

روش نوین کنترل خوردگی سیستم های آبی با استفاده از بازدارنده های طبیعی

مرضیه زراعت کار^۱، محمود پیکری^۲، مهدیه عسکریان^۳

چکیده

استفاده از بازدارنده های طبیعی به منظور کنترل خوردگی فلزات و آلیاژ هایی که در تماس با محیط خورنده هستند، حرکت اصلاحی مناسبی می باشد. این گونه ممانعت کننده ها غیر سمی و سازگار با محیط زیست هستند. در این مقاله سه محصول طبیعی، که می توانند به عنوان ممانعت کننده خوردگی فولاد کربنی در محیط آبی باشند، معرفی می گردند. و همچنین بازده آن ها با روش پلاریزاسیون محاسبه شده است.

در ابتدا عسل طبیعی مورد آزمایش قرار گرفته شده. نتایج نشان می دهد که بازدارندگی خوبی در محیط آزمایش نشان می دهد. همچنین با افزایش غلظت ممانعت کننده، بازده آن افزایش می یابد. عمل بازدارندگی عسل به علت جذب ملکول های آن بر روی سطح فلز می باشد.

همچنین عصاره برگ حنا عملکرد بسیار خوبی را به عنوان بازدارنده خوردگی فولاد در محیط آبی نشان می دهد. بازده این ممانعت کننده نیز مانند عسل با افزایش غلظت، افزایش می یابد.

عصاره شیرین بیان نیز به عنوان بازدارنده خوردگی مورد آزمایش قرار گرفته است. مشخص گردید که این عصاره بازدارنده خوردگی بسیار مناسبی برای فولاد در آب می باشد. بازده ممانعت کننده مانند دو مورد قبل با افزایش غلظت افزایش می یابد.

واژه های کلیدی: بازدارنده های طبیعی، عسل، عصاره حنا، شیرین بیان، پلاریزاسیون

کنگره ملی خوردگی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بازرسی فنی، دانشگاه صنعت نفت

۲- استاد، دانشگاه صنعت نفت

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد بازرسی فنی، دانشگاه صنعت نفت



۱- مقدمه

یکی از روش هایی که در حال حاضر به منظور کاهش سرعت خوردگی فلزات استفاده می شود ، اضافه کردن ممانعت کننده هاست. ممانعت کننده ها در بسیاری از سیستم های مانند برج های خنک کننده ، قسمت های مختلف پالایشی، قسمت ای تولید کننده مواد شیمیایی، نفت، گاز، بویلر ها و ... کاربرد دارند. بسیاری از فلزات و آلیاژ ها که در فعالیت های مختلف بشر استفاده می شوند، به مکانیزم های مختلف خوردگی مربوط به تماس داشتن با محیط های خورنده مختلف حساس هستند. در این میان فولاد کربنی بسیار مهم می باشد. یکی از روش هایی که در خصوص کاهش خوردگی فلزات استفاده می گردد، اضافه کردن ممانعت کننده هاست. مطالعات زیادی برای یافتن ترکیبات مناسب به منظور بازدارندگی خوردگی برای این فلز در محیط های آبی مختلف صورت پذیرفته است. در این تحقیقات شماری از ترکیبات آلی و غیر آلی که می توانند برای جلوگیری از خوردگی فولاد کربنی مناسب باشند ، مشخص گردیده اند.

تحقیقات زیادی در راستای آزمایش کردن مواد طبیعی به عنوان ممانعت کننده خوردگی برای فلزات مختلف در محیط های مختلف صورت پذیرفته است. هدف از این کار پیدا کردن مواد طبیعی، ارزان و بی خطر برای محیط زیست که بتوان برای جلوگیری از خوردگی فولاد کربنی مورد استفاده قرار گیرد. در این کار آزمایشاتی به منظور استفاده از عسل و عصاره شیرین بیان صورت گرفته است. همچنین حنا که به عنوان ماده رنگی و دارویی کاربرد دارد، به صورت عصاره مورد آزمایش قرار گرفته است. در این کار از تکنیک های پلاریزاسیون پتانسیواستات برای محاسبه بازده ممانعت کننده ها استفاده شده است.

۲- روش تحقیق

فولاد کربنی در ساخت سیستم های خنک کننده و خطوط لوله نفت مورد استفاده قرار می گیرد. آنالیز نمونه فولاد کربنی در جدول ۱ ذکر گردیده است. به منظور مطالعات پتانسیواستاتیک ، یک قطعه فلز را در مانت سرد می خوابانند، به طوری که سطح مقطع آن که معرض آزمایش قرار گرفته حدود یک cm^2 باشد. سپس سطح قطعه با سمباده هایی با شماره های متفاوت پالایش می گردد. سپس با استون چربی زدایی می گردد و سپس آب کشی می گردد. محلول آزمایش آب می باشد که PH آن حدود ۸ است و حاوی آمیون هایست که در جدول ۲ ذکر ردیده است. مطالعات پلاریزاسیون پتانسیواستاتیک به وسیله دستگاه تانسواستات/گالوانواستات مدل

ZAHNER صورت گرفته است. همچنین از سل سه جزئی با الکترومد مرجع کالومل اشباع (SCE) و الکترومد کمکی پلاتین استفاده شده است. از اسپکتروسکوپی جذب اتم پلاریزه شده (Z-6001) برای تشخیص آهن در محلول تست استفاده شده است.

جدول ۱) ترکیبات نمونه فولاد کربنی مورد آزمایش

C %	Si %	Mn%	Cu%	S%
0.165	0.179	0.439	0.203	0.0340

جدول ۲ ترکیبات تشکیل دهنده آب بر حسب ppm

آنالیز	pH	Cond. $\mu\text{s}/\text{cm}$	M.A ³ ppm	T.H ² ppm	Ca.H ¹ ppm	Cl ⁻ ppm
مقدار	۸-۸/۴	۱۲۵۰-۱۲۵۰	۱۰۰-۱۴۰	۲۵۰-۴۵۰	۱۸۰-۲۵۰	۲۲۰-۲۷۰

۳. تکنیک پتانسیواستات

۳-۱-۳ عسل طبیعی

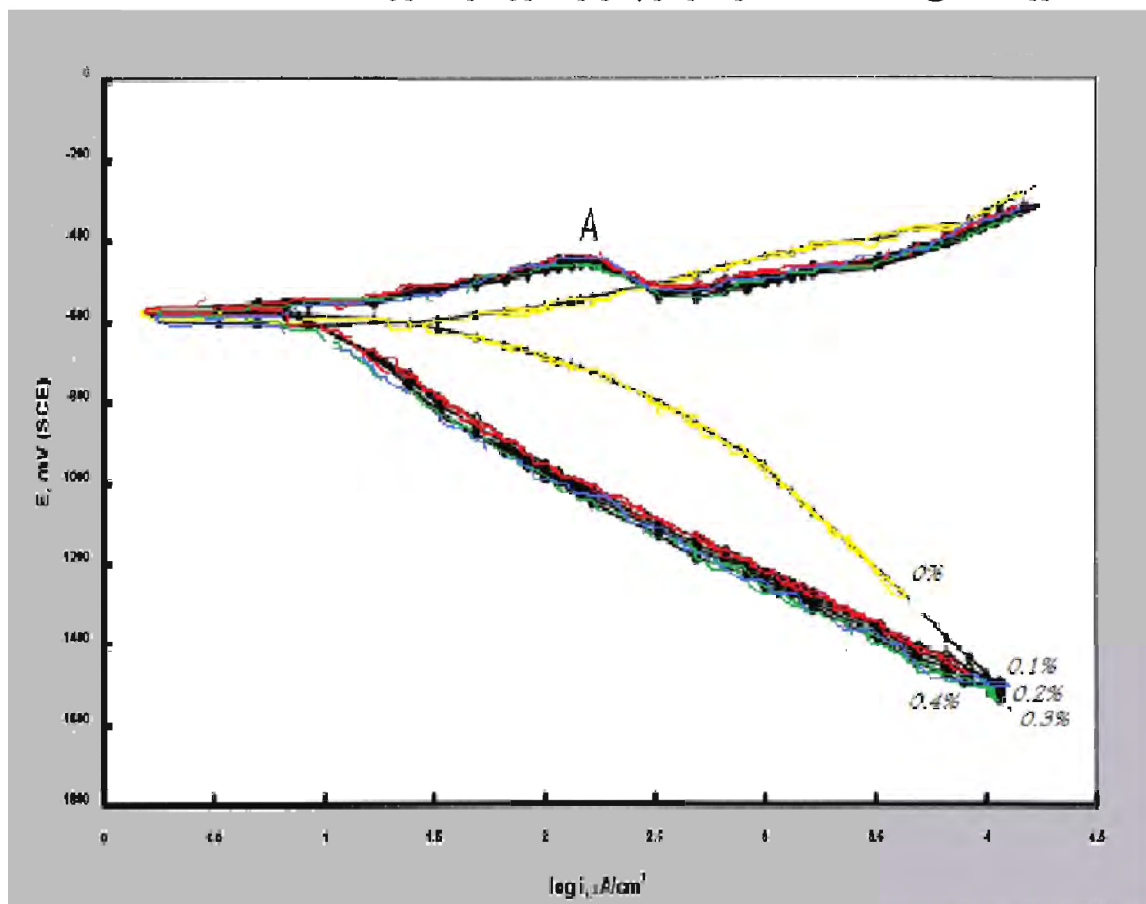
نمودارهای پلاریزاسیون آندی و کاتدی فولاد کربنی در آب نمونه با غلظت های مختلف عسل در شکل ۱ نشان داده شده است. بررسی شکل ۱ اختلاف ۲۵mV بین پتانسیل شروع شاخه های آندی و کتدی در محلول آزاد نشان می دهد. اگر چه این تغییر جزئی در پتانسیل تعادلی در شکل کلی نمودار پلاریزاسیون تاثیری ندارد. بررسی های بیشتر، یک پتانسیل مازاد (over potential) و پس از آن کاهش در چگالی جریان حدود ۹۰mA در حضور ممانعت کننده اتفاق می افتد. مقدار پتانسیل مازاد در این پیک به طور آرام با افزایش غلظت ممانعت کننده افزایش می یابد. پس از تمام شدن پیک، مقدار پتانسیل اضافی از آنچه برای محلول آزاد ثبت شده، کمتر می گردد. جدول ۳ شامل غلظت های آهن در محلول تست در چگالی جریان مربوط به پیک A و بعد از آن است (قبل از آن الکترومد به مدت ۱۵ نهد پلاریزه شده است). جدول ۳ نشان می دهد که غلظت آهن، در جریان پیک، با وجود ممانعت کننده بیشتر از حالت محلول بدون ممانعت کننده است. به بیان

¹ - Calcium Hardness

² - Total Hardness

³ - M-alkalinity [methyl orange]

دیگر بعد از پیک آهن مقدار کمتری را با وجود ممانعت کننده دارد. این رفتار نشان می دهد که پیک A مربوط به حل شدن الکتروود آهن است که پس از آن جذب ملکول های عسل طبیعی بر روی سطح الکتروود را در پی دارد. این جذب باعث کاهش سرعت حل شدن الکتروود می گردد. حل شدن آندی فولاد کربنی با حضور عسل طبیعی نشان می دهد که در آب ممانعت کننده جذب شده در واکنش، احتمالاً از نوع مختلط می باشند. به دلیل ایجاد این پیک ها در شاخه آندی محاسبه سرعت خوردگی با دقت زیاد مشکل می گردد. به همین دلیل به منظور محاسبه چگالی جریان خوردگی از ادامه دادن شاخه کاتدی و برخورد با پتانسیل تعادلی، استفاده می شود. پارامتر های الکتروشیمیایی محاسبه شده از نمودار پلاریزاسیون در جدول ۴ آمده است.



شکل ۱) پلاریزاسیون پتانسیواستاتیک فولاد کربنی در آب همراه با غلظت های مختلف ممانعت کننده عسل

جدول ۳) غلظت آهن (ppm) در محلول های تست همراه و بدون ممانعت کننده با چگالی جریان های مختلف

Free solution		Inhibited solution	
90 μA	400 μA	400 μA	90 μA
3.5	13.5	6.57	11.24

جدول ۴) پارامتر های الکتروشیمیایی خوردگی فولاد در آب در غلظت های مختلف عسل طبیعی

(از نمودار پلاریزاسیون کاتدی محاسبه شده است)

عسل %	E_{corr} (mV SCE)	I_{corr} ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Inhibition eff.	B_c (mV/decade)
0	-502	43.8	-	-420
0.1	-500	24.4	44%	-300
0.2	-493	23.9	45.3%	-295
0.3	-490	19.6	55.4%	-293
0.4	-489	16.6	62%	-290

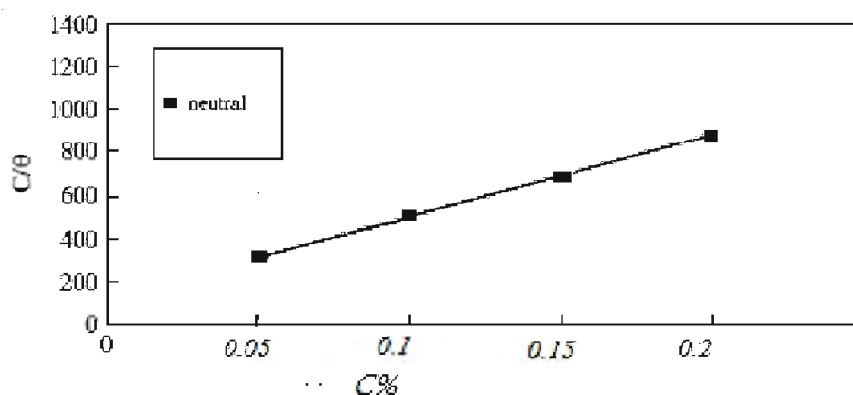
بررسی جدول ۴ نشان می دهد که با افزایش غلظت ممانعت کننده پتانسیل به سمت پتانسیل خنثی سوق پیدا می کند. جالب این است که بازده ممانعت کنندگی عسل طبیعی نسبت به خوردگی فولاد در آب بسیار بالاست و با افزایش غلظت ممانعت کننده افزایش می یابد. جدول ۴ نشان می دهد که تغییر چندانی در شیب آندی تافل در حضور یا عدم حضور ممانعت کننده ایجاد نمی شود. این نتیجه نشان می دهد که عسل طبیعی مکانیسم کاتدی را تغییر می دهد و تاثیری در مکانیسم حلالیت آندی ندارد.

۲-۳ عصاره حنا

نمودار های پلاریزاسیون آندی و کاتدی فولاد کربنی در آب با غلظت های مختلف حنا به دست آمده و در شکل ۳ نشان داده شده است. پارامتر های الکتروشیمیایی که از این نمودار به دست آمده در جدول ۵ نشان داده شده است. بررسی این جدول نشان می دهد که با افزایش غلظت عصاره ، پتانسیل خوردگی به سمت مقدار منفی کوچکتری می رود و جریان خوردگی کاهش می یابد. این نتایج نشان می دهد که عصاره حنا به عنوان ممانعت کننده خوبی برای خوردگی در محیط خنثی می باشد. همچنین اطلاعات مربوط به جدول ۵ نشان می دهد که ثابت های آندی و

کاتدی تافل با اضافه شدن عصاره تغییر می کنند و این نشان می دهد که حنا یک ممانعت کننده ترکیبی می باشد.

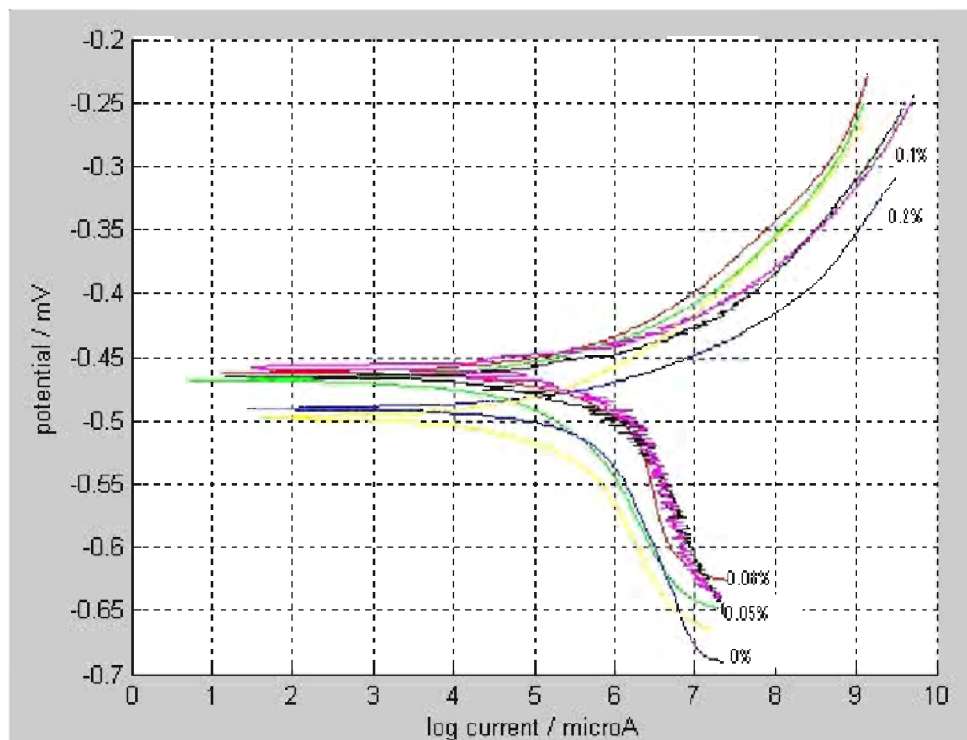
شکل ۲ نشان می دهد که جذب ترکیبات عصاره حنا بر روی سطح فولاد کربنی در محیط طبیعی از ایزوترم لانگمویر پیروی می کند. همچنین اضافه کردن حنا هر دو ثابت های آندی و کاتدی تافل را تغییر می دهد که این نشان دهنده اثر ترکیبی این ممانعت کننده است.



شکل ۲) ایزوترم جذب حنا بر سطح فولاد کربنی در محیط طبیعی

جدول ۵) پارامتر های الکتروشیمیایی خوردگی فولاد در آب در غلظت های مختلف حنا

حنا %	E_{corr} (mV SCE)	I_{corr} ($\mu A/cm^2$)	Inhibition eff.	B_c (mV / decade)
0	- 502	43.8	-	-420
0.05	-458	40.4	7.7%	-461
0.08	-493	28.3	35.3%	-204
0.1	-482	28.4	35.4%	-146
0.2	--450	21	52%	-226



شکل ۳) پلاریزاسیون پتانسیواستاتیک فولاد کربنی در آب همراه با غلظت های مختلف ممانعت کننده حنا

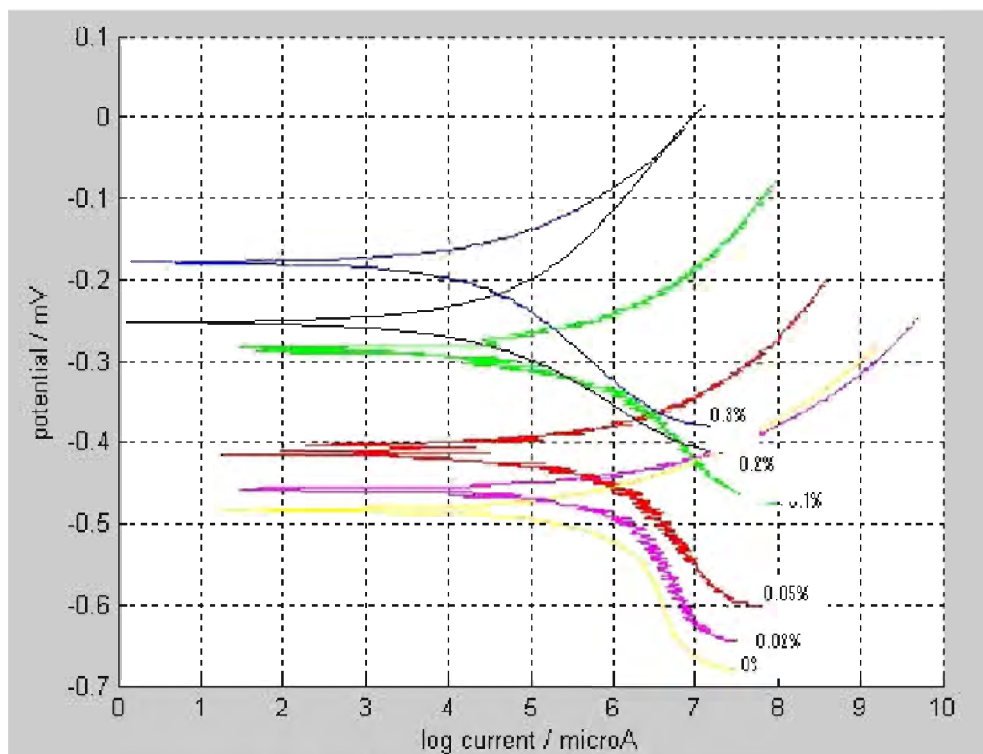
۳-۳ عصاره شیرین بیان

نمودارهای پلاریزاسیون آندی و کاتدی فولاد کربنی در آب با غلظت های مختلف شیرین بیان به دست آمده و در شکل ۴ نشان داده شده است. پارامترهای الکتروشیمیایی که از این پارامترهای الکتروشیمیایی که از این نمودارها به دست آمده در جدول ۶ نشان داده شده است. بررسی جداول نشان می دهد که پتانسیل خوردگی به سمت بررسی این جدول نشان می دهد که با افزایش غلظت عصاره، پتانسیل خوردگی به سمت مقدار منفی کوچکتری می رود و جریان خوردگی کاهش می یابد. تاثیر عصاره به این گونه است که با افزایش غلظت آن هم پتانسیل و هم جریان خوردگی کاهش می یابند.

این نتایج نشان می دهد که عصاره شیرین بیان ممانعت کننده خوردگی بسیار مناسب فولاد کربنی در محیط آبی می باشد. همچنین داده های جدول ۶ نشان میدهد، با افزودن عصاره، ثابت های تافل تغییر چشم گیری می کنند که این نشان دهنده ممانعت کنندگی آن است.

جدول ۶) پارامترهای الکتروشیمیایی خوردگی فولاد کربنی در آب طبیعی با غلظت های مختلف بازدارنده t

شیرین بیان %	E_{corr} (mV SCE)	I_{corr} ($\mu A/cm^2$)	Inhibition eff.	B_c (mV / decade)
0	-502	43.8	-	-420
0.05	-415	34.8	21%	-266
0.1	-290	25	42.9%	-204
0.2	-252	8.14	81%	-146
0.3	-178	7.78	82.2%	-203



شکل ۴) پلاریزاسیون پتانسیواستاتیک فولاد کربنی در آب با غلظت های مختلف ممانعت کننده

۴- نتیجه گیری

- ۱- عسل طبیعی، عصاره حنا و عصاره شیرین بیان به عنوان ممانعت کننده فولاد کربنی در آب عمل می کنند. از آن ها می توان جهت کاهش خوردگی در لوله های فولادی، سیستم های خنک کننده آب، سوفاژ خانه ها استفاده کرد
- ۲- با افزایش غلظت های مختلف ممانعت کننده ها، بازده ممانعت کننده ها افزایش می یابد.
- ۳- بازده ممانعت کننده ها با افزایش غلظتشان به صورت خطی تغییر نمی کند

۴- جذب عسل طبیعی بر روی سطح فولاد در محیط آبی از ایزوترم لانگمویر طبیعت می کند.

۵- در این میان شیرین بیان بیشترین و حنا کمترین بازده را دارد

۵- مراجع

- [1] M.H. Wahdan, A.A. Hermas, M.S. Morad, Mater. Chem. Phys. 76 (2002) 111.
- [2] K. Sapre, S.S. Seal, P. Jepson, H.B. Wang, Z. Rahman, T. Smith, Corros. Sci. 45 (2003) 59.
- [3] A.A. El-Shafei, M.H. Moussa, A.A. El-Far, Mater. Chem. Phys. 70 (2001) 175.
- [4] R.S. Concalves, D.S. Acambuja, A.M. Serpa, Corros. Sci. 44 (2002) 467.
- [5] Singh. M. M, Upahyay. R. B and Upahyay. B. N. B, Electrochem, 1996, 12, 26
- [6] Dugdale. I. and Cotton. I. B, Corros. Sci, 1963, 3 , 19
- [7] Cotton. J. B. and Scholes. I. K. Br, Corros. J, 1967, 2, 1
- [8] Poling. C. W, Corros. Sci, 1970, 10, 359
- [9] El-Taib Heakal. F. and Haruyama. S, Corros. Sci, 1980, 20, 887



دانشگاه شیراز

۸۹۸



انجمن خودکمی ایران



مرکز ملی مسووم پژوهشی و برنامه ریزی آموزشی

یازدهمین کنگره ملی خوردگی (۲۴-۲۲ اردیبهشت ۸۸)