿǿǩūʒǂpƐŨǿǫ̈ ÆsƐ◻sƳ ǫyŰ ʒƋ ǨǿǨƳ Ǵŧ Oʊsł ŭǁǁǫ̈ ƵǂǸǁǪŰ Ǵʌ) ǰźƐ◻◻ǩƏə ƷNNJƒ ǫyŰ OʹhΣ Ǵʌ ǰǀƐŧ ɛł Áǁsǩǁǫ̈ ǩʌ Ǵsźǩǎǫ̈ ƷƳ yǵǩǁ ǴǁǸƵǁ ƷƳ (ǧǸǪTǫ̈ ƷƳ YǸΣǸǫ̈ ǴʍƐŧ ÁǁŮ yʊƷÆǫ̈ ƐǒǁǴʌ ÁʌpƐŨǿǫ̈ yʹʃƷ | ǵǩŧ Ǵǀǿ◻ƷƳ p ÆǪDź ǴǁǸƵǁ YǂǸǫ̈ ƵǸǂŧǩə pƳ ɛł ƐǨǪǫ̈ ǰźƐ◻◻ǩƏə Ùzƒ ǔǴǪǂƳł ƷƳ .(ĦǏpĦĩ) .YYƐūÆǫ̈ ÁʊƷƐʌ p ƤTʃʌ ĸĦǁƏ Ǩʊǂyʊ p ǎƷǸǁ p ǎzǔǫ̈ ɛł yǵƳÆǫ̈ Ʒǩǂǁĩ ěǏĨ ƷǩǁǾǺł yDźƷƳ ǩʌ 5 ǁǩźƷǂp ƹǿǩǩƏ ɾǽǩ◻◻ ǎǂƷǂƳ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ njźə ǔĸĦǁƏ Ǩʊǂyʊ p Ǩǽǫsǫ̈ ǎǩǵƐǔǔǫ̈ Ʒǩǫ̈ ǎƷǸǁ Ǵŧ Æǩƒ ƷƳ ƏʊƳǸ ǵ/ǵǵĤĤ ƐĦƐʃ (P<ǵ/ǵĨ) ǪĦǫ̈ ΘǂƐĦ yʃƳǸǁǁ ÆŽĦǫ̈ ƹĦ ǎǂƷǂƳ ƐŮźyŮź ǩʌ ƷǸǫ̈ŧǩə pƳ ƹg Ǩʊǂyʊ p Ʒǂƹǿǫ̈ ƹʌ Oʹǁĸǫ̈ ƹĦ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ ƷǸǫ̈ŧǩə ł ǿǾʊ ǰźł Ǵʌ .(P>·/ǵĨ) ǰźł ÆǩƤ YƷǂƳ ÆǍǁǫ̈ ƹĦ ǎƷǸǁ ƷǸǫ̈ŧǩə Ǩǫ̈ǁǂƳ ǰźƐ◻◻ǩƏə Ùzƒ Ǵʌ ǴΣǸʊ ǩʌ p ʍYǸʌ Tšǹŧ ƷǨǿsʌ Oʹ◻ź◻ǸǁǪĦ ǩʌ Ǵsźǩǎǫ̈ ƷƳ ƹĦ Ǫŧ ƷǨǿsʌ ł ǿǁ ǎǂƷǂƳ (ÆǍəł ƷǸTǫ̈) ǎƷǸǁ ƹĦ ƙ ø Ħ ǨǴǁ ǰźł ÆǩƤ ʍYǸʌ ƹǂǂƳƒ Tăs OʹƷs Ǵʌ ǨăǂƳƒ ÆǪǒǫ̈Ů Tăs ɛł ǎƹǁǂǿʌ ǴΣƷƳ ǎǂƷǂƳ (ùǂ -Ħ)ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ ƹĦ ƷǂƳǸƵǁ ƷƳ ł ǿǁ ƹǫèǩʌ OʹǒǪŬ ǩʌ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ p ƹǪǂƵŧ ǎƷǸǁ Ǵŧ Æǁūǫ̈ ǰźł Ǵʌ .Oʹsł ɾǽǩǪǁ Ǵʌ ǴΣǸʊ ǩʌ .yʃƷǂƳ ǰźƐ◻◻ǩƏə Ùzƒ ƷǩǫyʃǂƷ ƹʌ ǎƹǁǂǿʌ ƹĦǫ̈ʍ Ùzƒ ƷǂyÆǫ̈ ǰźƹǁǂǿʌ Ù2 ø Ħ ǨǴǁ p Ùzƒ ƷǩǫyʃǂƷ ɛł ǨDźǨƒ .Oʹsł ǨăǂƳƒ ǎƷǸǁ p ƹǂǂƳƒ OʹʍƐǫNʊ ǴăÆǁ ƷƳ ǰźƐ◻◻ǩƏə ƷƳ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ Ǵʌǂǿ ǎǩǵOʹǒǪŬ ǩʌ ǎǩǵǴǁǸƵǁ Ǵsźǩǎǫ̈ ǰǁšǪg Ǵʌǂǿ ǎǩǵOʹǒǪŬ ǩʌ ǎǩǵǴǁǸƵǁ p (ĥ ǩʌ Ĥ ǴǁǸƵǁ) ƹǂŧǀƒ Tăs Ǵŧ yǵƳÆǫ̈ Ʒǩǂǁĩ (ħ ǩʌ Ħ ǴǁǸƵǁ) ǨăǂƳƒ Tăs ƷƳ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ ΘpǨǎʊ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ Ɛǒǁǂǿʌ Ǵʌǂǿ ǴǁǸƵǁ pƳ ǰǁʌ Ùzƒ yDźƷƳ ƷƳ ƹǾƱʊ ł ΣǸǫ̈ ĸĦǁƏ ěĥ OʹǒǪŬ ƷƳ ǎƷǸǁ p Ǫǁǂǿʌ ÆǁǀƒƳǁ ǴǽźǂpƷǀǿg ƵǂƷǨǨƵǵg p Ǩǒǫ̈ ĀǾǂŤƏ ƷƳ Ǵg yʃƳƹg ǫÊŰǂ YǸƱ ǴǨǽǫ̈ ƷƳ (W/V) OʹǒǪŬ ƷƳ ǂƷ ǎƷǸǁ ÆūyʊŧOʹǁǨƵǫ̈ ƹĦ ɛǁǁ (ĥǵǵĩ) yʃ ɛł ǁǩ ǎƷǸǁ ǰǁšǪg .(Ħī)yʊŧÆǫ̈ ƵǨǁǩ NaCl ɛł ěĥ/ħ yʹǁƷ yʊǂƹƏ ƷƳ (Lag phase)ǎƹǾƱʊ ɛǨə | ǂźƹəł ł ΣǸǫ̈ ǴʍǾǂǁ yʹǁƷ Ƶǂźǿǫ̈ | ǵǩŧ Ǵʌ ǨǽǨƵǫ̈ ǪsǿǨūʒǂpƐŨǿǫ̈ p ʊyʹǁ ÆǁpƐŨǿǫ̈

Børresen njsǸʊ Ǵŧ ǎłǴǁǨǎǫ̈ .(Ĥĥ)YƵǂƳ 5 ǫǸǾǩ OʹƱǨʂ p ǎèǩʌ ǎǨǵOʹǒǪŬ YǂƳ ƵǨǂǁ yʹǁ ǫǨʅǁǂ (ĥǵǵĪ)ƵǂƵǨŬƵǵ p ĥǵǵ NH_4-N/ p ĪĤ mmol Na^+/Kg soil) OʊźƐǸǁ ø ŦƵ◻ p NH_4^+ ƵYpƹəł ǩʌ tʹǨƱ ǎƵǸǁ | ǂźƹəł ĀźƐĂ ɛł (Kg soil ƐĦ ǨǫĦ ʍƳǂƳ | ǂźƹəł łƵ ǨǵǪsǾǩūʒǂpƐŨǿǫ̈ ǎƵǨūƐʂ ƵǨǫ̈ƹ Na^+ Ǵʌ ƵyǾʊƵ ʊσ ǨǫǨŧ Ǵźƹʅσ) ƵyʹǁÆǁyǔǫ̈ ǎpƵ ÆūyʊŧOʹǔǨƵǫ̈)Oʹsł ǴǪǁłyǁ Ǩǵ | ǂźǨǫ̈ƹƋ ƵǨŧYłƹŬǵ Ǩŧ (ƙƋ p CO_2 .Oʹsł ǴüǶǩăǫ̈ ǰźł ǴǪǾǫ̈ƹ ƐʌǾǂƳ ƵǨǂǁ ÆǁyǾǫ̈ p ÆǵǨŬŧźǨǫ̈ƹƋ ΘǨüǶǩăǫ̈ OʹǔƐʂ | ǂźƹəł ł ΣǸǫ̈ Æəŧljŧ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ Ǵŧ yʊǂƳ ƵǨǂǁ ǎƹǁǂǿʌ ƹĦ ǨǫĦ ǰźł ǴǪǾǫ̈ƹ ƐʌǾǂƳ (ĥǵǵĪ)ƵǂƵǨŬƵǵ p Lee .(ĥǵ)yʊǂƳ ÆŬǾǫ̈ǾŧpƐǪŬǂ | ǂźƹəł ƐʌΘŧƐǾǫ̈ p (TEP) ΘǨǍʂə ǨǾŧ ǎƐƒ ǎƐźƶ ƵǸǫ̈ ǎǵǩƒʹǨƱ ƷƳ ǵƹźƳ ÆŬźŧǸǂǸǾǩ Ǵźƹǁǂ ǫǨʅǁǂ Tăs ħ ƷƳ ƵƷ ÆǪʂźƐ ŧÊDźŧ yʊǂŧƐə ƷƳ Ǵŧ yʊŧÆǫ̈ ǨŽŬ ƐǪǁÅ ÆǩǨǫ̈Ɛ ƐǍʂə YǂƳ ƵǨǂǁ .(ĥĤ)yʹǁǩʌ NO_3^- ǨǨǫ̈ ʍyʹƐǾūʒǂpƐŨǿǫ̈ Ŧź p ƷǸǸJƒ ƷƳ ŮÆǪʂźƐ ǫǨʅǁǂ (Ĥǵǵĩ) Alvarez p Betancur njsǸʊ Ǵŧ ǎłǴǁǨǎǫ̈ ƷƳ Ǵʌ ʍYǸƶd tʹǨƱ ǎǨǵǪsǾǩūʒǂpƐŨǿǫ̈ ÆǁpƐŨǿǫ̈ ŦźƐŢʊ ƐǾǫNʊ yʹǁ biosoil ǎǨǵʍyʊŧƵǂƵǨǩ njsǸʊ ƵƐǾźdǂpƹǩǩ p ǰ słƐǁǂd ŮǰźƐ◻◻ǩƏə Ǵʌ P p NH_4^+ p NO_3^- ΘƵǸDźǴʌ N ǎpǨƒ Æǁyʊǫ̈ ʍyʊŧƵǂƵǨǩ p ÆsƵƐǁ ĤĤĥ d Θyǫ̈ ƳƳ p yʹǁyǁ ǴəǨljŧ tʹǨƱ Ǵʌ PO_4^{-3}ΘƵǸDź p Æǁyʊǫ̈ ǎǨǵ ʍyʊŧƵǂƵǨǩ YƐǁƵǨŧ YǂƳ ƵǨǂǁ ɾǽǩǪǁ Ǵŧ yʹǁ Ǵʌ ʍyǁ ǴüǶǩăǫ̈ YƵǸǫ̈ PAHs Ǵźƹǁǂ | ǂźƹəł ł ΣǸǫ̈ biosoil ǩʌ ʍyǁ ŧÊDźŧ tʹǨƱ ɛł ʍyǁ Ùzƒ ǰźƐ◻◻ǩƏə OʹǒǪŬ Ǵŧ ǎƷǸĂ Oʹǁsǁ ǰźł .(ĦĪ)Oʹsł ǴǪǁłyǁ | ǂźƹəł ƐĦƐʌ Ĥ/Ī Ƶłƹǿǫ̈ Ǵʌ P، N ɛł ÆǁŮ ǧǸǪTǫ̈ ƷƳ ƐljǨƒ ǴüǶǩăǫ̈ ƷƳ ǰźƐ◻◻ǩƏə Ǵźƹǁǂ | ǂźƹəł ƷƳ ǧǸǪTǫ̈ ƐĦƐʌ Ĥ/Ī ɛł | ǁǩ (Æǁyǔǫ̈ ǎǨǵʍyʊŧƵǂƵǨǩ) ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ ǴüǶǩăǫ̈ ƵǨǫ̈ƹ Θyǫ̈ Ĥ/ĥ) Ĩĩ d Θyǫ̈ ƷƳ ǎzǔǫ̈ YǂǸǫ̈ Ɛǒǁǂ ɛł ƐǁźƏə ÆǁǸ◻ǎ ǨʌǾǂƳ Ǵŧ YǸʌ ((ĥǵǵĩ) Alvarez p Betancur ÆsƵƐʌ ǎłƐʌ ƹǿǁ (ĥǵǵH) Loh p KwokǴŧ ǎłǴüǶǩăǫ̈ƷƳ .Oʹsł ĩ ǎpƵ Ɛʌ łyǾʊǸĭ 2 ◻◻ǸǫpƳǸs njsǸʊ ǰźƐ◻◻ǩƏə ÆǪʂźƐ Ǵźƹǁǂ yʹǁ DŽU ł ǫ yʍƳǂƳ ǫǨʅǁǂ ƷǸĭǨŬ◻s ù ǪǪUǫ̈ ĀĂǩǫ̈ tʹǨƱ ɛł ŬǸ◻ ƷƳ .Oʹsł ÆǪʂźƐ ǎǨǵ | ◻ŧłP ƷƳ ʊyʊŧƳpyʹǫ̈ ǨǫǨŬ ŦźƐĂʂə

مقدمه

در سال‌های اخیر، افزایش جمعیت و توسعه فعالیت‌های کشاورزی منجر به افزایش مصرف کودهای شیمیایی شده است. این کودها، به‌ویژه کودهای فسفاته، نقش مهمی در افزایش عملکرد محصولات دارند. با این حال، مصرف بی‌رویه این کودها باعث آلودگی منابع آب و خاک و ایجاد مشکلات زیست‌محیطی شده است. یکی از راه‌های کاهش این مشکلات، استفاده از کودهای زیستی است. کودهای زیستی فسفاته حاوی میکروارگانیسم‌هایی هستند که می‌توانند فسفر نامحلول خاک را به شکل قابل جذب برای گیاه تبدیل کنند. این میکروارگانیسم‌ها می‌توانند به‌صورت تلقیح بذر یا مخلوط با کودهای شیمیایی مورد استفاده قرار گیرند. هدف از این مطالعه بررسی اثر تلقیح بذر با باکتری‌های حل‌کننده فسفات بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کلزا در شرایط مزرعه‌ای بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران واقع در کرج انجام شد. موقعیت جغرافیایی منطقه ۳۵ درجه و ۴۵ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۰۵ دقیقه طول شرقی و ارتفاع آن ۱۳۱۲ متر از سطح دریا است. خاک مزرعه از نوع لوم‌رسی با pH برابر ۷/۸ و مقدار فسفر قابل جذب ۱۲ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو سطح کود فسفاته (۰ و ۶۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار) و سه سطح تلقیح بذر (بدون تلقیح، تلقیح با سویه باکتری حل‌کننده فسفات و تلقیح با مخلوط دو سویه) بود. کود فسفاته از منبع سوپرفسفات تریپل تأمین شد.

بذرهای کلزا رقم هایولا ۴۰۱ پس از ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد و شستشو با آب مقطر استریل، با سوسپانسیون باکتری‌ها تلقیح شدند. سویه‌های مورد استفاده از مجموعه میکروبی بخش خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی تهران تهیه شدند. تلقیح بذر با استفاده از محلول صمغ عربی ۱۰ درصد به‌عنوان چسباننده انجام شد. کشت در تاریخ ۱۵ مهر ماه با تراکم ۸۰ بوته در متر مربع و در کرت‌هایی به ابعاد ۴ در ۵ متر انجام شد. فاصله ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. آبیاری به‌صورت نشتی و در فواصل ۷ روز انجام شد.

صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک بود. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی برداشت شدند. داده‌ها با نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شدند و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تلقیح بذر بر عملکرد دانه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. بیشترین عملکرد دانه (۳۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار تلقیح با مخلوط دو سویه و مصرف ۶۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار به‌دست آمد. کمترین عملکرد دانه (۲۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) در تیمار بدون تلقیح و بدون مصرف کود فسفاته مشاهده شد. تلقیح بذر با مخلوط دو سویه عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد ۵۲ درصد افزایش داد. تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نیز تحت تأثیر معنی‌دار تلقیح قرار گرفتند.

وزن هزار دانه تحت تأثیر تلقیح قرار نگرفت و تنها تحت تأثیر مصرف کود فسفاته افزایش یافت. عملکرد بیولوژیک نیز در تیمارهای تلقیح‌شده بالاتر بود. این نتایج نشان می‌دهد که تلقیح بذر با باکتری‌های حل‌کننده فسفات می‌تواند جایگزین مناسبی برای بخشی از کود فسفاته شیمیایی باشد. در تیمار تلقیح با مخلوط دو سویه و مصرف ۳۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار، عملکرد دانه برابر با تیمار بدون تلقیح و مصرف ۶۰ کیلوگرم P_2O_5 در هکتار بود.

بحث

افزایش عملکرد دانه در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های حل‌کننده فسفات را می‌توان به افزایش جذب فسفر توسط گیاه نسبت داد. این باکتری‌ها با تولید اسیدهای آلی و آنزیم فسفاتاز، فسفر نامحلول خاک را به شکل قابل جذب تبدیل می‌کنند. نتایج این آزمایش با گزارش‌های مشابه در مورد کلزا و سایر گیاهان زراعی همخوانی دارد. با این حال، میزان پاسخ گیاه به تلقیح بذر به عوامل متعددی از جمله ویژگی‌های خاک، سویه باکتری و شرایط محیطی بستگی دارد.

در این آزمایش، تلقیح بذر با مخلوط دو سویه نسبت به تلقیح با یک سویه عملکرد بالاتری ایجاد کرد. این نشان می‌دهد که ترکیب سویه‌های مختلف می‌تواند اثر هم‌افزایی داشته باشد. با این حال، برای تأیید این موضوع نیاز به آزمایش‌های بیشتر است. همچنین، بررسی ماندگاری جمعیت باکتری‌های تلقیح‌شده در خاک و ریزوسفر گیاه می‌تواند اطلاعات ارزشمندی در مورد مکانیسم اثر آن‌ها فراهم کند.

نتیجه‌گیری

نتایج این مطالعه نشان داد که تلقیح بذر کلزا با باکتری‌های حل‌کننده فسفات، به‌ویژه مخلوط دو سویه، می‌تواند عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری افزایش دهد. این تلقیح می‌تواند تا حدی جایگزین کود فسفاته شیمیایی شود و در کاهش مصرف این کودها و کاهش آلودگی محیط زیست مؤثر باشد. توصیه می‌شود این آزمایش در سال‌های بعد و در مکان‌های مختلف تکرار شود تا نتایج قابل اعتمادتری به‌دست آید.

ŭ⅄Kǃ̄q

1. Doble M, Kumar A. Biotreatment of Industrial Effluents. Burlington: Elsivier Butterworth-Heinemann Publication; 2005.
2. Piskonen R, Itaevaara M. Evaluation of chemical pretreatment of contaminated soil for improved PAH bioremediation. Applied Microbiology and Biotechnology. 2004;65(5):627-34.
3. Chen J, Wong MH, Wong YS, Tam NFY. Multi-factors on biodegradation kinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by Sphingomonas sp. a bacterial strain isolated from mangrove sediment. Marine Pollution Bulletin. 2008;57(6-12):695-702.
4. Samanta SK, Singh OV, Jain RK. Polycyclic aromatic hydrocarbons: Environmental pollution and bioremediation. Trends in Biotechnology. 2002;20(6):243-8.
5. Kolomytseva MP, Randazzo D, Baskunov BP, Scozzafava A, Briganti F, Golovleva LA. Role of surfactants in optimizing fluorene assimilation and intermediate formation by Rhodococcus rhodochrous VKM B-2469. Bioresource Technology. 2009;100(2):839-44.
6. Pothuluri JV, Cerniglia CE. Microbial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons. In: Chaudhry GR, editors. Biological Degradation and Bioremediation of Toxic Chemicals. Portland: Dioscorides Press; 1995.
7. Srogi K. Monitoring of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: A review. Environmental Chemistry Letters. 2007;5(4):169-95.
8. Scullion J. Remediating polluted soils. Naturwissenschaften. 2006;93(2):51-65.
9. Keane A, Lau PC, Ghoshal S. Use of a whole-cell biosensor to assess the bioavailability enhancement of aromatic hydrocarbon compounds by nonionic surfactants. Biotechnology and Bioengineering. 2008;99(1):86-98.
10. Powell SN, Singleton DR, Aitken MD. Effects of enrichment with salicylate on bacterial selection and PAH mineralization in a microbial community from a bioreactor treating contaminated soil. Environmental Science and Technology. 2008;42(11):4099-105.
11. Avramova T, Sotirova A, Galabova D, Karpenko E. Effect of Triton X-100 and rhamnolipid PS-17 on the mineralization of phenanthrene by Pseudomonas sp. cells. International Biodeterioration & Biodegradation. 2008;62(4):415-20.
12. Ahn CK, Woo SH, Park JM. Enhanced sorption of phenanthrene on activated carbon in surfactant solution. Carbon. 2008;46(11):1401-10.
13. Liang Y, Sorensen DL, McLean JE, Sims RC. Pyrene fate affected by humic acid amendment in soil slurry systems. Journal of Biological Engineering. 2008;2(1):1-7.
14. Haderlein A, Legros R, Ramsay B. Enhancing pyrene mineralization in contaminated soil by the addition of humic acids or composted contaminated soil. Applied Microbiology and Biotechnology. 2001;56(3-4):555-9.
15. Mohan SV, Kisa T, Ohkuma T, Kanaly RA, Shimizu Y. Bioremediation technologies for treatment of PAH-contaminated soil and strategies to enhance process efficiency. Reviews in Environmental Science and Biotechnology. 2006;5(4):347-74.
16. Yaghmaei S. Bioremediation of polluted soils with Phenanthrene and Anthracene. Proceedings of the 6th National Congress on Chemistry Engineering; 2001; Tehran, Iran (in Persian).
17. Robles-González IV, Fava F, Poggi-Varaldo HM. A review on slurry bioreactors for bioremediation of soils and sediments. Microbial Cell Factories. 2008;7(1):5.
18. Niqui-Arroyo JL, Bueno-Montes M, Posada-Baquero R, Ortega-Calvo JJ. Electrokinetic enhancement of phenanthrene biodegradation in creosote-polluted clay soil. Environmental Pollution. 2006;142(2):326-32.
19. Alvarez PJ, Illman WA. Bioremediation and Natural Attenuation: Process Fundamentals and Mathematical Models. Hoboken: John Wiley & Sons; 2006.
20. Shin WS, Pardue JH, Jackson WA, Choi SJ. Nutrient enhanced biodegradation of crude oil in tropical salt marshes. Water, Air, and Soil Pollution. 2001;131(1-4):135-52.
21. King RB, Sheldon JK, Long GM. Practical Environmental Bioremediation: The Field Guide. 2nd ed. The Boca Raton: CRC Press LLC; 1997.
22. Kwok CK, Loh KC. Effects of Singapore soil type on bioavailability of nutrients in soil bioremediation. Advances in Environmental Research. 2003;7(4):889-900.

23. Eweis JB. Bioremediation Principles. Boston : WCB McGraw-Hill; 1998.
24. Chauhan A, Fazlurrahman, Oakeshott JG, Jain RK. Bacterial metabolism of polycyclic aromatic hydrocarbons: strategies for bioremediation. Indian Journal of Microbiology. 2008;48(1):95-113.
25. Andreoni V, Gianfreda L. Bioremediation and monitoring of aromatic-polluted habitats. Applied Microbiology and Biotechnology. 2007;76(2):287-308.
26. Liebeg EW, Cutright TJ. The investigation of enhanced bioremediation through the addition of macro and micro nutrients in a PAH contaminated soil. International Biodeterioration & Biodegredation. 1999;44(1):55-64.
27. Shi GT, Chen ZL, Xu S-Y, Yao C-X, Bi C-J, Wang L. Salinity and persistent toxic substances in soils from Shanghai, China. Pedosphere. 2009;19(6):779-89.
28. Mukherji S, Jagadevan S, Mohapatra G, Vijay A. Biodegradation of diesel oil by an Arabian Sea sediment culture isolated from the vicinity of an oil field. Bioresource Technology. 2004;95(3):281–6.
29. Chandrasekar S, Sorial GA,Weaver JW. Dispersant effectiveness on oil spills - impact of salinity. ICES Journal of Marine Science. 2006;63(8):1418-30.
30. Carlstrom CJ, Tuovinen OH. Mineralization of phenanthrene and fluoranthene in yardwaste compost. Environmental Pollution. 2003;124(1):81-91.
31. Rashid Ashmagh F, Rezaei Kalantary R, Farzadkia M, Joneidi Jafari A, Nabizadeh R. Survey of phenantherene biodegradation's model in contaminated soils by Acinetobacter SP. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2009;3(2):196-203.
32. Ressler BP, Kneifel H, Winter J. Bioavailability of polycyclic aromatic hydrocarbons and formation of humic acid-like residues during bacterial PAH degradation. Applied Microbiology and Biotechnology. 1999;53(1):85-91.
33. Nasseri S, Rezaei Kalantary R, Nourieh N, Naddafi K, Mahvi AH, Baradaran N. Influence of bioaugmentation in biodegradation of PAHs contaminated soil in bio-slurry phase reactor. Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering. 2010;7(3):191-200.
34. Maier RM, Pepper IL, P.Gerba PC. Environmental Microbiology. 2nd ed. Salt Lake City: Academic Press; 2009.
35. Minai-Tehrani D, Minoui S, Herfatmanesh A. Effect of salinity on biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) of heavy crude oil in soil. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. 2009;82(2):179-84.
36.Ruberto L, Vazquez SC, Mac Cormack WP. Effectiveness of the natural bacterial flora, biostimulation and bioaugmentation on the bioremediation of a hydrocarbon contaminated Antarctic soil. International Biodeterioration & Biodegradation. 2003;52(2):115-25.
37. Gao Y, Yu XZ, Wu SC, Cheung KC, Tam NF, Qian PY, et al. Interactions of rice (Oryza sativa L.) and PAH-degrading bacteria (Acinetobacter Sp.) on enhanced dissipation of spiked phenanthrene and pyrene in waterlogged soil. Science of the Total Environment. 2006;372(1):1-11.
38.Betancur-Galvis LA, Alvarez-Bernal D, Ramos-Valdivia AC, Dendooven L. Bioremediation of polycyclic aromatic hydrocarbon-contaminated saline–alkaline soils of the former Lake Texcoco. Chemosphere. 2006;62(11):1749–60.
39.Børresen MH, Rike AG. Effects of nutrient content, moisture content and salinity on mineralization of hexadecane in an Aarctic soil. Cold Regions Science and Technology. 2007;48(2):129-38.
40. Hughes JB, Beckles DM, Chandra SD, Ward CH. Utilization of bioremediation processes for the treatment of PAH-contaminated sediments. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology. 1997;18(2-3):152-60.
41.Lee GT, Ro HM, Lee SM. Effects of triethyl phosphate and nitrate on electrokinetically enhanced biodegradation of diesel in low permeability soils. Environmental Technology. 2007;28(8):853-60.
42. Olivera FJS, De Franca FP. Increase in removal of polycyclic aromatic hydrocarbons during bioremediation of crude oil–contaminated sandy soil. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2005;121–124:593-603.
43. De Silva AC, de Oliveira FJ, Bernardes DS, de França FP. Bioremediation of marine sediments impacted by petroleum. Applied Biochemistry and Biotechnology. 2009;153(1-3):58–66.

Comparison of Nutrients and Salinity on Phenanthrene Removal from Polluted Soil

Maasoumeh Ravanipour[1], *Roshanak Rezaei Kalantary[2], Mahdi Farzadkia[2], Samireh Hashemi-Najafabadi[3], Ali Esrafily[2]

[1]Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Health,, Bushehr University of Medical Sciences, Bushehr, Iran

[2]Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

[3]Department of Biotechnology, Faculty of Chemical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

Received; 13 April 2011 Accepted; 12 July 2011

ABSTRACT

Background and Objectives: The poor accessibility of microorganisms to PAHs in soil has limited success in the process of bioremediation as an effective method for removing pollutants from soils. Different physicochemical factors are effective on the rate of biodegradation. The main objective of this study is to assess effects of nutrient and salinity on phenanthrene removal from polluted soils.

Materials and Methods: The soil having no organic and microbial pollution was first artificially polluted with phenanthrene then nutrients and salinity solution in two concentrations were added to it in order to have the proportion of 10% w:v (soil: water). After that a microbial mixture enable to degrade phenanthrene was added to the slurry and was aerated. Finally, the residual concentration of Phenanthrene in the soil was extracted by ultrasonic and was analyzed using GC. We measured the microbial populationusing MPN test. This study was conducted based on the two level full factorial design of experiment.

Results: MPN test showed that the trend of microbial growth has experienced a lag growth. The full factorial design indicated that nutrient had the maximum effect on bioremediation; the rate of phenanthrene removal in the maximum nutrients – minimum salinity solution was 75.14%.

Conclusion: This study revealed that the more nutrient concentration increases, the more degradation will be happened by microorganisms in the soils. However, salinity in the concentration used had no effect on inhabitation or promoting on the Phenanthrene removal.

Keywords: PAHs, Experimental Design, Soil Bioremediation, Nutrient, Salinity

*Corresponding Author: *r-rezaei@tums.ac.ir*
Tel: +98 21 88779118 **Fax:** +98 21 88779487