علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره چهار، ویژه نامه زمستان ۸۸

بررسی کاربردگیاهان هایپراکیمولاتور در پالایش خاک های آلوده به نیکل

مریم محمدی روزبهانی [۱*]
M.Mohamadi@srbiau.ac.ir
جهانگیر عابدی کوپایی [۲]

تاریخ دریافت:۸۶/۵/۳۰ **تاریخ پذیرش:۸۶/۱۱/۲۳**

چکیده

با افزایش جمعیت در قرن اخیر، گسترش صنعت و دخالت ها و برنامه‌ریزی های نادرست انسان، روز به روز بر آلودگی های محیط زیست افزوده می شود. از جمله آلودگی های ایجاد شده ، آلودگی خاک می‌باشد و از موارد مهم آلودگی خاک، فلزات سنگین و افزایش آن ها در خاک است که باید به طور جدی مورد توجه قرار گیرد، چرا که با ورود به زنجیره های غذایی و تجمع زیستی[۳] در موجودات باعث مشکلات و بیماری های مختلفی در انسان و دام می‌شوند از طرف دیگر طبق تحقیقات و مطالعات انجام شده گیاهانی مشخص شده‌اند که قادرند فلزات سنگین را از خاک جذب کنند و در اندام های خود ذخیره نمایند و از این طریق خاک منطقه مورد نظر را پالایش کنند. این گیاهان هایپر اکیمولاتورها[۴] هستند. در روش گیاه پالایشی می توان گونه های گیاهی مقاوم به فلز سنگین را که قادر به تجمع فلز در اعضاء خود هستند شناسایی نمود و با توجه به نوع آلودگی ،گونه های مخصوص را در محل مورد نظر بسته به آلودگی موجود کاشت و آن ها را پس از رشد برداشت نمود و با این روش خاک را تصفیه کرد. در این پژوهش، میزان جذب عنصر نیکل توسط سه گیاه منداب ، شلغم و قدومه از طریق عملیات طرح (کاشت، داشت برداشت) با استفاده از نیترات نیکل ۱۰ میلی مولار در آبیاری گیاهان ،نمونه گیری و عصاره گیری از ریشه و اندام های هوایی، هضم نمونه ها و اندازه گیری توسط دستگاه جذب اتمی بررسی شدکه مشخص گردید این گیاهان از جمله هایپراکیمولاتورهای نیکل می باشند و در پالایش خاک های آلوده به نیکل نقش مهمی دارند. نتایج پژوهش نشان می دهد که به طور میانگین ریشه ها نسبت به اندام های هوایی قادر به جذب بالاتری از نیکل هستند.همچنین در بین سه گیاه مورد آزمایش ، اندام های هوایی تقریبا جذب یکسانی داشتند، ولی ریشه گیاه شلغم جذب بالاتری را نشان داده و هایپراکیمولاتور بهتری شناخته می شود.

واژه های کلیدی: هایپراکیومولاتور، نیکل، بهسازی خاک، شلغم، منداب، قدومه

۱- عضو هیات علمی گروه علوم محیط زیست دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات خوزستان*(مسئول مکاتبات).
۲- دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

3-Bioaccumulation
4-Hyperaccumulators

مقدمه

خاک لایه بسیار نازکی از کره زمین را تشکیل می‌دهد که وجود و تغذیه موجودات زنده به آن وابسته است. خاک ها علاوه بر نقشی که در تداوم حیات به عهده دارند در تکامل و حتی در پیدایش حیات نیز تأثیر عمده به جای گذاشته‌اند.خاک برای دفن بقایای آلوده کننده می‌تواند واسطه بسیار سالم تری از هیدروسفر یا اتمسفر باشد.خاک در مقایسه با هوا یا آب توان بهتری برای اکسیده کردن و ابقای آلوده کننده‌ها و انتقال آن ها از زنجیره غذایی به خاک دارد(۱).

استخراج زغال سنگ، تصفیه فاضلاب های شهری و صنعتی و تخلیه لجن تولید شده بر روی خاک، کادمیوم موجود در موارد روان کننده ماشین آلات، کادمیوم و روی حاصل از فرسایش لاستیک‌ها، مولیبدن، و انادیم، کرم‌حاصل از خوردگی فلزات و سرب ناشی از احتراق بنزین، هرکدام به نحوی باعث آلودگی خاک می‌شوند.

بقایای سوخت های فسیلی که در کشاورزی و بیابان زدایی (مالچ نفتی) و به عنوان بهساز در سطح خاک اسپری می‌شوند از دیگر منابع آلوده کننده خاک به شمار می‌روند. مصرف عناصر کم مصرف جیره غذایی دام ها باعث افزایش غلظت این عناصر در کود دامی مربوط و در نهایت آلودگی خاک می‌شود(۲). در مورد اثر غیر مستقیم این عناصر بر سلامتی انسان مدارک زیادی در دست است که نشان می دهد این عناصر از طریق زنجیره غذایی وارد بدن شده و بدین ترتیب سلامت انسان ها را مورد تهدید قرار می دهند(۲تا ۴).

به منظور اصلاح و بهسازی خاک های آلوده می‌توان از روش های بیولوژیک استفاده نمود که به طور آزمایشگاهی برای رفع آلودگی خاک ها مورد استفاده قرار گرفته است و در واقع استفاده از گونه‌های گیاهی با توان بسیار بالای جذب و انباشت عناصر کمیاب است. این گیاهان که موسوم به هایپر اکیمولاتورها هستند در مناطق آلوده به فلزات سنگین رشد کرده و مقادیر نسبتاً متنابهی از فلزاتی چون روی، نیکل، مس و کبالت را در این مناطق آلوده جذب می‌کنند(۲و۴).

مواد و روش ها

در این پژوهش که به صورت یک طرح آزمایشی در دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد،قسمتی از کار عملی در گلخانه دانشکده کشاورزی به انجام رسید. نمونه های خاک مورد استفاده در این طرح از سری های خاک غالب منطقه اصفهان انتخاب شد که پس از انجام برخی آزمایش های تخمین بافت، مشخص شد که خاک مورد نظر دارای بافت لومی رسی شنی می باشد.

۱- انتخاب گونه های گیاهی به عنوان هایپراکیمولاتور

با استناد به تحقیقات صورت گرفته در این زمینه و این که گیاهان خانواده Brassicaceae قادر به جذب فلزات سنگین هستند،۳گونه از این خانواده مورد آزمایش قرار گرفت(۵):

۱-۱- منداب Eruca sativa : گونه زراعی بومی ایران که دانه های روغنی آن در موارد صنعتی و دارویی کاربرد دارد و علوفه آن نیز مورد استفاده دام قرار می گیرد.

۱-۲- شلغم Brassica rapa : گیاهی با ریشه غده ای که به صورت مستقیم مورد استفاده انسان قرار می گیرد.

۱-۳- قدومه Alyssum strigosum : گونه علفی که در نواحی غیر مزروع،کنار جاده هاو... می روید و مصرف دارویی دارد.

۲- تهیه تیمارها[1]

در این طرح از دو تیمار برای هر گیاه استفاده شد:

الف - شاهد(۵مورد برای هر گیاه)

ب - نیترات نیکل Ni(No3)2 ۱۰میلی مولار(۵ تکرار برای هر گیاه)

۳- عملیات طرح

۱-۳- کاشت

پس از آماده نمودن گلدان ها و کاشتن بذرهای گیاهان منداب، شلغم، قدومه در گلدان های مربوط محلول حاوی نیکل به گلدان های مورد، اضافه شد به طوری که در گلدان های شاهد ،آب و در گلدان های مورد محلول ۱۰ میلی

1- Treatment

مولار Ni(No3)2 را به حجم ۵۰۰cc رسانده و گیاهان مورد مطالعه به صورت منظم و بدین ترتیب آبیاری گردیدند.

۲-۳-داشت

در طول مدت رشد به طور مکرر از گلدان ها بازدید گردید و گیاهان مورد مراقبت قرار گرفته تا به میزان مناسب رشد یابند. قابل ذکر است در تمام مدت رشد از هیچ گونه سموم آفت کش و کود استفاده نشد و علف های هرز نیز به صورت دستی حذف شدند.

۳-۳- برداشت

پس از گذشت ۶۰روز بوته ها را برداشت شد به نحوی که ریشه گیاهان نیز از خاک خارج گردید. سپس ریشه ها را کاملاً شستشو داده ، خشک کرده و اندام های هوایی و ریشه ها ر از یکدیگر جدا کرده و پس از توزین و ثبت آن ها، هر قسمت در پاکت مخصوص خود قرار گرفت.

۴-۳-عصاره گیری

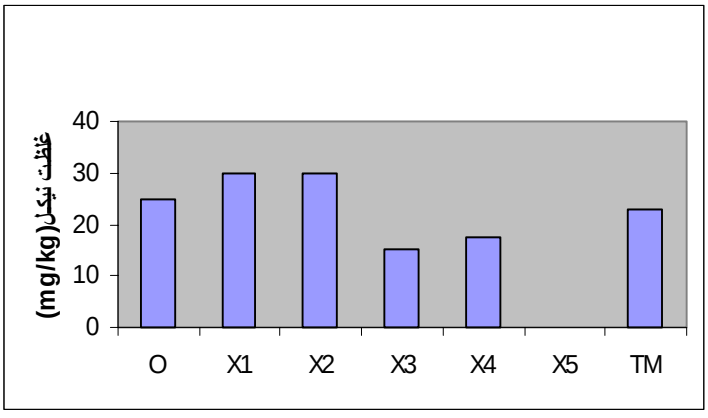
پس از انتقال نمونه ها به آزمایشگاه، پاکت ها به مدت ۴۸ساعت درآون با دمای ۷۰درجه قرار داده شدند تا خشک شوند. بعد از ۴۸ ساعت تمام نمونه ها وزن شده و وزن خشک ریشه ها و اندام های هوایی ثبت گردید.سپس ریشه ها و اندام های هوایی به وسیله هاون چینی کوبیده و آسیاب گردیدتا بهتر در اسید حل شود.پس از پودر نمودن نمونه ها از اندام های هوایی ۰/۵گرم و از ریشه های بیشتر از ۰/۲ گرم،۰/۲ گرم و از ریشه های کمتر از این مقدار تمام آن را برداشت نموده و سپس مقدار ۲۰سی سی اسید نیتریک ۴ نرمال را به اندام های هوایی و همان مقدارنیز به ریشه ها اضافه نموده و به مدت ۲ساعت ظروف را در حمام آب گرم قرار دادیم تا اسید کاملاً بر روی ذرات گیاه اثر کند و عصاره بهتری تهیه شود.پس از ۲ ساعت نمونه ها با استفاده از قیف شیشه ای و کاغذ صافی واتمن ۴۲ صاف شده و حجم مایع های مربوط به اندام های هوایی و ریشه ها را به ۵۰ سی سی رسانده شد که در این مرحله عصاره ها آماده برای ارائه به دستگاه جذب اتمی است.

۵-۳- اندازه گیری نیکل توسط دستگاه جذب اتمی

مقدار نیکل موجود در نمونه هاتوسط دستگاه جذب اتمی مشخص و اندازه گیری شد.

نتایج

نتایج به دست آمده از این پژوهش به صورت نمودارهای مقایسه ای ترسیم شده است که در آن تأثیر تیمارها بر جذب نیکل در گیاهان مورد آزمایش مشخص می گردد (۱ تا ۶).

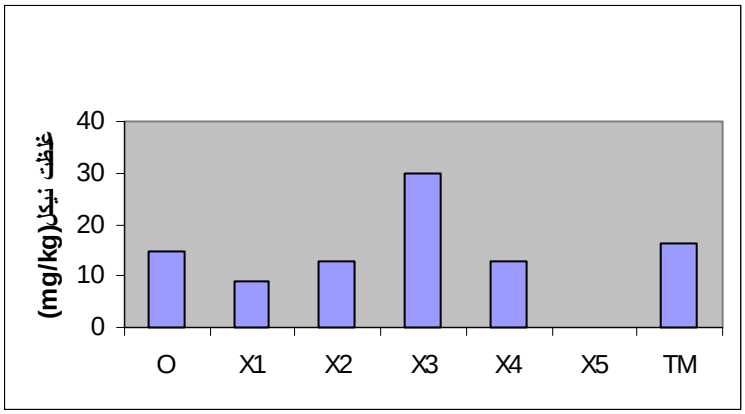


نمودار۱- غلظت نیکل در ریشه گیاه منداب

O= شاهد

Xn= تکرارهای دارای فلز سنگین (Ni)

TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)

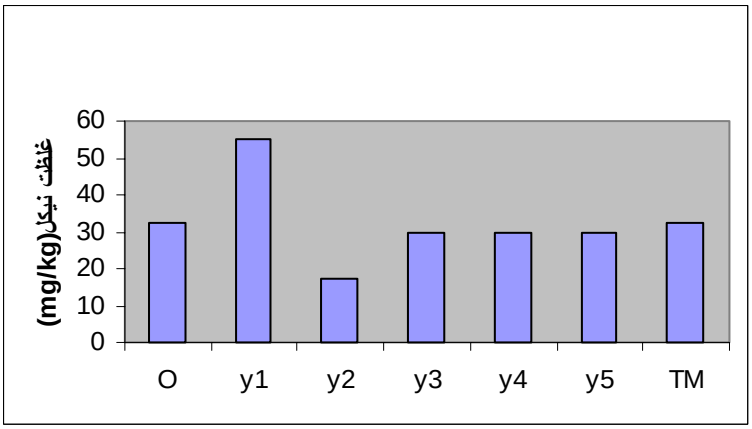


نمودار۲- غلظت نیکل در اندام های هوایی گیاه منداب

O= شاهد

Xn= تکرارهای دارای فلز سنگین(Ni)

TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)

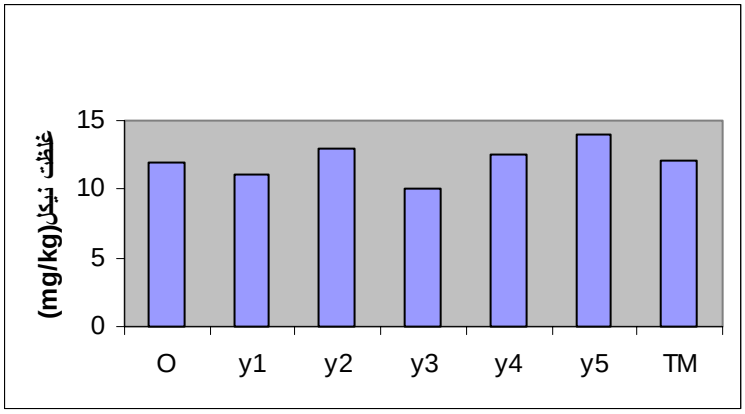


نمودار۳- غلظت نیکل در ریشه گیاه شلغم

O= شاهد

yn= تکرارهای دارای فلز سنگین(Ni)

TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)

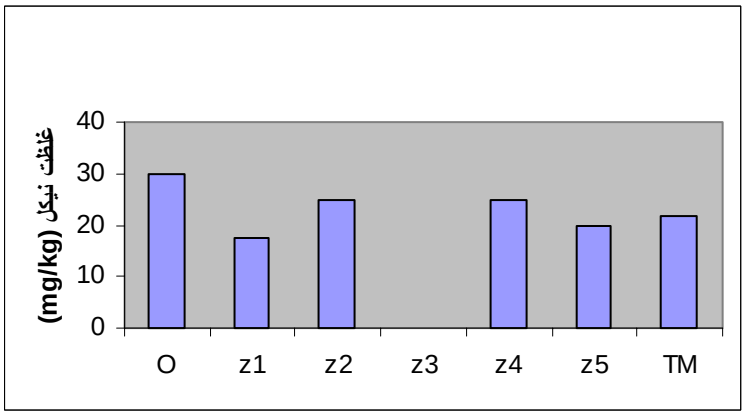


نمودار۴- غلظت نیکل در اندام های هوایی گیاه شلغم

O= شاهد

yn= تکرارهای دارای فلز سنگین(Ni)

TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)

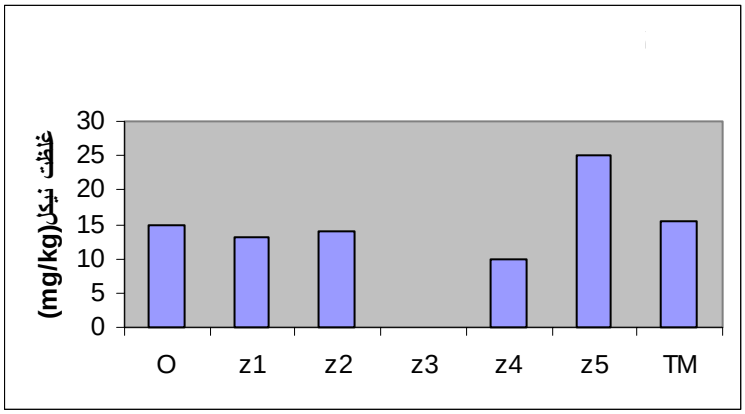


نمودار۵- غلظت نیکل در ریشه گیاه قدومه

O= شاهد

zn= تکرارهای دارای فلز سنگین(Ni)

TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)

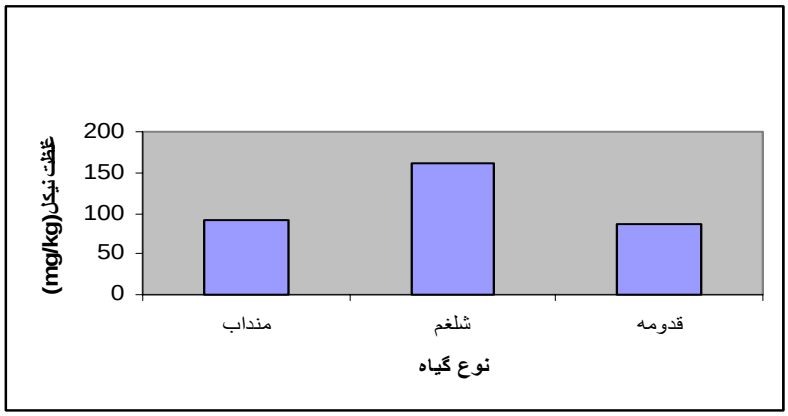


نمودار۶- غلظت نیکل در اندام های هوایی گیاه قدومه

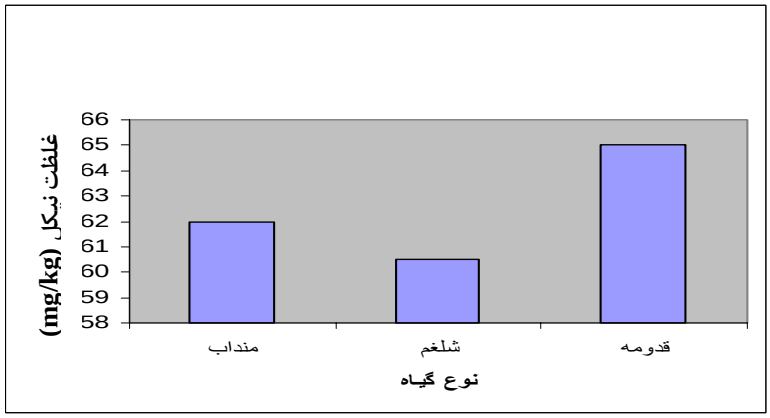
O= شاهد

zn= تکرارهای دارای فلز سنگین(Ni)

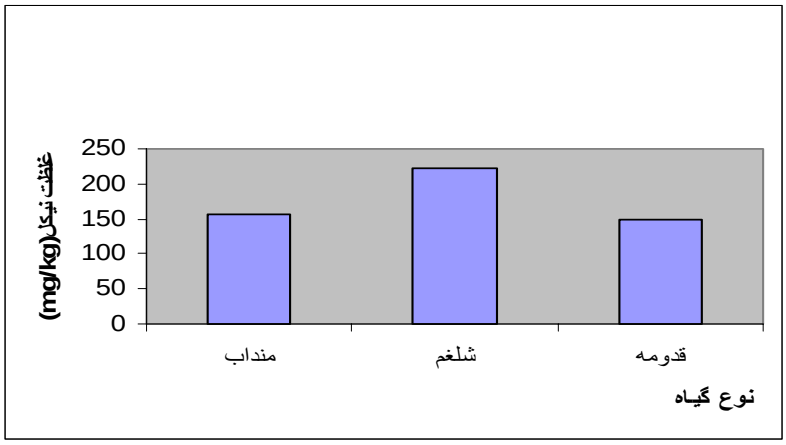
TM= میانگین تکرار های دارای فلز سنگین(Ni)



نمودار۷- مقایسه غلظت نیکل در ریشه های سه گیاه منداب، شلغم و قدومه



نمودار۸- مقایسه غلظت نیکل در اندام های هوایی سه گیاه منداب، شلغم و قدومه



نمودار۹- مقایسه غلظت نیکل در سه گیاه منداب، شلغم و قدومه

تفسیر و نتیجه گیری

نمودارهای ۱ تا ۶ نشان می دهند که تکرارهای دارای نیکل در سه گیاه مورد آزمایش نتایج متفاوتی داشته است به طوری که در هیچ کدام از گیاهان مورد آزمایش جذب به این صورت نبوده است که در تمام موارد جذب در مورد تیمار شده از شاهد بیشتر یا کمتر باشد. در برخی موارد جذب در شاهد بیشتر است و در برخی موارد در گیاهان تیمار شده بیشتر است.

این نمودارها همچنین بیانگر آن است که میزان جذب نیکل در ریشه بیشتر از اندام های هوایی است.

نمودار ۷ نشان دهنده آن است که ریشه های شلغم نسبت به ریشه های منداب و قدومه جذب نیکل بیشتری داشته است.

نمودار ۸ بیانگر آن است که اندام های هوایی سه گیاه مورد نظر در مورد جذب نیکل تفاوت محسوسی ندارند ولی جذب به مقدار کمی در مورد منداب بیشتر است.

از نمودار ۹ چنین استنباط می شود که به طور کلی در بین سه گیاه فوق شلغم نیکل بیشتری را جذب نموده است.

با توجه به ارقام به دست آمده از جذب نیکل توسط گیاهان مورد و تغییر آن ها نتایج متعددی می توان گرفت، البته این نتایج را باید با در نظر گرفتن موارد زیر در نظر گرفت:

۱. میزان طبیعی نیکل در گیاه ۰/۰۲-۵mg/kg می باشد
۲. میزان طبیعی نیکل در خاک ۲-۷۵mg/kgمی باشد.
۳. حد بحرانی نیکل در گیاه mg/kg ۱۰۰-۱۰ می باشد.
۴. حد بحرانی نیکل در خاک ۱۰۰mg/kg می باشد.
۵. میزان نیکل در عصاره خاک آلوده مورد آزمایش ۰/۳۲ ppm می باشد.
۶. میزان نیکل در عصاره خاک شاهد مورد آزمایش ۰/۳۷ppm می باشد.
۷. گیاهان رشد داده شده روی خاک های حاوی نیکل ۲۰-۱۰۰mg/kg نیکل جذب نموده اند.(در مقالات و مطالعات قبل).
۸. در نتایج به دست آمده در برخی موارد گیاهان شاهد نسبت به گیاهان تیمار شده از عنصر ،جذب بیشتری از نیکل داشته اند.
۹. ترشحات ریشه در جذب نیکل مؤثرند و حالت اسیدی دارند.
۱۰. ترشحات ریشه موجب کاهش جذب نیکل می شوند (۵).

با توجه به موارد بالا می توان نتیجه گرفت:

گیاهان انتخاب شده هایپراکیمولاتور نیکل هستند و می توان از آن ها در جذب نیکل و پاک سازی خاک های آلوده

از نیکل استفاده کرد،ولی با توجه به این که در برخی موارد نمونه های شاهد جذب بیشتری را از نمونه های تیمارشده نشان داده اند می توان موارد زیر را استنباط نمود:

۱. خاک انتخاب شده خود حاوی نیکل بوده و خاک اولیه ما به نیکل آلوده بوده است.
۲. در موردی که خاک با نیکل تیمار شده، غلظت نیکل در خاک بالا رفته و نیکل برای گیاه حالت سمیت ایجاد می نماید، در این زمان ترشحات ریشهٔ گیاهان شروع به فعالیت نموده که با توجه به اسیدی بودن این ترشحات از طرفی جذب نیکل در گیاهان کاهش یافته چون این مواد باعث کاهش جذب توسط گیاه می شوند و از طرفی با اسیدی شدن محیط خاک حلالیت عنصر در خاک زیاد شده و چون عناصر جذب گیاه نمی شوند در اثرآبیاری آب شویی شده، از محیط خارج می شوند و به همین علت می باشد که مقدار نیکل در عصارهٔ خاک آلوده از خاک شاهد کمتر است (۵و۶).
۳. در بین سه گیاه انتخاب شده، ریشه شلغم بیشترین جذب را داشته ولی اندام های هوایی سه گیاه تقریباً مشابه هم بودند. در نتیجه از بین سه گیاه انتخاب شده شلغم هایپراکیمولاتور بهتری است.

پیشنهادها

گیاهان منداب، شلغم و قدومه را می توان به عنوان هایپراکیمولاتور نیکل در نظر گرفت و با کاشت این گیاهان در مناطق آلوده به نیکل ، از ورود نیکل به زنجیره های غذایی جلوگیری کرد.

با توجه به نقش ترشحات ریشه در جذب نیکل و تأثیر این ترشحات و میکروارگانیسم های خاک و نقش PHدر جذب نیکل پیشنهاد می شود که در پژوهش های آینده جزئیات بیشتری نظیر آزمایش خاک جهت مشخص شدن نوع عناصر احتمالی و غلظت آن ها مشخص گردد وگیاهان در خاکی کشت شوند که خود سمی و آلوده نباشد ،چرا که در روند آزمایش اختلال ایجاد خواهد نمود.

همچنین با توجه به گستردگی موضوع، پیشنهاد می گرددکه گیاهان بیشتر و عناصر بیشتری در آینده مورد آزمایش قرار گیرند تا هایپراکیمولاتورهای بیشتری جهت جذب این عناصر شناسایی شود و بتوان در موارد مختلف آلودگی و جذب آلودگی های فلزات سنگین و تصفیه خاک از آن ها استفاده نمود.

منابع

۱. دبیری، مینو. ۱۳۷۵. آلودگی محیط زیست (هوا، آب، خاک، صوت). انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران،۳۹۹ ص.
۲. عرفان‌منش، مجید و مجیدافیونی. ۱۳۷۹. آلودگی محیط‌زیست. انتشارات ارکان ،۳۰۸ ص.
۳. بوتکین، دانیل و ادواردکلر. شناخت محیط‌زیست: زمین سیارهٔ زنده، ترجمه عبدالحسین وهاب‌زاده، ۱۳۷۸، موزه طبیعت و حیات‌وحش تهران ، ۶۸۰ص.
۴. عابدی. جهانگیر. ۱۳۷۸. کاربرد هایپراکیمولاتورها در بهسازی خاک های آلوده به فلزات، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲۹.
5. Brooks, R. R. 1998: Plants that Hyperaccumulate Heavy Metals their Role in Phytoremediation, Microbiology, Archeology, Mineral Exploration and Phytomining.
6. Brooks, R.R. (1980) Accumulation of nickel by terrestial plant.
7. Deram, A., Petit, D., Robinson, B., Brooks, R. R., Gregg, P. and VanHalluwyn,Ch. 2000: Natural and induced heavy-metal accumulation by *Arrhenatherum elatius*: implications for phytoremediation. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 31, 413-421.
8. Robinson, B.H et al (2002) Issue uptake and distribation of nickel and other metals in the hyperaccumulator

Berkhya Coddi , New phytologist, Uolume 158.

9. Sehwartz, Ch et al (2001) phytoextractiocn of cd and zn by the byperaccumulator plants, National Research Foundation, Uolume 97, No 11/12.