

فصل اول: خوردگی و حفاظت در برنرهای تاریخی

۱	۱-۴- مقدمه.....	۲
۱-۲	۱-۲- مکانیزم خوردگی.....	۳
۱-۳	۱-۳- خوردگی بعد از حفاری.....	۴
۱-۴	۱-۴- کلرزداها.....	۶
۱-۵	۱-۵- شرایط رطوبتی.....	۷
۱-۶	۱-۶- روش ها حفاظتی.....	۷
۱-۶-۱	۱-۶-۱- پوشش دهنده ها.....	۸
۱-۷	۱-۷- بازدارنده های خوردگی.....	۱۱
۱-۷-۱	۱-۷-۱- ویژگی ها و فاکتورهای انتخاب بازدارنده.....	۱۲
۱-۷-۲	۱-۷-۲- بازدارنده های آلی مورد استفاده در مرمت.....	۱۳
۱-۷-۳	۱-۷-۳- بازدارنده های ترکیبی.....	۱۸
۱-۷-۴	۱-۷-۴- ترکیب جدید سدیم کربوکسیلات.....	۲۱

فصل دوم: پیشینه ی مطالعات انجام شده بر روی عسل

۲-۱	۲-۱- پیشینه ی مطالعات انجام شده بر روی عسل.....	۲۴
-----	---	----

سوم: آزمایشات و نتایج

۳-۱	۳-۱- تئوری آزمایش.....	۲۸
۳-۱-۱	۳-۱-۱- پتانسیل الکتروود.....	۲۸
۳-۱-۲	۳-۱-۲- روش پلاریزاسیون.....	۲۹
۳-۱-۳	۳-۱-۳- تاثیر پلاریزاسیون بر سرعت خوردگی.....	۲۹
۳-۱-۴	۳-۱-۴- انواع پلاریزاسیون.....	۳۰
۳-۱-۴-۱	۳-۱-۴-۱- پلاریزاسیون فعال سازی.....	۳۰
۳-۱-۴-۲	۳-۱-۴-۲- پلاریزاسیون غلظتی.....	۳۰
۳-۱-۵	۳-۱-۵- تعیین پتانسیل و سرعت خوردگی توسط اصول الکتروشیمی.....	۳۱
۳-۱-۶	۳-۱-۶- دستگاه پتانسیو استات.....	۳۱
۳-۱-۷	۳-۱-۷- برون یابی تافل.....	۳۳
۳-۱-۸	۳-۱-۸- استفاده از پارامترهای سینتیکی استخراج شده از منحنی های تافل در تفسیر عملکرد بازدارنده ها روی فلز.....	۳۴

۳۴.....	۳-۱-۸-۱- دانسیته‌ی جریان.....
۳۴.....	۳-۱-۹- تفسیر اثرات بازدارنده در رفتار پلاریزاسیون.....
۳۵.....	۳-۱-۱۰- تعیین نوع بازدرنده‌ها (کاتدی، آندی، مخلوط).....
۳۷.....	۳-۲- آزمایشات.....
۳۷.....	۳-۲-۱- مشخصات دستگاه پتانسیو استات.....
۳۷.....	۳-۲-۲- تهیه الکتروودکاری برای آزمایشات.....
۳۹.....	۳-۲-۳- تهیه محلول شاهد.....
۴۰.....	۳-۲-۴- غسل (ماده بازدارنده).....
۴۱.....	۳-۲-۵- ترکیبات شیمیایی غسل.....
۴۱.....	۳-۲-۵-۱- کربوهیدرات‌ها.....
۴۱.....	۳-۲-۵-۲- پروتئین و آمینو اسیدها.....
۴۲.....	۳-۲-۵-۳- ویتامین‌ها، مواد معدنی و آنتی اکسیدان‌ها.....
۴۲.....	۳-۲-۵-۴- ترکیبات دیگر.....
۴۲.....	۳-۲-۶- تهیه محلول غسل.....
۴۸.....	۳-۲-۷- مواد طبیعی میوه‌ی درخت افاقیا و شیرهی درخت انجیر سفید.....
۴۸.....	۳-۲-۷-۱- میوه‌ی درخت افاقیا.....
۴۸.....	۳-۲-۸- ترکیبات شیمیایی.....
۴۹.....	۳-۲-۹- تهیه محلول اولیه از میوه‌ی افاقیا.....
۵۵.....	۳-۲-۱۰- شیرهی درخت انجیر سفید (Ficus Caric).....
۵۵.....	۳-۲-۱۰-۱- ترکیبات شیمیایی شیرهی انجیر.....
۵۵.....	۳-۲-۱۱- تهیه محلول اولیه از شیرهی درخت انجیر.....
۶۰.....	۳-۲-۱۲- محاسبه‌ی بازده بازدارندگی با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات.....
۶۰.....	۳-۲-۱۳- روش کلاسیک کاهش وزن.....
۷۰.....	۳-۲-۱۴- آزمایش در محفظه‌ی رطوبت.....
۷۰.....	۳-۲-۱۵- تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی.....
۷۵.....	۳-۳- نتیجه گیری.....
۷۷.....	۳-۴- پی نوشت.....

پیوست ها

۷۹.....	پیوست ۱.....
۹۱.....	پیوست ۲.....
۱۰۰.....	پیوست ۳.....
۱۰۴.....	منابع و مآخذ.....

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان جدول
۳۹	جدول (۱-۳)
۴۲	جدول (۲-۳)

- شکل (۱-۱) موقعیت محصولات خوردگی و مسیرهای واکنش ۵
- شکل (۲-۱) ساختار BTA ۱۴
- شکل (۳-۱) ساختار AMT ۱۶
- شکل (۴-۱) چهار فرم تاتومتریک از AMT ۱۷
- شکل (۵-۱) ساختار C₆-BTA ۲۰
- شکل (۱-۳) دستگاه پتانسیو استات با الکتروود کاری، الکتروود مرجع و الکتروود کمکی ۳۱
- شکل (۲-۳) پلاریزاسیون فرضی با رفتار تافل برای سیستم فعال با شاخه‌های آندی و کاتدی ۳۲
- شکل (۳-۳) تاثیر بازدارنده‌های آندی و کاتدی ۳۴
- شکل (۴-۳) تاثیر بازدارنده‌های کاتدی ۳۴
- شکل (۵-۳) تاثیر بازدارنده‌های آندی ۳۵
- شکل (۶-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل برای محلول شاهد (۵ M / سدیم کلرید) ۴۰
- شکل (۷-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۱۰۰۰ ppm ۴۳
- شکل (۸-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۱۲۰۰ ppm ۴۴
- شکل (۹-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۱۴۰۰ ppm ۴۴
- شکل (۱۰-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۱۶۰۰ ppm ۴۵
- شکل (۱۱-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۱۸۰۰ ppm ۴۵
- شکل (۱۲-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل در ۲۰۰۰ ppm ۴۶
- شکل (۱۳-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل گنار با غلظت ۱۲۰۰ ppm نسبت به محلول شاهد ۴۷
- شکل (۱۴-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل عسل آویشن با غلظت ۱۲۰۰ ppm نسبت به محلول شاهد ۴۷
- شکل (۱۵-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۲۰۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۴۹
- شکل (۱۶-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۴۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۴۹
- شکل (۱۷-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۶۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۰
- شکل (۱۸-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۸۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۱
- شکل (۱۹-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۱۰۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۱
- شکل (۲۰-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۱۲۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۲
- شکل (۲۱-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۱۴۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۲
- شکل (۲۲-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۱۶۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۳
- شکل (۲۳-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل افاقیا با غلظت ۱۸۰۰ ppm نسبت به محلول افاقیا و عسل ۵۴
- شکل (۲۴-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل شیرهی انجیر سفید با غلظت ۱۰۰۰ ppm نسبت به محلول شیرهی انجیر و عسل ۵۷
- شکل (۲۵-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل شیرهی انجیر سفید با غلظت ۱۲۰۰ ppm نسبت به محلول شیرهی انجیر و عسل ۵۷
- شکل (۲۶-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل شیرهی انجیر سفید با غلظت ۱۴۰۰ ppm نسبت به محلول شیرهی انجیر و عسل ۵۸
- شکل (۲۷-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل شیرهی انجیر سفید با غلظت ۱۶۰۰ ppm نسبت به محلول شیرهی انجیر و عسل ۵۸
- شکل (۲۸-۳) منحنی پلاریزاسیون تافل شیرهی انجیر سفید با غلظت ۱۸۰۰ ppm نسبت به محلول شیرهی انجیر و عسل ۵۹
- شکل (۲۹-۳). میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل بعد از یک هفته ۶۳

- شکل (۳۰-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل بعد از دو هفته..... ۶۳
- شکل (۳۱-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل بعد از سه هفته..... ۶۳
- شکل (۳۲-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل بعد از چهار هفته..... ۶۴
- شکل (۳۳-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm بعد از یک هفته..... ۶۵
- شکل (۳۴-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm بعد از دو هفته..... ۶۵
- شکل (۳۵-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm بعد از سه هفته..... ۶۶
- شکل (۳۶-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm بعد از چهار هفته..... ۶۷
- شکل (۳۷-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و شیرهی انجیرباغلظت ۱۸۰۰ ppm بعد از یک هفته..... ۶۷
- شکل (۳۸-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و شیرهی انجیرباغلظت ۱۸۰۰ ppm بعد از دو هفته..... ۶۸
- شکل (۳۹-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و شیرهی انجیرباغلظت ۱۸۰۰ ppm بعد از سه هفته..... ۶۸
- شکل (۴۰-۳) میزان کاهش وزن بر اساس غلظت ۱۸۰۰ ppm عسل و شیرهی انجیرباغلظت ۱۸۰۰ ppm بعد از چهار هفته..... ۶۸
- شکل (۴۱-۳) تصاویر SEM، (A, B) از کوپن شاهد بعد از یک ماه قرار گیری در محلول خورنده..... ۷۲
- شکل (۴۲-۳) تصاویر SEM، (C, D) کوپن در حضور عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محلول ۰/۵ M سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری..... ۷۲
- شکل (۴۳-۳) تصاویر SEM، (F, E) از کوپن در حضور محلول ترکیبی عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm و شیرهی انجیر با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محلول ۰/۵ M سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری..... ۷۲
- شکل (۴۴-۳) تصاویر SEM، (G, H, I) از کوپن در حضور محلول ترکیبی عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm و میوهی افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm در محلول ۰/۵ M سدیم کلرید بعد از یک ماه غوطه‌وری..... ۷۳

۳۹.....	عکس (۱-۳) الکترودهای برنزی تهیه شده به روش ریخته گری با درصد (Cu-10Sn)
۳۹.....	عکس (۲-۳) نحوه‌ی قرار گیری الکتروود بر سطح الکتروولیت
۶۱.....	عکس (۳-۳) الکتروود بریده شده برای تهیه کوبین
۶۱.....	عکس (۴-۳) کوبین های آماده شده برای غوطه‌ور سازی
	عکس (۵-۳) کوبین شاهد بعد از یک ماه قرار گیری در محیط خورنده سدیم در حضور
۶۹.....	عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
۶۹.....	عکس (۶-۳) کوبین بعد از یک ماه قرار گیری در محلول خورنده با بزرگ‌نمایی ۶۰ X
۷۰.....	عکس (۷-۳) کوبین قبل از قرار گیری در محلول بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
۷۰.....	عکس (۸-۳) کوبین در محلول عسل میمند و شیرهی انجیر با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
	عکس (۹-۳) کوبین بعد از قرار گیری در محلول ۱۸۰۰ ppm عسل میمند فارس
۷۰.....	با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
	عکس (۱۰-۳) کوبین بعد از قرار گیری در محلول عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm
۷۰.....	و میوه افاقیا با غلظت ۲۰۰ ppm با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X

پیوست ۱

جدول ۱-۳: محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت، دانسیته‌ی جریان ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی در حضور عسل میمند فارس و محیط خورنده با دستگاه پتانسیو استات	۷۹
جدول ۲-۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت‌های مختلف با استفاده از محاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات	۷۹
جدول ۳-۳: محاسبات پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی افاقیا در غلظت‌های خاص از طریق محاسبه	۸۰
جدول ۴-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف با استفاده از محاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات	۸۰
جدول ۵-۳: محاسبات پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی افاقیا و عسل در غلظت‌های خاص از طریق محاسبه با دستگاه پتانسیو استات	۸۱
جدول ۶-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات	۸۱
جدول ۷-۳: تاثیر بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف با استفاده از پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب آندی و کاتدی و میزان خوردگی با دستگاه پتانسیو استات	۸۲
جدول ۸-۳: درصد بازدارندگی شیره‌ی انجیر با استفاده از محاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات	۸۲
جدول ۹-۳: تاثیر بازدارندگی ترکیب شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm، با استفاده از پتانسیل خوردگی، جریان خوردگی، دانسیته‌ی خوردگی، ضرایب شیب آندی و کاتدی و میزان خوردگی با استفاده از دستگاه پتانسیو استات	۸۳
جدول ۱۰-۳: درصد بازدارندگی ترکیب شیره‌ی انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm با استفاده از محاسبات داده‌های دستگاه پتانسیو استات	۸۳
جدول ۱۱-۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت‌های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از یک هفته غوطه‌وری	۸۳
جدول ۱۲-۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت‌های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از دو هفته غوطه‌وری	۸۴
جدول ۱۳-۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت‌های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از سه هفته غوطه‌وری	۸۴
جدول ۱۴-۳: درصد بازدارندگی عسل با غلظت‌های مختلف در محیط خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری	۸۵
جدول ۱۵-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از یک هفته غوطه‌وری	۸۵
جدول ۱۶-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از دو هفته غوطه‌وری	۸۶
جدول ۱۷-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از سه هفته غوطه‌وری	۸۶
جدول ۱۸-۳: درصد بازدارندگی افاقیا با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محیط خورنده‌ی سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری	۸۷
جدول ۱۹-۳: درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محلول خورنده سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از یک هفته غوطه‌وری	۸۸
جدول ۲۰-۳: درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در محلول خورنده سدیم کلرید ۵/۰ مولار بعد از دو هفته غوطه‌وری	۸۸
جدول ۲۱-۳: درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ۱۸۰۰ ppm در	

- ۸۸..... محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از سه هفته غوطه‌وری.
- جدول ۳-۲۲: درصد بازدارندگی شیره انجیر با غلظت‌های مختلف و عسل با غلظت ppm ۱۸۰۰ در
- ۸۹..... محلول خورنده سدیم کلرید ۵/ مولار بعد از چهار هفته غوطه‌وری.
- جدول ۳-۲۳: محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت، دانسیته‌ی جریان،
- ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی عسل گُئار با دستگاه پتانسیو استات.
- ۸۹.....
- جدول ۳-۲۴: درصد بازدارندگی عسل گُئار با غلظت ppm ۱۲۰۰ با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات.
- ۸۹.....
- جدول ۳-۲۵: محاسبات جریان خوردگی، پتانسیل خوردگی، مقاومت الکترولیت، دانسیته‌ی جریان،
- ضرایب شیب کاتدی و آندی و میزان خوردگی عسل آویشن با دستگاه پتانسیو استات.
- ۹۰.....
- جدول ۳-۲۶: درصد بازدارندگی عسل آویشن با غلظت ppm ۱۲۰۰ با استفاده از داده‌های دستگاه پتانسیو استات.
- ۹۰.....

پیوست ۲

- عکس ۳-۱: کوپن شاهد بدون بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۲: کوپن شاهد بدون بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۳: کوپن غوطه‌ور شده در عسل به مدت ۲۴ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۴: کوپن غوطه‌ور شده در عسل به مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۵: کوپن غوطه‌ور شده در عسل و میوه افاقیا به مدت ۲۴ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۶: کوپن غوطه‌ور شده در عسل و میوه افاقیا به مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۱.....
- عکس ۳-۷: کوپن غوطه‌ور شده در شیره انجیر و عسل به مدت ۲۴ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۸: کوپن غوطه‌ور شده در شیره عسل و انجیر به مدت ۴۸ ساعت با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۹: مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و شیره انجیر با بزرگ‌نمایی ۸۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۱۰: مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۱۱: مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و شیره انجیر با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۱۲: مقطع عرضی کوپن قرار گرفته در عسل و افاقیا با بزرگ‌نمایی ۶۰ X
- ۹۲.....
- عکس ۳-۱۳: تصاویر متالوگرافی از مقطع عرضی نمونه غوطه‌ور شده در حضور عسل میمند فارس با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۴: غوطه‌ور شده در محلول M ۵/۰ سدیم کلرید در شیره‌ی انجیر حضور عسل میمند فارس با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۵: تصویر متالوگرافی از مقطع عرضی با نمونه در عسل با بزرگ‌نمایی ۴۰۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۶: تصویر از مقطع عرضی نمونه غوطه‌ور شده در عسل بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۷: کوپن شاهد بدون حضور بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۸: کوپن شاهد بدون حضور بازدارنده با بزرگ‌نمایی ۸۰ X
- ۹۳.....
- عکس ۳-۱۹: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۰۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۰: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۰۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۱: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۲۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۲: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۲۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۳: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۴۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۴: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۴۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۴.....
- عکس ۳-۲۵: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۶۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۵.....
- عکس ۳-۲۶: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۶۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۵.....
- عکس ۳-۲۷: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۸۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۵.....
- عکس ۳-۲۸: پوسته شدن فیلم افاقیا در ppm ۱۸۰۰ روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۱۰۰ X
- ۹۵.....
- عکس ۳-۲۹: خورده شدن سطح کوپن در ppm ۱۲۰۰ عسل روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۸۰ X
- ۹۶.....
- عکس ۳-۳۰: خورده شدن سطح کوپن در ppm ۱۲۰۰ عسل روی سطح کوپن با بزرگ‌نمایی ۴۰ X
- ۹۶.....