

## میزان و نحوه تغییرات فلزات سنگین و اندام های گیاهان آبرزی و رسوبات تالاب میانکاله

- \* مهندس فاطمه عبادتی  
 \*\* دکتر عباس اسماعیلی ساری  
 \*\*\* مهندس علیرضا ریاحی بختیاری

### چکیده

فلزات سنگین از عوامل مهم آلاینده محیط زیستی به شمار می روند که از طریق مناطق ساحلی و رودخانه ها وارد دریا و از طریق زنجیره غذایی در بدن آبرزیان تجمع می یابند. گیاهان آبرزی به عنوان حلقه ای از زنجیره غذایی به واسطه جذب فلزات سنگین می توانند نشانگر افزایش نسبی غلظت این عناصر در آب یا رسوبات اکوسیستم های مورد نظر باشند. در این تحقیق به منظور تعیین میزان غلظت فلزات سرب، روی، مس و کادمیم و نقش گیاهان آبرزی در جذب و تجمع آنها از سه گونه گیاهی *Phragmites australis*، *Typha angustifolia* و *Potamogeton crispus* و رسوبات منطقه، ۶ ایستگاه در تالاب بین المللی میانکاله مورد بررسی قرار گرفت. بررسی نتایج حاصل نشان داد که میزان متوسط سرب در رسوبات ۱۹/۸۳ ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۰/۵۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۴ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۵/۴ ppm است. میزان متوسط روی در رسوبات ۲۷۴/۳۳ ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۲۹۰/۸۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۲۰۳/۳۳ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۱۴۱/۵۵ ppm است. میزان متوسط مس در رسوبات ۲۳/۳ ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۷/۶۳ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۵/۴ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۴/۵۸ ppm است. میزان متوسط کادمیم در رسوبات ۱/۳۳ ppm، در گیاه (*Phragmites australis*) ۰/۴۵ ppm، در گیاه (*Typha angustifolia*) ۰/۴۵ ppm و در گیاه (*Potamogeton crispus*) ۰/۵ ppm بود. در گیاهان حاشیه ای (*Phragmites australis*) و (*Typha angustifolia*) بیشترین تجمع فلزات در ریشه دیده شد و در گیاه (*Potamogeton crispus*) تجمع در اندام های مختلف یکسان بود.

### کلید واژه

فلزات سنگین، گیاهان آبرزی، تالاب میانکاله، مازندران.

- \* دانش آموخته گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.  
 \*\* استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.  
 \*\*\* مربی گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس.

Archive of SID

## سرآغاز

۶ ایستگاه به صورت تصادفی و بر اساس تراکم پوشش گیاهی انجام گرفت. در این پروژه سه گروه از گیاهان آبیزی غالب منطقه شامل *Potamogeton*، *Typha angustifolia*، *Fragmites australis* و *crispus* در رابطه با جذب فلزات سرب، روی، کادمیوم و مس مورد بررسی قرار گرفته اند.

پس از نمونه برداری، گیاهان و رسوبات به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه های گیاهی ابتدا با آب مقطر شست و شو داده شده؛ سپس اندام های برگ، ساقه و ریشه جدا گردیدند. آنگاه به منظور خشک شدن، نمونه های گیاه و رسوب در داخل ظروف پتری علامت گذاری شده قرار گرفتند و در دستگاه اتوکلاو به مدت ۴۸ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. پس از خشک شدن، نمونه ها خرد، پودر و الک گردیدند. سپس ۱ گرم از هر نمونه با ترازو وزن گردیدند. برای هضم نمونه ها آنها را درون ظروف پلاستیکی ریخته و روی حمام آبی (با دمای داخلی ۱۰۰ درجه سانتیگراد) قرار داده شد. ابتدا ۵ میلی لیتر اسید فلئوریدریک به نمونه های گیاهی و رسوبات اضافه شد. سپس ۱۰ میلی لیتر اسید نیتریک و ۵ میلی لیتر اسید کلریدریک مجدداً اضافه گردید (ASTM, 2000).

پس از اتمام هضم، نمونه ها صاف گردیدند و توسط اسید نیتریک ۴٪ به حجم ۲۰ میلی لیتر رسانده شدند. بدین ترتیب نمونه های هضم شده برای تزریق به دستگاه جذب اتمی مدل فیلپس P.U.9400 درون ظروف پلی اتیلنی در بسته ریخته شدند (E.Roberts, Alley. 2000).

آزمون های آماری مورد استفاده در این تحقیق شامل آزمون های دانکن و تجزیه واریانس هستند.

## یافته ها

میزان متوسط فلزات سنگین سرب، روی، مس و کادمیوم در اندام های ساقه، برگ و ریشه گیاهان *Phragmites australis*، *Potamogeton crispus* و *Typha angustifolia* و همچنین در رسوبات تالاب میانکاله در جدول شماره (۱) ذکر شده است. نتایج به دست آمده از این جدول به قرار زیر است:

در مورد فلز سرب بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۱۹/۸۳ ppm و ۹/۲۳ ppm است و کمترین میزان سرب در ساقه گیاه *Phragmites australis* ۲/۸۳ ppm به دست می آید. در مورد فلز

دریای خزر دارای اکوسیستم های مهم و جهانی، نظیر تالاب میانکاله است. تنوع و فراوانی پرندگان و سایر موجودات آبیزی و خشکی زی همراه با پوشش گیاهی جالب و حیاتی منطقه این پناهگاه را به اکوسیستمی پیچیده و شکننده بدل ساخته است. به طوری که هر گونه تصرف در اکوسیستم باید از نظر اکولوژیکی کاملاً مورد بررسی قرار گیرد (کیایی، ۱۳۷۸).

تالاب بین المللی میانکاله در استان مازندران در ۲۵ کیلومتری شمال شهرستان بهشهر واقع شده است. این تالاب در جهت شرقی غربی طویل بوده و راس آن در غرب است. رودخانه های دائمی که به تالاب می ریزند شامل رودخانه قره سو و گز هستند. گیاهان آبیزی که در تالاب میانکاله مورد شناسایی قرار گرفته اند از سه گروه گیاهان غوطه ور، شناور و حاشیه ای تشکیل می شوند. گیاهان آبیزی حاشیه ای که اکثریت آنها را گیاه (*Phragmites australis*) تشکیل می دهد، در حاشیه غربی و جنوب غربی به طور متراکم روئیده و همچنین حاشیه جنوبی تالاب تا حوالی بندر گز در بعضی از قسمت های پوشیده از گیاه (*Phragmites australis*) قرار دارد.

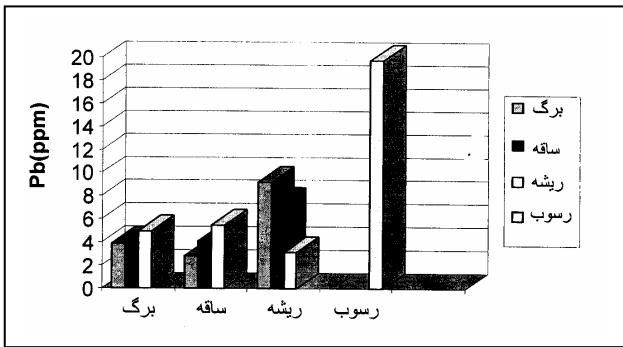
گیاهان غوطه ور و شناور در نواحی کم عمق و حاشیه ای تالاب مشاهده می شوند که تراکم آنها بسیار کم است (لالویی، ۱۳۷۸). آلاینده هایی که تالاب میانکاله را تحت تأثیر قرار می دهند، بیشتر ناشی از گسترش فعالیت های کشاورزی، افزایش جمعیت و فعالیت های صنعتی در کنار سواحل و رودخانه ها، بخصوص رودخانه قره سو بوده و در نهایت منجر به ورود پساب های شهری، صنعتی و کشاورزی به دریا می شوند.

اهداف تحقیق شامل شناسایی رابطه فراوانی آلاینده ها بین رسوب و گیاهان آبیزی و همچنین شناسایی رابطه فراوانی آلاینده ها در اندام های مختلف سه گونه گیاهی مورد مطالعه اند.

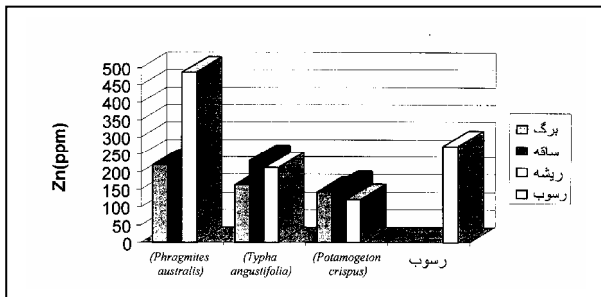
Leland و McNurney در سال ۱۹۷۴، Otte و همکاران در سال ۱۹۹۵، Pilon-Smit و Hong در سال ۱۹۹۹، Moor و Ramamoorthy در سال ۱۹۸۴ و Fifield و Haines در سال ۲۰۰۰ تحقیقات گسترده ای در زمینه اندازه گیری فلزات سنگین در گیاهان آبیزی انجام دادند.

## روش کار

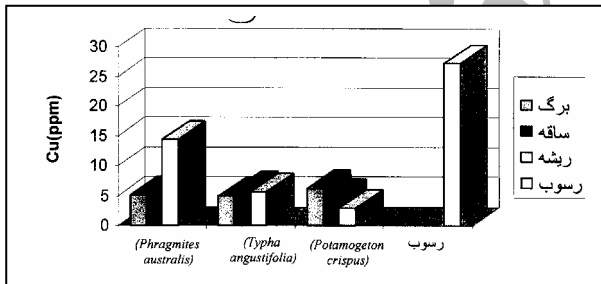
نمونه برداری از گیاهان آبیزی و رسوبات تالاب میانکاله در اوایل خردادماه ۱۳۸۱ پس از یک بررسی مقدماتی از منطقه مورد مطالعه در



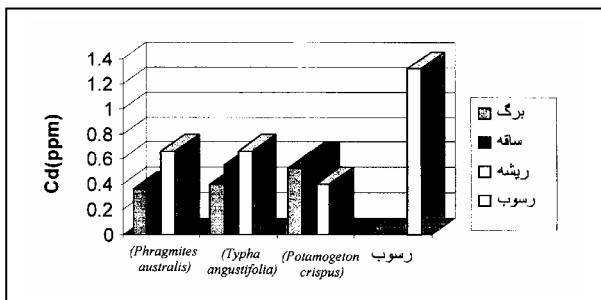
نمودار شماره (۱): مقایسه میزان متوسط غلظت سرب در بافت های گیاهان مورد نظر و رسوب



نمودار شماره (۲): مقایسه میزان غلظت روی در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب



نمودار شماره (۳): مقایسه میزان غلظت مس در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب



نمودار شماره (۴): مقایسه میزان غلظت کادمیم در بافت های مختلف گیاهان مورد مطالعه و رسوب

روی بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۴۸۷/۱۴ ppm است و کمترین میزان روی در گیاه *Potamogeton crispus*، معادل ۱۲۲/۶۶ ppm به دست می آید.

در مورد فلز مس بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۲۸/۷۳ ppm و ۱۴/۴ ppm است و کمترین میزان مس در ریشه گیاه *Potamogeton crispus*، معادل ۲/۹ ppm است. در مورد فلز کادمیم بیشترین غلظت در رسوبات و سپس در ریشه گیاه *Phragmites australis*، به ترتیب معادل ۱/۳۳ ppm و ۰/۶۶ ppm و کمترین میزان کادمیم در برگ و ساقه گیاه *Phragmites australis* و ۰/۳۶ ppm و ۰/۳۳ ppm است (نمودارهای ۱ تا ۴). در بین چهار فلز سنگین اندازه گیری شده بیشترین غلظت متعلق به فلز روی و کمترین مقدار مربوط به فلز کادمیم در نمونه های گیاه و رسوب به دست می آید. همچنین ترتیب نزولی غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه در نمونه های گیاه و رسوب عبارتند از:

روی < مس < سرب < کادمیم

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس به منظور مقایسه بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، کادمیم و مس در اندام های مختلف گیاهان مورد مطالعه در جدول های ۲، ۳ و ۴ بیان شده است.

جدول شماره (۱): میزان متوسط غلظت فلزات سنگین در

نمونه های گیاهی و رسوبات بر حسب ppm

نمونه گیاهی	اندام	Pb(ppm)	Zn(ppm)	Cu(ppm)	Cd(ppm)
<i>Phragmites australis</i>	برگ	۳/۸۶	۲۲۰/۳۳	۵/۰۶	۰/۳۶
	ساقه	۲/۸۳	۱۷۴	۳/۴۳	۰/۳۳
	ریشه	۹/۲۳	۴۸۷/۱۶	۱۴/۴	۰/۶۶
<i>Typha angustifolia</i>	برگ	۳/۲۲	۱۶۳/۳۳	۴/۹۳	۰/۴
	ساقه	۴/۱۳	۲۳۳/۳۳	۵/۹۳	۰/۵۶
	ریشه	۷/۴	۲۱۳/۳۳	۵/۶۳	۰/۶۶
<i>Potamogeton crispus</i>	برگ	۵	۱۴۲/۶۶	۶/۱۳	۰/۵۳
	ساقه	۵/۴۶	۱۵۹/۳۳	۴/۷۳	۰/۶
	ریشه	۳/۱۶	۱۲۲/۶۶	۲/۹	۰/۴
رسوب	رسوب	۱۹/۸۳	۲۷۴/۳۳	۲۷/۳	۱/۳۳

**جدول شماره (۴): آنالیز تجزیه واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Potamogeton crispus* و رسوبات منطقه مورد مطالعه**

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۶۵۴۹۰/۰	۳	۲۱۸۳۰/۰	۲/۱۴۰	۰/۱۵۳
	داخل گروه ها	۱۱۲۲۱۱/۳۲	۸	۱۰۲۰۱/۰۳۰		
	کل	۱۷۷۷۰/۳۳	۱۴			
Cd	بین گروه ها	۲/۴۹۶	۳	۰/۸۳۲	۱۲/۷۱۱	۰/۰۰۱
	داخل گروه ها	۰/۷۲۰	۸	۰/۶۵۴۵		
	کل	۳/۲۱۶	۱۴			
Cu	بین گروه ها	۱۸۸۵/۶۶۰	۳	۶۲۸/۵۵۳	۱۹/۸۳۸	.
	داخل گروه ها	۳۴۸/۵۵۳	۸	۳۱/۶۸۵		
	کل	۲۲۳۴/۱۹۳	۱۴			
Pb	بین گروه ها	۸۵۰/۳۶۹	۳	۲۸۳/۴۵۶	۳۱/۰۸۵	.
	داخل گروه ها	۱۰۰/۳۰۷	۸	۹/۱۱۹		
	کل	۹۵۰/۶۷۶	۱۴			

### بحث و نتیجه گیری

در میان فلزات مورد مطالعه، بیشترین میزان، صرف نظر از گونه آبی متعلق به فلز روی است که در اندام های مختلف گیاهان آبی و همچنین رسوبات بستر بیشترین فراوانی را به خود اختصاص داده است. نتایج حاصل از آزمون های دانکن و تجزیه واریانس نیز در ارتباط با تماس فلزات مورد مطالعه با سطح اعتماد ۹۵ درصد، حاکی از معنی دار بودن میزان جذب در ریشه گیاه *Phragmites australis* نسبت به ساقه و برگ در مقایسه با سایر گونه هاست. در حالی که این تفاوت در برگ گیاه *Potamogeton crispus* در خصوص سرب نسبت به سایر گیاهان آبی دیده می شود. از آنجا که گیاه *Potamogeton crispus* گونه ای غوطه ور است نقش ریشه در آن نسبت به گیاهان *Typha angustifolia* و *Phragmites australis* که ریشه چند ساله دارند از اهمیت کمتری برخوردار است. جذب فلزات سنگین از طریق رسوبات کاهش یافته و بر عکس جذب آن از طریق برگ و آب افزایش می یابد. بنابراین دور از انتظار نیست که فلزات سرب، مس و روی که در رسوبات بیشترین غلظت را دارند در ریشه گیاهانه چندساله *Phragmites australis* و *Typha angustifolia* افزایش معنی دار نشان دهند. این ارتباط بویژه در خصوص فلز روی و

**جدول شماره (۲): آنالیز تجزیه واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Phragmites australis* و رسوبات منطقه مورد مطالعه**

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۳۸۵۰۷۸/۴۶	۳	۱۲۸۳۵۹/۴۹	۲/۲۳۱	۰/۰۴۴
	داخل گروه ها	۷۹۴۶۱۳/۵۰	۲۰	۳۹۷۳۰/۶۷۵		
	کل	۱۱۷۹۶۹۲/۰	۲۳			
Cd	بین گروه ها	۳/۸۷۲	۳	۱/۲۹۱	۲۴/۰۴۸	.
	داخل گروه ها	۱/۰۷۳	۲۰	۰/۵۳۶۷		
	کل	۴/۹۴۵	۲۳			
Cu	بین گروه ها	۲۱۷۳/۳۶۵	۳	۷۲۴/۴۵۵	۲۵/۴۲۹	.
	داخل گروه ها	۷۶۹/۷۸۰	۲۰	۳۸/۴۸۹		
	کل	۲۷۴۳/۱۴۵	۲۳			
Pb	بین گروه ها	۱۰۹۰/۶۸۵	۳	۳۶۳/۵۶۵	۳۲/۸۶۱	.
	داخل گروه ها	۲۲۱/۲۷۳	۲۰	۱۱/۰۶۴		
	کل	۱۳۱۱/۹۵۸	۲۳			

**جدول شماره (۳): آنالیز تجزیه واریانس به منظور بررسی اختلاف بین میزان تجمع فلزات سرب، روی، مس و کادمیم در ریشه، ساقه و برگ گیاه *Typha angustifolia* و رسوبات منطقه مورد مطالعه**

فلز	منبع تغییرات	S.S	Df	M.S	نسبت F	سطح معنی دار
Zn	بین گروه ها	۳۹۸۴۱/۰	۳	۱۳۲۸۰/۳۳۳	۱/۷۶۶	۰/۲۳۱
	داخل گروه ها	۶۰۱۶۲/۶۶۷	۸	۷۵۲۰/۳۳۳		
	کل	۱۰۰۰۰۳/۶۷	۱۱			
Cd	بین گروه ها	۲/۳۰۹	۳	۰/۷۷۰	۹/۹۳۲	۰/۰۰۵
	داخل گروه ها	۰/۶۲۰	۸	۰/۷۷۵۰		
	کل	۲/۹۲۹	۱۱			
Cu	بین گروه ها	۹۳۴/۸۸۲	۳	۳۱۱/۶۲۷	۲۳/۱۷۷	.
	داخل گروه ها	۱۰۷/۵۶۷	۸	۱۳/۴۴۶		
	کل	۱۰۴۲/۴۴۹	۱۱			
Pb	بین گروه ها	۳۸۶/۱۳۷	۳	۱۲۸/۷۱۲	۴۰/۳۴۹	.
	داخل گروه ها	۲۵/۵۲۰	۸	۳/۱۹۰		
	کل	۴۱۱/۶۵۷	۱۱			

- ریشه گیاه *Phragmites australis* بوضوح آشکار است و می تواند ریشه این گیاه را به عنوان نمایانه ای در جذب فلز روی دانست. در سایر اندام های گیاهان، نظیر ساقه و برگ بغیر از گیاه *Potamogeton crispus* میزان جذب فلزات کمتر و کم و بیش متناسب با غلظت آن در آب و رسوب است. از آنجایی که بسیاری از ماهیان آب شیرین در مناطق تالابی زیست و تغذیه می کنند و با توجه به گونه و مرحله زیست خود از گیاهان آبی نیز به عنوان بخشی از منبع غذایی استفاده می کنند، جذب فلزات سنگین در زنجیره غذایی آبزیان یکی از راه های تجمع در بدن آنان است که در نهایت به انسان منتقل می شود که با توجه به ماهیت فلزات از نظر سمی بودن در غلظت های متفاوتی منجر به تأثیرات نامطلوب در سلامت مصرف کنندگان می شوند. شایان ذکر است، علیرغم بالا بودن فلز روی در گیاهان آبی مورد مطالعه، با توجه به نیاز بدن در سنتز آنزیم های مختلف در فعالیت های متابولسمی، خطر آن در مقایسه با عناصری چون سرب و روی بسیار کمتر است و کمبود این عنصر در بسیاری از کشورها از جمله ایران و مصر به طور عمومی گزارش شده است (اسماعیلی، ۱۳۸۱). در حالی که حضور فلزات سرب و کادمیم در اکوسیستم های آبی و در زنجیره غذایی را باید بسیار جدی و خطری برای محیط زیست و انسان تلقی کرد.
- منابع مورد استفاده**
- اسماعیلی ساری، عباس. ۱۳۸۱. آلاینده ها - بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. ص: ۸۰۰.
- کیایی، بهرام. ۱۳۷۸. اکوسیستم های تالابی و رودخانه ای استان گیلان، سازمان حفاظت محیط زیست.
- لالویی، فرامرز. ۱۳۷۸. بررسی هیدرولوژیک خلیج گرگان. بولتن علمی شیلات ایران، پاییز ۱۳۷۲. ص: ۵۳ تا ۶۸
- ASTM. 2000. Annual book of ASTM Standards ASTM. Vol:11. 01, pp. D1971-95. D-4691-96.
- E. Roberts Alley. 2002. Water Quality Control Hand book. Mc Graw Hill: F77. F228.
- Fifield, F. W. and Haines, D. J. 2000. Environmental Analytical Chemistry, (2<sup>nd</sup> ed), Black well Science ltd.
- Leland, H. V. and Mcnurney, I. M. 1974. Lead transport in a river ecosystem in Proceedings of the International Conform Transport of Persistent Chemical, Ottawa.
- Moor, J. W. and Ramamoorthy, S. 1984. Heavy Metals in Natural Waters, Spring-Verlag, New York, 268pp.
- Otte, M. L., Kearns, C. C. Doyle, M. D. 1995. Accumulation of arsenic and zinc in the rhizosphere of Wethland plants, bull. Environment. Costem. Toxicol, 55: 154-161.
- Pilon-Smit, E. A and Hong, G. 1999. Selenium volatilization and accumulation by twenty aquatic species, the Journal of Environmental Quality, 28: pp. 1011-1018.

## فراخوان مقاله

با استعانت از پروردگار متعال، دانشکده محیط زیست به منظور معرفی تحقیقات محیط زیستی انجام شده در کشور و دریافت جدیدترین تحقیقات انجام شده در جهان اقدام به چاپ نشریه ای در ارتباط با پژوهشهای محیط زیست به زبان انگلیسی با نام "International Journal of Environmental Studies" نموده است. بدینوسیله از کلیه استادان، محققان، پژوهشگران و دانشجویان محترم جهت ارسال مقالات خود به زبان انگلیسی دعوت بعمل می آید. ضروری است مقالات ارسالی به صورت الکترونیک در محیط Windows XP و شامل عنوان، چکیده، کلمات کلیدی، مقدمه، مواد و روشها، نتایج، بحث و نتیجه گیری، یادداشت ها و منابع باشد.

آدرس: شماره ۲۵، خیابان قدس، خیابان انقلاب، دانشکده محیط زیست

تلفن تماس: ۶۶۴۸۷۱۷۰ و ۶۶۴۰۶۶۰۵

فکس: ۶۶۴۰۷۷۱۹

پست الکترونیک: mag\_natures@ut.ac.ir