ارزیابی جذب عنصر روی توسط کوکوپیت با استفاده از مدلهای ایزوترم حرارتی

بابک خیامباشی [۱]، مجید افیونی [۲]، مصلح الدین رضایی [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، ۲- استاد بخش علوم خاک دانشگاه صنعتی اصفهان

چکیده
در روش کشت بدون خاک در گلخانه ها، بستر کشت و تاثیر آن در تغذیه گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. کوکوپیت یکی از انواع بسترهای کشت رایج در گلخانه میباشد. این تحقیق با توجه به اینکه این بستر میتواند از طریق جذب عنصر روی در میزان فراهمی آن موثر باشد انجام شده است. در این تحقیق مدلهای لانگمویر و فرندلیچ با هم مقایسه شده است. همچنین گروههای عامل موثر در جذب مشخص شده است. نتایج نشان داد که گروههای عامل موثر در جذب عبارتند از -C=O، -C-H، N-H (amino)، -C-O-H، -N-H، $-CH_2$، -C=C-. ضریب همبستگی هردو مدل معنی دار شد اما بالاتر بودن آن در مدل فرندلیچ نشان داد که جذب بصورت چند لایه بوده و مهمترین دلیل آن قدرت متفاوت گروههای عامل در جذب این عنصر میباشد. ضرایب مدل فرندلیچ نیز نشانگر تاثیر این بستر کشت در فراهمی عنصر روی برای گیاه میباشد

واژه های کلیدی: بستر کشت، کوکوپیت، ایزوترمهای حرارتی، روی.

مقدمه
افزایش روزافزون جمعیت همراه با محدود شدن عوامل رشد در تولید محصولات سبب شده است که تولید محصول در شرایط کنترل شده مورد توجه تولید کنندگان و محققان بخش کشاورزی قرارگیرد. در کشت گلخانه ای با توجه به قابلیتهایی نظیر امکان کنترل بهتر عوامل موثر در تولید نظیر میزان نور، دما، میزان آب مصرفی، تغذیه مناسب و نیز امکان استفاده از ارتفاع به جای سطح شرایط مناسبی را برای افزایش تولید در واحد سطح فراهم آورد. کشت محصولات گلخانه ای نیز به دو منظور افزایش تولید در واحد سطح و تولید محصول خارج فصل در کشور ما انجام میشود. در کشتهای گلخانهای یکی از اساسی ترین موارد نوع بستر کشت میباشد. بطور کلی کشتهای گلخانهای از نظر نوع بستر کشت به دو دسته خاکی و بدون خاک تقسیم میشوند. در کشت بدون خاک یا هیدروپونیک میتوان بر مشکلاتی نظیر بیماریهای خاکزاد و رشد علفهای هرز فائق آمده ونیز راندمان آبیاری و شرایط تغذیه گیاه را با توجه به نوع مدیریت کنترل نمود. روش مدیریت، کنترل و بهبود پارامترهای فوق الذکر به طور مستقیم و غیر مستقیم وابسته به نوع بستر کشت میباشد.کشت هیدروپونیک نیز از نظر نوع بستر کشت به دو دسته بدون بستر (NFT) و همراه با بستر تقسیم میشود. در روش کشت هیدروپونیک در بستر کشت،ماده ای که به عنوان بستر کاشت استفاده می شود باید ویژگیهای عمومی مثل ایجاد و فراهم آوردن شرایط مناسب برای رشد ریشه، قابل استفاده بودن برای دامنه وسیعی از گیاهان، دارا بودن ویژگیهای مشخص که در طول زمان تغییر نکند، امکان ذخیره بلند مدت، قیمت مناسب و قابل دسترس بودن، امکان استفاده مجدد،کار کردن راحت با آن، سادگی حمل و نقل، عاری بودن از عناصر مضر (برای گیاه و انسان) و بذر علفهای هرز و عوامل بیماریزا، ضدعفونی ساده، پایین بودن سرعت تجزیه و تخریب آن و همچنین از نظر ویژگیهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی به نحوی باشند که رشد ریشه و فعالت آن (جذب آب و عناصر غذایی) را بخوبی امکان پذیر نماید(اقتداری نایینی و همکاران، ۱۳۹۱).خصوصیات مواد مختلف مورد استفاده به عنوان بستر کشت بطور مستقیم و غیر مستقیم بر رشد گیاه و تولید محصول اثر دارد. بنابراین یکی از مهمترین عوامل ایجاد یک سیستم کشت بدون خاک، انتخاب بستر کشت مناسب است(همتی و همکاران، ۱۳۹۰). برای تولید موفق محصولات در کشت بدون خاک در گلخانه ها احتیاج به ذخیره کافی از مواد غذایی در بستر های مختلف کشت در هر مرحله از رشد گیاه می باشد (همتی و همکاران، ۱۳۹۰).میزان و حجم مواد غذایی محلول در کشت هیدروپونیک بستگی به نوع بستر مورد استفاده (حجم و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی) و نوع محصول (گونه و مرحله رشد) و اندازه ظرف، سیستم آبیاری مورد استفاده و شرایط آب و هوایی غالب منطقه دارد(Singh et al. ۲۰۱۲). در حال حاضر رایجترین بسترهای کشت شامل پرلیت، کوکو پیت، زئولیت، شن و پشم سنگ بوده که به تنهایی یا بصورت مخلوط مورد استفاده قرار میگیرند. بر اساس تحقیقات انجام شده مواد آلی میتوانند تاثیر زیادی بر قابلیت جذب و میزان فراهمی عناصر برای گیاه داشته باشند (Brown et al., ۲۰۰۳). یکی از عوامل م.ثر در فراهمی عناصر در شرایط تعادلی، میزان و قدرت جذب مولکولی عنصر توسط بستر بوده و بالطبع در رهاسازی و فراهمی عنصر برای گیاه نیز نقش مهمی را ایفا میکند. فرایند جذب مولکولی در این مدلها شامل انتقال یون و مولکول از یک فاز به فاز دیگر براساس برخی پیوندهای شیمیایی میباشد که شامل دودسته جذب فیزیکی و شیمیایی میباشد. فرایند واجذب یا رهاسازی نیز شامل آزاد شدن یونها یا مولکولها در شرایط تعادلی جدید است. به بیان دیگر ایزوترم جذب چگونگی فعل و انفعال بین جاذب و جسم جذب شونده را تشریح می کند. لذا همواره به عنوان یک فاکتور اساسی جهت تعیین ظرفیت یك جاذب مد نظر می باشد. چندین مدل ایزوترمی در دسترس است که عمومی ترین آنها مدل جذب تك لایه ای است که توسط لانگمیر در سال ۱۹۱۸ پیشنهاد گردید. از سایر مدلها می توان به مدل جذب چند لایه ای جذب

اشاره کرد که در سال ۱۹۰۶ توسط فروندلیچ بیان گردید. در ایزوترم لانگمیر فرض بر این است کـه جـذب در سـایت هـای همگـن بـر روی جاذب اتفاق می افتد و در واقع بطور موفقیت آمیزی برای توصیف جذب تك لایه ای بکار می رود در مقابل ایزوترم فروندلیچ برای تشریح سیستمهای ناهمگون کاربرد دارد (Dang et al. ۲۰۰۹).

در مقایسه ای که بین مواد آلی در جذب و آزادسازی عناصر جذب مولکولی شده صورت گرفته، مهمترین عامل تـاثیر گـذار در ایـن فرایند نسبت کربن به نیتروژن ماده آلی گزارش شده است. همچنین گروههای عاملی موجـود در ایـن مـواد (گروهـای عامـل الکلـی، کتونها و کربوکسیلیک) نقش مهمی در جذب و رهاسازی عناصر فلزی داشته است (Krishnani et al., ۲۰۰۸).

با توجه به اینکه بسترهای کشت مورد استفاده در کشتهای هیدروپونیک میتوانند تاثیر زیادی در جذب عناصر غـذایی داشـته و بـر عملکرد و کیفیت محصول موثر باشند، ضروری است که بطور مجزا و نیز در ترکیب با یکدیگر تـاثیر آنهـا را بـر وضـعیت عناصـر غـذایی بررسی نمود. در این تحقیق جذب و آزاد سازی عنصر روی توسط کوکوپیت با استفاده از مدلهای ایزوترم حرارتـی لانگمـویر و فرندلیـچ مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش ظرفیت جذب و واجذب عنصر روی توسط کوکوپیت در آزمایشگاه و از روش تعادل جرمی صـورت گرفـت (Hamidpour *et al.*, ۲۰۱۰). نمونه کوکوپیت مورد استفاده در بستر کشت تهیه و با استفاده از ۱۰ نمونه نسبت الیاف به کرک آن مشخص گردید و در طول آزمایش از نسبت یکسان مواد در نمونه مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش در ویالهای ۵۰ میلی لیتری کـه حـاوی ۴۰ میلـی لیـتر محلول روی با غلظت ۲۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰ میکروگرم بر گرم از کلرید روی و ۲/۰ گرم نمونه کوکوپیت انجام شد. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در شیکر دورانی با ۴۰ دور در دقیقه و در دمـای ثـابت ۱± ۲۵قـرار داده شـد. پـس از آن نمـونه هـا بـه مـدت ۲۰ دقیقـه در دستگاه سانتریفوژ قرار داده شد و سپس مقدار ۳۰ میلی لیتر از محلول رویی جهت تعیین میـزان عنصـر روی جمـع آوری شـد. کلیـه نمونه ها دارای ۳ تکرار بوده و همچنین نمونه شاهد نیز جهت حذف سایر عوامل موثر در نتیجه نیز در نظر گرفتـه شـد. میـزان عنصـر روی در نمونه ها توسط دستگاه اتمیک ابزوربشن مورد اندازه گیری قرار گرفت (Analyst Perkin-Elmer ۲۰۰ AAS). در هـر مـورد ظرفیـت جذب طبق معادله زیر بدست آمد(Dang et al. ۲۰۰۹).

$$Q_t = \frac{V(C_i - C_t)}{m} \qquad (۱)$$

که Q_tعبارتست از مقدار فلز جذب شده در واحد جرم جاذب، C_i عبارتست از غلظت اولیه فلز، C_t عبارتسـت از غلظـت ثـانویه فلـز در زمان t، V عبارتست از حجم محلول و m جرم جاذب است.

مدل جذب لانگمیر نیز بصورت معادله زیر در نظر گرفته شد:

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{C_e}{Q_{\max}} + \frac{1}{Q_{\max} K_L} \qquad (۲)$$

که C_e عبارتست از غلظت یون فلز در محلول در شرایط تعادل برحسب میلی مول در لیتر، Q عبارتسـت از غلظـت یـون فلـز بـر روی جاذب در شرایط تعادل بر حسب میلی مول بر گرم، Q_{max} عبارتست از ظرفیت جذب تك لایه ای جاذب بر حسب میلی مول بر گرم و K_L عبارتست از ثابت جذب لانگمیر بر حسب لیتر بر میلی مول.

مدل جذب چند لایه ای فروندلیچ نیز که برای ارزیابی داده های حاصل مورد بررسی قرار گرفت از نظر ریاضـی بـه قـرار زیـر اسـت (Dang et al. ۲۰۰۹):

$$\ln Q_e = \frac{1}{n} \ln C_e + \ln K_F \qquad (۳)$$

که k_f بر حسب میلی مول بر گرم عبارتست از ثابت فروندلیچ که ظرفیت جذب را تشریح می کند و n بر حسب گرم بر لیـتر عبـارت از درجه غیر خطی بین غلظت ماده جذب شونده در محلول و مقدار ماده جذب شده در شرایط تعادل است.

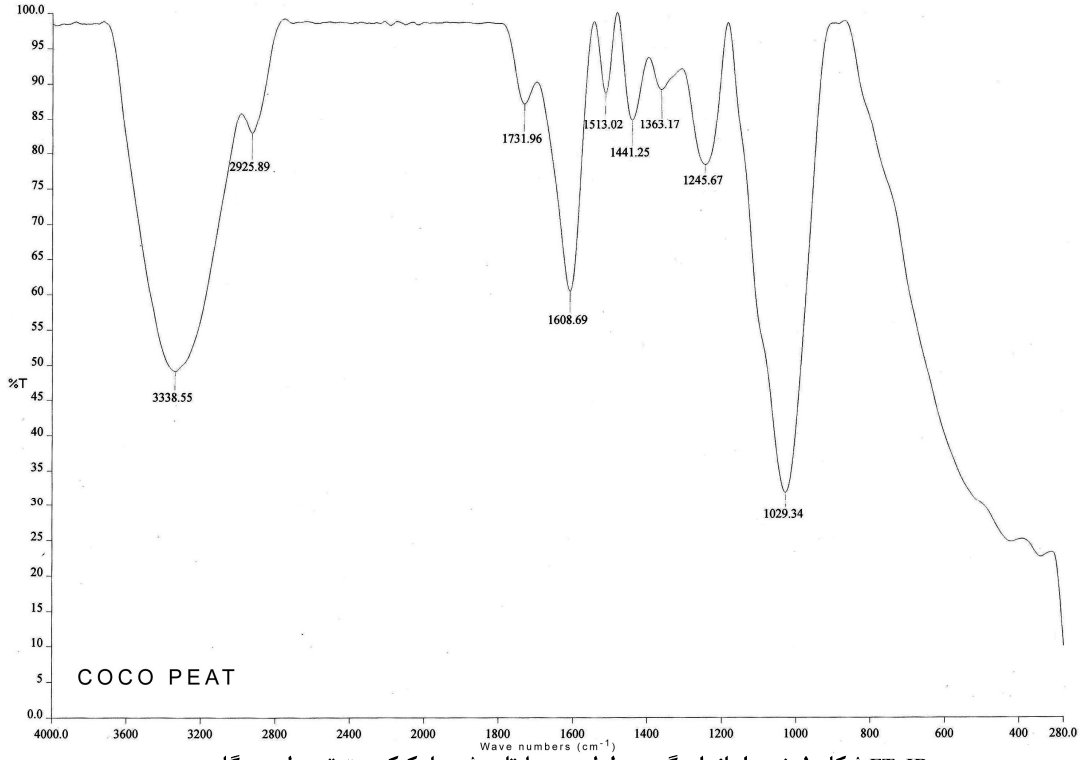
جهت تعیین گروههای عاملی موثر در کوکو پیت از روش FT-IR استفاده شد. حجم خلل و فرج و شعاع متوسـط آن نیـز از روش BJH تعیین گردید.

نتایج و بحث

نتایج حجم خلل و فرج و شعاع متوسط آنها در جدول ۱ آمده است. منحنی نتایج تعیین گروههای عاملی نیـز در شـکل ۱ و تفسـیر گروههای عاملی نیز در جدول ۲ آمده است. گروههای عامل بر اساس واحد طول موج با توجه به منابع علمی و کنترل آنها با توجه بـه ترکیبات تشکیل دهنده کوکوپیت مورد استفاده در آزمایش تعیین گردید.

جدول ۱- نتایج حجم و شعاع خلل و فرج در کوکوپیت

ماده آلی	حجم(cm^3g^{-1})	شعاع(A)
کوکوپیت	۰۰۵/۰	۴۱/۲۱



شکل ۱: نمودار اندازه گیری طول موج بازتاب شده از کوکوپیت توسط دستگاه FT-IR

جدول ۲- ضرایب معادله‌ی فروندلیچ‌برای ایزوترم‌های جذب سطحی نیکل

طول موج ارسالی (cm^{-1})	نام گروه عامل
۳۳۳۸	-N-H (amino)
۲۹۲۵	-C-H
۱۷۳۱.۹۶	-C=O(Ketones, Aldehydes)
۱۶۰۸.۶۹	-C=C-
۱۵۱۳	-N-H
۱۴۴۱	$-CH_2$
۱۳۶۳	-C-O-H
۱۲۴۵	-Si-C-
۱۰۲۹	-P-H or C-N

جدول ۳- پارامترها و ضرایب مدلهای جذب لانگمویر و فرندلیچ برای جذب عنصر روی توسط کوکوپیت

مدل فرندلیچ		مدل لانگمویر	
پارامتر	مقدار	پارامتر	مقدار
R^2	۷۱/۹۰*	R^2	۶۳/۶۴
K_F	۱۲/۰(۰۲/۰)	Q_{max}	۲۰/۵ (۶۳/۰)
n	۲۶/۱ (۱۲/۰)	K_L	۰۲/۰ (۰۰۲/۰)

* سطح معنی داری: < ۰۵/۰
مقادیر داخل پرانتز نشاندهنده میزان خطای استاندارد در محاسبات آماری برای ارزیابی پارامتر مربوطه میباشد.
تعداد نمونه برای هر مدل n=۲۴

مقدار بالاتر ضریب رگرسیون در مدل فرندلیچ نشاندهنده این است که این مدل جذب عنصر روی در کوکوپیت را بهتر از لانگمویر تشریح میکند. بر اساس فرضیات پایه در مدل فرندلیچ، میتوان نتیجه گرفت که جذب عنصر روی بصورت چندلایه میباشد. با توجه به این نتیجه و نیز نتایج نوع گروههای عامل موجود در این بستر کشت میتوان استنباط نمود که مکانیسم جذب بیشتر از نوع جذب فیزیکی میباشد و چند لایه بودن آن نیز بواسطه قدرت متفاوت گروههای عامل در جذب این عنصر میباشد. از سوی دیگر ضریب جذب محاسبه شده بینگر تاثیر این بستر کشت در میزان فراهمی این عنصر میباشد و در نهایت بنظر میرسد که فراهمی این عنصر را برای گیاه کشت شده کاهش میدهد.

منابع

همتی، س.، حسنلویی دیلمقانی، م. ۱۳۹۰. اثر بسترهای مختلف کشت بر میزان عناصر غذایی، و خصوصیات کیفی توت فرنگی رقم سلوا در کشت بدون خاک.

اقتداری نایینی، ع. ۱۳۹۱. فنون پیشرفته در مدیریت کشت بدون خاک(کاربردی). نشر اصفهان: دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان.

Singh, S. , Singh, B. S. ۲۰۱۲. Hydroponics - A technique for cultivation of egetables and medicinal plants. Horticulture for Food, Nutrition and Livelih,ood Options Bhubaneshwar, Odisha, India. p.۲۲۰

Dang VBH, Doan HD, Dang-Vu T, Lohi A. Equilibrium and kinetics of biosorption of cadmium(II) and copper(II) ions by wheat straw. Bioresource Technology. ۲۰۰۹; ۱۰۰ : ۲۱۱-۹.

Hamidpour, M., Kalbasi, M., Afyuni, M., Shariatmadari, H., Holm, P. E., and Hansen, H. C. B. (۲۰۱۰). Sorption hysteresis of Cd (II) and Pb (II) on natural zeolite and bentonite. Journal of hazardous materials ۱۸۱ (۱), ۶۸۶-۶۹۱.

Brown, S., Chaney, R. L., Hallfrisch, J. G., and Xue, Q. (۲۰۰۳). Effect of biosolids processing on lead bioavailability in an urban soil. Journal of environmental quality ۳۲ (۱), ۱۰۰-۱۰۸.

Krishnani, K. K., Meng, X., Christodoulatos, C., and Boddu, V. M. (۲۰۰۸). Biosorption mechanism of nine different heavy metals onto biomatrix from rice husk. *Journal of hazardous materials* ۱۵۳ (۳), ۱۲۲۲-۱۲۳۴.

Abstract

In soilless culture in the greenhouses, type of substrate and its effect on plant nutrition is important. Coco peat is one of the most popular substrates in the greenhouse. The objective of this study was elucidation the effect of Coco peat on zinc availability due to its sorption capacity. Langmuir and Freundlich models were compared and also the functional groups that associated in sorption process were identified. The results illustrated that the most important functional groups were included -NH (amino), -CH, -C = O, -C = C-, -NH, -CH۲ and -COH. Both models had significant R۲ while the Freundlich model had higher R۲ than the Langmuir model. So the sorption processes was followed by multilayer sorption and it was because of various bounding power of associated functional group. The calculated coefficients of Freundlich model introduced the impact of this growing media on zinc availability for plants.