SID

فیلم های آموزشی

عضویت در خبرنامه

بلاگ مرکز اطلاعات علمی

کارگاه های آموزشی

سرویس ترجمه تخصصی

سرویس های ویژه

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترفند های جستجو

کارگاه آنلاین روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین پرپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

Archive of SID

اولین همایش ملی میان وعده های غذایی
مشهد مقدس - ۱۰ و ۱۱ اردیبهشت ماه ۱۳۹۳

بررسی ریزساختار ژل آگار با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی(SEM)

اسماعیل خزایی پول[۱*]، فخری شهیدی[۲]

۱- *دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه ارومیه.

۲- استاد و دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد.

هدف: میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به عنوان یک ابزار بسیار قدرتمند برای آنالیز و تحلیل مواد بکار گرفته می شود. در SEM پرتوی الکترونی بر روی نمونه روبش می شود (scan) تا از نقاط مختلف آن اطلاعات به دست آید. در نتیجه ی برخورد پرتوی الکترونی با نمونه، سیگنال های مناسب تولید می شوند که توسط آشکارسازها دریافت و در نهایت به تصویر با بزرگنمایی و کیفیت عالی یا دیگر اطلاعات موردنظر تبدیل می شوند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی چهارچوبی منطقی را برای توسعه شناخت مورفولوژی، درک واکنش ها و رفتار خودآرایی اجزای غذایی در مقیاس کوچک ایجاد می کند که این موضوع در ساختمان، رئولوژی و خصوصیات زیست فعالی مواد غذایی در مقیاس بزرگ اثر دارد. آگار یکی از قویترین و پرکاربردترین هیدروکلوئیدها در صنایع غذایی می باشد. بسته به منبع جلبک دریایی و یا روش فرایند دامنه وسیعی از بافتهای ژل آگار بدست می آید هدف از این پژوهش بررسی ریزساختار ژل حاصل از آگار به کمک تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی می باشد.

روش پژوهش: ابتدا محلول یک درصد آگار در آب مقطر در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد تهیه گردید. سپس مخلوط آماده درون قالب های شبکه ای از جنس استیل در حفره های با ابعاد ۱/۲×۲×۲ سانتیمتر ریخته شده، قالب ها به مدت ۲ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد جهت بستن ژل قرار گرفتند. سپس ژل حاصل از درون حفره های قالب خارج گردیدند. ژل یک درصد آگار در ابعاد (mm2×1×1) برش داده شد. آب گیری در یک سری از محلول های اتانول کاهشی انجام گرفت. نمونه ها در نقطه بحرانی خشک شدند. سپس نمونه ها با ۳۰ nm طلا/پلادیوم پوشش داده شدند و در حداکثر ولتاژ ۱۵ kv با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM مدل LEQ1450VP آزمون شدند. حداقل ۴ تصویر از بزرگنمایی ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ در چندین ناحیه مختلف از نمونه ها تهیه شد.

نتایج و بحث: آزمایش میکروسکوپ الکترونی روبشی، اطلاعات کاملی درباره ساختمان ژل آگار ارائه کرد. تصاویر SEM ریزساختمان های مولکولی ژل آگار را نشان دادند. طبق تصاویر SEM، آگار یک شبکه سه بعدی با حفره های منظم به منظور تشکیل ژل و به دام انداختن آب تشکیل می دهد. در تصاویر با بزرگنمایی ۵۰۰۰ کاملا مشخص است که رشته های پلی ساکاریدی آگارز در حین سرد شدن محلول آگار به گونه ای کاملا مرتب در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی دیواره حفره های منظم ژل آگار را تشکیل می دهند. در تصاویر SEM شیارهایی در دیواره حفره های شبکه ژلی آگار دیده می شود که این شیارها مؤید نظم و ترتیب قرارگیری رشته های آگارز در کنار یکدیگر می باشد.

نتیجه گیری کلی: با کمک تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی می توان اطلاعات کاملی از شبکه ژلی آگار بدست آورد. تصاویرSEM حاصل از ژل آگار، می توانند در تجزیه و تحلیل بافت حاصل از وجود آگار در فرمولاسیون مواد غذایی کمک بسیار زیادی داشته باشند.

واژه های کلیدی: *آگار، شبکه ژلی، ریزساختار، میکروسکوپ الکترونی روبشی.*

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

امروزه یکی از پرکاربردترین مواد مورد استفاده در صنایع غذایی هیدروکلوئیدها می باشند که روز به روز مصرف آنها رو به افزایش است. . اهمیت هیدروکلوئیدها به واسطه خواص عملکردی آن ها از جمله قابلیت افزایش قوام، ژل دهندگی، امولسیون کنندگی، پایدارکنندگی، تشکیل فیلم، جلوگیری از تشکیل کریستال و کنترل رهاسازی طعم می باشد. شواهدی موجود است که نشان می دهد این ترکیبات در کاهش کلسترول پلاسما و تقویت تخمیر در روده بزرگ نقش دارند. در سال های اخیر توسعه قابل توجهی از هیدروکلوئیدها روی داده است . ارتقاء سطح آگاهی جامعه از نقش غذا در سلامتی، توسعه فناوری های نوین، گسترش مصرف مواد غذایی کم چرب و حاوی فیبر بالا در سبد غذایی از جمله عوامل مورد توجه قرار گرفتن این دسته از اجزای غذایی هستند(ویلیامز و فیلیپس ،۲۰۰۰). اگرچه میزان استفاده از هیدروکلوئیدها در سیستم های غذایی کم و پایین است اما حضور آن ها می تواند تأثیر مهمی بر بافت و ویژگی های ارگانولپتیک مواد غذایی داشته باشد(فرحناکی، ۱۳۸۸). هیدروکلوئیدها نه تنها ویسکوزیته و قوام را اصلاح می کنند، بلکه اغلب بر شدت بو، طعم و آروما نیز تأثیرمی گذارند(دی مارس و زیگر،۲۰۰۱).

یکی از هیدروکلوئیدهای پرکاربرد آگار می باشد. آگار یک ماده هیدروکلوئیدی است که از گونه های مختلف جلبک های قرمز۱ استخراج می گردد و در اصل به جنس های جلیدیوم۲ مربوط است(اراکی، ۱۹۴۰). آگار در اواسط قرن هفدهم در ژاپن کشف شد(هایاشی، ۱۹۷۰). ژاپن از سه قرن گذشته تولید آگار را در جهان به نحو انحصاری در دست داشت. مردم این کشور معمولاً از آگار به عنوان غذا (به صورت ژل شیرین غلیظی همراه لوبیای قرمز کوبیده) استفاده می کردند. امروزه نیز ژاپن تولید کننده عمده آگار می باشد و اسپانیا در مقام دوم است و این دو کشور را با هم تقریباً ۷۰٪ از ذخیره موجودی جهان را تولید می کنند(ویلیلمز و فیلیپس ، ۲۰۰۰). آگار شامل واحدهای تکراری D، و ۳-۶ آندهیدرو L- گالاکتوز می باشد. آگار استخراج شده شامل دو گروه پلی ساکارید آگارز و آگاروپکتین است. آگارز دارای ترکیب ژله ای، ضرورتاً بدون سولفات و پلی ساکارید خنثی(غیریونی) است. آگاروپکتین یک پلی ساکارید غیرژله ای یونیک (باردار) می باشد. آگاروپکتین شامل مقدار کمی سولفات(تقریباً ۲٪) می باشد. مقادیر آگارز و آگاروپکتین در انواع مختلف آگار تجاری متفاوت است(اراکی، ۱۹۵۸). آگار به شکل پودری سفیدرنگ، متمایل به زرد و شفاف است که در زیر میکروسکوپ به صورت نوارهای چین در به پهنای ۵-۲ میلیمتر و به شکل زاویه دار ملاحظه می شود.آگار بدون بو بوده و یا بوی ضعیفی از دارد.

از ویژگیهای آگار این است که در آب سرد نامحلول بوده اما در آب جوش محلول می باشد، قویترین ماده ژل ساز شناخته شده است و حتی در غلظت ۰/۰۴٪ تشکیل ژل می دهد و در دماهای بالاتر از دمایی که ژل تشکیل می دهد، می تواند ژل خود را حفظ نماید. به عنوان مثال ژل خود را در ۴۰-۳۰ درجه سانتیگراد تشکیل می دهد ولی ژل حاصل را تا دمای ۹۰-۸۰ درجه حفظ می کند. ژل آگار از نوع ترموپلاستیک بوده و بالاترین هیسترزیس را از خود نشان می دهد.از آنجا که تغییرات دما ساختمان آن را نابود نمی کند، پس در محیط کشت های میکروبی از آن استفاده می شود(فاطمی، ۱۳۸۷). در حرارت های بالا آگار درمقایسه با ژلاتین و کاراگینان ارجحیت دارد، چون درجه حرارت ذوب بالاتری دارد و قدرت ژل آن نیز بیشتر است.(مولر، ۱۹۹۳). کاربردهای آگار بستگی به ویژگی هایی آن دارد. با تغییرات منبع جلبک دریایی یا روش فرآیند، دامنه کاملی از بافت های آگار از ترد و شکننده تا خیلی الاستیک به دست خواهد آمد. قدرت ژلی آگار از ۱۰۰۰-۶۰ گرم بر سانتیمتر مربع متغیر است. مثال هایی از تعدادی کاربردهای آگار شامل استفاده آگار رشته رشته و چسبناک، ژل های مسطح، ژل های فابریک و ژل های تغلیظ کننده نوع قنادی را نام برد(فلوئوریسنس، ۱۹۹۵). از آنجا که ژل های آگار قادرند حرارت های بالا را تحمل کنند لذا از آگار به عنوان بهبود دهنده در صنایع نانوایی استفاده می شود. آگار به عنوان تثبیت کننده در آیسینگ۳ (مواد پوشاننده که برای کیک و شیرینی ها است) استفاده می شود. افزودن آگار در سطوح ۱- ۰/۵ درصد به عنوان تثبیت کننده به آیسینگ از چسبندگی محصولات نانوایی ممانعت می نماید(ناش، ۱۹۶۰). آگار مورد استفاده در صنایع قنادی با غلظت ۱/۸-۰/۳ درصد به عنوان یک ماده پرکننده درآبنبات های قالب گیری شده بکار می روند. در بستنی های ژله ای، آگار به همراه پکتین و نشاسته استفاده می شود. تهیه مواد قنادی شیرین از آگار و متیل سلولز با قند اینورت و محلول های شیرین حرارت داده شده نیز مثالی دیگر از کاربرد آگار در صنایع قنادی است(پاپی، ۱۹۹۵). آگار به میزان۲- ۰/۵ درصد در تهیه فرآورده های گوشتی نرم و فرآورده های ماهی استفاده می شود تا بدینوسیله آنها را به ژل تبدیل نماید و از این

---

[۱] **Rodo phyceae**

[۲] **Glidium**

[۳] **Icing**

www.SID.ir

Archive of SID

طریق انتقال آسیب را به بافت های ترد و شکننده برطرف سازد(مولر، ۱۹۹۳). کشورهای اروپایی و آمریکایی بیشترین مصرف آگار را درتهیه بستنی، ژل و شیرینی دارند. اضافه نمودن آگار به این نوع غذاها و شیرینی ها در اصل به منظور پایداری و نرم کنندگی آنها است.آگار به عنوان جایگزین ژلاتین حیوانی، به عنوان بافت دهنده در ژله، پاستیل، ماست، پنیر، بستنی و به عنوان شفاف کننده در آبجوسازی مصرف می شود.(رضایی و جایمند، ۱۳۷۶).

میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) یک ابزار تحلیلی است که وقتی بررسی اجمالی در ماده ای لازم باشد، بکار می رود. SEM با کمک بمباران الکترونی تصاویر اجسامی به کوچکی ۱۰ نانومتر را برای مطالعه تهیه می کند. میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) به عنوان یک ابزار بسیار قدرتمند برای آنالیز و تحلیل مواد بکار گرفته می شود. در SEM پرتوی الکترونی بر روی نمونه روبش می شود (scan) تا از نقاط مختلف آن اطلاعات به دست آید. در نتیجه ی برخورد پرتوی الکترونی با نمونه، سیگنال های مناسب تولید می شوند که توسط آشکارسازها دریافت و در نهایت به تصویر با بزرگنمایی و کیفیت عالی یا دیگر اطلاعات موردنظر تبدیل می شوند. تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی چهارچوبی منطقی را برای توسعه شناخت مورفولوژی، درک واکنش ها و رفتار خودآرایی اجزای غذایی در مقیاس کوچک ایجاد می کند که این موضوع در ساختمان، رئولوژی و خصوصیات زیست فعالی مواد غذایی در مقیاس بزرگ اثر دارد.

مواد و روش ها

پودر هیدروکلوئید آگار از شرکت کیولب۴ کانادا خریداری گردید. به منظور عکسبرداری توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی می بایست ابتدا آماده سازی اولیه بر روی ژل حاصل از آگار انجام گیرد. بدین منظور ابتدا محلول یک درصد آگار در آب مقطر در دمای ۹۰ درجه سانتیگراد تهیه گردید. سپس مخلوط آماده درون قالب های شبکه ای از جنس استیل در حفره های با ابعاد ۲×۲×۱/۲ سانتیمتر ریخته شده، قالب ها به مدت ۲ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتیگراد جهت بستن ژل قرار گرفتند. سپس ژل حاصل از درون حفره های قالب خارج گردیدند. ژل یک درصد آگار در ابعاد (mm2×1×1) برش داده شد. آب گیری در یک سری از محلول های اتانول کاهشی انجام گرفت. نمونه ها در نقطه بحرانی خشک شدند. سپس نمونه ها با ۳۰ nm طلا/پلادیوم پوشش داده شدند و در حداکثر ولتاژ ۱۵ kv با استفاده از میکروسکوپ الکترونی SEM مدل LEQ1450VP آزمون شدند. حداقل ۴ تصویر از بزرگنمایی ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ در چندین ناحیه مختلف از نمونه ها تهیه شد.

بحث و نتایج

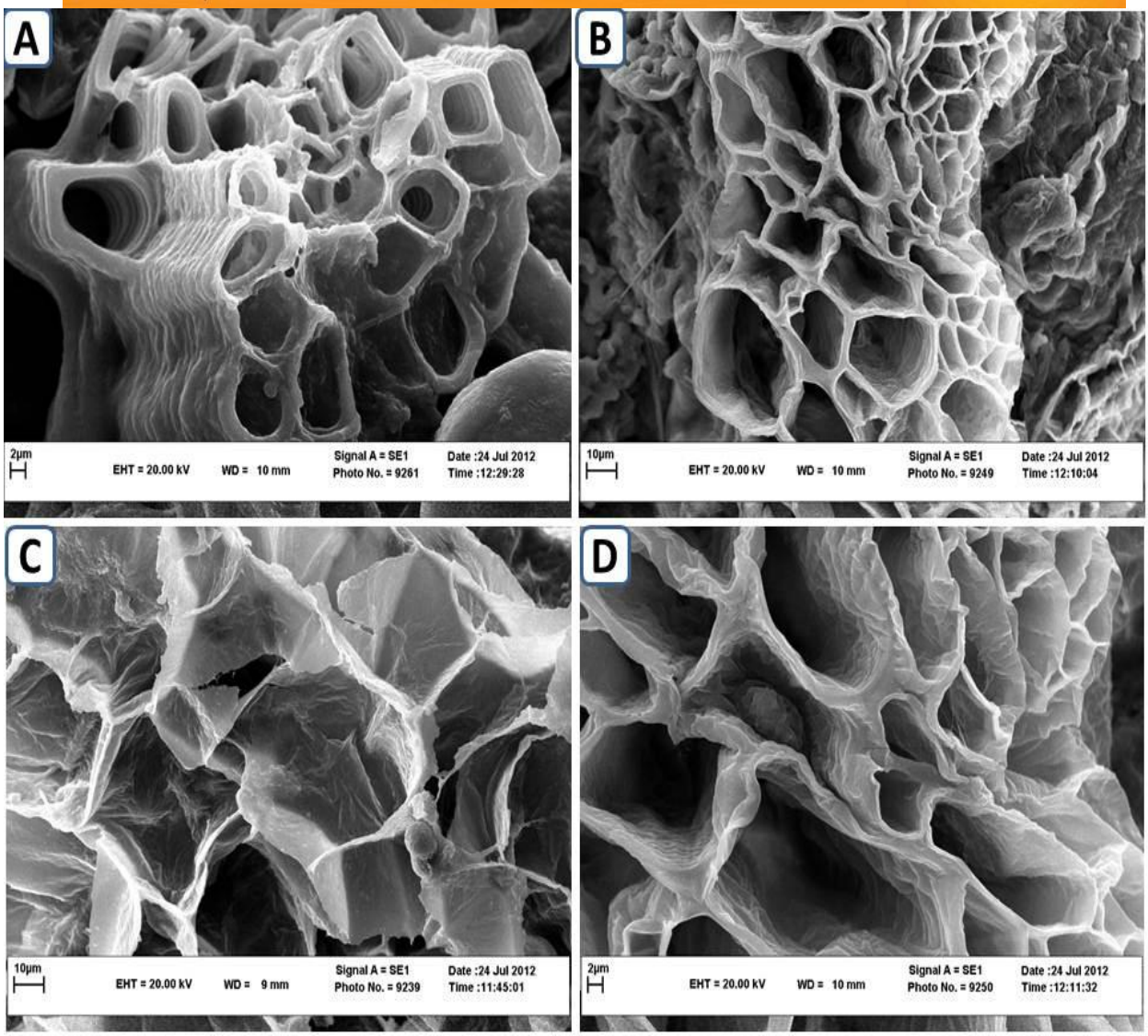
آزمایش میکروسکوپ الکترونی روبشی نمونه ها اطلاعات کاملی درباره ساختمان های نمونه ها ارائه می کند(شکل شماره۱). آزمایش میکروسکوپ الکترونی روبشی، اطلاعات کاملی درباره ساختمان ژل آگار ارائه کرد. تصاویر SEM ریزساختمان های مولکولی ژل آگار را نشان دادند. طبق تصاویر SEM، آگار یک شبکه سه بعدی با حفره های منظم به منظور تشکیل ژل و به دام انداختن آب تشکیل می دهد. زنجیره بزرگ مولکول های آگار به طرز بسیار جالب شبکه ای سه بعدی تشکیل داده اند که درون این شبکه آب به شکل نسبتا محکم مهار شده است. در تصاویر با بزرگنمایی ۵۰۰۰ کاملا مشخص است که رشته های پلی ساکاریدی آگارز در حین سرد شدن محلول آگار به گونه ای کاملا مرتب در کنار یکدیگر قرار گرفته اند و با تشکیل پیوندهای هیدروژنی دیواره حفره های منظم ژل آگار را تشکیل می دهند. در تصاویر SEM شیارهایی در دیواره حفره های شبکه ژلی آگار دیده می شود که این شیارها مؤید نظم و ترتیب قرارگیری رشته های آگارز در کنار یکدیگر می باشد.

---

[۴]- Qulab

www.SID.ir

Archive of SID



شکل شماره ۱. تصاویر میکروسکوپ الکترونی از ریزجلبک اسپیرولینا پلاتنسیس با بزرگنمایی ۵۰۰(**A**)، ۱۰۰۰(**B**)، ۲۰۰۰(**C**) و ۵۰۰۰(**D**).

احتمالا یکی از دلایل شکنندگی بسیار بالا و الاستیسیته کم در بافت ژل آگار نسبت به بافت ژل سایر هیدروکلوئیدها به دلیل همین دیواره های صاف و بدون پیچ خوردگی می باشد. بنابراین اگر هیدروکلوئیدی دارای قابلیت ایجاد ژل با ساختمان نامنظم و پیچ و تاپ خوردگی رشته ای زیاد (مانند گوار یا زانتان) در مخلوط با آگار مورد استفاده قرار گیرند، می توان ژلی با استحکام و انعطاف بالاتر و مناسبتر تولید نمود. در برخی نواحی تصاویر چروکیدگی در ساختار منظم ژل دیده می شود که این چروکیدگی احتمالا به دلیل خشک کردن ژل آگار حین آماده سازی قبل از عکسبرداری ایجاد گردیده است. ژل آگار بالاترین میزان سینرزیس در بین هیدروکلوئیدها را دارد. ممکن است این چروکیدگی ها در ساختار ژل آگار هنگام سینرزیس نیز رخ دهد.

نتیجه گیری کلی

با کمک تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی می توان اطلاعات کاملی از شبکه ژلی آگار بدست آورد. تصاویرSEM حاصل از ژل آگار، می توانند در تجزیه و تحلیل بافت حاصل از وجود آگار در فرمولاسیون مواد غذایی کمک بسیار زیادی داشته باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

رضایی،م. جایمند،ک. ۱۳۷۶. آگار-آگار.انتشارات موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

فرحناکی ، ع.، مجذوبی ، م.، و مصباحی، غ. ۱۳۸۸. خصوصیات و کاربرد های هیدروکلوئیدها در مواد غذایی و دارویی: ژلاتین، کتیرا، صمغ عربی، نشاسته، نشاسته اصلاح شده و پکتین. نشر علم و کشاورزی ایران، تهران.

Araki, c. .1958. carbihydrates of agar. In jikken kagaku koza, vol.22. *chemical society of Japan, Tokyopp. 468-87.*

Demars, L., and Ziegler, G. 2001. Texture and structure of gelatin- pectin based gummy confections. *Food Hydrocolloid, 15, 643-653.*

Mullerr.w.d. and A.steibing. 1993. suitability of plant and animal geling agents for manufacture of canned corned beef. *Fleischwir tschaft,73(11):1307-11.*

Fleurence, J.and Guyard, O. 1995. Contribution of electrophorsisnto the idictification of red seadweeds(Gracilariya sp) used as food ingradients.sc.*Aliments, 15(1): 43-8.*

Nash, N.H. 1960. functional aspects of hydroclhoids in controlling crystal structure in foods, in physical functions of hydrocllods, *American Chemestry Scoiety, Washington, DC, pp.45-58.*

poppe,j.1995. New approaches to gelling agents in confectionary. *Manufactoring- confectionary, 75(5):119-26.*

Williams P. A and Phillips, G. O. 2000. Handbook of hydrocolloid, Introduction to food hydrocolloids. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.

www.SID.ir

SID

فیلم های آموزشی

عضویت در خبرنامه

بلاگ مرکز اطلاعات علمی

کارگاه های آموزشی

سرویس ترجمه تخصصی

سرویس های ویژه

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترفند های جستجو

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین
پرپوزال نویسی و پایان نامه نویسی