



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۲۲۰۲۳-۱

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

22023-1

1st.Edition

2017

Identical with  
ISO 16620-1:2015

پلاستیک‌ها - محتوی زیستی -

قسمت ۱: اصول کلی

Plastics- Biobased content-  
Part 1: General principles

ICS:83.080.01

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No.2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استاندارد ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی‌سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران‌بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4-Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«پلاستیک‌ها - محتوی زیستی - قسمت ۱: اصول کلی»

**رئیس:**

ابراهیم، الهام  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

**سمت و/یا محل اشتغال:**  
سازمان ملی استاندارد ایران - پژوهشگاه استاندارد

**دبیر:**

آریانسب، فضا  
(دکتری شیمی آلی)

سازمان ملی استاندارد ایران - پژوهشگاه استاندارد

**اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اخلاقی، مهدی  
(دکتری شیمی آلی)

عضو هیات علمی مرکز تحقیقات پزشکی هسته‌ای دانشگاه علوم پزشکی تهران

آقای میبیدی، الهه  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

دانشگاه محیط زیست

اسلامیان فخر، امیر  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

آزمایشگاه آریام

خالقی مقدم، ماهرو  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

سازمان ملی استاندارد - پژوهشگاه استاندارد

سلطانعلی، زهرا  
(کارشناسی شیمی)

سازمان ملی استاندارد - پژوهشگاه استاندارد

زینالی، الهام  
(کارشناسی ارشد مهندسی پلیمر)

پژوهش-فناوری پتروشیمی

سلیمی، سید حمید  
(دکتری شیمی آلی)

سازمان ملی استاندارد - پژوهشگاه استاندارد

سنگ سفیدی، لاله  
(کارشناسی ارشد شیمی آلی)

سازمان ملی استاندارد - پژوهشگاه استاندارد

شعبانیان، میثم  
(دکتری شیمی آلی)

سازمان ملی استاندارد - پژوهشگاه استاندارد

**سمت و/یا محل اشتغال:**

اداره کل استاندارد استان قم

سازمان ملی استاندارد- پژوهشگاه استاندارد

سازمان ملی استاندارد ایران- پژوهشگاه استاندارد

**اعضا:**(اسامی به ترتیب حروف الفبا)

عباسی مقدم، مرتضی  
(کارشناسی ارشد بازرگانی بین الملل)

عدل نسب، لاله  
(دکتری شیمی تجزیه)

**ویراستار:**

ابراهیم، الهام  
(کارشناسی شیمی کاربردی)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها
۴	۴ اصول
۷	۵ روش‌های محاسبه محتوی زیستی
۱۱	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از محاسبه محتوی کربن زیستی
۱۲	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) مثال‌هایی از محاسبه محتوی پلیمر سنتزی زیستی و محتوی جرم زیستی
۱۳	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «پلاستیک‌ها- محتوی زیستی- قسمت ۱: اصول کلی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌هزار و پانصد و هفتاد و هشتمین اجلاس هیئت کمیته ملی استاندارد صنایع شیمیایی و پلیمر مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۱۵ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

ISO 16620-1:2015, Plastics-Biobased content-Part 1: General principles.

## مقدمه

افزایش استفاده از ذخایر زیست توده برای تولید محصولات پلاستیکی، راهی موثر در کاهش گرم شدن کره زمین و کاهش ذخایر فسیلی است.

محصولات پلاستیکی رایج ترکیبی از پلیمرهای سنتزی زیستی، پلیمرهای سنتزی فسیلی، پلیمرهای طبیعی و افزودنی‌هایی است که می‌تواند شامل مواد زیستی باشد.

پلاستیک‌های زیستی پلاستیک‌هایی هستند که حاوی موادی هستند که تمام یا بخشی از آنها منشأ بیوژنیک<sup>۱</sup> دارند.

در این مجموعه از استانداردهای ملی، محتوی زیستی پلاستیک‌های زیستی فقط به مقدار محتوی کربن زیستی، مقدار محتوی پلیمر سنتزی زیستی یا مقدار محتوی جرم زیستی اشاره دارد.

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۲۰۲۳ است و سایر قسمت‌های این استاندارد به شرح زیر می‌باشد:

قسمت ۲- تعیین محتوی کربن زیستی

قسمت ۳- تعیین محتوی پلیمر سنتزی زیستی

Part 4: Determination of biobased mass content

Part 5: Declaration of biobased carbon content, biobased synthetic polymer content and biobased mass content



## پلاستیک‌ها - محتوی زیستی - قسمت ۱: اصول کلی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول کلی و روش‌های محاسباتی برای تعیین مقدار محتوی زیستی در محصولات پلیمری است. این روش‌های محاسباتی بر مبنای جرم کربن یا جرم هر جزء تشکیل دهنده موجود در محصولات پلاستیکی است.

این استاندارد برای محصولات و مواد پلاستیکی، رزین‌های پلیمری، منومرها، یا افزودنی‌ها، که از اجزاء تشکیل دهنده زیستی یا فسیلی ساخته شده‌اند، کاربرد دارد.

اطلاع از محتوی زیستی محصولات پلاستیکی در برآورد اثرات زیست محیطی آنها سودمند است.

### ۲ مراجع الزامی<sup>۱</sup>

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

**2-1** ISO 472, Plastics- Vocabulary.

**یادآوری** - استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۲۴۴: سال ۱۳۹۵، با عنوان پلاستیک‌ها- واژه‌نامه، با استفاده از منبع ISO 472:2013 تدوین شده است.

**2-2** ISO 16620-2, Plastics- Biobased content- Part 2: Determination of the biobased carbon content.

**2-3** ISO 16620-3, Plastics- Biobased content- Part 3: Determination of biobased synthetic polymer content.

**2-4** ISO 16620-4, Plastics- Biobased content- Part 4: Determination of the biobased mass content.

### ۳ اصطلاحات، تعاریف و نمادها

#### ۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در ISO 472، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

#### ۱-۱-۳ محتوی کربن زیستی

##### **biobased carbon content**

مقدار کربن موجود در محصول که از زیست توده<sup>۱</sup> مشتق شده است.

**یادآوری** - محتوی کربن زیستی با کسری از جرم نمونه، به عنوان کسری از محتوی کربن کل، یا به عنوان کسری از محتوی کربن آلی کل، بیان می‌شود.

#### ۲-۱-۳ زیست توده

##### **biomass**

ماده‌ای با منشأ بیولوژیکی، به جز مواد موجود در تشکیلات زمین‌شناسی و /یا فسیلی، است.

#### ۳-۱-۳ پلیمر سنتزی

##### **synthetic polymer**

پلیمری که از طریق فرآیندهای صنعتی شیمیایی و/یا بیولوژیکی به دست می‌آید.

#### ۴-۱-۳ پلیمر سنتزی زیستی

##### **biobased synthetic polymer**

پلیمری که از طریق فرآیند(های) صنعتی شیمیایی و/یا بیولوژیکی به دست می‌آید و تمام یا بخشی از آن از ذخایر زیست توده است.

**یادآوری** - پلیمرهای طبیعی به عنوان پلیمرهای سنتزی زیستی طبقه‌بندی نمی‌شوند (به بند ۳-۱-۷ مراجعه شود).

#### ۵-۱-۳ محتوی پلیمر سنتزی زیستی

##### **biobased synthetic polymer content**

$m_{BSP}$

مقدار پلیمر سنتزی زیستی موجود در محصول، است.

**یادآوری** - مقدار پلیمر سنتزی زیستی در محصول به عنوان کسری یا درصدی از جرم پلیمر سنتزی زیستی به جرم کل محصول بیان می‌شود.

۳-۱-۶ محتوی کربن

**carbon content**

مقدار کربن در اجزاء تشکیل دهنده، ماده، یا محصول به عنوان درصدی از وزن (جرم)، است.

۳-۱-۷ پلیمر طبیعی

**natural polymer**

پلیمر به دست آمده از زیست توده که در آن پلیمر ساختار شیمیایی اصلی و ترکیب موجود در زیست توده را حفظ کرده است.

مثال: نشاسته، سلولز، لیگنین یا لیگنوسلولز.

۳-۱-۸ محصول

**product**

رزین‌ها، ماده یا اشیاء/کالاها حاصل از یک فرآیند تولیدی هستند.

یادآوری- محصول می‌تواند یک ماده، محصول نهایی یا نیمه-تکمیل شده باشد، به عنوان مثال رزین پلی‌اتیلن مشتق شده از نفت خام یا زیست توده، فیلم‌های بیوپلی‌اتیلن<sup>۱</sup>، رزین‌های PET، بطری‌های PET، منومرها و نرم کننده‌ها.

۳-۱-۹ کربن کل<sup>۲</sup>

**total carbon**

**TC**

مقدار کمی کربن موجود در نمونه به شکل آلی، غیرآلی و کربن عنصری، است.

۳-۱-۱۰ کربن آلی کل

**total organic carbon**

**TOC**

مقدار کمی کربنی که با احتراق به کربن دی‌اکسید تبدیل می‌شود و در آمایش با اسید<sup>۳</sup> به صورت کربن دی‌اکسید آزاد نمی‌شود.

۳-۱-۱۱ محتوی جرم زیستی

**biobased mass content**

**$m_B$**

مقدار کل پلیمر سنتزی زیستی، پلیمر طبیعی و افزودنی‌های زیستی در یک محصول، است.

1 - BioPE

2 - Total carbon

3 - Acid treatment

یادآوری - محتوی جرم زیستی کل در یک محصول که به صورت کسر یا درصدی از مجموع پلیمر سنتزی زیستی، پلیمر طبیعی و افزودنی‌های زیستی به جرم کل محصول، بیان می‌شود.

### ۲-۳ نمادها

$x_B^{TC}$  نسبت محتوی کربن زیستی به محتوی کربن کل، که بر حسب درصد محتوی کربن کل بیان می‌شود.

$x_B^{TOC}$  نسبت محتوی کربن زیستی به محتوی کربن آلی کل، که بر حسب درصد محتوی کربن آلی کل بیان می‌شود.

$M_x$  جرم کربن جزء تشکیل دهنده  $x$

$W_x$  جرم جزء تشکیل دهنده  $x$

### ۴ اصول

یک محصول پلاستیکی معمولاً از شش جزء تشکیل دهنده زیر، همان‌طور که در شکل ۱ (الف) نشان داده شده، تشکیل شده است:

الف - پلیمر(های) سنتزی متشکل از پلیمر(های) سنتزی زیستی (جزء A) و پلیمر(های) سنتزی فسیلی (جزء B)؛

ب) پلیمر(های) طبیعی (جزء C)؛

پ) افزودنی(ها) متشکل از افزودنی(های) آلی و/یا غیرآلی زیستی (جزء D)، افزودنی(های) آلی فسیلی (جزء E) و افزودنی(های) غیرآلی (جزء F).

در این استاندارد، افزودنی‌ها پرکننده‌ها را نیز در بر می‌گیرند.

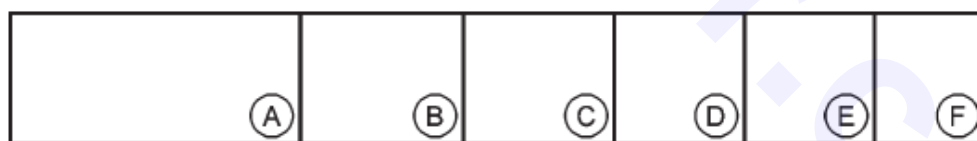
محتوی زیستی محصولات پلاستیکی را می‌توان به صورت زیر رده‌بندی کرد:

۱) محتوی کربن زیستی [به شکل ۱ (ب-۱) و (ب-۲)، و برای روش محاسبه به بند ۵-۱ مراجعه شود].  
 ISO16620-2- محتوی کربن زیستی را می‌توان به صورت نسبت کربن زیستی به کربن آلی کل  $x_B^{TOC}$  یا نسبت کربن زیستی به کربن کل  $x_B^{TC}$  بر مبنای جرم، بر حسب درصد، گزارش کرد. در محصولات پلاستیکی، به منظور صرفه اقتصادی، ترکیبات غیرآلی مانند کلسیم کربنات اضافه می‌شوند. بنابراین، محاسبات محتوی کربن زیستی، با و بدون کربن غیرآلی، لحاظ می‌شوند. زمانی که پلیمر سنتزی زیستی و افزودنی زیستی به‌طورکامل منشا زیستی دارند، تمام کربن‌های موجود در این اجزاء تشکیل دهنده، کربن‌های زیستی هستند [به شکل ۱ (ب-۱)، بند ۵-۱-۱-۱ و بند ۵-۱-۲-۱-۱ مراجعه شود]. در مواردی که

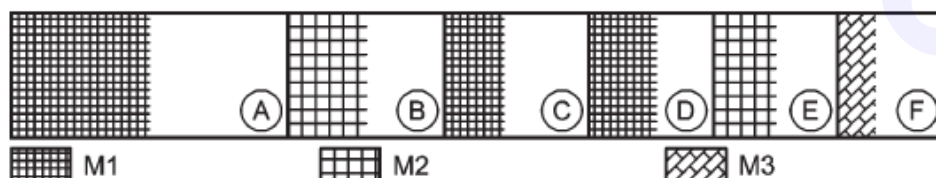
پلیمر سنتزی و افزودنی تا حدودی زیستی هستند، کربن در این اجزاء تشکیل دهنده، کربن‌های زیستی و فسیلی هستند [به شکل ۱ (ب-۲)، بند ۵-۱-۱-۲ و بند ۵-۱-۲-۲ مراجعه شود].

۲) محتوی پلیمر سنتزی زیستی [به شکل ۱ (پ-۱) و (پ-۲)، و برای روش محاسبه به بند ۵-۲ مراجعه شود]. ISO16620-3- در این روش گزارش‌دهی به جای اینکه فقط کربن در نظر گرفته شود، جرم اجزاء تشکیل دهنده در نظر گرفته می‌شود. محتوی پلیمر سنتزی زیستی به صورت نسبت جرم زیستی در پلیمر سنتزی زیستی به جرم کل محصول و به صورت درصد محاسبه می‌شود. جرم کل محصول باید همچنین شامل جرم کربن غیرآلی اجزای تشکیل دهنده نیز باشد. تولیدکنندگان به‌طور معمول محتوی جرم را برای اهداف تولید استفاده می‌کنند و این مقدار را می‌توانند به آسانی محاسبه کنند. زمانی که پلیمر سنتزی زیستی به‌طور کامل منشاء زیستی دارد، جرم کل این جزء تشکیل دهنده، زیستی است [به شکل ۱ (پ-۱) و بند ۵-۲-۱ مراجعه شود]. در مواردی که پلیمر سنتزی تا حدودی زیستی است، بخشی از جرم این جزء تشکیل دهنده زیستی است [به شکل ۱ (پ-۲) و بند ۵-۲-۲ مراجعه شود].

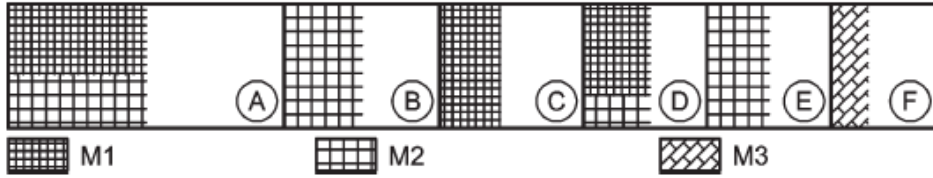
۳) محتوی کربن زیستی [به شکل ۱ (ت-۱) و (ت-۲)، و برای روش محاسبه به بند ۵-۳ مراجعه شود]. ISO16620-4- این روش گزارش‌دهی، علاوه بر اجزاء تشکیل دهنده پلیمر سنتزی زیستی و افزودنی‌های زیستی، اجزاء تشکیل دهنده پلیمر طبیعی را نیز شناسایی می‌کند. بنابراین، محتوی جرم زیستی، نسبت مجموع جرم جزء تشکیل دهنده پلیمر طبیعی + پلیمر سنتزی زیستی + افزودنی‌های زیستی به جرم کلی محصول، است. جرم کل محصول باید همچنین شامل جرم جزء تشکیل دهنده کربن غیرآلی موجود در محصول نیز باشد. زمانی که پلیمر سنتزی زیستی و افزودنی زیستی به‌طور کامل منشاء زیستی دارند، جرم کل این اجزاء تشکیل دهنده، زیستی است [به شکل ۱ (ت-۱) و بند ۵-۳-۱ مراجعه شود]. در مواردی که پلیمر سنتزی زیستی و افزودنی زیستی تا حدودی زیستی هستند، بخش‌هایی از جرم اینها زیستی هستند [به شکل ۱ (ت-۲) و بند ۵-۳-۲ مراجعه شود].



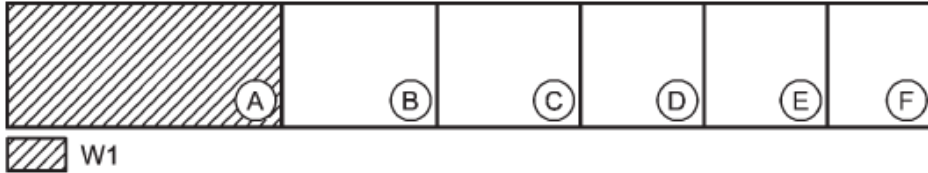
الف- ترکیب محصول پلاستیکی



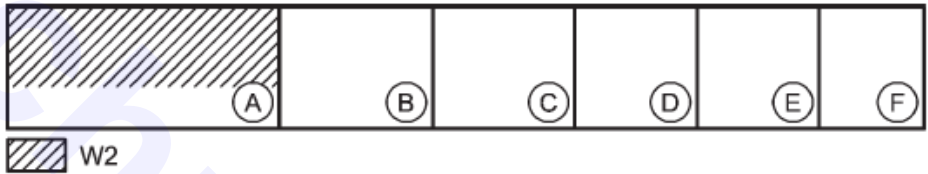
ب-۱- اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده است.



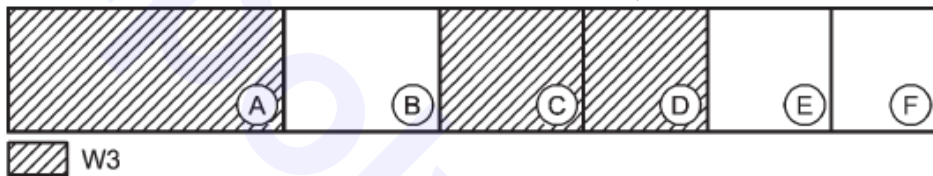
ب-۲- اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است.



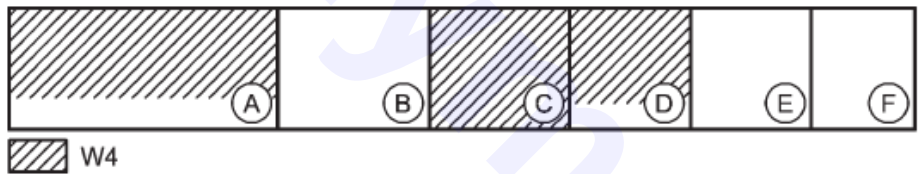
پ-۱- پلیمر سنتزی زیستی محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده است.



پ-۲- پلیمر سنتزی زیستی محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است.



ت-۱- اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده است.



ت-۲- اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است.

راهنما:

M1	کربن زیستی	A	پلیمر سنتزی زیستی
M2	کربن فسیلی	B	پلیمر سنتزی فسیلی
M3	کربن غیرآلی	C	پلیمر طبیعی
W1	پلیمر سنتزی زیستی	D	افزودنی زیستی (آلی و غیرآلی)
W2	بخش زیستی پلیمر سنتزی زیستی	E	افزودنی فسیلی
W3	جزء تشکیل دهنده زیستی	F	افزودنی غیرآلی غیرزیستی
W4	بخش زیستی جزء تشکیل دهنده زیستی		

شکل ۱- محتوی زیستی یک محصول پلاستیکی

## ۵ روش‌های محاسبه محتوی زیستی

### ۱-۵ محتوی کربن زیستی - $x_B^{TC}$ و $x_B^{TOC}$

۱-۱-۵ محتوی کربن زیستی که به صورت درصدی از کربن آلی کل بیان می‌شود

۱-۱-۱-۵ اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده‌اند

محتوی کربن زیستی، یعنی مقدار کربن با منشا زیست توده [به شکل ۱ (ب-۱) مراجعه شود] باید با استفاده از فرمول (۱) و بر حسب درصدی از کربن آلی کل، محاسبه شود:

$$x_B^{TOC} = 100 \frac{M_A + M_C + M_D}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E} \quad (1)$$

که در آن:

$M_A, M_B, M_C, M_D$  و  $M_E$  به ترتیب جرم‌های کربن اجزاء تشکیل دهنده A, B, C, D و E هستند.

جرم کربن افزودنی غیرآلی  $M_F$  در فرمول (۱) لحاظ نشده است.

روش تعیین محتوی کربن زیستی محصولات متشکل از اجزاء تشکیل دهنده زیستی که کاملاً از زیست توده مشتق شده‌اند، در ISO16620-2 مشخص شده است.

۲-۱-۱-۵ اجزاء تشکیل دهنده زیستی محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است

اگر بخشی از پلیمر سنتزی زیستی یا افزودنی زیستی منشا زیستی داشته باشد [به شکل ۱ (ب-۲) مراجعه شود]، محتوی کربن زیستی، باید با استفاده از فرمول (۲) و بر حسب درصد کربن آلی کل، محاسبه شود:

$$x_B^{TOC} = 100 \frac{M_{A1} + M_C + M_{D1}}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E} \quad (2)$$

که در آن:

$M_{A1}$  و  $M_{D1}$  به ترتیب جرم‌های کربن زیستی اجزاء تشکیل دهنده A و D هستند؛

$M_A, M_B, M_C, M_D$  و  $M_E$  به ترتیب جرم‌های کربن اجزاء تشکیل دهنده A, B, C, D و E هستند.

روش تعیین محتوی کربن زیستی محصولات متشکل از اجزاء تشکیل دهنده زیستی که بخشی از آنها از زیست توده مشتق شده‌اند، در ISO16620-2 مشخص شده است.

مثالی از این محاسبه در پیوست الف آورده شده است.

۵-۱-۲ محتوی کربن زیستی که به صورت درصدی از کربن کل بیان می‌شود

۵-۱-۲-۱ اجزاء تشکیل‌دهنده زیستی محصول که کاملاً از زیست توده مشتق شده‌اند

محتوی کربن زیستی، یعنی مقدار کربن با منشا زیست توده [به شکل ۱ (ب-۱) مراجعه شود] باید با استفاده از فرمول (۳) و بر حسب درصدی از کربن کل، محاسبه شود:

$$\chi_B^{TC} = 100 \frac{M_A + M_C + M_D}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E + M_F} \quad (3)$$

که در آن:

$M_A, M_B, M_C, M_D, M_E$  و  $M_F$  به ترتیب جرم کربن اجزاء تشکیل‌دهنده  $A, B, C, D, E$  و  $F$  هستند. روش تعیین محتوی کربن زیستی محصولاتی که متشکل از اجزاء تشکیل‌دهنده زیستی هستند که کاملاً از زیست توده مشتق شده‌اند، در ISO16620-2 مشخص شده است.

۵-۲-۱-۲ اجزاء تشکیل‌دهنده محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است

اگر بخشی از پلیمر سنتزی زیستی یا افزودنی زیستی منشاء زیستی داشته باشد [به شکل ۱ (ب-۲) مراجعه شود]، محتوی کربن زیستی، باید با استفاده از فرمول (۴) و بر حسب درصد کربن کل، محاسبه شود:

$$\chi_B^{TC} = 100 \frac{M_{A1} + M_C + M_{D1}}{M_A + M_B + M_C + M_D + M_E + M_F} \quad (4)$$

که در آن:

$M_{A1}$  و  $M_{D1}$  به ترتیب جرم کربن زیستی اجزاء تشکیل‌دهنده  $A$  و  $D$  هستند؛  $M_A, M_B, M_C, M_D, M_E$  و  $M_F$  به ترتیب جرم کربن اجزاء تشکیل‌دهنده  $A, B, C, D, E$  و  $F$  هستند. روش تعیین محتوی کربن زیستی در ISO16620-2 مشخص شده است. مثالی از این محاسبه در پیوست الف آورده شده است.

۵-۲ محتوی پلیمر سنتزی زیستی یک محصول

۵-۲-۱ پلیمرهای سنتزی زیستی در محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده است

محتوی پلیمر سنتزی زیستی، یعنی مقدار پلیمر سنتزی زیستی با منشاء زیست توده [به شکل ۱ (پ-۱) مراجعه شود]، باید با استفاده از فرمول (۵) و بر حسب کسری از جرم کل محصول، محاسبه شود:

$$m_{BSP} = 100 \frac{W_A}{W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + W_F} \quad (5)$$



که در آن:

$W_A, W_B, W_C, W_D, W_E, W_F$  به ترتیب جرم‌های اجزاء تشکیل دهنده A, B, C, D, E و F هستند. روش تعیین محتوی پلیمر سنتزی زیستی محصولات در ISO16620-3 مشخص شده است. مثالی از این محاسبه در پیوست ب آورده شده است.

### ۲-۲-۵ پلیمرهای سنتزی زیستی در محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است

اگر بخشی از پلیمر سنتزی زیستی منشاء زیستی داشته باشد [به شکل ۱ (پ-۲) مراجعه شود]، محتوی پلیمر سنتزی زیستی، باید با استفاده از فرمول (۶) و بر حسب کسری از جرم کل محصول، محاسبه شود:

$$m_{BSP} = 100 \frac{W_{A1}}{W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + W_F} \quad (6)$$

که در آن:

$W_{A1}$  جرم زیستی جزء تشکیل دهنده A؛

$W_A, W_B, W_C, W_D, W_E, W_F$  به ترتیب جرم‌های اجزاء تشکیل دهنده A, B, C, D, E و F هستند. مثالی از این محاسبه در پیوست ب آورده شده است.

امروزه روش تجربی برای تعیین محتوی پلیمر سنتزی زیستی وجود ندارد. با این وجود، با استفاده از محتوی کربن زیستی و فرمول ساختاری/ ترکیب جرمی، می‌توان محتوی پلیمر سنتزی زیستی، محتوی افزودنی زیستی و محتوی جرم زیستی کل را محاسبه کرد.

روش تعیین محتوی پلیمر سنتزی زیستی محصولات در ISO16620-3 مشخص شده است.

### ۳-۵ محتوی جرم زیستی

#### ۱-۳-۵ اجزاء تشکیل دهنده زیستی در محصولی که کاملاً از زیست توده مشتق شده است

محتوی جرم زیستی یک محصول پلاستیکی، باید با استفاده از فرمول (۷) و بر حسب درصد جرم کل محصول، محاسبه شود [به شکل ۱ (ت-۱) مراجعه شود]:

$$m_B = 100 \frac{W_A + W_C + W_D}{W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + W_F} \quad (7)$$

که در آن:

$W_A, W_B, W_C, W_D, W_E, W_F$  به ترتیب جرم‌های اجزاء تشکیل دهنده A, B, C, D, E و F هستند. مثالی از این محاسبه در پیوست ب آورده شده است.

۵-۳-۲ اجزاء تشکیل‌دهنده زیستی در محصولی که بخشی از آن از زیست توده مشتق شده است اگر بخشی از پلیمر سنتزی زیستی یا افزودنی زیستی منشاء زیستی داشته باشد [به شکل ۱ (ت-۲) مراجعه شود]، محتوی جرم زیستی یک محصول پلاستیکی، باید با استفاده از فرمول (۸) و بر حسب درصد جرم کل محصول، محاسبه شود:

$$m_B = 100 \frac{W_{A1} + W_C + W_{D1}}{W_A + W_B + W_C + W_D + W_E + W_F} \quad (8)$$

که در آن:

$W_{A1}$  و  $W_{D1}$  به ترتیب جرم‌های زیستی اجزاء تشکیل‌دهنده A و D هستند؛

$W_A, W_B, W_C, W_D, W_E, W_F$  به ترتیب جرم اجزاء تشکیل‌دهنده A, B, C, D, E و F هستند.

مثالی از این محاسبه در پیوست ب آورده شده است.

امروزه روش تجربی برای تعیین محتوی جرم زیستی وجود ندارد. با این وجود، با استفاده از محتوی کربن زیستی و فرمول ساختاری/ترکیب جرمی، می‌توان محتوی پلیمر سنتزی زیستی، محتوی افزودنی زیستی و محتوی جرم زیستی کل را محاسبه کرد.

روش تعیین محتوی جرم زیستی محصولات در ISO16620-4 مشخص شده است.

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

مثال‌هایی از محاسبه محتوی کربن زیستی

در جدول الف-۱ یک مثال برای محاسبه محتوی کربن زیستی یک کامپوزیت پلیمری با یک پلیمر سنتزی زیستی (پلی لاکتیک اسید) (PLA) و یک افزودنی زیستی (نشاسته) ارائه شده است. پلی پروپیلن (PP) و دی بوتیل فتالات (DBP) به ترتیب یک پلیمر فسیلی و یک افزودنی هستند. کلسیم کربنات یک افزودنی غیرآلی است. این کامپوزیت پلیمری، یک محصول تجاری واقعی نیست و تنها یک کامپوزیت مدل به منظور توضیح دادن محاسبه محتوی کربن زیستی است.

جدول الف-۱- مثال‌هایی از محاسبه محتوی کربن زیستی یک محصول

محتوی کربن زیستی به TOC برای هر جزء تشکیل دهنده $x_B^{TOC}$ %	محتوی کربن زیستی به TC برای هر جزء تشکیل دهنده $x_B^{TC}$ %	محتوی کربن در کل محصول %	محتوی کربن جزء تشکیل دهنده %	کسر جرمی خشک %	فرمول شیمیایی	جزء تشکیل دهنده
۱۰۰	۱۰۰	۱۵	۵۰	۳۰	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>	PLA <sup>الف</sup> (جزء A)
۰	۰	۲۵٫۷	۸۵٫۷	۳۰	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	PP <sup>ب</sup> (جزء B)
۱۰۰	۱۰۰	۸٫۸	۴۴٫۴	۲۰	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub>	نشاسته (جزء C)
۰	۰	۳٫۴	۶۹٫۱	۵	C <sub>16</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub>	DBP <sup>ج</sup> (جزء E)
-	۰	۱٫۸	۱۲	۱۵	CaCO <sub>3</sub>	کلسیم کربنات (جزء F)
۴۵	۴۳٫۵ <sup>د</sup>	۵۴٫۷	-	۱۰۰	-	محصول (کل)

الف پلی (لاکتیک اسید)  
ب پلی پروپیلن  
ج دی بوتیل فتالات  
د  $x_B^{TC} = 100 \times (15 + 8.8) / 54.7$   
ه  $x_B^{TOC} = 100 \times (15 + 8.8) / (54.7 - 1.8)$

پیوست ب

(آگاهی دهنده)

مثال‌هایی از محاسبه محتوی پلیمر سنتزی زیستی و محتوی جرم زیستی

در جدول ب-۱ یک مثال برای محاسبه محتوی پلیمر سنتزی زیستی و محتوی جرم زیستی یک کامپوزیت پلیمری با یک پلیمر سنتزی زیستی (پلی لاکتیک اسید) (PLA) و یک افزودنی زیستی (نشاسته) ارائه شده است. پلی پروپیلن (PP) و دی‌بوتیل فتالات (DBP) به ترتیب یک پلیمر فسیلی و یک افزودنی هستند. کلسیم کربنات یک افزودنی غیرآلی است. این کامپوزیت پلیمری، یک محصول تجاری واقعی نیست و تنها یک کامپوزیت مدل به منظور توضیح دادن محاسبه محتوی جرم زیستی است.

جدول ب-۱- مثال‌هایی از محاسبه محتویات زیستی یک محصول

محتوی جرم زیستی $m_B$ %	محتوی پلیمر سنتزی زیستی $m_{BSP}$ %	کسر جرمی خشک %	فرمول شیمیایی	جزء تشکیل دهنده
۱۰۰	۱۰۰	۳۰	$C_3H_4O_2$	PLA <sup>الف</sup> (جزء A)
۰	۰	۳۰	$C_3H_6$	PP <sup>ب</sup> (جزء B)
۱۰۰	۰	۲۰	$C_6H_{10}O_5$	نشاسته (جزء C)
۰	۰	۵	$C_{16}H_{22}O_4$	DBP <sup>پ</sup> (جزء E)
-	۰	۱۵	$CaCO_3$	کلسیم کربنات (جزء F)
۵۰	۳۰	۱۰۰	-	محصول (کل)
الف پلی (لاکتیک اسید) ب پلی پروپیلن پ دی‌بوتیل فتالات				

محتوی پلیمر سنتزی زیستی به صورت درصد جرم پلیمر سنتزی زیستی در یک محصول تعریف می‌شود. در جدول ب-۱، PLA تنها پلیمر سنتزی زیستی است. بنابراین، محتوی پلیمر سنتزی زیستی برابر با درصد جرم PLA، یعنی ۳۰٪، است.

محتوی جرم سنتزی به صورت درصد جرم اجزاء تشکیل دهنده زیستی در یک محصول تعریف می‌شود. در جدول ب-۱، PLA و نشاسته اجزاء تشکیل دهنده زیستی هستند. بنابراین، محتوی جرم زیستی، درصد جرم PLA و نشاسته، ۵۰٪ است.

مثالی از پلیمر سنتزی زیستی پلی(اتیلن ترفتالات) که در آن واحد اتیلن گلیکول پلیمر زیستی و واحد ترفتالات فسیلی است، در جدول ب-۲ نشان داده شده است.

جدول ب-۲- مثالی از محاسبه محتوی پلیمر سنتزی زیستی یک کوپلیمر

واحد منومر	فرمول شیمیایی	وزن مولکولی	کسر جرمی خشک	محتوی پلیمر سنتزی زیستی	محتوی جرم زیستی
		g	%	$m_{BSP}$	$m_B$
				%	%
اتیلن گلیکول	$C_2H_4O_2$	۶۰	۳۱٫۲	۱۰۰	۱۰۰
ترفتالات	$C_8H_4O_2$	۱۳۲	۶۸٫۸	۰	۰
کوپلیمر (کل)		۱۹۲	۱۰۰	۳۱٫۲	۳۱٫۲

پلی(اتیلن ترفتالات):  $\left[ \left( O-CH_2-CH_2-O \right) \left( CO-C_6H_4-CO \right) \right]_n$

کتابنامه

- [1] ASTM D6866-12, *Standard Test Methods for Determining the Biobased Content of Solid, Liquid, and Gaseous Samples Using Radiocarbon Analysis*
- [2] ASTM D7026-04, *Standard Guide for Sampling and Reporting of Results for Determination of Biobased Content of Materials via Carbon Isotope Analysis*
- [3] CEN/TR 14980, *Solid recovered fuels — Report on relative difference between biodegradable and biogenic fraction of SRF*
- [4] CEN/TR 15591, *Solid recovered fuels — Determination of the biomass content based on the  $^{14}\text{C}$  method*
- [5] CEN/TS 16137, *Plastics — Determination of bio-based carbon content*
- [6] CEN/TS 16295, *Plastics — Declaration of the bio-based carbon content*
- [7] EN 13137, *Characterization of waste — Determination of total organic carbon (TOC) in waste, sludges and sediments*
- [8] ISO 13833:2013, *Stationary source emissions — Determination of the ratio of biomass (biogenic) and fossil-derived carbon dioxide — Radiocarbon sampling and determination*
- [9] NTA 8204:2003, *Solid recovered fuels and biomass — Determination of the biomass content*
- [10] Commission Decision of 29 January 2004 establishing guidelines for the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council
- [11] Currie L .A., Klinedinst D .B., Burch R ., Feltham N ., Dorsch R. Authentication and dating of biomass components of industrial materials; links to sustainable technology. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. Sect. B.* 2000, **172** pp. 281–287
- [12] Hämäläinen K.M., Jungner H., Antson O., Räsänen J., Tormonen K., Roine J. Measurement of Biocarbon in Flue Gases Using  $^{14}\text{C}$ . *Radiocarbon.* 2007, **49** (2) pp. 325–330
- [13] Narayan R. Bio-based and Biodegradable Polymer Materials: Rationale, Drivers, and Technology Exemplars, ACS Symposium Ser. 939, Chapter 18, 282 306( 2006)
- [14] Narayan R. Biobased and Biodegradable Polymer Materials: Rationale, Drivers, and Technology Exemplars; ACS Symposium Ser. 1114, Chapter 2, pg 13-31( 2012)