

مروری بر تحقیقات انجام شده در "ساخت و ساز ناب و تاثیر تفکر ناب در صنعت ساختمان"

عباس حقانی نژاد^{۱*} ، مصطفی قاضی مرادی^۲

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران مهندسی و مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز abbas.haghani@hotmail.com

۲- استادیار گروه عمران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز mos.ghazimoradi@iauctb.ac.ir

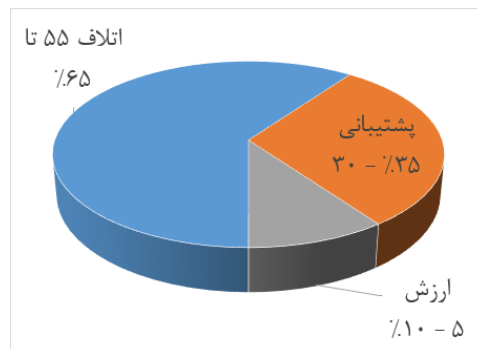
چکیده

شکل گیری علوم نوین در شاخه های مختلف بالاخص در علم مدیریت که به مدیریت نوین مشهور میباشد، باعث بوجود آمدن رقابتی روز افزون در زمینه های مختلف تولیدی گردیده است. این رقابت در دهکده جهانی در سطح بین المللی به خوبی دیده میشود. کسب دانش و استفاده از فنون مدیریت نوین از الزامات همه صنایع بویژه صنعت ساختمان به شمار میرود. این مقاله مرور مقالات در حوزه تفکر ناب و مدیریت و تولید ناب در صنعت ساختمان را در خود جای داده است. در این مقاله به بررسی مقالات و تحقیقات صورت گرفته در دو بخش داخلی و خارجی مبادرت شده است. هدف این مطالعه بررسی پژوهشها انجام گرفته در زمینه تفکر ناب در صنعت ساختمان میباشد. همچنین به بررسی پژوهش ها در زمینه جوانب مختلف پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساختمان منجمله : لزوم پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان، موانع و مشکلات پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان، عوامل موثر و نتایج پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان خواهد پرداخت. در این مقاله از بررسی و جستجو در مقالات و کتابخانه های داخلی و خارجی استفاده شده است. هدف این مقاله اثبات ناکافی بودن تحقیقات انجام شده در کشورمان پیرامون مدیریت به روش ناب در صنعت ساختمان میباشد. بررسی تعداد و موضوعات مقالات داخلی در برابر تحقیقات خارجی بیانگر تاخیر در انجام تحقیقات و پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان میباشد که این مقاله به آن اشاره نموده است.

واژه های کلیدی: تفکر ناب، ساخت و ساز ناب

۱- مقدمه

با توجه به افزایش رقابت در صنایع مختلف در بازارهای جهانی و محلی، برای ادامه حیات تولیدکنندگان، استفاده از روشهای مختلف برای رقابت پذیر کردن تولیدات خود ضروری است. هدف از رقابت نیز در نهایت افزایش سود خواهد بود. پیدایش تفکر نوین مدیریتی بر اساس مدیریت کیفیت و آموزه های دکتر دمینگ^۱ در اواسط قرن ۱۹ باعث تحولاتی شگرف در روشهای مدیریتی و احتمالاً به حذف ضایعات برای کاهش قیمت تمام شده انجامید. در صنعت ساختمان که بیشترین ضایعات را به همراه دارد، پیاده سازی تفکر نوین مدیریتی بنام تفکر ناب امری اجتناب ناپذیر بوده است. " تخمین زده می شود که مقدار اتلاف از حدود ۵۵٪ شروع می شود. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است."



شکل شماره ۱: نسبت فعالیت ها در ساخت و ساز برای ایجاد ارزش (۵-۱۰٪)، حمایت از ایجاد ارزش (۳۰-۳۵٪) و هدر رفت (۵۵-۶۵٪) - بسیاری از فعالیت هایی که از ایجاد ارزش پشتیبانی می کنند، تدارکات است. (منابع: موسسه صنعت ساخت و ساز؛ کامرون اور)

۲- شرح مفاهیم

۲-۱ تفکر ناب

تفکر ناب نگرشی برای افزایش بهره وری و ارزش آفرینی مستمر و کاهش هزینه ها از طریق حرکت در جهت ارزش و حذف اتلاف ها است. این تفکر از آموزه های دکتر دمینگ نشأت گرفته که شامل دو اصل اساسی میگردد. اول بر جستجوی ارزش و حرکت به سمت ارزش تاکید دارد و دوم در مسیر حرکت به سمت ارزش حذف اتلافها شاخصه مهم این تفکر میباشد. در بررسی کتاب تفکر ناب نوشته ووماک و همکاران^۲ ایشان به ۵ اصل اشاره دارد که در اصل ۵ گام برای رسیدن به یک سیستم ناب را معرفی مینماید این ۵ اصل عبارتند از:

- ارزش: ارزش چنین تعریف میگردد: " مشخصات محصولی که مورد نظر مشتری است و در زمان مورد نظر، و با هزینه مورد نظر و با کیفیت و ظاهر مورد نظر مشتری به دست وی خواهد رسید .
- " ارزش به عنوان قابلیت تعریف می شود که توسط مشتری/کاربر نهایی تعریف شده و در زمان و هزینه مناسب در اختیار آنها قرار می گیرد" تفکر ناب
- شناسایی جریان ارزش: مسیری که باید برای رسیدن به محصول نهایی مینماید طی شود را جریان ارزش گویند.
- ایجاد حرکت بدون وقفه در مسیر جریان ارزش: توقف خود بزرگترین اتلاف است پس برای رسیدن به ارزش در یک جریان مستمر به سمت ارزش حرکت میگردد.
- ایجاد سیستم کشش: تولید کننده مینماید به مشتری اجازه دهد تا با خرید خود و انتخاب خود از بین محصولات، ارزش را از درون شرکت بیرون بکشد.
- رسیدن به کمال: این مرحله کاملاً از آموزه های دکتر دمینگ برداشت شده و بر تداوم ارزش آفرینی و ایجاد تغییرات برای

^۱Edwards Deming 1900- 1993

^۲James P. Womack and Daniel T. Jones

^۳Value

نیل به ارزش و کمال تاکید دارد.

۲-۲ ساخت ناب

هرگاه در یک تولید اصول ناب رعایت گردد، ارزش در تولید مد نظر قرار گیرد و ضایعات در روند تولید کاهش پیدا کند، آن تولید را ناب می نامند. ساخت ناب و یا ساختمان ناب به تولید محصولات عمرانی اطلاق میگردد که در آن ارزش مد نظر قرار گرفته و اتلاف به حد اقل برسد. پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساختمان بخاطر دارا بودن اتلاف بالا، مقدار سرمایه در گردش بالا و نیز میزان اشتغالزایی بالا یک امر ضروری است.

" مطالعاتی که بر کارایی ساخت متمرکز شده اند، برخلاف بهره وری، ۲۵ تا ۵۰ درصد ضایعات را در هماهنگی کار و مدیریت، جابجایی و نصب مصالح ثبت کرده اند^۴.

" بنابراین حذف فعالیت های تولید کننده ضایعات نه تنها یک نگرانی برای تولید است، بلکه برای صنعت ساخت و ساز برای ماندن در رقابت نیز ضروری است. " [Demirkesen & Bayhan, 2019]

۳- بررسی پیشینه پژوهشهای صورت گرفته تا کنون در زمینه ساخت ناب

۱-۳ تحقیقات انجام گرفته در زمینه تفکر ناب و تولید ناب در صنعت ساختمان در ایران

در صورتیکه کارفرمایان بالاخص کارفرمایان دولتی در غالب تعدیل یا کمک برای پیشبرد پروژه بجای تشویق به حذف اتلاف ها، در صدد افزایش پرداخت و جبران سوء مدیریت پیمانکاران میباشند. نتیجه ای جز افزایش اتلاف ها، کاهش بهره وری، عادی شدن اتلاف ها و ... در پروژه های عمرانی بوجود نخواهد آمد. لذا این نکته که شرکتهای ساختمانی ضرورتی بر پیاده سازی ناب در پروژه های خود نمی بینند و این مهم، عامل اصلی کم بودن فعالیت های عملی و عملی در ایران است.

در زمینه تحقیقات بعمل آمده در ایران در زمینه ساخت ناب، جستجو ها در پایگاه های اطلاعاتی مختلف ایرانی من جمله " علم نت " و سیولیکا " و صورت پذیرفت. این مقالات بیشتر در بازه زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۴۰۱ میباشند. بیشترین مقالات در این موضوع مربوط به دو سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ است. و در زمان جستجو مقاله ای در سال ۱۴۰۱ ثبت نشده بود. نتایج جستجو در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول شماره ۱: نتایج جستجو با موضوع ساخت ناب در پایگاه های ایرانی

تعداد نتیجه	پایگاه جستجوی علم نت	پایگاه جستجوی سیولیکا	مشترک	کل تعداد مقالات
۳۷	۳۰	۱۹	۴۸	
۳۲	۳۰	۱۹	۴۳	

با بررسی و دسته بندی مقالات مشاهده گردید که چهار موضوع بیشتر توجه محققین در این مورد را به خود جلب نموده است. اول موضوع اصول ناب در ساخت، دوم نقش ابزار های ناب در ساخت، سوم نقش تفکر ناب در مدیریت ساخت و چهارم نقش تفکر ناب در پایداری، HSE و موارد جانبی ساخت در ذیل به بررسی موضوعات فوق به تفکیک پرداخته میشود :

۳-۱-۱ تحقیقات انجام شده پیرامون اصول ناب در ساخت

در تحقیقات گذشته در درجه اول به این سوالات پرداخته شده است که آیا تفکر ناب و تولید ناب با تولیدات عمرانی خوانایی دارد یا خیر؟ یا اینکه آیا برای تولیدات عمرانی میتوان از تفکر ناب و اصول آن بهره جست ؟ چه اصولی در تولید ناب در تولیدات عمرانی موثر تر خواهد بود؟ و...

این پرسش ها مهمترین بخش یک مقاله با موضوع ناب میباشد و بطور مثال در مقاله میثم خرم رو و امیر احمد هدایت در صفحه ۵ در ذیل تعریف ساخت ناب، تفاوت های صنعت ساختمان با صنایع دیگر آورده شده و در صفحه ۵ اصول ۵ گانه ای برای " ساخت ناب " ذکر

^۴(Advancing the competitiveness and efficiency of the U.S. construction industry (2009) National Academy of Sciences, 2009)

گردیده است. در پایان نیز بر این مهم که " شناخت موضوع ساخت و ساز ناب و تکنیک ها و ابزار های مربوط به آن یکی از شیوه های مهم رسیدن به بهره وری است. " [میثم خرم رو، امر احمد هدایت ۱۳۹۶ ص ۱۴] تاکید گردیده است.

در مقاله استاد حمید بهبهانی و شایان فخریان که با عنوان " مروری بر ظرفیت های اجرایی روش تفکر ناب در صنعت ساخت و ساز " در کنگره بین المللی علوم و مهندسی در هامبورگ ارائه شده است نیز به مواردی چون : ضرورت تغییر به تولید ناب در ساختمان، فلسفه ساخت ناب و تفاوت آن با تولید ناب در صنعت، ابزار های ساخت ناب و تاثیر آن در ساخت ناب و میزان بهبود در شرکتهایی مورد مطالعه اشاره شده است. مهمترین نتیجه گیری در این مقاله " مهمترین نکات روش تفکر ناب این است که تکنیک ها میتوانند متناسب با جهت گیری های شرکت ها همگام شوند و ابزار های بکار گرفته در این تحقیق، هر یک منحصراً میتوانند در ارزیابی پیشرفت در پروژه ها مورد استفاده قرار گیرند. " [حمید بهبهانی ، شایان فخریان ۱۳۹۶ ص ۹]

همانگونه که در بالا مطرح شد پاسخ گویی به سوالات فوق در اغلب مقالات به چشم میخورد. در جدول شماره ۲ لیست تعدادی از این مقالات آورده شده است.

جدول شماره ۲ : جستجوی انجام شده با موضوع اصول ناب و تاثیر آن بر صنعت ساختمان

برخی تحقیقات در زمینه اصول ساخت ناب			
ردیف	عنوان مقاله	سال	خلاصه مقاله
۱	ساخت و ساز ناب: از تئوری تا عمل	۱۳۹۳	ارائه یک ابزار ارزیابی، برای اندازه گیری بازده اجرایی تکنیک های ناب - نتایج ساخت و ساز ناب در چند پروژه موردی
۲	بررسی شاخص های ارزیابی مطابقت پروژه های ساختمانی با اصول ساخت و ساز ناب	۱۳۹۶	ارائه روشی برای بررسی میزان انطباق پروژه های ساختمانی با اصول ناب
۳	مروری بر ساخت ناب	۱۳۹۵	بررسی مفاهیم، اصول، موانع و مشکلات در اجرایی ساخت ناب
۴	بررسی روش های مختلف ناب سازی پروژه های ساخت و ساز	۱۳۹۵	پیاده سازی ابزارهای ناب در ساخت و ساز
۵	مروری بر ظرفیت های اجرایی روش تفکر ناب در صنعت ساخت و ساز	۱۳۹۶	بررسی تکنیک ها، تفکر و ابزار های ناب که در ساخت و ساز استفاده میشوند
۶	مطالعه تطابق پروژه های انبوه سازی مسکن با اصول ساخت و ساز ناب	۱۳۹۶	ارائه مولفه های ساخت و ساز ناب - تجزیه تحلیل داده های انطباق مسکن مهر با اصول ساخت و ساز ناب
۷	بررسی تاثیر ساخت و ساز ناب بر پروژه های عمرانی	۱۳۹۴	بررسی ساخت ناب در پروژه های نوسازی مدارس
۸	بررسی ساخت و ساز ناب با رویکرد مدیریتی در موفقیت پروژه های عمرانی	۱۳۹۳	بررسی اصول ناب در ساخت و ساز در ایران
۹	بررسی وضعیت ساخت و ساز ناب در پروژه های عمرانی ایران	۱۳۹۴	بررسی اصول ناب در ساخت و ساز در ایران
۱۰	مدیریت ارزش ناب در طراحی	۱۳۹۵	پیاده سازی اصول ناب در مرحله طراحی
۱۱	تفکر ناب در مدیریت پروژه های ساخت و ساز	۱۳۸۷	بررسی تکنیکها و ابزار ناب که در ایران رایج تر است
۱۲	استفاده از تکنیک های ناب به منظور کاهش ائتلاف ها و بهبود عملکرد در تحویل پروژه های ساخت و ساز شهری	۱۳۹۵	تاثیرات پیاده سازی اصول و ابزارهای ناب در ساخت و ساز
۱۳	شناسایی و اولویت بندی ائتلاف ها در پروژه های ساخت و ساز با رویکرد ترکیبی ناب و FMEA	۱۳۹۶	شناسایی ائتلاف ها در ساخت و ساز و دسته بندی آنها
۱۴	بررسی مفهوم تفکر ناب و کاربرد آن در ساخت و ساز	۱۳۹۵	بررسی اصول ناب در ساخت و ساز در ایران

۳ - ۱ - ۲ تحقیقات انجام شده در مورد ابزارهای ساخت ناب

همانگونه که اصول ناب را در ادبیات مختلف کاملاً مناسب با تولیدات عمرانی نمیدانند و بر تغییراتی جزئی برای مناسب سازی اصول با تولیدات عمرانی تاکید دارند، ابزارهای ناب نیز بطور کامل و آنچیزی که در کارخانه توپوتا پیاده سازی شده است، در صنعت ساختمان قابل

پیاده سازی نیست. این مبحث را تقریباً در تمامی مقالات میتوان دید. در مقالات ایرانی عمدتاً به بررسی ابزارهای توسعه داده شده برای ساخت ناب در دنیا اشاره گردیده است مانند : آخرین برنامه ریزان (بطور مثال : رامین انصاری ، نوید داوودی) ، نقشه بردای جریان ارزش (بطور مثال سمانه احمدی ، غلامرضا هروی) در برخی مقالات نیز به بررسی تلفیق ابزارهای ناب و ابزارهای دیگر، یعنی : مدل سازی اطلاعات ساختمان و تحویل یکپارچه پروژه پرداخته شده است.

علی پروری و محمد رضا دالایی در تحقیقی به سال ۱۳۹۸ بیان میدارند که : " بکارگیری ابزارهای ناب میتواند باعث تسهیل در انجام فعالیت ها گردد ." و نیز رابطه های مناسبی بین استفاده از ابزارهای ناب و ایجاد دانش در سازمان عملگر در پروژه های عمرانی یافتند. نکته دیگر در تحقیق ایشان بیان ارتباط بین ایجاد دانش با سه مفهوم عملکرد زمانی پروژه ها - عملکرد هزینه ای پروژه ها و عملکرد کیفی پروژه ها یافتند . لذا مستقیم یا غیر مستقیم تاثیر ابزارهای ناب در ناب شدن پروژه ها در مقاله ایشان به چشم میخورد. [علی پروری ، ع. دالایی ۱۳۹۸ ص ۱۴]

در مقاله علی شش بلوکی علمداری و مهدی عبادی اثرات تلفیق ابزار های ناب با تحویل یکپارچه پروژه IPD و همچنین مدلسازی اطلاعات پروژه BIM مورد بررسی قرار گرفته است. این دو ابزار را میتوان ابزار های خارجی دانست که در ساخت ناب بسیار موثر بوده و برخی آن ها را به اشتباه ابزار ناب میدانند. خروجی هر سه با یک نگاه و یک نتیجه همراه است. پس تلفیق آنها نوعی تکمیل هدف اصلی میباشد که در ناب بدان تاکید شده است.

یکپارچه سازی فرآیند ها، نگاه کلی به فعالیتها و مدل سازی یک مدل یکپارچه هر سه مورد ابزار را در کنار هم قرار میدهد. به عبارتی هر سه ابزار یکدیگر برای رسیدن به هدف اصلی که ناب کردن کل فرآیندها است یاری میدهند. در جمله ای زیبا در این مقاله رابطه بین این سه ابزار بیان گردیده است : " می توان اظهار داشت که: IPD تعاملات و انگیزه های افراد را ایجاد می کند ، LC ارزش و کارایی را افزایش می دهد و BIM شفافیت و منبع مناسبی از واقعیت را فراهم می کند. " [علی شش بلوکی ع، م. عبادی ۱۳۹۷ ص ۵]
در جدول شماره ۳ برخی مقالات با موضوع ابزار های ناب و اثر آن در ساخت ناب آورده شده است :

جدول شماره ۳ : جستجوی انجام شده با موضوع ابزارهای ناب و تاثیر آنها بر ساخت ناب

برخی تحقیقات در زمینه ابزار های ساخت ناب			
ردیف	عنوان مقاله	سال	خلاصه مقاله
۱	پیاده سازی فرآیندی مدلسازی اطلاعات ساختمان در سازمان جهت دستیابی به ساخت و ساز ناب	۱۳۹۹	بررسی تاثیر مثبت BIM در ساخت ناب
۲	ضرورت استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در ساخت ناب	۱۴۰۱	بررسی تاثیر مثبت BIM در ساخت ناب
۳	بررسی تاثیر نقش ابزارهای ساخت و ساز ناب بر روی ایجاد دانش و عملکرد ساخت و ساز ناب	۱۳۹۸	بررسی بکارگیری ساخت ناب و مدیریت دانش در زمینه ایجاد دانش در ساختمان سازی
۴	بررسی پتانسیل ناب سازی در پروژه های ساخت و ساز با به کارگیری شبیه سازی در یک مطالعه ی موردی در فاز اجرا	۱۳۹۵	بررسی تاثیر مدل سازی در نزدیکی به اصول ناب در اجرا
۵	تاثیر رویکرد ساخت و ساز ناب بر عوامل موثر بر مدیریت ساخت	۱۳۹۵	معرفی ابزار ناب تاثیر ابزار ها در مدیریت ساخت
۶	استفاده از مدل سازی اطلاعات ساختمان، ساخت و ساز ناب و تحویل یکپارچه پروژه جهت موفقیت پروژه	۱۳۹۴	تاثیرات ابزار های ناب و BIM و IPD
۷	شناسایی و ارزیابی تلفات در مرحله تولید قطعات پیش ساخته بتنی با رویکرد ساخت ناب؛ روش ترسیم جریان ارزش VSM	۱۳۹۳	بررسی پیاده سازی تولید ناب در تولید پیش ساخته ساختمانی
۸	ناب سازی ساخت و ساز، فلسفه نوین مدیریت طرحهای عمرانی	۱۳۸۸	بررسی اصول ناب در ساخت و ساز

ˆLast Planner System (LPS®)

ˆBuilding Information Modeling (BIM)

ˆIntegrated Project Delivery (IPD)

۹	آنالیز تلفات و یافتن ریشه آنها در مرحله تولید قطعات پیش ساخته بتنی با رویکرد ساخت و ساز ناب: روش آنالیز علت ریشه ای (RCA)	۱۳۹۳	بررسی تولید ناب در تولید پیش ساخته ساختمانی
۱۰	بررسی تحلیلی آثار تلفیق ساخت و ساز ناب (LC) با تحویل یکپارچه پروژه (IPD) و مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)	۱۳۹۷	تاثیرات ابزار های ناب و BIM و IPD
۱۱	نقش تفکر ناب در مدیریت زنجیره تامین پروژه های ساختمانی	۱۳۹۳	پیاده سازی اصول ناب در تامین مصالح
۱۲	تصمیم گیری های زنجیره تامین ناب: پیامدهای ساخت و ساز در اقتصاد در حال توسعه	۱۳۹۴	پیاده سازی اصول ناب در تامین مصالح
۱۳	رتبه بندی دلایل دوباره کاری در پروژه های ساخت و ساز ایران و بررسی اثر تکنیک های ساخت و ساز ناب	۱۴۰۰	بررسی ابزار های ناب بر حذف دوباره ماری در ساخت
۱۵	کاربرد تفکر ناب در مدیریت روابط زنجیره های تامین ساخت و ساز	۱۳۹۴	بررسی تاثیر اصول ناب در تامین مصالح

۳-۱-۳ تحقیقات انجام شده در مورد ناب و مدیریت در صنعت ساختمان

مبحث مدیریت تنها به هماهنگی اطلاق نمیگردد بلکه مدیریت در ابعاد مختلف میباید در یک صنعت انجام پذیرد: مدیریت زمان، مدیریت هزینه ها، مدیریت منابع و مدیریت کیفیت. در مبحث ناب نیز بر این چهار بعد تاکید فراوان دیده میشود. به عبارتی ساخت ناب یعنی: " ساختمانی که منابع کمتر، هزینه کمتر، در زمان کمتر مورد استفاده قرار گرفته و کیفیت بالاتر در آن بدست آید. " در مقالات بررسی شده داخلی به این بُعد از تفکر ناب نیز پرداخته شده است تاثیر تفکر ناب در کاهش زمان پروژه (بطور مثال در مقاله مهرداد شهریاری، علی مسائلی، علی داروقه) تاثیر ناب در کاهش هزینه های پروژه ها (بطور مثال در مقاله اقبال شاکری، مهرداد مرتضایی، علی داروقه) و تاثیرات ناب در روشهای مدیریت پروژه من جمله این بررسی ها است. در مورد نقد برنامه ریزی و مدیریت سنتی و نیاز به جایگزینی آن با برنامه ریزی و مدیریت به روش ناب در مقالات فارسی مطالب مورد توجهی بیان گردیده است.

در مقاله رامین انصاری، نوید داوودی به بررسی ناب، اصول و ابزارهای ناب پرداخته شده است. و به این نتیجه نائل آمده اند که " با توجه به سهولت، هزینه راه اندازی کم و تاثیر بالای تکنیک های ناب در صنعت ساخت کشورهای درحال توسعه و به ویژه ایران، نقش موثر آن در برآورده ساختن اهداف پروژه ها و توسعه پایدار را می توان انتظار داشت. " [رامین انصاری، نوید داوودی ۱۳۹۷ ص ۱۵] در مقاله اقبال شاکری، محمد حسین مدحی، ابراهیم دادگر، ضمن مطابقت یکی از اصول اولیه ناب (Tim Takt) با یکی از اصول ساخت ناب (LPS)، به بررسی روشهای برقراری جریان در صنعت ساخت پرداخته است. مقایسه ای مناسب در این مقاله دیده میشود. نتیجه اخذ شده از مقایسه دو روش برنامه ریزی ناب در این مقاله چنین بیان گردیده است: " بنابراین استفاده هم زمان از این دو روش باعث هم افزایی آن ها و رفع نواقص یکدیگر شده " [ا. شاکری، م.ح. مدحی، ا. دادگر ۱۳۹۶ ص ۹]

در جدول شماره ۴ برخی مقالات با موضوع تاثیر تفکر ناب بر مدیریت در ساخت ناب آورده شده است:

جدول شماره ۴: جستجو ها در مورد موضوع تاثیر تفکر ناب بر مدیریت در ساخت ناب

برخی تحقیقات در زمینه تاثیر تفکر ناب بر مدیریت در ساخت ناب			
ردیف	عنوان مقاله	سال	خلاصه مقاله
۱	ارزیابی تکنیک ساخت ناب در کاهش زمان پروژه های ساخت و ساز: بارویکرد برنامه ریزان نهایی	۱۳۹۴	تاثیر مبانی ناب بر هزینه های موجود در ساخت و ساز
۲	بررسی نقش تفکر ناب در صنعت ساخت مبتنی بر مدیریت بهینه پروژه های عمرانی با رویکرد LPS	۱۳۹۷	بررسی تفاوت برنامه ریزی ناب و سنتی
۳	ارزیابی نظام مدیریت پروژه بر اساس اصول ساخت و ساز ناب	۱۳۹۱	ارزیابی نظام مدیریت پروژه های ساخت ناب جهت حداقل سازی اتلاف ها و حداکثرسازی ارزش برای ذینفعان و رتبه بندی دلایل تاخیرات در پروژه ها

نقد برنامه ریزی رایج کارهای عمرانی بر اساس اصول ناب	۱۳۸۸	نقدی بر برنامه ریزیهای رایج در طرح های عمرانی با استفاده از فلسفه ساخت و ساز ناب	۴
بررسی ابزار های ناب مرتبط با مدیریت و برنامه ریزی پروژه های عمرانی مانند Tim Takt, LPS و ...	۱۳۹۶	یکپارچه سازی تکنیک های ساخت و ساز ناب در راستای بهبود برنامه ریزی و مدیریت پروژه	۵
بررسی ابزار و مدیریت ناب در مدیریت پروژه های عمرانی	۱۳۹۴	کاربرد مدیریت ناب در مدیریت پروژه	۶
پیاده سازی اصول و ابزارهای ناب در ساخت و ساز	۱۳۸۹	تفکر ناب در مدیریت پروژه های ساخت و ساز	۷
تاثیر مبنای ناب بر هزینه های موجود در ساخت و ساز	۱۳۹۵	ارزیابی تکنیک ساخت ناب در کاهش هزینه سرمایه گذاری پروژه های ساخت و ساز: با رویکرد ۶ سیگما	۸
بررسی مدیریت و برنامه ریزی بر اساس اصول ناب	۱۳۹۰	مدیریت نوین پروژه های عمرانی با بکار گیری تفکر ناب، تئوری موفق در تولید	۹

۳- ۱- ۴ تحقیقات انجام شده در مورد تاثیر تفکر ناب بر پایداری و جوانب دیگر در ساخت ناب تفکر ناب در یک محدوده گنجانده نمیشود بلکه خود را مکلف به دیدن تمامی اتلافها در چرخه عمر محصول میداند. لذا در مقالات این گروه، بر جنبه های مختلف مانند: پایداری، مصارف انرژی در زمان بهره برداری، ایمنی در زمان ساخت و بهره برداری و ... تاکید دارند که از دید ناب بسیار حائز اهمیت است. در ۷ مقاله بدست آمده در این بخش، ۵ مقاله در زمینه بررسی تاثیر تفکر ناب در پایداری و مصرف انرژی در ساختمان بوده و دو مقاله نیز در مورد تاثیر ابزار های ناب بر ایمنی به تحقیق پرداخته اند. در جدول شماره ۵ لیستی مقالات یافت شده ارائه گردیده است.

جدول شماره ۵: تحقیقات در زمینه تاثیر تفکر ناب بر پایداری و جوانب دیگر در ساخت ناب

برخی تحقیقات در زمینه تاثیر تفکر ناب بر پایداری و جوانب دیگر در ساخت ناب			
ردیف	عنوان مقاله	سال	خلاصه مقاله
۱	بهبود ساخت و ساز پایدار با استفاده از ساخت و ساز ناب	۱۳۹۵	تاثیرات مبنای ناب در ساخت و ساز پایدار
۲	بهبود عملکرد توسعه پایدار با استفاده از ساخت و ساز ناب	۱۳۹۵	اثر ناب بر روی خط بنیان سه گانه پایداری در خانه سازی مدولار، بررسی ابزار کایزن در ساخت ناب
۳	رویکرد «ناب سازی» در ساخت و ساز، همساز با توسعه ی پایدار	۱۴۰۰	تاثیرات مبنای ناب در ساخت و ساز پایدار
۴	ارائه مدلی به منظور اجرای زنجیره تامین سبز در صنعت ساخت و ساز با تاکید بر شیوه های تولید ناب، تولید سبز و نوآوری	۱۴۰۰	پیاده سازی اصول ناب در تامین مصالح
۵	یکپارچه سازی تفکر ناب و توسعه پایدار در زمینه مدیریت سلامت، ایمنی و محیط زیست (HSE) در صنعت ساخت و ساز	۱۳۹۹	تاثیرات مبنای ناب در ساخت و ساز پایدار با تاکید بر مبنای HSE
۶	لزوم توجه به ایمنی در ساخت و ساز بر مبنای اصول ناب	۱۳۹۶	تاثیرات مبنای ناب در ساخت و ساز با تاکید بر ایمنی
۷	مقایسه دو رویکرد ساخت و ساز ناب و ساختمان های سبز در مدیریت ضایعات ساختمانی ایران	۱۳۹۶	تاثیرات مبنای ناب در ساخت و ساز پایدار

۳- ۲ تحقیقات انجام گرفته در زمینه تفکر ناب و تولید ناب در صنعت ساختمان در جهان

برای صنعتی چون صنعت ساختمان که از نظر اتلاف در رده اول بیشترین اتلاف میباشد و هزینه های انجام شده در آن مبالغ بالایی است، حذف اتلاف آرزوی هر تولید کننده ای میباشد. " هر ساله پروژه های ساختمانی جدید در این کشور (ایالات متحده) ۳۰ درصد از مواد خام و ۲۵ درصد آب مصرفی و ۳۰ درصد از موادی که در محل های دفن زباله قرار می گیرند را تشکیل می دهند. " National

(Academy of Sciences, 2009) در زمانهای مختلف از اواخر قرن ۱۹ تا کنون و با ترویج تفکر ناب در سطح صنایع مختلف، تفکر ناب در صنعت ساختمان نیز وارد شد. " زمانی که (Koskela, 1992) یک مقاله با عنوان "کاربرد فلسفه تولید جدید در ساخت و ساز" نوشت. و واژه " ساخت ناب " در این مقاله توسط ایشان برای اولین بار بکار برده شد. " (Yu et al., 2009) " ناب بعداً توسط بالارد و هاول به منظور حذف ضایعات و افزایش بهره وری در پروژه های ساختمانی به عنوان "ساخت ناب" توصیف شد. (Demirkesen & Bayhan, 2019) تحقیقات با وسعت زیادی از سال ۱۹۹۲ تا کنون ادامه داشته است. مقالات و کتب فراوانی با موضوع " ساخت ناب " میتوان یافت. با مطالعه بر روی پژوهش های انجام شده، مشخص گردید تحقیقات بر روی سه موضوع تمرکز بیشتری داشتند. (۱) لزوم پیاده سازی ناب که تقریباً در مقدمه تمامی مقالات با موضوع ساختمان ناب بیان گردیده است. (۲) امکان پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساختمان و (۳) در مورد ابزارها و اتلافهای خاص موجود در صنعت ساختمان. در جدول شماره ۶ بررسی اجمالی از تعدا مقالات در موارد مختلف در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲ ارائه شده است.

جدول شماره ۶: تفکیک تعداد مقالات پیرامون ساخت ناب در دنیا در بازه زمانی ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۲

کلید واژه ها	موضوع جستجو	پایگاه جستجوی ScienceDirect	پایگاه جستجوی springer
lean construction	ساخت ناب	۱۸۲۹۱	۴۳۳۸۵
lean tools construction	ابزارهای ساخت ناب	۹۹۶۴	۲۸۲۹۷
lean construction design	طراحی ناب در ساختمان	۱۴۵۵۹	۳۳۶۹۶
lean construction barrier adapting	موانع و سازگاری ناب با ساختمان	۲۴۰۹	۱۰۶۸۷
lean construction implementation	پیاده سازی ناب در ساختمان	۱۱۰۲۲	۲۰۸۲۵
lean construction performance improvement	تاثیر ناب در بهبود کارایی صنعت ساختمان	۷۸۷۳	۱۷۱۲۵

مراکز متعددی در دنیا برای بررسی موضوع ناب در ساختمان شکل گرفت. " موسسه ساخت ناب " در سال ۱۹۹۷. " گروه بین المللی ساخت ناب " در سال ۱۹۹۳ و شاخه ساختمان ناب در موسسه تحقیقاتی ساختمان (BRE) از این نمونه ها میباشند. که هدف آنها ترویج تفکر ناب و کمک به پیاده سازی ناب در صنعت ساختمان است. " LCI سیستم تحویل پروژه ناب (LPDS) را توسعه داده است که اصول ناب پیشگام در تولید را در ساخت و ساز اعمال می کند. " (History | Lean Construction Institute (LCI)) در جدول شماره ۷ به تعدادی از مقالات و تحقیقات انجام شده در زمینه " ساخت ناب " اشاره شده است :

جدول شماره ۷: برخی تحقیقات گذشته با موضوع " ساخت ناب "

برخی تحقیقات گذشته با موضوع " ساخت ناب "			
موضوع (فارسی)	موضوع (انگلیسی)	سال	نویسنده
کاربرد فلسفه جدید تولید در ساخت و ساز	application of the new production philosophy to construction	1992	Lauri Koskela
تولید ناب در ساختمان	lean production in construction	1993	lauri koskela
ساخت مدرن: تحویل پروژه ناب و روشهای یکپارچه	Modern Construction - Lean Project Delivery and Integrated Practices	2011	Lincoln H. Forbes Syed M. Ahmed
دگرگونی طراحی و ساخت	transforming design and construction	2013	Lean Construction Institute
بکارگیری تفکر ناب در ساختمان و بهبود عملکرد	Applying lean thinking in construction and performance improvement	2013	Remon Fayek Aziz *, Sherif Mohamed Hafez
امکان تحویل پروژه یکپارچه ناب و ایجاد تغییرات در صنعت ساخت و ساز برای	People Centered Innovation: Enabling Lean Integrated Project Delivery and Disrupting the Construction Industry for a More Sustainable Future	2016	William Paolillo,1,2 Branka V. Olson,1,3 and Edward Straub1,4

			آینده ای پایدارتر
Lena Elisabeth Bygballe	2017	The role of formal and informal mechanisms in implementing lean principles in construction projects	نقش مکانیسم های رسمی و غیررسمی در اجرای اصول ناب در پروژه های عمرانی
Mohamed s. Bajjou , Anas Chafi , Abdelali Ennadi	2017	development of a conceptual framework of lean construction principles: an input-output model	توسعه یک چارچوب مفهومی اصول ساخت ناب: یک مدل ورودی-خروجی
Mohamed Saad Bajjou and Anas Chafi	2018	Lean construction implementation in the Moroccan construction industry	اجرای ساخت و ساز ناب در صنعت ساخت مراکش
Alan Mossman	2018	what is lean construction : another look	ساخت و ساز ناب چیست: نگاهی دیگر
Sevilay Demirkesen and Hasan Gokberk Bayhan	2019	Critical Success Factors of Lean Implementation in the Construction Industry	عوامل حیاتی موفقیت اجرای ناب در صنعت ساخت و ساز
Mughees Aslam , Zhili Gao , Gary Smith	2020	Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction	بررسی عوامل برای اجرای ساخت ناب برای موفقیت های اولیه سریع در ساخت

همانگونه که ذکر شد تحقیقات در چند شاخه عمده پیشرفت نمود که در ذیل به آن اشاره میگردد :

۳ - ۲ - ۱ مطالعات در مورد لزوم پیاده سازی تفکر ناب در ساخت و ساز :

با مرور " تفکر ناب " و " تولید ناب " و توجه به اینکه یک ساختمان با اتلاف فراوان ساخته شده و مورد بهره برداری قرار میگیرد، به خوبی درک میشود که ارزش افزوده این ساختمان بسیار پایین خواهد بود. طبق گفته " Meadows ("Designing out waste," Jun. ۳, ۲۰۱۷). "، صنعت ساختمان بیش از هر صنعت دیگری در جهان ضایعات تولید می کند. " با وجود اتلافهای فراوان لزوم استفاده از ناب و تفکر ناب در ساختمان بر کسی پوشیده نمانده است. " بنابراین حذف فعالیت های تولید کننده ضایعات نه تنها یک نگرانی برای تولید است، بلکه برای صنعت ساخت و ساز برای ماندن در رقابت نیز ضروری است. " (Demirkesen & Bayhan, 2019) " مطالعاتی که بر کارایی ساخت متمرکز شده اند، برخلاف بهره وری، ۲۵ تا ۵۰ درصد ضایعات را در هماهنگی کار و مدیریت، جابجایی و نصب مصالح ثبت کرده اند. [National Academy of Sciences, 2009]

همچنین در مقدمه تمامی مقالات در مورد ساختمان، بر ناب لزوم پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساختمان تاکید شده است.

(بطور مثال : Demirkesen & Bayhan, 2018 - Bygballe et al., 2000 - Biazzo & Panizzolo, 2020 - Aslam et al., 2020)

Bayhan, 2019 - Mossman, A. (2009) - Evans & Farrell, 2021 - Forbes & Ahmed, 2011 - Huaman-Orosco & Erazo-Rondinel, 2021 - Mossman, A. (2009-2) - A. Koskela, 2004 - L. Koskela, 1992 - L. J. Koskela et al., 2013 - Lauri. Koskela, 2000 - Kusri et al., 2019 - Leong et al., 2015 - Mano et al., 2021 - Mossman, 2015, 2018 - Paolillo et al., 2016 - Tauriainen et al., 2016 - Yu et al., 2009)

۳ - ۲ - ۲ مطالعات در مورد موانع و عوامل موثر پیاده سازی تفکر ناب در ساخت و ساز :

پیرامون موانع فلسفه پیاپی سازی موجود بر سر راه پیاده سازی مطالب زیادی بیان گردیده است. " همانطور که قبلاً توسط تجربه صنعت تولید نشان داده شد، پذیرش فلسفه تولید جدید یک تغییر پارادایم اساسی برای صنعت ساخت و ساز خواهد بود. " (L. Koskela, 1992). در ابتدای سفر ناب در صنعت ساختمان، عمده نظر ها بر این باور بود با توجه به موارد اختلاف بین صنعت ساختمان و صنایع دیگر، بالاخص صنعت اتومبیل که تفکر ناب در آن نهادینه گردید، امکان پیاده سازی ناب در ساختمان وجود ندارد. " وقتی بسیاری از مردم به ناب فکر می

کنند، به ابزار فکر می کنند. ابزار بدون تفکر ناب مانند ماهی بدون آب است. ناب شدن بیشتر یک فرآیند دگرگونی است." (Mossman, 2015). اشکال در نظر این گروه همانطور که توسط موسمن بیان شده است این است که بجای تفکر ناب به پیاده سازی تکنیک ناب می اندیشند. "با این حال، فلسفه ناب به دلیل ماهیت پیچیده و پویای پروژه های ساختمانی هنوز به خوبی در صنعت ساخت و ساز درک نشده است." (Demirkesen & Bayhan, 2019) آقای موسمن در یک سمینار در هند اعلام میدارد که: "ناب یک روش تفکر است، نه یک ابزار یا وسیله ... ناب شدن بیشتر یک فرآیند دگرگونی است." (Mossman, 2015)

به بیان محققین در این مورد، با پیاده سازی تفکر ناب بجای ابزار آن، میتوان نسبت به تطابق، تغییر و یا توسعه ابزارها و تکنیکهای جدید که با تفکر ناب از یک سو و روشهای ساخت از سوی دیگر مطابقت دارند اقدام نمود. با این روش امکان استفاده از مزایای ناب میسر میگردد. به غیر از موانع فلسفی که در اوایل سفر ناب در صنعت ساختمان (۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴) تقریباً به پایان خود رسید، موانعی در راه اجرای پیاده سازی وجود داشت که مهمترین آن در مقالات، اینرسی ماند فکری در شرکتها و عوامل در برابر هرگونه تغییر بیان گردیده است. "با این حال، درک و اجرای مفاهیم ناب برای متخصصان ساخت و ساز هنوز چالش برانگیز است." (Demirkesen & Bayhan, 2019) "بیشترین موانعی که عوامل، هنگام اجرای Lean با آن مواجه می شوند را می توان به عنوان آموزش ناکافی پیاده کنندگان، فقدان رهبری مدیریت ارشد، برنامه ریزی طولانی مدت اجرای LC و مقاومت افراد در برابر تغییر نشان داد." (Huaman-Orosco & Erazo, 2021). آموزش ناکافی، عدم آگاهی از مزایای ناب، عدم آگاهی از روند پیاده سازی ناب و پیاده سازی نادرست، جدای از فقدان دانش، تصور نادرست دیگر این است که شرکتها شیوه های ناب را پرهزینه می دانند و با مزایای بلندمدت یا سود کلی که روش های ناب می تواند ایجاد کند، نا آشنا هستند." (Demirkesen & Bayhan, 2019). عدم اقبال مدیریت و نبود پشتیبانی مدیریت ارشد، عادی شدن اتلافها از موانع بعدی به شمار میروند. "عادی شدن وجود اتلاف در ساختمان و اجتناب ناپذیر خواندن اتلاف ها دردی که برای مدت طولانی متحمل می شود ممکن است پذیرفته شده و در نتیجه بی ارزش شود." (Mossman, 2015) "محققان همچنین خاطرنشان کردند که اجرای تفکر ناب در پروژه های ساختمانی باید بر موانع متعددی غلبه کند، مانند موانع مربوط به مهارت ها و دانش، مدیریت، عدم استفاده سیستماتیک از مفاهیم یا سیستمها، توانمندسازی شخصی کمتر، و مکان های کاری مختلف" (Demirkesen & Bayhan, 2019) "موانع موجود بر سر راه پیاده سازی ناب در ساختمان در اهم مقالات به چهار دسته تقسیم بندی شده است. ۱) موانع مرتبط با فلسفه ناب که شامل: عدم درک هدف اساسی و منطق اجرای ناب (Walter et al. 2020)، عدم وجود اطلاعات شفاف بین اعضای تیم و مدیریت، کاهش قابلیت اطمینان از ناب، (Liu et al. 2020)، بهینه سازی جریان جزئی و نه جریان در کل فرآیند (Almani et al. 2017)، عدم تبادل اطلاعات بین تیم ها، تامین کنندگان، پیمانکاران فرعی و غیره (Demirkesen et al. 2019)، عدم تعریف دقیق محدوده، شناسایی ارزش و تعریف از دیدگاه مشتری. (Sarhan y Fox 2012)، عدم رهبری و توانمندسازی افراد در پروژه. (Alarcón et al. 2005) ۲) موانع مرتبط با فرهنگ ناب مشتمل بر: فقدان اطلاعات متمرکز، ذخیره شده و مشترک برای ایجاد یک چرخه بهبود مستمر. (Alarcón et al. 2005) ۳) موانع مرتبط با ابزار ناب که شامل: فقدان برنامه ریزی کار قبلی و برنامه ریزی واقع بینانه با استفاده از ابزارهای ناب (Murguia 2019) ۴) موانع مرتبط با ابزارهای ناب (Cano et al. 2015; Murguia 2019)، کمبود زمان برای پیاده سازی ناب در پروژه های در حال انجام (Soto 2016)، استفاده از ابزار بدون فرهنگ سازی و دانستن علت استفاده از آن (Salvatierra et al. 2015)، فقدان فرهنگ بهبود در سراسر سازمان (Walter et al. 2020) و ۵) سایر موانع مربوط به اجرای ناب. شامل: تکرار استراتژی ناب سازمانی دیگر (Albliwi et al. 2014)، عدم تعهد مدیریت ارشد به اجرا (Demirkesen et al. 2019)، عدم دانش و تجربه مجریان (Soren 2014)، هزینه اولیه بالای پیاده سازی (Bashir et al. 2015)

درست در جهت عکس موانع میتوان به دنبال عوامل موثر در پیاده سازی بود. از دید محققین، عوامل موثر فلسفی را میتوان میزان بالای اتلاف در ساختمان و تاثیر حذف این اتلاف ها بر رقابت پذیری دانست. عواملی چون: مدیریت، آموزش، آگاهی، استفاده درست از ابزارها ... عواملی هستند که برای پیاده سازی موفق ساخت ناب، در مقالات مختلف بیشتر به آنها اشاره شده است. "اولین عامل، آگاهی در مورد ناب، مزایا و محاسن آن بیان گردیده است. برای عوامل غیر فلسفی هم مهمترین عامل، رهبری و مدیریت معرفی شده است. حمایت، آگاهی و پیگیری برای پیاده سازی و استفاده از مزایای ناب توسط مدیران ارشد یکی از ضرورت ها و عوامل موثر در سفر ناب میباشد. "تعهد مدیریت (میانگین، ۴,۵۰) به عنوان مهم ترین محرک اجرای ناب، و دومین عوامل موثر مهم رتبه بندی شد. تعهد مدیریت نقش حیاتی در اجرای موفقیت آمیز Lean ایفا می کند و مشارکت مدیران ارشد و میانی در فعالیت های ناب منجر به بهبود عملکرد در عملیات می شود." (Demirkesen & Bayhan, 2019) "انگیزه و پذیرش کارکنان برای ناب ممکن است از طریق برنامه های

ارتباطی و آموزشی به خوبی طراحی شده افزایش یابد. (Demirkesen & Bayhan, 2019) استقبال مشتریان بعلت اعمال نظر آنها در محصول نیز عامل موثر در انگیزه تولید معرفی گردیده است. آگاهی از ابزار های ناب، استفاده درست از آنها و آموزش مناسب برای استفاده از ابزار ناب خود محرک و عامل موثر دیگری در رسیدن به هدف در سفر ناب بیان شده است. " در دسترس بودن ابزارها و تکنیک های ناب (میانگین ۴/۱۱) به عنوان دومین متغیر مهم و چهارمین عوامل موثر رتبه بندی شد. (Demirkesen & Bayhan, 2019) در جدول شماره ۸ به تعدادی از مقالات و تحقیقات انجام شده در زمینه " لزوم، موانع و عوامل موثر در پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان " اشاره شده است :

جدول شماره ۸: تحقیقات گذشته با موضوع " لزوم، موانع و عوامل موثر در پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان "

تحقیقات گذشته با موضوع لزوم، موانع و عوامل موثر در پیاده سازی تفکر ناب در ساختمان			
نویسنده	سال	عنوان (انگلیسی)	عنوان (فارسی)
Alan Mossman	۲۰۱۵	fat construction, lean profits; lean construction, fatter profits?	ساخت و ساز با اتلاف، سود کم . ساخت و ساز ناب، سود بیشتر؟
Wassim Albalkhy & Rateb Sweis	۲۰۱۸	Barriers to adopting lean construction in the construction industry: a literature review	موانع اتخاذ ساخت و ساز ناب در صنعت ساخت و ساز: مروری بر ادبیات
O. Babalola et al	۲۰۱۹	Assessment of the role of Lean Construction Practices in Environmental Sustainability	ارزیابی نقش شیوه های ساخت و ساز ناب در پایداری محیطی
Aline Patricia Mano	۲۰۲۰	Criticality assessment of the barriers to Lean Construction	ارزیابی بحرانی موانع ساخت و ساز ناب
Bianca T. Trenti and Bernardo M. B. S. Etges	۲۰۲۱	LEAN CONSTRUCTION AND ORGANIZATIONAL KNOWLEDGE CREATION	ساخت و ساز ناب و ایجاد دانش سازمانی
Matthew Goha, □, Yang Miang Gohb	۲۰۱۹	Lean production theory-based simulation of modular construction processes	شبیه سازی مبتنی بر تئوری تولید ناب فرآیندهای ساخت مدولار
Alan Mossman	۲۰۰۹	Why isn't the UK construction industry going lean with gusto?	چرا صنعت ساخت و ساز انگلستان با ذوق و شوق ناب نمی شود؟
Cristian Huaman-Orosco1 and Andrews A. Erazo	۲۰۲۱	AN EXPLORATORY STUDY OF THE MAIN BARRIERS TO LEAN CONSTRUCTION IMPLEMENTATION IN PERU	یک مطالعه اکتشافی در مورد موانع اصلی برای اجرای ناب ساخت و ساز در پرو

۳-۲-۳ مطالعات در مورد ارزش و اتلاف در ساخت و ساز ناب

• ارزش

اولین اصل تولید ناب شناسایی ارزش است. در مورد ارزش، روش تعیین ارزش، و اعتبار ارزش بدست آمده بررسی های متعددی بعمل آمده است. ارزش را در مقالات با چند بعد معرفی مینمایند : کیفیت، مقدار، زمان و قیمت. "قابلیتی که در زمان و هزینه مناسب به مشتری ارائه می شود و توسط مشتری تعریف می شود." (J. P. Womack, D. T. Jones, 1990) ارزش، ارزشمندی، اهمیت یا سودمندی هر چیزی است. " ارزش شاخص موفقیت و پیش ران نهایی پروژه ها است. که شامل دستاورد ها از دیدگاه مشتری یا کاربر نهایی است. "

• اتلاف

اتلاف را در مقالات، درست نقطه مقابل ارزش معرفی میکنند. به عبارتی هر فعالیت، ماده، زمان و یا نیروی انسانی که ارزش تولید نکند اتلاف به حساب می آید. در مورد اتلاف ها نظرات بسیاری وجود دارد که مدون ترین آن، ۷ اتلاف کلاسیک اعلام شده توسط تائچی اوهنو و بیان شده در کتاب تفکر ناب نوشته ووماک و همکاران میباشد. " دسته بندی های کلی بسیاری از اتلاف ها وجود دارد. به عنوان

مثال، هفت اتلاف: Taiichi Ohno تولید بیش از حد، انتظار، حمل و نقل، پردازش، موجودی، جابجایی، ساخت محصولات معیوب (۱۹۸۸) پس از آن محققین بسیاری در این زمینه نظرات متعددی داشته اند. (مثال شینگو (۱۹۸۵)، بوش (۲۰۰۷)، بیچنو و هولوگ (۲۰۰۹)، آیلا (۲۰۱۰)، مکومبر و هاوول (۲۰۰۴)، Koskela (۲۰۰۴)، مکومبر و هاوول (۲۰۰۴)، "اتلاف هر چیزی است که برای مالک/مشتری/کاربر نهایی ارزشی ایجاد نمیکند. توجه داشته باشید که اتلاف بر حسب ارزش تعریف می شود. ما فقط با دانستن ارزش اول می توانیم اتلاف را بشناسیم. بنابراین، حداقل در تئوری، هیچ تعریف مطلقی از اتلاف وجود ندارد، همه چیز نسبی است." (Mossman, A., 2009-2) "فعالیت‌های دیگری به عنوان اتلاف پیشنهاد شده است: ضایعات رفتاری - رفتارهای انسانی که ارزش افزوده ندارند و میتوانند حذف شود (باب امیلیانی)، پیچیدگی (فعالیت‌های قابل ساده سازی)، شیوه‌های کاری خطرناک (تویوتا)، اطلاعات اضافی، (رابرت هال به نقل از شونبرگر (۲۰۰۱)، تشخیص اینکه چه کاری باید انجام شود یا چگونه انجام شود، (لارایا ۱۹۹۹) انجام دادن کار بدون تامین پیش نیاز (Koskela, 2004)، صحبت نکردن، گوش ندادن (Macomber & Howell, 2004)، استفاده نکردن از افکار عوامل (هدر دادن ایده‌های خوب) (Donald Dinero به نقل از Macomber & Howell 2004). استفاده نکردن از استعدادها، مهارت‌ها و قابلیت‌های افراد (سوزاکی ۱۹۸۷؛ ۱۹۹۳)، ارائه چیزی که مشتری برای آن ارزش قائل نیست." (Mossman, A., 2009-2)

با توجه به تفاوت‌های ذکر شده در صنعت ساختمان و صنایع دیگر در مقالات و همچنین آموزه‌های تفکر ناب، در مورد اتلاف‌های موجود در صنعت ساختمان نیز بررسی‌های خاصی صورت پذیرفته است. "اما آیا این فهرست از هفت ضایعات، و غلبه موجودی، برای طیف وسیعی از موقعیت‌های موجود در جهان تولید مناسب است؟" (A. Koskela, 2004) "برای زمینه ساختمان، اتلاف‌های حیاتی باید با شروع ویژگی‌های این نوع تولید شناسایی و تعریف شوند. این پیش در کار پذیرش ناب برای هر زمینه‌ای متفاوت از خودرو سازی مهم خواهد بود. در واقع، به نظر می‌رسد نیاز قابل توجهی برای روشن شدن مفهومی مفهوم اتلاف از دیدگاه صنعت ساختمان وجود دارد." (L. J. Koskela et al., 2013) "در تنظیم فهرستی از اتلاف‌ها مربوط به ساخت و ساز، سه الزام اصلی تاکید می‌شود. فهرست ضایعات باید از نظر مفهومی با ساخت و ساز سازگار باشد، از نظر تجربی توجیه شود (یعنی تمرکز بر مهم‌ترین اتلاف‌ها) و متقاعد کننده و انگیزه دهنده برای اقدام باشد." (L. J. Koskela et al., 2013) "فهرست کلاسیک ۷ ضایعات در تولید ناب پیشنهاد میشود که با ساخت و ساز اضافه شود. این شکاف آشکار در فهرست کلاسیک این سوال را مطرح میکند که تا چه حد باید آن فهرست را به عنوان یک فهرست عمومی است" (A. Koskela, 2004)

اما در مورد ارزش و اتلاف نظر کارشناسان بر این است که طبق تفکر ناب، میباید بر ارزش تمرکز نمود نه بر حذف اتلاف. اما تفاوت این دو در چیست؟ وقتی بر ارزش تمرکز میکنید اتلاف به خوبی نمایان میشود و حذف آن به سادگی و حتی بصورت خودکار انجام میگردد. ولی اگر بر حذف اتلاف تمرکز صورت گیرد این مشکل بوجود خواهد آمد که قسمتی از ارزش نیز به همراه اتلاف حذف گردد. چرا که ارزش در مراحل بعدی تولید، در این مرحله به شکل اتلاف نمود خواهد داشت. "نیاز هر مشتری به ارزش منحصر به فرد است، بنابراین آنچه برای یکی اتلاف است می‌تواند برای دیگری ارزش داشته باشد." (Mossman, A., 2009-2) "اگر به جای ارزشی که مشتریان به دنبال آن هستند، بر حذف ضایعات تمرکز کنیم، این خطر را داریم که کودک را با آب حمام بیرون بی‌اندازیم (حذف ارزش بجای اتلاف)" (Mossman, A., 2009-2) "حذف اتلاف محصول جانبی فرآیند ناب، طراحی ناب و مدیریت تولید ناب است. در نظر گرفتن آن به عنوان دلیل وجودی ناب، بیهوده است." (Mossman, A., 2009-2)

در مقالات بیان گردیده است که شناسایی اتلاف همانگونه که بیان شد در درجه اول با تعریف ارزش میسر است. این شناسایی زمانی کامل خواهد بود که به ریشه اتلاف پی برده شود. حذف اتلاف بدون در نظر گرفتن ریشه و علل آن در مقالات مختلف بیهوده خوانده شده است. این کار مانند کندن برگ‌های علف هرز است بدون اینکه ریشه آن از بین برود زیرا قابلیت رشد مجدد میسر است. "بنابراین، وقتی اتلاف‌ها را در یک فرآیند بررسی میکنیم، میتوانیم انتظار داشته باشیم که زنجیره‌ای از اتلاف نیز پیدا کنیم. منظور ما زنجیره‌ای از علل و معلول‌ها است که در آن یک اتلاف به دیگری منتهی میشود. در این موارد، آسیب اصلی یک اتلاف خاص بر روی سیستم لزوماً خود اتلاف نیست، بلکه کل زنجیره اتلافی است که ایجاد می‌کند." (L. J. Koskela et al., 2013) در جدول شماره ۹ به تعدادی از مقالات در مورد ارزش و اتلاف در صنعت ساختمان اشاره شده است:

جدول شماره ۹: تحقیقات گذشته با موضوع "ارزش و اتلاف در ساختمان"

تحقیقات گذشته با موضوع "ارزش و اتلاف در ساختمان"			
موضوع (فارسی)	موضوع (انگلیسی)	سال	نویسنده

Rick Best and Gerard de Valence & Glenn Ballard	2002	Design and Construction: Building in Value	طراحی در ساختمان : ارزش در ساختمان
Alan Mossman	2008	More than materials: managing what's needed to create value in construction	بیشتر از مواد: مدیریت آنچه برای ایجاد ارزش در ساخت و ساز لازم است
Alan Mossman	2009	Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production	ایجاد ارزش: راهی کافی برای حذف ضایعات در طراحی ناب و تولید ناب
Lauri Koskela , Trond Bølviken and John R	2013	Which are the wastes of construction?	ضایعات ساختمانی کدامند؟
Matti Tauriainen,a , Pasi Marttinenc, Bhargav Davea, Lauri Koskela	2016	The effects of BIM and lean construction on design management practices	اثرات BIM و ساخت و ساز ناب بر روی شیوه های مدیریت طراحی

۳- ۲- ۴ توسعه ابزارهایی برای پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساختمان

با وجود تفاوت هایی بین تولیدات صنعتی و تولید ساختمان که در بالا برشمرده شد، مشکلاتی در تطابق ابزارهای ناب، که در ابتدا و توسط تائچی اوهنو و ووماک و همکاران بیان گردید با روش های تولید در ساختمان بوجود آمد، مقالات موجود این عدم تطابق را مشکل اساسی میدانند، چرا که در پیاده سازی ناب توجه به ابزار امری ضروری است. " این احتمال وجود دارد که پیاده سازی ناب بدون استفاده مناسب از ابزارها و تکنیک های مناسب به دست نیاید. " (Demirkesen & Bayhan, 2019)

تفاوت اصلی، وجود خط تولید و تکرار تولید محصول در تولیدات صنعتی دیده شده است، که باعث بسیاری از اتلاف ها میگردد و به کمک ابزار های ناب این اتلاف ها قابل حذف بودند. حال آنکه اتلافهای ساختمانی بعلت نبود خط تولید و وجود تنها یک محصول قابلیت ابزار های ناب را زیر سوال بردند. اما تمامی مطالعات نشان داده است که، این تفاوت ها برای صنعت ساختمان که اتلاف آن بسیار بالا است نمیتواند مانع پیاده سازی تفکر ناب گردد. محققان بر آن شدند تا به تطابق، تغییر و یا توسعه ابزار های ناب برای روشهای تولید ساختمان اهتمام ورزند. " ساخت و ساز ناب از ابزار/تکنیک های ویژه ای استفاده می کند که با بهبود جریان مواد، اطلاعات، تجهیزات و نیروی کار به تولید کمک می کند تا ضایعات را حذف کند، بهره وری را بهبود بخشد، هزینه ها و زمان اجرا را کاهش دهد و پروژه های ایمن تر و کارآمدتر تولید کند " (Alizadehsalehi et al. , 2019)

یکی دیگر از ابزارهای ناب مهم، جریان کشی مبتنی بر سوپرمارکت، در ساخت خانه نیز قابل استفاده نیست. (Yu et al.,2009) با این حال، در مقایسه با تولید، صنعت خانه سازی دارای ویژگی های مهمی است که کاربرد مستقیم VSM را غیرممکن می کند. (Yu et al.,2009)

در تحقیقات بیان شده است که برخی ابزارها مانند 5S که امکان استفاده از آن در ساختمان نیز فراهم بود، به سادگی در کارگاه های ساختمانی پیاده سازی گردید. تغییرات و ادغام برخی ابزارها مانند شفاف سازی، VF یا شاخص های بصری و کایزن در ابزاری بنام اتاق بزرگ میسر شد. و همچنین توسعه ابزار " آخرین برنامه ریزان " برای ایجاد کشش در تولید و از بین بردن عدم قطعیت فعالیت ها که توسط گلن بالارد و هاوال ابداع گردید. " سیستم Last Planner به عنوان ابزاری برای هدایت تولید به سمت اهداف برنامه (ارزش) پیشنهاد شده است. " (Ballard and Howell 2003) " سیستم Last Planner با موفقیت در ساخت و ساز پیاده سازی شده است تا قابلیت اطمینان برنامه ریزی را افزایش دهد، عملکرد تولید را بهبود بخشد و یک گردش کار قابل پیش بینی ایجاد کند. " (Hamzeh et al. 2009).

اینها نمونه تغییراتی است که در ابزارهای ناب برای قابل استفاده کردن در صنعت ساختمان ایجاد گردید. " توسعه سیستم Last Planner پایه و اساس روش جدیدی از مدیریت پروژه را فراهم کرد که گردش کار قابل پیش بینی و یادگیری سریع را ایجاد کرد. ... همانطور که گردش کار قابل پیش بینی تر شد، سایت ها بهتر سازماندهی شدند، جلسات کوتاه تر شدند، اختلافات کمتر شد و تنگناها و وقفه ها در جریان کار آشکارتر شد. " (History | Lean Construction Institute 2022)

" VSM یک ابزار کلیدی برای اجرای موفق ناب است، زیرا به حذف فعالیت های بدون ارزش افزوده کمک میکند. " (Demirkesen & Bayhan, 2019) " از جمله ویژگیهای دیگر، LPS امکان ارزیابی قابلیت اطمینان ساخت ناب را با استفاده از اندازه گیری کامل طرح درصد، که به شناسایی خرابی ها و علل وقوع آنها کمک میکند، میدهد. " (Mano et al., 2021)

با پیشرفت تکنولوژی و استفاده از تکنیکهای دیجیتال و مدلینگ در فضای مجازی، همکاری و همراستایی برخی از ابزارهای تکنولوژیکی با تفکر ناب روشن گردید. لذا در تحقیقات فراوانی که در سالهای اخیر صورت پذیرفته است، این تکنیک ها در ساخت ناب نیز مورد تاکید قرار گرفت و بررسی شده است. مدل اطلاعات ساختمان مهمترین ابزاری بود که در تولید ناب مورد استفاده قرار گرفت. " ساخت ناب و BIM به یکدیگر وابسته نیستند (یعنی شیوه های ساخت و ساز ناب را می توان بدون BIM اتخاذ کرد و BIM را می توان بدون ساخت ناب اتخاذ کرد). " (Sacks et al., 2010). " نتیجه هم افزایی BIM-Lean یک مدل مجازی کارآمد، دقیق و بسیار دقیق است که هر جزء پروژه را روشن می کند. " (Alizadehsalehi et al., 2019) و این موارد یعنی همان نتیجه هدف اصلی تفکر ناب که در BIM جلوه نموده است. " پذیرش موفقیت آمیز BIM به یک استراتژی اجرایی نیاز دارد. ساخت ناب به عنوان یک مفهوم مدیریت قدرتمند یک استراتژی عالی برای BIM است " لذا این دو مورد با شتاب زیاد در هم آمیخته شده و هزاران مقاله و پیاده سازی در مورد هم افزایی BIM-Lean به رشته تحریر در آمده است. در جدول شماره ۱۱ به تعدادی از مقالات در مورد ابزار های و تکنیک های مورد استفاده در ساخت ناب اشاره میگردد که در آنها و بالاخص در سنوات اخیر بر استفاده از تکنولوژی و ابزارهای BIM تاکید بیشتری شده است :

جدول شماره ۱۱: تحقیقات گذشته با موضوع " ابزارها و تکنیک های ناب "

برخی تحقیقات گذشته با موضوع " ابزارها و تکنیک های ناب "			
موضوع (فارسی)	موضوع (انگلیسی)	سال	نویسنده
اثرات BIM و ساخت و ساز ناب بر روی شیوه های مدیریت طراحی	The effects of BIM and lean construction on design management practices	2016	Matti Tauriainen, b , Pasi Marttinenc, Bhargav Davea, Lauri Koskela
عوامل حیاتی موفقیت برای اتخاذ مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) و شیوه های ساخت ناب در پروژه های بزرگ ساخت : یک نظرسنجی دلفی	Critical success factors for adopting building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi survey	2020	Martin Evans & Peter Farrell & Ayman Mashali
سیستم مدیریت تحویل پروژه ساختمانی BIM/MR-Lean	BIM/MR-Lean Construction Project Delivery Management System	2019	Sepehr Alizadehsalehi & Ahmad Hadavi & Joseph Chuenhuei Huang
اجرای ساخت و ساز ناب در صنعت ساخت و ساز مراکش	Lean construction implementation in the Moroccan construction industry	2018	Mohamed Saad Bajjou and Anas Chafi
تعامل مدل سازی اطلاعات ناب و ساختمان در ساخت و ساز	The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction	2009	Rafael Sacks , Lauri Koskela , Bhargav A. Dave and Robert Owen
شبیه سازی ساخت و ساز ناب و فناوری اطلاعات برای تولید مسکن پیش ساخته	Simulation of Lean Construction and Information Technologies for Prefabrication Housing Production	2017	Xiao Li; Geoffrey Qiping; Peng Wu; Hongqin Fan,; Hengqin Wu;
درک تعامل بین طراحی مجازی، ساخت و ساز و ساخت و ساز ناب	Understanding the interaction between virtual design, construction and lean construction	2021	Maria Guadalupe Mandujano Rodriguez, Luis Fernando Alarcon Cardenas, Lauri Koskela
استفاده از BIM به عنوان یک ابزار مدیریت ناب در فرآیندهای ساخت مطالعه موردی	Using BIM as a lean management tool in construction processes – A case study	2021	Ahmed.M. Eldeep , Moataz.A.M. Farag , L.M. Abd El-hafez

۴ - ۱ خلاء های تحقیقات در زمینه ساخت ناب در ایران

در مورد خلاء های موجود در تحقیقات در زمینه ناب در ایران، باید به یکی از مهمترین نیازهای ناب که نیاز به فرهنگسازی و آموزش میباشد اشاره نمود. متأسفانه در کشورمان فرهنگ سازی مناسبی برای روشهای نوین مدیریتی بعلا مختلف ایجاد نشده است. وقتی عده کثیری از مردم، دانشگاهیان و دانشجویان در زمینه " ناب " اطلاعاتی ندارند و حتی در برخی موارد نامی از " تفکر ناب " به گوش بسیاری از اساتید ما نرسیده است. چگونه میتوان انتظار داشت که تحقیقات مناسبی در این زمینه صورت پذیرد. لذا بزرگترین خلاء تحقیقاتی را میتوان عدم فرهنگ سازی و عدم معرفی فرهنگ ناب در کشور و در سطوح دانشگاهی و تحقیقاتی دانست. که مانع از شکل گیری و هدف گذاری برای آغاز تحقیقات در زمینه ناب میگردد. نیاز به تحقیقات بیشتر در همه زمینه های ناب من جمله اصول، ابزارها، ارزش و اتلاف و ... در سطوح آکادمیک و اجرایی، به وضوح قابل رویت میباشد.

۴ - ۲ خلاء های تحقیقات در زمینه ساخت ناب در جهان

در زمینه های مختلف برای ناب در بخش ساختمان از سال ۱۹۹۲ تا کنون تحقیقات مناسبی صورت پذیرفته است. ولیکن با توجه به اصول ناب و بالاخص اصل پنجم ناب یعنی حرکت به سوی کامل، میتوان گفت روند حرکت های تحقیقاتی در زمینه ساخت ناب هیچگاه به انتها نخواهد رسید و اینگونه تحقیقات میباشد ادامه داشته باشد. در بررسی ادبیات تحقیقاتی و کتب نگارش شده در این زمینه و همچنین موسسات فعال در زمینه ناب، وجود یک خلاء در استاندارد سازی روشهای پیاده کردن ناب مشهود است که میباشد در آینده نزدیک تحقیقات و فعالیت هایی در این زمینه صورت گیرد. عدم تعریف مناسب از ارزش و عدم تعیین منابع ارزش را میتوان خلاء دیگری ذکر کرد که در ادبیات به چشم میخورد. تعریف مستقیمی از ارزش و منبع تعیین ارزش با توجه به قوانین و مقررات، کدها و استانداردها وجود ندارد. اینکه بین انتخاب مشتری (که عمدتاً از اطلاعات فنی مناسبی برخوردار نیستند) و الزامات فنی کدامیک میباشد در درجه اول اهمیت قرار گیرد، خود مورد بحث است و در ادبیات در سطح دنیا کمتر به آن اشاره شده است.

۵ - نتیجه گیری

با توجه به اثبات ضرورت مطالعه و پیاده سازی تفکر ناب در تمام جوانب زندگی، متأسفانه در ایران مبحث ناب ناشناخته است. بالاخص در موضوع ساخت ناب تحقیقات و فعالیت های بسیار کمی صورت پذیرفته. در مرور مقالات گذشته از ۴ بعد به مساله " ساخت ناب " نگاه شده است. اول در مورد اصول ناب که شامل تعریف اصول، لزوم داشتن تفکر ناب، تاریخچه و امکان پیاده سازی تفکر ناب در صنعت ساخت میباشد بحث گردیده است. در دسته دوم محققین در مورد ابزار های ناب، تاثیر آنها در ساخت ناب و ابزار هایی که به ساخت ناب کمک میکنند مانند BIM و IPD تحقیقات را ادامه داده اند. در گروه سوم میتوان مقالاتی را مشاهده نمود که به بحث و بررسی بر روی تاثیرات ناب بر مدیریت ساخت اشاراتی دارند. این بخش شامل مدیریت مالی، زمانی، منابع و کیفیت میباشد. در قسمت چهارم نیز محققین، تفکر ناب را در تاثیرات جانبی ساخت مانند پایداری، مصارف انرژی در ساختمان، ایمنی در ساخت و ... مورد بررسی و کنکاش قرار داده اند.

مراجع

- ر. انصاری، نوید داوودی (۱۳۹۷) [بررسی نقش تفکر ناب در صنعت ساخت مبتنی بر مدیریت بهینه پروژه های عمرانی با رویکرد LPS]
حمید بهبهانی، شایان فخریان (۱۳۹۶) [مروری بر ظرفیت های اجرایی روش تفکر ناب در صنعت ساخت و ساز]
میثم خرم رو، امر احمد هدایت (۱۳۹۶) [مطالعه تطابق پروژه های انبوه سازی مسکن با اصول ساخت و ساز ناب]
علی پروری، ع. دالایی (۱۳۹۸) [بررسی تاثیر نقش ابزارهای ساخت و ساز ناب بر روی ایجاد دانش و عملکرد ساخت وساز ناب]
ا. شاکری، م.ج. مدحی، ا. دادگر (۱۳۹۶) [یکپارچه سازی تکنیک های ساخت و ساز ناب در راستای بهبود برنامه ریزی و مدیریت پروژه]
علی شش بلوکی ع، م. عبادی (۱۳۹۷) [بررسی تحلیلی آثار تلفیق ساخت وساز ناب (LC) با تحویل یکپارچه پروژه (IPD) و مدلسازی اطلاعات ساختمان (BIM)]

- پرویز قدوسی و همکاران (۱۳۹۰) [مدیریت نوین پروژه های عمرانی با بکار گیری تفکر ناب، تئوری موفق در تولید]
Alizadehsalehi, S., Hadavi, A., Huang, J., & Huang, J. C. (2019). BIM/MR-Lean construction project delivery management system. *Ieeexplore.Ieee.Org*. <https://doi.org/10.1109/TEMSCON.2019.8813574>
Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. *Journal of Cleaner Production*, 277. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123295>
Ballard, G., Proc., G. H.-, Conf., 11th Annual, Group, I., & 2003, undefined. (2003). An update on last planner. *Academia.Edu*. Retrieved January 8, 2023, from <https://sci->

- Biazzo, S., & Panizzolo, R. (2000). The assessment of work organization in lean production: The relevance of the worker's perspective. *Integrated Manufacturing Systems*, 11(1), 6–15.
- Bygballe, L. E., Endresen, M., & Fålnun, S. (2018). The role of formal and informal mechanisms in implementing lean principles in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*.
- Demirkesen, S., & Bayhan, H. G. (2019). Critical Success Factors of Lean Implementation in the Construction Industry. *IEEE Transactions on Engineering Management*.
- Evans, M., & Farrell, P. (2021). Barriers to integrating building information modelling (BIM) and lean construction practices on construction mega-projects: a Delphi study. *Benchmarking*, 28(2), 652–669.
- Forbes, L. H., & Ahmed, S. M. (Syed M. (2011). *Modern construction : lean project delivery and integrated practices*. CRC Press.
- Hamzeh, F., ... G. B.-P. of the 17th, & 2009, undefined. (2009). Is the Last Planner System applicable to design? A case study. *VI.Prosjekt Norge.No*. Retrieved January 8, 2023, *History | Lean Construction Institute | Design & Construction | Lean Construction Institute (LCI)*. (2022).
- Huaman-Orosco, C., & Erazo-Rondinel, A. A. (2021). AN EXPLORATORY STUDY OF THE MAIN BARRIERS TO LEAN CONSTRUCTION IMPLEMENTATION IN PERU. *IGLC 2021 - 29th Annual Conference of the International Group for Lean Construction - Lean Construction in Crisis Times*.
- J. P. Womack, D. T. Jones (1990). *Lean thinking The Machine That Changed the World*.
- Koskela, A. (2004). *Making do-the eighth category of waste Koskela, LJ Title Making do-the eighth category of waste*. <http://usir.salford.ac.uk/id/eprint/9386/>
- Koskela, L. (1992). *CIFECENTER FOR INTEGRATED FACILITY ENGINEERING APPLICATION OF THE NEW PRODUCTION PHILOSOPHY TO CONSTRUCTION*.
- Koskela, L. J., Rooke, J. A., & Associates, R. (2013). *Which are the wastes of construction? BIM implementation View project Integration of Lean Construction and Uncertainty Management View project*.
- Koskela, Lauri. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. Technical Research Centre of Finland.
- Kusrini, E., Nisa, F., & Helia, V. N. (2019). Lean service approach for consulting services company. *International Journal of Integrated Engineering*, 11(5), 189–195.
- Melhado, S. B. (1998). *Designing for Lean Construction Proceedings IGLC '98 DESIGNING FOR LEAN CONSTRUCTION*.
- Mossman, A. (2009-2) Journal, A. M.-L. C., & 2009, undefined. (2009). Creating value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production. *It-Kinder.Com*. Retrieved December 10, 2022, from Mossman, A. (2018). What is lean construction: Another look - 2018. *IGLC 2018 - Proceedings of the 26th Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Evolving Lean Construction Towards Mature Production Management Across Cultures and Frontiers*, 2, 1240–1250.
- Mossman, A. (2009) . *Why isn't the UK construction industry going lean with gusto?* .
- Paolillo, W., Olson, B. v., & Straub, E. (2016). People Centered Innovation: Enabling Lean Integrated Project Delivery and Disrupting the Construction Industry for a More Sustainable Future. *Journal of Construction Engineering*, 2016, 1–7.
- Sacks, R., Koskela, L., ... B. D.-J. of construction, & 2010, undefined. (2010). Interaction of lean and building information modeling in construction. *Eprints.Hud.Ac.Uk*, 136(9), 968–980.
- Tauriainen, M., Marttinen, P., Dave, B., & Koskela, L. (2016). The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. *Procedia Engineering*, 164, 567–574.
- Yu, H., Tweed, T., Al-Hussein, M., & Nasser, R. (2009). *Development of Lean Model for House Construction Using Value Stream Mapping*.