

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نانو مواد پیشرفته برای کاربردهای هوافضایی

مؤلفین :

کارلوس کابروا، فلیکس میراندا

مترجمین :

امیر حسین حبیبی

دانش آموخته کارشناسی ارشد

دانشکده فناوری‌های نوین

دانشگاه علم و صنعت ایران

میثم جلالی

عضو هیأت علمی گروه نانوفناوری

دانشکده فناوری‌های نوین

دانشگاه علم و صنعت ایران

انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

سرشناسه	کابرا ، کارلوس آر : cabrera , carlos R
عنوان و پدیدآور	نانو مواد پیشرفته برای کاربردهای هوافضایی / مولفین کارلوس کابرا، فلیکس میراندا
مشخصات نشر	مترجمین میثم جلالی ، امیر حسین حبیبی
مشخصات ظاهری	تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران، ۱۳۹۱.
شابک	۳۷۵ ص . مصور ، جدول ، نمودار
	۹۷۸-۹۶۴-۴۵۴-۳۳۸-۸ :
وضعیت فهرست نویسی: فیبا	
یادداشت	عنوان اصلی : Advanced nanomaterials for aerospace application, 2015
یادداشت	واژه نامه - کتابنامه
موضوع	مواد نانو ساختار - کاربردهای صنعتی
موضوع	Nanostructured materials – Industrial applications
موضوع	تکنولوژی - تحقیق
موضوع	Nanotechnology - Research
شناسه افزوده	Miranda , felix A
شناسه افزوده	براند ، فلیکس ا .
شناسه افزوده	جلال ، میثم - مترجم ۱۳۶۲
شناسه افزوده	حبیبی ، امیر حسین - ۱۳۷۱ تیر
شناسه افزوده	دانشگاه علم و صنعت ایران
رده بندی کنگره	TA ۴۱۸/۹ :
رده بندی دیویی	۶۲۰/۵ :
شماره کتابشناسی ملی	۵۸۵۲۵۸۴ :

- مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران - تهران - رمک صندوق پستی ۱۶۸۴۶۱۳۱۱۴
- تلفن: ۷۷۲۴۰۴۲۵ - دورنویس: ۷۷۲۴۰۲۲۵
- فروشگاه: میدان رسالت - خیابان هنگام - خیابان دانشگاه - دانشگاه علم و صنعت
- پست الکترونیک: Publication@sun.iust.ac.ir



نام کتاب: نانو مواد پیشرفته برای کاربردهای هوا فضایی

تألیف: دکتر میثم جلالی ، امیر حسین حبیبی

چاپ اول: ۱۳۹۸

شمارگان: ۱۰۰ جلد

قیمت: ۳۵۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران

* حق چاپ برای دانشگاه علم و صنعت ایران محفوظ است *

« فهرست مطالب »

پیشگفتار مولفین

پیشگفتار مترجمین

ح

ک

فصل اول: نانومواد حسگری پیشرفته برای کاربردهای هوافضایی

۱

۱-۱-۱- مقدمه..... ۱

۲-۱- مرور بر کاربردهای هوافضایی..... ۲

۱-۲-۱- تحریک شستی..... ۳

۲-۲-۱- پارامترهای خیرکی دما بالا..... ۴

۳-۲-۱- پایش انتشار از راه خروجی..... ۵

۴-۲-۱- ایمنی در برابر حریق و پاشش محیطی..... ۶

۵-۲-۱- تشخیص تابش..... ۷

۳-۱- مثالهایی از حسگرها..... ۸

۱-۳-۱- نانوپوسته‌های پالادیمی برای تشخیص هیدروژن..... ۸

۲-۳-۱- نانوسیم‌ها و لایه‌های فوق نازک پالادیمی با استفاده از احیای حالت جامد و

قالب‌های ژئولیتی..... ۱۱

۳-۳-۱- نانوسیم‌های سیلیسید فلز واسطه برای حسگر دما..... ۱۵

۴-۳-۱- حسگرهای محصولات احتراق مبتنی بر مواد نانوساختار..... ۱۹

۵-۳-۱- تنظیم شکاف نوار ZnO برای آشکارسازهای UV در محدوده نور

خورشیدی..... ۲۳

۱-۵-۳-۱- ایجاد لایه‌های ZnBeMgO توسط پوشش‌دهی چرخشی..... ۲۴

۲-۵-۳-۱- لایه‌های ZnBeMgO حاصل از لایه‌نشانی لیزر پالسی (PLD)..... ۲۵

۶-۳-۱- اجرای بلندمدت / مراحل ضروری آینده..... ۲۷

مراجع..... ۲۹

فصل دوم: چالش‌ها و احتمالات در فناوری نانوحسگرها

۳۷

۱-۲- بررسی اجمالی چالش‌های موجود در فناوری نانوحسگرها..... ۳۸

۲-۲- ساخت حسگرهای مبتنی بر نانوساختارها..... ۴۲

۳-۲- مشخصه‌یابی نانوساختارهای حسگری..... ۴۹

۴-۲- مکانیزم‌های تشخیص..... ۵۳

۵-۲- سیستم‌های نانوحسگر هوشمند..... ۵۷

۶-۲- خلاصه و احتمالات آتی..... ۶۱

مراجع..... ۶۲

فصل سوم: مواد نو متخلخل در احیای اتمسفر

۶۷

۱-۳- مقدمه..... ۶۷

۱-۱-۳- تاریخچه توسعه سیستم‌های احیای اتمسفر برای فضا..... ۶۸

۲-۱-۳- چالش‌ها و ملاحظات طراحی..... ۷۰

۲-۳- مواد میکرومتخلخل..... ۷۴

۱-۲-۳- جاذب‌های زئولیتی..... ۷۴

۲-۲-۳- جاذب‌های پایه آمینی..... ۸۱

۳-۲-۳- چارچوب‌های فلز-آلی..... ۸۳

۳-۳- جاذب‌های ساختارمند مبتنی بر میکروولیت..... ۸۶

۴-۳- نکات نهایی..... ۸۸

مراجع..... ۸۹

فصل چهارم: نانوفناوری در سیستم‌های پیشرفته تأمین حیات و بازیابی آب

۹۷

۱-۴- مقدمه..... ۹۷

۲-۴- غشاها..... ۹۷

۱-۲-۴- غشاهای نفوذی-تبخیری..... ۹۸

۲-۲-۴- غشاهای اسمز معکوس..... ۹۹

۳-۲-۴- غشاهای اسمز مستقیم..... ۱۰۰

۴-۲-۴- جهتگیری‌های آینده در توسعه غشاء..... ۱۰۱

۱-۴-۲-۴- غشاهای سرامیکی زئولیتی..... ۱۰۲

- ۱۰۲..... ۲-۴-۲-۴- غشاهای نانوذرات کاتالیستی
- ۱۰۲..... ۳-۴-۲-۴- غشاهای زمینه مخلوط
- ۱۰۳..... ۴-۴-۲-۴- غشاهای نانوذره
- ۱۰۳..... ۵-۴-۲-۴- غشاهای کوپلیمر بلوکی
- ۱۰۴..... ۶-۴-۲-۴- غشاهای زیستی
- ۱۰۴..... ۷-۴-۲-۴- غشاهای آکوپورین
- ۱۰۵..... ۳-۴- کاتالیست‌ها
- ۱۰۵..... ۳-۴- مواد کاتالیستی
- ۱۰۵..... ۱-۱-۳-۱- حرارتی
- ۱۰۶..... ۲-۱-۳-۱- الکتروکاتالیست‌ها
- ۱۰۶..... ۳-۴-۳-۱- فزونی کاتالیست‌ها
- ۱۰۶..... ۲-۳-۴- پایه دایالیز
- ۱۰۶..... ۱-۲-۳-۴- حرارتی
- ۱۰۷..... ۳-۳-۴- توسعه فرآیندهای کاتالیستی برای کاربردهای پروازی
- ۱۰۷..... ۱-۳-۳-۴- دستگاه حذف مداخلات
- ۱۰۸..... ۲-۳-۳-۴- اکسیداسیون کاتالیستی گاز آبی
- ۱۰۹..... ۳-۳-۳-۴- الکتروشیمیایی
- ۱۱۰..... ۴-۳-۳-۴- پیل‌های الکتروشیمیایی زیستی
- ۱۱۲..... ۵-۳-۳-۴- فرآیند جذب سطحی
- ۱۱۴..... ۴-۴- تشکیل و ترسیب رسوب
- ۱۱۵..... ۱-۴-۴- کنترل مولکولی رسوب
- ۱۱۵..... ۲-۴-۴- الکترودیالیز
- ۱۱۷..... ۳-۴-۴- دستگاه جوانه‌زنی
- ۱۱۷..... ۵-۴- اثرات ریزگرانش در مقیاس نانو
- ۱۱۷..... ۱-۵-۴- قطبش غلظتی
- ۱۱۸..... ۲-۵-۴- الکتروشیمیایی
- ۱۲۱..... ۳-۵-۴- زیست‌شناسی- نفوذ گاز
- ۱۲۲..... ۶-۴- راهبردهای یکپارچه کنونی برای بازیابی آب
- ۱۲۲..... مراجع

فصل پنجم: نانومواد برای آند باترهای پیشرفته لیتیم-یون

۱۲۷

- ۱-۵- مقدمه..... ۱۲۷
- ۲-۵- نانومواد امیدبخش به عنوان آندهای جایگزین..... ۱۳۰
- ۱-۲-۵- آندهای پایه کربنی..... ۱۳۰
- ۲-۲-۵- آندهای پایه سیلیسیمی..... ۱۳۱
- ۱-۲-۲-۵- نانوذرات سیلیسیم..... ۱۳۲
- ۲-۲-۲-۵- نانوسیم‌های سیلیسیم..... ۱۳۲
- ۳-۲-۲-۵- نانوموله‌های سیلیسیم..... ۱۳۳
- ۴-۲-۵- نوریسکرهای سیلیسیم..... ۱۳۳
- ۱-۲-۵- لایه‌های سیلیسیمی نانومقیاس..... ۱۳۴
- ۶-۲-۵- آمپویت سیسیم/کربن..... ۱۳۴
- ۳-۲-۵- آندهای پایه قی..... ۱۳۵
- ۴-۲-۵- آندهای مبتنی بر اسید مزان واسطه..... ۱۳۵
- ۳-۵- ملاحظات کاربردی..... ۱۳۶
- ۱-۳-۵- مقدار ظرفیت ویژه آند..... ۱۳۶
- ۲-۳-۵- مزایا و معایب الکترودهای با مساحت سطح بالا..... ۱۳۶
- ۳-۳-۵- اهمیت بارگذاری الکتروده..... ۱۳۷
- ۴-۳-۵- اهمیت پتانسیل الکتروده..... ۱۳۹
- ۱۴۰- مراجع.....

فصل ششم: نانومواد کاتدی برای باتری‌های لیتیم-یون

۱۴۳

- ۱-۶- مقدمه..... ۱۴۳
- ۲-۶- الکتروده اسپینلی ولتاژ بالا..... ۱۴۶
- ۳-۶- مواد لایه‌ای برای کاتد..... ۱۵۵
- ۴-۶- LiFePO_4 پوشش داده شده با کربن..... ۱۶۱
- ۵-۶- جمع‌بندی..... ۱۶۴
- ۱۶۷- مراجع.....

فصل هفتم: نانومواد در پیل‌های سوختی تجدیدپذیر

۱۷۱	۱-۷- مقدمه.....
۱۷۱	۲-۷- سیستم پیل سوختی تجدیدپذیر.....
۱۷۲	۳-۷- پیل‌های سوختی تجدیدپذیر فضایی.....
۱۷۴	۴-۷- واکنش‌های پیل سوختی و الکترولایزر.....
۱۷۵	۵-۷- پیل سوختی، واکنش اکسیداسیون هیدروژن.....
۱۷۵	۶-۷- پیل سوختی، واکنش احیای اکسیژن.....
۱۷۶	۷-۷- الکترولایزر، واکنش آزادسازی اکسیژن.....
۱۷۸	۸-۷- الکترولایزر، واکنش آزادسازی هیدروژن.....
۱۷۹	۹-۷- تولید نانومواد، پیل‌های سوختی تجدیدپذیر.....
۱۷۹	۱۰-۷- توسعه مرز برای پیل‌های سوختی هیدروژنی / اکسیژنی مبتنی بر غشای تبادل پروتون.....
۱۸۰	۱۱-۷- کاتالیست‌های آزادسازی اکسیژن.....
۱۸۲	۱۲-۷- توسعه MEA برای پیل سوختی، ناسا از نوع غیردرون سیالی هیدروژنی / اکسیژنی.....
۱۸۵	۱۳-۷- توسعه MEA برای الکترولایزر، ناسا.....
۱۸۵	۱۴-۷- جمع‌بندی.....
۱۸۷	مراجع.....

فصل هشتم: نانوفناوری برای ادوات نانوالکترونیک

۱۹۱	۱-۸- مقدمه.....
۱۹۱	۲-۸- چه چیزی نانوفناوری را برای کاربردهای نانوالکترونیک جذاب می‌کند.....
۱۹۱	۳-۸- نمونه‌هایی از ادوات نانوالکترونیک.....
۱۹۲	۴-۸- روش‌های مشخصه‌یابی برای کاربردهای نانوالکترونیک.....
۱۹۶	۵-۸- نانوفناوری / نانوالکترونیک در سیستم‌های ارتباطی آینده ناسا.....
۲۰۱	۱-۵-۸- ادوات منطقی.....
۲۰۱	۲-۵-۸- نانوترانزیستورهای اثر میدانی.....
۲۰۴	۳-۵-۸- نانومدارهای پایه گرافنی.....
۲۰۷	۴-۵-۸- نانوانت‌ها.....
۲۰۷	۵-۵-۸- نانوآیونیک.....

۲۰۹.....	۸-۵-۶- میکروالکترونیک خلأ بر پایه CNT
۲۱۰.....	۸-۶- جمع‌بندی
۲۱۰.....	مراجع

فصل نهم: نانوکامپوزیت‌ها برای حفاظت الکترومغناطیسی

۲۱۵.....	۹-۱- مقدمه
۲۱۶.....	۹-۲- نانوکامپوزیت‌ها
۲۲۴.....	۹-۳- مواد الکتریک و مغناطیسی
۲۳۶.....	۹-۴- سازگاری الکترومغناطیسی
۲۴۰.....	۹-۵- ویژگی‌های حفاظت در برابر تداخل الکترومغناطیسی
۲۴۳.....	۹-۵-۱- اثرپذیری ساخت
۲۵۱.....	مراجع

فصل دهم: نانوکامپوزیت‌های اپوکسی-خازن لوله کربنی برای حفاظت در برابر تداخل

۲۵۳.....	الکترومغناطیسی
۲۵۳.....	۱۰-۱- مقدمه
۲۵۴.....	۱۰-۲- نانولوله‌های کربنی
۲۶۵.....	۱۰-۳- نانوکامپوزیت‌های اپوکسی حاوی نانولوله‌های کربنی: اندازه‌گیری DC
۲۸۹.....	۱۰-۴- اندازه‌گیری رسانایی AC
۳۰۷.....	۱۰-۵- نانوکامپوزیت‌های اپوکسی- نانولوله کربنی: اندازه‌گیری اثربخشی حفاظت
۳۱۰.....	۱۰-۶- جمع‌بندی
۳۱۱.....	مراجع

فصل یازدهم: ارائه پژوهش‌های نانوفناوری مرتبط با ناسا در کلاس درس

۳۲۳.....	۱۱-۱- مقدمه
۳۲۴.....	۱۱-۲- آوردن تحقیقات به کلاس درس: اصول
۳۲۵.....	۱۱-۳- روش‌شناسی: مفهوم‌سازی و طراحی فعالیت‌های عملی مناسب
۳۲۹.....	۱۱-۴- اجرای دروس برنامه‌ریزی‌شده: مفاهیم الکتروشیمیایی در برنامه درسی
۳۳۰.....	۱۱-۵- شفاف‌سازی فناوری ناسا: کیفیت آب

۱۱-۶- نتیجه‌گیری: واقعاً چه چیزی تدریس می‌کنیم؟ مفاهیم، مهارت‌ها یا هردو؟ ۳۳۱
مراجع ۳۳۲

فصل دوازدهم: خط سیر آینده در تحقیق و توسعه نانو فناوری در ناسا ۳۳۵

۱۲-۱- مقدمه ۳۳۵
۱۲-۲- بحث ۳۳۷
۱۲-۲-۱- چالش بزرگ: کامپوزیت‌های ۵۰ درصد سبک‌تر ۳۳۷
۱۲-۲-۲- سازه‌هایی با تولید و ذخیره‌سازی یکپارچه انرژی ۳۴۰
۱۲-۳-۱- گرافن: از مولکول‌ها تا ابزارها ۳۴۳
۱۲-۴-۱- نانو، ران‌ها ۳۴۴
۱۲-۵-۲- یکپارچه‌سازی ۳۴۶
۱۲-۶- جمع‌بندی ۳۴۷
مراجع ۳۴۷

۳۵۱

واژه‌نامه فارسی به انگلیسی

۳۵۵

واژه‌نامه انگلیسی به فارسی

پیشگفتار مؤلفین

کتاب «نانومواد پیشرفته برای کاربردهای هوافضایی» برای مخاطبینی که به علوم هوافضایی و نانوفناوری گرایش دارند، تدوین شده است. دانشمندان و مهندسين ناسا و مرکز تحقیقات دانشگاهی مواد پیشرفته نانومقیاس (CANM) در دانشگاه پورتوریکو، و سایر موسسات همچون مراکز تحقیقاتی ایمرز و گیلن ناسا، مرکز پرواز فضایی مارشال، آزمایشگاه پیشرانس جت، دانشگاه ایالتی پنسیلوانیا، و آزمایشگاه ملی INFN در ایتالیا گرد هم آمدند تا کاربردهای نانومواد در عرصه‌هایی از جمله - مگرها، سیستم‌های تأمین حیات، پیل‌های سوختی تجدیدپذیر، باتری‌های لیتیم-یون، مواد بسیار سبک، نانو الکترونیک، و محافظت الکترومغناطیسی را مطرح نمایند.

مرکز CANM در دانشسده پورتوریکو قریب به ده سال است که در توسعه این حوزه‌های پژوهشی مهیج به همکاری با مراکز ناسا پرداخته است. اغلب دانشمندان و مهندسينی که در این مرکز فعالیت کرده‌اند، از نویسندگان و همکاران در نگارش فصل‌های مختلف این کتاب می‌باشند. تلاش و همیاری آنها در امر تحقیق، توسعه کتاب‌های نانومواد، ارتقای بخشی از فناوری ناسا به سطوح بالاتر را در پی داشته است. دست‌رنج برخی از این همکاری‌ها و تعاملات در فصول این کتاب گردآوری شده است تا با جوامع علمی هوافضایی و نانوفناوری به اشتراک گذاشته شوند.

فصل‌های اول و دوم به فناوری حسگرها اختصاص دارند. فصل یک مروری جامع از انواع مختلف حسگرهایی که در حمایت از ماموریت‌های ناسا توسعه داده شده‌اند، ارائه می‌دهد. در این میان می‌توان به مواردی همچون حسگر تشخیص نشتی، پایش وضعیت فریک دما بالا، نظارت بر انتشار گازها، تشخیص حریق، و تشخیص تشعشعات اشاره کرد. فصل سه بر چالش‌های مرتبط با ساخت و تکرارپذیری نانوساختارها در سیستم‌های ریزحسگری تمرکز دارد. همچنین مشخصه‌یابی و معرفی خواص اساسی نانو سیسما و مکانیزم‌های حسگری نانوساختارهایی با ساختارهای کریستالی متفاوت را مورد بحث قرار می‌دهد.

فصل‌های سوم و چهارم استفاده از نانومواد برای سیستم‌های تأمین حیات را شرح می‌دهد. چالش‌هایی که دانشمندان کنترل محیط و تأمین زندگی در بهبود وضعیت سامانه‌های تجدید اتمسفر و تصفیه آب هم اکنون در پایگاه‌های فضایی همچون «ایستگاه فضایی بین‌المللی» با آنها مواجه هستند، در این دو فصل خلاصه شده‌اند. این فصل‌ها توسعه مواد نویدبخشی را مورد بحث

قرار می‌دهند که می‌توانند راه‌حلهایی به منظور بر طرف کردن این چالش‌ها برای مأموریت‌های اکتشاف فضایی سرنشین‌دار در مسافت‌های فراتر از مدارهای نزدیک زمین مطرح سازند. در این راستا می‌توان به مواردی همچون سامانه‌های بازیافت آب در پایگاه‌های فضایی و اثرات کاهش گرانش محیط بر عملکرد سامانه تأمین حیات اشاره کرد.

فصل پنجم به مزایای عملکردی نانوساختارهای فعال مختلف و مقایسه آنها با میکروساختارها برای الکترودهای منفی (آند) در باتری‌های لیتیومی می‌پردازد. فصل ششم با مورد بحث قرار دادن پیشرفت‌های اخیر در مواد به کار رفته در کاتد باتری‌های لیتیومی شارژپذیر، مکملی برای فصل پنجم به حساب می‌آید. فصل هفتم نیز نگرشی بر استفاده از نانومواد برای کاربردهای انرژی‌های تجدیدپذیر، خصوصاً کاتالیزورها در پیل‌های سوختی و الکترولایزرها در مأموریت‌های ناسا ارائه می‌دهد.

فصل‌های هشتم، نهم و دهم سایر حوزه‌های نانوفناوری مرتبط با کاربردهای هوافضایی را مورد توجه قرار می‌دهند. فصل شست استفاده از نانوفناوری برای توسعه ادوات و کاربردهای نانوالکترونیکی را بررسی می‌کند. مثال‌ها از ابزارهای نانوالکترونیکی و تکنیک‌های مشخصه‌یابی آنها به همراه ارزیابی استفاده از نانوالکترونیک در سیستم‌های ارتباطی آینده ناسا در این فصل ارائه می‌شوند. فصول ۹ و ۱۰ بحث در خصوص نانومواد پیشرفته برای محافظت الکترومغناطیس می‌پردازند، موضوعی که ارتباط تنگاتنگی با حضور طولانی مدت انسان در فضا دارد.

از آنجا که یکی از رسالت‌های مرکز CANM، توسعه رویکردها و مکانیزم‌های ترویج آموزش و پژوهش نانوفناوری بوده است، گنجاندن فصلی در این کتاب در این خصوص منطقی به نظر می‌رسید. لذا فصل یازدهم به وجوه آموزشی نانوفناوری مبسوطی به نانه‌ها و مواد پیشرفته برای کاربردهای هوافضایی و معرفی اقدامات انجام شده در ناسا و مرکز CANM اختصاص یافته است. در نهایت، فصل دوازدهم نیز به چشم‌انداز کلی ناسا در خصوص روندهای آتی در نانوفناوری اشاره داشته و ابتکارات و مکانیزم‌هایی که در حال حاضر برای تسهیل پیشرفت در تحقیق و توسعه پیش‌رو مطرح می‌باشند را مورد بحث قرار می‌دهد.

افراد و سازمان‌های متعددی در شکل‌گیری این کتاب نقش داشتند. نویسندگان کتاب به طور خاص از نگارندگان هر کدام از فصل‌های این کتاب به خاطر تلاش‌های سختکوشانه و نقش برجسته در آماده‌سازی کتاب تشکر می‌کنند. لازم است قدردانی خود را از دانشجویان، همکاران و مسئولان دانشگاه پورتوریکو اعلام داریم که به طرق مختلف در نتایج مندرج در این کتاب سهمیم بوده‌اند. تشکر خود را از خانم کاترینا امیری، مسئول سابق پروژه «برنامه مراکز پژوهشی دانشگاهی

ناسا، به دلیل حمایت و ترغیب ایشان در طول سال‌های متمادی ابراز می‌داریم. همچنین از خانم کاپریس هریس و خانم دیبورا شپینسکی در دفتر مشاور رییس مرکز تحقیقات گیلن در ناسا به خاطر کمک‌هایشان در خصوص انطباق با قوانین و سیاست‌های دولتی متشکریم. در نهایت، امیدواریم کتاب حاضر انتظارات خوانندگان را برآورده سازد و فرصتی مناسب برای یادگیری بیشتر درباره نانومواد پیشرفته و به‌کارگیری آنها در عرصه هوافضا فراهم آورد.

دکتر کارلوس کابرا

مرکز URC در ناسا برای مواد پیشرفته نانومقیاس

دانشگاه پروریگو

دکتر فلیکس مبراند

مرکز تحقیقاتی گلن، ناسا، اوهایو

۲۰۱۴