

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



تازه آموزش  
مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (GAN)

مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



تازه آموزش  
آموزش استفاده از وب آو ساینس

کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



## ارزیابی رهایش افزودنی خاک در روان آب: مبنایی ضروری برای مدیریت مهار فرسایش خاک

زینب حزباوی<sup>۱</sup>، سید حمیدرضا صادقی<sup>۲\*</sup>، حبیب‌اله یونسی<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس

۲. استاد گروه مهندسی آبخیزداری، دانشگاه تربیت مدرس و رئیس انجمن آبخیزداری ایران

۳. دانشیار گروه محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس

sadeghi@modares.ac.ir

### چکیده

فرسایش خاک یکی از بحرانی‌ترین خطرات زیست محیطی در سطح جهان است. از طرفی کاربرد افزودنی‌های پلیمری خاک از جمله پلی‌آکریل‌امید به‌عنوان یکی از بهترین اقدامات مدیریتی توسط بسیاری از محققان و مؤسسات دولتی به‌منظور مهار فرسایش خاک معرفی شده است. به‌رغم این‌که پلی‌آکریل‌امید یک پلیمر پایدار و غیر سمی معرفی شده، اما مونومرهای آکریل‌امید سازنده آن یک عامل سمی ارزیابی شده است. بر همین اساس برای ارزیابی اثرات محیط زیستی حاصل از کاربرد پلی‌آکریل‌امید نیاز به اطلاعات بیش‌تری در خصوص تعیین میزان آکریل‌امید رهایش یافته در روان‌آب از پلیمر مذکور می‌باشد. حال آن‌که این مهم تاکنون بسیار کم مورد توجه قرار گرفته است. لذا پژوهش حاضر در راستای اهداف آبخیزداری سازگار با محیط زیست، به‌منظور اندازه‌گیری مونومر آکریل‌امید رهایش یافته در روان‌آب در اثر استفاده از پلی‌آکریل‌امید روی خاک لومی سیلتی منطقه بجنورد تحت باران مصنوعی با دوام و شدت ۳۰ دقیقه و ۱/۲ میلی‌متر در دقیقه در آزمایشگاه بزرگ شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در این پژوهش از کرت‌های کوچک با شیب ۲۰ درصد استفاده شد. نتایج حاصل از پژوهش، دلالت بر رهایش معنی‌دار آکریل‌امید ( $P=0/02$ ) در روان‌آب خروجی از کرت‌ها بوده است. با وجود این، در تمامی تیمارها میزان آکریل‌امید رهایش یافته کم‌تر از ۰/۱۲ درصد پلی‌آکریل‌امید مصرفی به‌دست آمد که کم‌تر از مقدار مجاز آن بوده است. یافته‌های حاصل از این پژوهش مؤید ضرورت دقت در استفاده از مقدار مناسب پلی‌آکریل‌امید به‌منظور جلوگیری از ورود پلیمرهای مصرفی به منابع آب و خاک می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** آبخیزداری سازگار، آکریل‌امید، افزودنی‌های خاک، شبیه‌ساز باران و فرسایش، مدیریت منابع آب و خاک

### الف - مقدمه

فرسایش خاک<sup>۱</sup> یک فرآیندی طبیعی است که در ابتدا در اثر نیروی آب و باد حاصل می‌شود. ذرات خاک از خاک‌دانه‌ها جدا می‌شوند و به‌وسیله فرایندهای طبیعی به مناطق دیگر حرکت می‌کنند. در اثر این فرآیند حاصل‌خیزی خاک و کیفیت محیط

<sup>1</sup> Soil Erosion



زیست کاهش می‌یابد. به همین دلیل یکی از بحرانی‌ترین خطرات زیست محیطی در سطح جهانی معرفی شده است. عوامل زیادی از جمله شیب، خصوصیات خاک، شدت بارندگی و انواع اقدامات مدیریتی، پتانسیل و شدت فرسایش خاک را به طور مستقیم تحت تأثیر قرار می‌دهند (Lee و همکاران، ۲۰۱۳). از طرفی طبق آخرین مطالعات انجام شده در ایران، مقدار فرسایش متوسط کشور در حدود یک میلیارد تن در سال برآورد گردیده است. بر همین اساس لزوم و ضرورت کاربرد روش‌های نوین حفاظت منابع خاک و آب، به منظور مهار فرسایش خاک کاملاً مشخص است (عرب خدری، ۱۳۹۳).

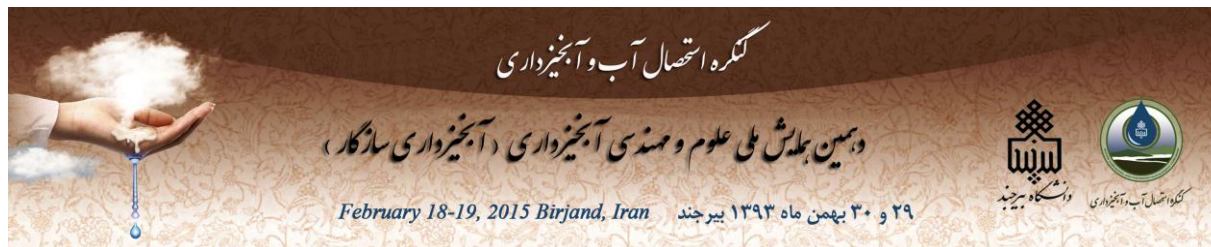
هم‌زمان با افزایش روش‌های مهار روان‌آب سطحی، استفاده از پلی‌آکریل‌آمید<sup>۱</sup> به عنوان یکی از بهترین اقدامات مدیریتی مطرح شد و به طور گسترده برای مهار فرسایش و گل‌آلودگی مطرح شد (McLaughlin و همکاران، ۲۰۱۴). از دهه ۱۹۹۰ کاربرد افزودنی‌های پلیمری خاک به عنوان یکی از بهترین اقدامات مدیریتی<sup>۲</sup> توسط بسیاری از محققان و مؤسسات دولتی معرفی شده است (Sojka و همکاران، ۲۰۰۷؛ WSDOT، ۲۰۰۸). کاربرد پلی‌آکریل‌آمید برای مدیریت اراضی در تثبیت ساختمان خاک، کاهش فرسایش خاک و بهبود کیفیت روان‌آب، مؤثر و با صرفه اقتصادی گزارش شده است (Lee و همکاران، ۲۰۱۳). با افزایش استفاده گسترده از این افزودنی مهم خاک، تعیین غلظت پلی‌آکریل‌آمید در روان‌آب برای درک بهتر از تبعات محیط زیستی آن نیاز به توجه خاص دارد که متأسفانه این امر مهم کم‌تر مورد توجه گرفته است.

به‌رغم این‌که پلی‌آکریل‌آمید یک پلیمر پایدار و غیر سمی معرفی شده است، اما مونومرهای آکریل‌آمید<sup>۳</sup> سازنده آن به عنوان یک عامل سمی و سوزش‌آور برای پوست می‌باشد (Ruden، ۲۰۰۴). به همین دلیل نیاز به اطلاعات بیش‌تری در خصوص تعیین میزان آکریل‌آمید ره‌ایش یافته در روان‌آب از ماده پلی‌آکریل‌آمید در اثر استفاده از آن به عنوان روش مهار فرسایش خاک می‌باشد. مطالعاتی هم‌چون (Lu و همکاران، ۲۰۰۳؛ Weston و همکاران، ۲۰۰۹؛ Lee و همکاران ۲۰۱۴) در خصوص تعیین غلظت واحد پلیمر ره‌ایش یافته از پلی‌آکریل‌آمید وجود دارد. در زمینه اندازه‌گیری مونومر آکریل‌آمید مطالعاتی توسط Brown و همکاران (۱۹۸۲)، Seybold (۱۹۹۴)، Arrowood (۲۰۰۸) و Lentz و همکاران (۲۰۰۸) انجام شده است. از آنجایی‌که مقدار مونومر آکریل‌آمید باقی‌مانده در اثر استفاده از پلی‌آکریل‌آمید نگرانی اصلی در زمینه استفاده از این پلیمر است (Seybold،

<sup>1</sup> Polyacrylamide (PAM)

<sup>2</sup> Best Management Practices (BMPs)

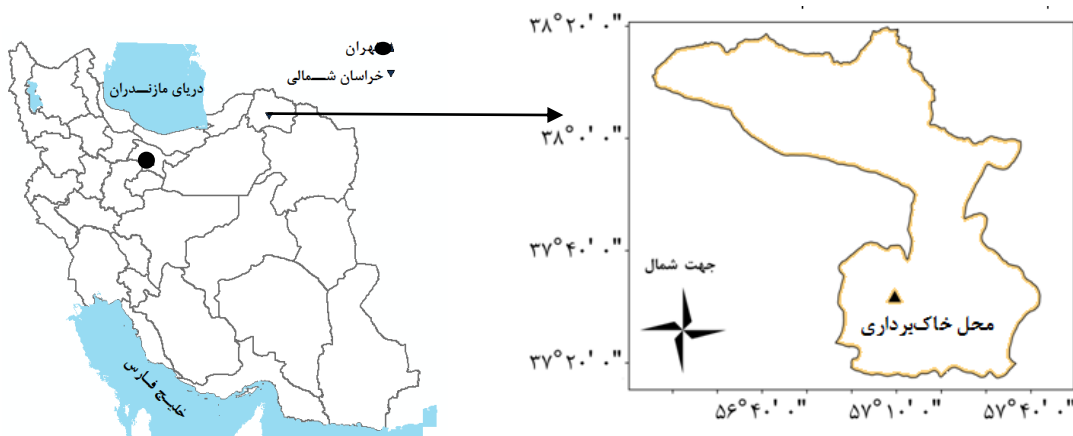
<sup>3</sup> Acrylamide (AMD)



۱۹۹۴)، لذا پژوهش حاضر به منظور اندازه‌گیری مونومر آکریل آمید رهائش یافته در روان آب در اثر استفاده از پلی آکریل آمید در مهار فرسایش انجام شد.

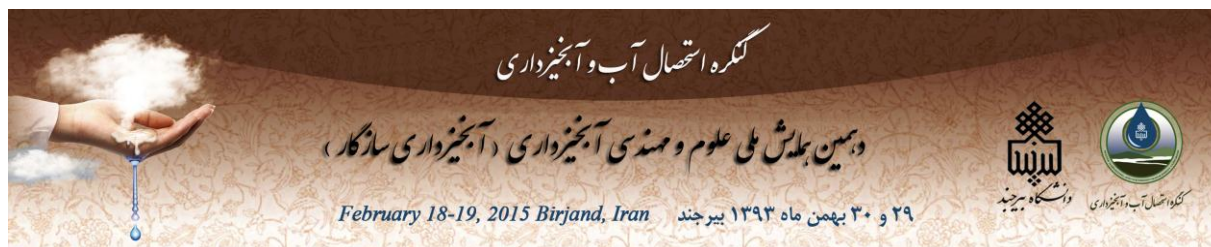
## ب- مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری خاک از مراتع منطقه بدرانلو با ارتفاع ۱۳۹۰ متر از سطح دریا واقع در ۱۰ کیلومتری غرب شهرستان بجنورد، مرکز استان خراسان شمالی انجام گرفت. منطقه مذکور به دلیل داشتن خاک‌های لسی و شرایط ویژه به لحاظ فرسایش خاک انتخاب شد (شکل ۱). نمونه‌برداری از عمق ۳۰ سانتی‌متری لایه سطحی خاک در منطقه مادری انجام شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال یافته و پس از هواخشک، کوبیده شده و از الک ۴ میلی‌متری عبور داده شدند. هدایت الکتریکی، pH، وزن مخصوص ظاهری خاک، مواد آلی و بافت خاک به ترتیب ۱۳۷/۳ میکروموس بر سانتی‌متر، ۸/۲، ۱/۳ گرم در سانتی‌متر مکعب، ۰/۱۵۵ درصد و لومی سیلتی بوده است (حزباوی و همکاران، ۱۳۹۱؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱ موقعیت منطقه مادری خاک در ایران و استان خراسان شمالی

در این پژوهش از کرت‌های کوچک مکعبی به ابعاد ۰/۵ متر طول، ۰/۵ عرض و ۰/۳ متر ارتفاع و قابل استقرار روی کرت‌های اصلی بزرگ در محل آزمایشگاه شبیه‌ساز باران و فرسایش خاک دانشگاه تربیت مدرس با شیب متناسب منطقه خاک مادری (۲۰ درصد) استفاده شد. دوام و شدت شبیه‌سازی متناسب با شرایط حاکم بر منطقه مادری واقع در شهرستان بجنورد به ترتیب



۳۰ دقیقه و ۱/۲ میلی‌متر در دقیقه در نظر گرفته شد. تیمارهای پژوهش شامل شاهد (صفر)، ۰/۱، ۰/۱۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۵ گرم از پلی‌آکریل‌آمید در سطح مطالعاتی (۰/۲۵ متر مربع) بوده است.

میزان آکریل‌آمید رهائش یافته در روان‌آب طبق استاندارد ارائه شده توسط آژانس حمایت از محیط زیست (US EPA، ۱۹۹۶) اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری مونومر آکریل‌آمید از دستگاه کروماتوگرافی گازی Dani مدل GC 1000 (ساخت کشور ایتالیا) مجهز به آشکارساز ECD<sup>۱</sup> و نرم‌افزار Clarity 4.2، Data Acquisition و ستون موئینه‌ای (Capillary column BP 20، SGE، Australia) به طول ۳۰ متر و قطر داخلی ۰/۲۵ میلی‌متر برای جداسازی استفاده شد.

### ج- نتایج و بحث

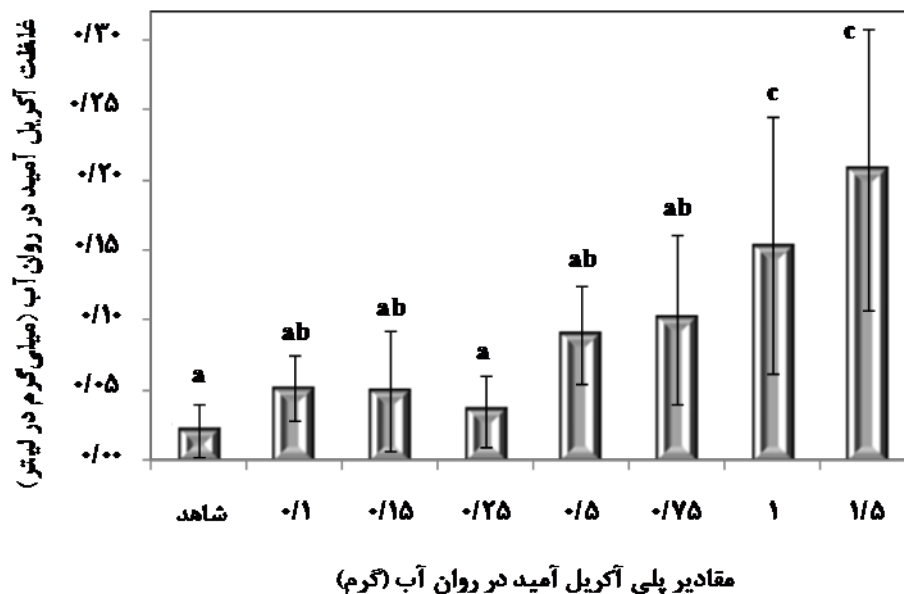
نتایج حاصل از اندازه‌گیری مونومر آکریل‌آمید در نمونه‌های روان‌آب در شکل ۲ ارائه شده است. بررسی نتایج حاصل از اندازه‌گیری مونومر آکریل‌آمید در نمونه‌های روان‌آب خروجی از سطح مطالعاتی بیان‌گر رهائش مونومر آکریل‌آمید بوده است. همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود با افزایش مقدار پلی‌آکریل‌آمید، میزان مونومر آکریل‌آمید در روان‌آب به صورت خطی افزایش پیدا کرده است. آنالیز آماری آزمون نرمال و همگنی واریانس‌های نتایج به دست آمده از تیمارهای مختلف در روان‌آب در جدول ۱ ارائه شده است. نتایج حاصل از آنالیز داده‌های غلظت مونومر آکریل‌آمید رهائش یافته در روان‌آب نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار ( $P=0/02$ ) غلظت مونومر آکریل‌آمید رهائش یافته در روان‌آب بوده است (Rudén، ۲۰۰۴؛ Lentz و همکاران، ۲۰۰۸). با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر در تمامی تیمارها میزان مونومر آکریل‌آمید رهائش یافته کمتر از ۰/۱۲ درصد پلی‌آکریل‌آمید به دست آمد. با این‌وجود مقدار مجاز آن توسط سازمان غذا و دارو (FDA)<sup>۲</sup> کمتر از ۰/۲ درصد پلی‌آکریل‌آمید گزارش شده است (Seybold، ۱۹۹۴). در همین زمینه Lentz و همکاران (۲۰۰۸)، با هدف بررسی احتمال آلوده شدن منابع آب زیرزمینی به مونومر آکریل‌آمید حاصل از استفاده پلی‌آکریل‌آمید در آبیاری‌ها، به این نتیجه رسیدند که احتمال آلاینده‌گی در حد پایین وجود دارد. غلظت مونومر آکریل‌آمید اندازه‌گیری شده در نمونه‌ها در حد ۵/۵ میکروگرم در لیتر بوده است. در نهایت

<sup>1</sup> Electron Capture Detector

<sup>2</sup> Food and Drug Administration



آن‌ها پیشنهاد دادند که مقدار پلی‌آکریل‌آمید مورد استفاده در این زمینه به ۵ میلی‌گرم در لیتر تقلیل یابد تا از احتمال آلوده شدن منابع آب زیرزمینی جلوگیری شود.



شکل ۲ تغییرات غلظت مونومر آکریل‌آمید در روان آب نسبت به افزایش مقدار پلی‌آکریل‌آمید

جدول ۱ نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل آماری متغیر غلظت مونومر آکریل‌آمید در روان آب

نتایج حاصل از نرمال داده‌ها با استفاده از Shapiro-Wilk								
۱/۵	۱	۰/۷۵	۰/۵	۰/۲۵	۰/۱۵	۰/۱	شاهد	پلی‌آکریل‌آمید (گرم در سطح مطالعاتی)
۰/۱۲	۰/۳۰	۰/۳۱	۰/۶۳	۰/۶۱	۰/۷۳	۰/۵۸	۰/۵۸	سطح معنی‌داری
نتایج آزمون همگنی واریانس‌ها								
سطح معنی‌داری					آماره Levene			
۰/۴۴					۱/۰۴			
نتایج آزمون تجزیه واریانس یک طرفه								
سطح معنی‌داری		آماره F		میانگین مربعات		مجموع مربعات		
۰/۰۲*		۳/۵۰		۰/۲۷		۱/۹۰		

\* بیان‌گر معنی‌دار بودن در سطح پنج درصد می‌باشد.



#### د- جمع‌بندی

در مجموع یافته‌های این پژوهش مؤید ضرورت دقت در استفاده از مقدار مناسب پلی‌آکریل‌آمید به منظور جلوگیری از ورود پلیمرهای مصرفی به منابع آب و خاک می‌باشد. با توجه به این امر مهم و شرایط آزمایشگاهی پژوهش حاضر مقدار ۰/۲۵ گرم از پلی‌آکریل‌آمید در سطح مطالعاتی یعنی ۱۰ کیلوگرم در هکتار با توجه به این که کم‌ترین مقدار آکریل‌آمید در روان آب مشاهده شده است، به‌عنوان مقدار مناسب برای مقابله با فرسایش خاک پیشنهاد می‌گردد. اگر چه انجام پژوهش‌های مشابه در عرصه و شرایط طبیعی و مقایسه نتایج آن با نتایج پژوهش حاضر و حتی انجام پژوهش‌های گسترده‌تر در کرت‌های با مساحت بزرگ‌تر، شرایط بارندگی متفاوت، خاک‌های مختلف و مشابه برای دستیابی به نتایج جامع و امکان ارائه جمع‌بندی نهایی به‌طور مشخص تأکید می‌شود.

#### ه- منابع

- حزباوی، ز؛ صادقی، س.ح.ر؛ یونسی، ح.ا. ۱۳۹۱. تحلیل و ارزیابی تأثیرپذیری مؤلفه‌های روان آب از کاربرد سطوح مختلف پلی‌آکریل‌آمید. حفاظت منابع آب و خاک، ۲، شماره ۲، صفحه ۱-۱۳.
- صادقی، س.ح.ر؛ حزباوی، ز؛ یونسی، ح.ا؛ بهزادفر، م. ۱۳۹۲. روند تغییرات هدررفت خاک و غلظت رسوب بر اثر کاربرد پلی‌آکریل‌آمید. حفاظت منابع آب و خاک، ۲، شماره ۴، صفحه ۵۵-۷۰.
- عرب‌خدری، م. ۱۳۹۳. مروری بر نرخ فرسایش آبی و تولید رسوب در ایران. ترویج و توسعه آبخیزداری، ۲، شماره ۴، صفحه ۲۳-۳۰.
- Arrowood, T. J. (2008), "Determining the fate and transport of the acrylamide monomer (AMD) in soil and groundwater systems". MSc. Thesis. Dept. of Geological Sciences, Univ. Nevada, Las Vegas, NV. 122p.
- Brown, L., Rhead, M.M., Hill, D. and Bancroft, K.C.C. (1982), "Qualitative and quantitative studies on the in situ adsorption, degradation and toxicity of acrylamide by the spiking of the waters of two sewage works and a river". Water Res., 16, 579-591.
- Lee, S.S., Chang, S.X., Chang, Y.Y. and Ok, Y.S., (2014), "Commercial versus synthesized polymers for soil erosion control and growth of Chinese cabbage". springerplus 2:534. <http://www.springerplus.com/content/2/1/534>.
- Lentz, R.D., Andrawes, F.F., Barvenik, F.W. and Koehn, A.C., (2008), "Acrylamide monomer leaching from polyacrylamide- treated irrigation furrows". J. Environ. Qual., 37: 2293-2298.
- Lu, J., Wu, L. and Gan, J., (2003), "Determination of polyacrylamide in soil waters by size exclusion chromatography". J. Environ. Qual., 32: 1923-1926.
- McLaughlin, R., Amoozegar, A., Duckworth, O. and Heitman, J., (2014), "Optimizing soil-polyacrylamide interactions for erosion control at construction sites". WRRP Project No. 12-06-W.
- Rudén, C., (2004), "Acrylamide and Cancer Risk-Expert Risk Assessments and the Public Debate". Food Sci. Technol. Int. 42:335-349.



Seybold, C.A., (1994), "Polyacrylamide Review: Soil Conditioning and Environmental Fate". *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 25:11-12, 2171-2185.

Sojka, R.E., Bjorneberg, D.L., Entry, J.A., Lentz, R.D. and Orts. W.J., (2007), "Polyacrylamide in agriculture and environmental land management". *Adv. Agron.* 92:75-162.

US EPA, SW 846, (1996), "Method 8032A" (US Environmental Protection Agency, Washington, DC.14p.

Weston, D.D., Lentz, R.D., Cahn, M.D., Ogle, R.S., Rother, A.K. and Lydy, M.j., (2009), "Toxicity of anionic polyacrylamide formulations when used for erosion control in agriculture". *Technical Reports: Surface Water Quality. J. Environ. Qual.*, 38: 238-247.

WSDOT., (2008), "Polyacrylamide for soil erosion protection". In: *WSDOT Highway Runoff Manual (M 31-16.01)*. The Washington State Department of Transportation, Olympia, Washington DC, USA, pp 5-6A.



# SID



سرویس های  
ویژه



سرویس ترجمه  
تخصصی



کارگاه های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در  
خبرنامه



فیلم های  
آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛  
شبکه های توجه گرافی  
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از  
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی